

# **SITUACIÓN DE LAS ÁREAS VERDES, BARRANCAS Y ZONAS DE TRANSICIÓN ENTRE EL SUELO URBANO Y SUELO DE CONSERVACIÓN EN EL DISTRITO FEDERAL**

Mtra. Diana Ponce Nava Treviño  
Procuradora.

Biol. Mónica Viétnica Alegre González  
Subprocuradora de Protección al Ambiente

Lic. Francisco Javier Cantón del Moral  
Subprocurador de Ordenamiento Territorial.

HidroBiol. Rafael Contreras Lee  
Director de Estudios, Dictámenes y Peritajes de Protección Ambiental.

Lic. Teresa Angélica Flores Godínez  
Directora de Estudios, Dictámenes y Peritajes de Ordenamiento Territorial.

Biol. Zenia María Saavedra Díaz  
Subdirectora de Estudios, Informes y Reportes de Protección Ambiental.

D.A.H. Edgar Sánchez Barrientos  
Subdirector de Estudios, Informes y Reportes de Ordenamiento Territorial.

Elaboración:  
Universidad Autónoma Chapingo

Responsable del estudio:  
Gustavo Arévalo Galarza

Revisión PAOT:  
Oliva Pineda Pastrana, Félix Jacob Santiago Sánchez, Miguel Ángel Rivera Cedillo, Felipe de Jesús Gomeztrejo Palacios, Ulises Pech Rivera.

El presente estudio fue elaborado conforme al Artículo 5º de la Ley Orgánica de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, recibiendo recursos del Programa de Desarrollo Institucional Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Se permite la reproducción total o parcial de este documento sin que sea necesario obtener autorización por parte de esta Procuraduría siempre que se cite correctamente la fuente.

La PAOT apreciará se le envíe una copia de toda publicación o material en el que se utilice este trabajo como fuente.

2008  
Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F.  
Medellín No. 202, Col. Roma Sur, C.P. 06700  
Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.  
Tel: 52 65 07 80  
[www.paot.org.mx](http://www.paot.org.mx)





INDICE GENERAL	iii
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
PRESENTACIÓN IMAGENES	4
METODOLOGIA	6
Cuantificación orientada a reconocimiento de objetos	7
Cuantificación orientada a descomposición espectral	8
Procedimiento para la Identificación y Cuantificación de Áreas Verdes en Zonas Urbanas	11
Naturaleza de la información	14
RESULTADOS	17
Estadísticas de arbolado	17
Clasificación en la Zona de Conservación	25
Problemática en el Suelo de Conservación	26
Cuantificación del área arbolada	26
CONCLUSIONES	32
LITERATURA CONSULTADA	34
PRESENTACIÓN MUESTREO	35
OBJETIVOS	36
General	36
Específicos	36
METODOLOGÍA	36
VARIABLES INDICADORES	36
ECOLÓGICO	36
AMBIENTAL	36
MANEJO	36
PLAGAS	36
SOCIAL	37
ECONÓMICO	37
CULTURALES	37
DISEÑO DEL MUESTREO	37
MUESTREO	37
TIPO	37
INTENSIDAD	37
POBLACIÓN OBJETIVO	37
MUESTRA PROBABILISTICA	37
SELECCIÓN DE PARCELAS Y CAMINAMIENTOS	38
PARCELAS	38
CAMINAMIENTOS	38
DISEÑO DE FORMATOS	39
PARCELAS	39
CAMINAMIENTOS	40

MÉTODO DE OBTENCIÓN DE VARIABLES	41
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES	41
DIÁMETROS	41
ALTURAS	41
PLAGAS Y ENFERMEDADES	42
EDAD	42
REEMPLAZOS O CONSIDERACIONES	42
IMAGENES DE LOS SITIOS DE LAS PARCELAS MUESTREADAS	44
IMAGENES DE LOS MUESTREOS DE CAMINAMIENTOS	51
RESULTADOS	59
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
LITERATURA CONSULTADA	63
PRESENTACIÓN INDICADORES	77
OBJETIVOS	77
General	77
Específico	77
MARCO DE REFERENCIA	78
Ciudad de México	78
Las aéreas verdes	78
METODOLOGÍA	78
RESULTADOS	81
Escala de calificación de la condición	81
Condición del arbolado muestreado en el Distrito Federal	84
Condición del arbolado por colonia	86
Condición del arbolado por Delegación	86
Condición del arbolado en la Delegación Álvaro Obregón	87
Condición del arbolado en la Delegación Coyoacán	88
Condición del arbolado en la Delegación Cuauhtémoc	89
Condición del arbolado en la Delegación Iztacalco	90
Condición del arbolado en la Delegación Iztapalapa	91
Condición del arbolado en la Delegación Miguel Hidalgo	92
Condición del arbolado en la Delegación Tlalpan	93
Proporción de riqueza de especies por Delegación	94
Índice de riqueza de especies por Colonia	95
Condición del arbolado por calle	96
Índice de riqueza de especies por Calle (IREAU)	97
Condición del arbolado en la Calle Aquiles Serdán	99
Condición del arbolado en la Calle Salónica y Camarones	99
Condición del arbolado en la Av. Ing. Eduardo Molina	100
Condición del arbolado en la Av. Río Guadalupe	101
Condición del arbolado en la calle Metrobús Potrero	102
Condición del arbolado en la Av. Wilfrido Massieu	103
Condición del arbolado en la Av. Insurgentes Norte	104
Condición del arbolado en la Av. Insurgentes Sur	105
Condición del arbolado en la calle Oriente	106

Condición del arbolado en la calle Prolongación Anillo Periférico	107
Condición del arbolado en la Av. Jalisco	108
Condición del arbolado en la avenida Reforma	109
Condición del arbolado en la Calzada Legaria	110
Condición del arbolado en la Calzada San Simón	111
Condición del arbolado en la Calle Félix Cuevas y Eje 6	112
Condición del arbolado en la Calle Porfirio Díaz e Insurgentes	113
Condición del arbolado en el Metro Potrero	114
Estadísticos de confiabilidad y nivel de error del muestreo preliminar	115
DISCUSIÓN	118
CONCLUSIONES	127
RECOMENDACIONES	130
Instructivo sobre la información que se requiere en la Tabla XVIII	131
LITERATURA CONSULTADA	132
PRESENTACIÓN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO	133
OBJETIVOS GENERAL	136
OBJETIVOS PARTICULARES	136
METODOLOGÍA	136
DESARROLLO	145
Delegación Álvaro Obregón	145
Delegación Cuajimalpa de Morelos	152
Delegación Magdalena Contreras	161
Delegación Tlalpan	169
Delegación Xochimilco	178
Delegación Tláhuac	190
DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	196
LITERATURA CONSULTADA	199
PRESENTACIÓN BARRANCAS	201
CAUSAS DEL DETERIORO DE LAS BARRANCAS	201
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	203
Caracterización de las cuencas hidrológicas	204
Origen	205
Valor ambiental	205
CUENCA MIXCOAC	206
Topografía	207
Geología	208
Edafología	208
Uso de suelo	209
CUENCA DEL RÍO MAGDALENA	209
Topografía	209
Geología	210
Edafología	211
Uso de suelo	211
PUERTA GRANDE	212
Topografía	212
Geología	213

Edafología	213
Uso de suelo	213
SAN ÁNGEL INN (VILLA VERDÚN)	214
Topografía	214
Geología	214
Edafología	215
Uso de suelo	216
CARACTERIZACIÓN DE BARRANCAS	216
CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DE LAS BARRANCAS	225
BARRANCA “LA ANGOSTURA”	226
BARRANCA “COCONETLA”	226
BARRANCA HÍPICO DE LA SIERRA	227
BARRANCA LA DIFERENCIA	228
BARRANCA ATZOYAPAN	229
BARRANCA MIMOSA	230
VISITAS DE CAMPO	231
BARRANCA COCONETLA	232
BARRANCA LA ANGOSTURA	233
BARRANCA ATZAYOPAN	234
BARRANCA ATZAYOPAN	235
BARRANCA MIMOSA	235
BARRANCA HÍPICO DE LA SIERRA	236
SITUACIÓN ACTUAL	237
RECOMENDACIONES	239
LITERATURA CONSULTADA	240
CONCLUSIONES GENERALES	241
ANEXO TÉCNICO. 1	244
ANEXO TÉCNICO. 2	280
ANEXO TÉCNICO. 3	283

## Índice de tablas

I	Resultados del inventario de Áreas Verdes	21
II	Comparación de inventarios del arbolado	39
III	Resumen de parcelas y caminamientos	72
IV	Plagas y enfermedades	73
V	Áreas verdes urbanas muestreadas con parcelas	73
VI	Calles o avenidas con muestreo de caminamientos	74
VII	Escala de calificación de los diferentes indicadores utilizados	81
VIII	Condición del arbolado	83
IX	Categorías de calles según IREAU y relación con el IMECAU	99
X	Estadísticos de diámetros en calles o avenidas para la cuantificación de la muestra preliminar	117
XI	Estadísticos de alturas en calles o avenidas para la cuantificación de la muestra preliminar	117
XII	Estadísticos en parcelas con diámetro para la cuantificación de la muestra preliminar	118
XIII	Estadísticos en parcelas con altura para la cuantificación de la muestra preliminar	119
XIV	Listado de especies encontradas en común	120
XV	Especies arbóreas encontradas por la UACH	121
XVI	Especies encontradas por PAOT y otras dependencias	121
XVII	Especies encontradas en el censo realizado por la PAOT por Delegación y Calle	122
XVIII	Formato de levantamiento de información para el inventario del arbolado del D. F.	133
XIX	De incompatibilidad de usos para Álvaro Obregón	155
XX	Incompatibilidad de usos para cuajimalpa	164
XXI	Incompatibilidad de usos para la magdalena contreras	174
XXII	Incompatibilidad de usos para Tlalpan	182
XXIII	Datos de áreas de usos incompatibles entre los P. de Des. Urbano del la Del. Tlalpan	189
XXIV	Área de traslape entre el Programa Delegacional de Des. Urbano de la Del. Xochimilco	192
XXV	Polígonos clasificados con usos incompatibles para la Delegación Xochimilco	196
XXVI	Polígonos clasificados Producción Rural Agroindustrial de la Delegación Xochimilco	201
XXVII	Polígonos clasificados y Preservación Ecológica de la Del. Xochimilco	204
XXVIII	Incompatibilidad de usos para la delegación de Tlahuac	207
XXIX	Datos de incompatibilidad de programas para la Delegación Tláhuac	209
XXX	Datos Reorganizados de incompatibilidad para la Delegación Tláhuac	211
XXXI	Superficie de las categorías de usos del suelo de PGOEDF	215
XXXII	Superficie de las categorías de usos del suelo de los PDDU de acuerdo a la superficie	215

### Índice de figuras

1	Esquema metodológico para obtener arbolado urbano	22
2	Delegación Álvaro Obregón	25
3	Delegación Coyoacán	25
4	Delegación Miguel Hidalgo	26
5	Delegación Iztacalco	26
6	Delegación Iztapalapa	27
7	Delegación Xochimilco con áreas agrícolas	28
8	Densidad de Población (m <sup>2</sup> /habitante) por Delegación	28
9	Áreas verdes por Delegación	29
10	Áreas verdes por Delegación	29
11	Proporción de superficie de Áreas Verdes por delegación	30
12	Proporción de superficie de Áreas Verdes por delegación	30
13	Índice de Áreas Verdes por habitante por delegación	31
14	Índice de Áreas Verdes por habitante por delegación	32
15	Zona de Suelo de Conservación, imagen SPOT, 2008	36
16	Clases de vegetación y uso agrícola	37
17	Comparación de superficies arboladas con diferentes métodos	40
18	Comparación de superficies de pastos/arbustos con diferentes métodos	41
19	Esquema general del procedimiento de la medición de la altura de un árbol	54
20	Alameda Norte	57
21	Parque Alexander Pushkin	57
22	Bosque de Tlalpan	58
23	Cerro de la Estrella	58
24	Chapultepec	59
25	Chapultepec	59
26	Chapultepec	60
27	Fuentes Brotantes	60
28	Jardín López Velarde	61
29	Insurgentes Norte Buena Vista La Raza	61
30	Magdalena Mixhuca	62
31	Parque Cuitlahuac	62
32	Paseo de la Reforma metro Auditorio Nacional	63
33	Reserva Ecológica el Pedregal	63
34	Calzada Camarones	64
35	Av. Wilfrido Massieu	64
36	Calzada Ignacio Zaragoza	65
37	Calzada Ignacio Zaragoza	65
38	Calzada Ignacio Zaragoza	66
39	Revolución Social y anillo Periférico	66
40	Calle Periferico canal de Garay	67
41	Avenida rio Guadalupe	67

42	Aquiles Serdán	68
43	Insurgentes Norte Deportivo 18 de Marzo	68
44	Insurgentes Sur Universidad	69
45	Insurgentes Sur San Angel	69
46	Calzada Legaria	70
47	Ing. Eduardo Molina	70
48	Paseo de la reforma embajada de USA	71
49	Paseo de la Reforma metro Hidalgo	71
50	Paseo de la Reforma Lomas	72
51	Condición del arbolado muestreado en el Distrito Federal 2009	86
52	Condición del arbolado por colonia según la escala del IMECAU	87
53	Condición del arbolado por delegación por la escala del IMECAU	88
54	Condición del arbolado por especie en la delegación Álvaro Obregón por IMECAU	89
55	Condición del arbolado por especie en la delegación Coyoacán por IMECAU	90
56	Condición del arbolado por especie en la delegación Cuauhtémoc por IMECAU	91
57	Condición del arbolado por especie en la delegación Iztacalco por IMECAU	92
58	Condición del arbolado por especie en la delegación Iztapalapa por IMECAU	93
59	Condición del arbolado por especie en la delegación Miguel Hidalgo por IMECAU	94
60	Condición del arbolado por especie en la delegación Tlalpan por IMECAU	95
61	Índices de riqueza de especies arbóreas urbanas (IREAU) por delegación	96
62	Índices de riqueza de especies arbóreas urbanas (IREAU) por colonia	97
63	Clasificación de la condición del arbolado por calles según la escala IMECAU	98
64	Índice de riqueza de especies (IREAU) por calle	99
65	Frecuencia de especies y condición del arbolado en la calle Aquiles Serdán	100
66	Frecuencia y condición del arbolado en la Calle Salónica y Camarones	101
67	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Ing. Eduardo Molina	102
68	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Río Guadalupe	103
69	Frecuencia y condición del arbolado en la calle Metrobús Potrero	104
70	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Wilfrido Massieu	105
71	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Insurgentes Norte	106
72	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Insurgentes Sur	107
73	Frecuencia y condición del arbolado en la calle Oriente	108
74	Frecuencia y condición del arbolado en la calle Prolongación Anillo Periférico	109
75	Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Jalisco	110
76	Frecuencia y condición del arbolado en la avenida Reforma	111
77	Frecuencia y condición del arbolado en la Calzada Legaria	112
78	Frecuencia y condición del arbolado en la Calzada San Simón	113
79	Frecuencia y condición del arbolado en la Calle Félix Cuevas	114
80	Frecuencia y condición del arbolado en la calle Porfirio Díaz e Insurgentes	115
81	Frecuencia y condición del arbolado en el Metro Potrero	116
82	Instrumentos de análisis para determinar incompatibilidad en el uso del suelo Programa General de Ordenamiento Ecológico y Delegaciones del Distrito	144
83	Federal	145
84	Diagrama general de la metodología empleada	147
85	Cuadro de incompatibilidad de uso del suelo del PDU y POE	150
86	Consulta en SQL para obtener polígonos con incompatibilidad alta de la	151



	sobreposición	
87	Modelo de análisis dentro del SIG	152
88	Ejemplo de resultados de sobreposición cartográfica y selección de polígonos Traslape entre el Programa de D. Urbano y el Programa de Gral O. Ecológico Á.	153
89	Obregón	154
90	Zona de incompatibilidad en la Delegación Álvaro Obregón	156
91	Áreas incompatibles de la Delegación Álvaro Obregón	157
92	Polígonos 1 y 2 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón	158
93	Polígonos 3 y 4 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón	159
94	Polígono 5 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón	159
95	Polígono 6 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón	160
96	Polígono 7 y 8 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón	161
97	Polígono 9 y 10 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU Á. Obregón Traslape entre el Programa de D. Urbano y el Prog. Gral de O. E. del D. F. Del.	162
98	Cuajimalpa	163
99	Zona de incompatibilidad Cuajimalpa de Morelos	165
100	Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada	166
101	Zonas de Preservación Ecológico del PDDU Delegacional	168
102	Áreas Verdes y Rescate Ecológico del PDDU Delegacional	170
103	Zonas de Programas Parciales del PDDU de la Delegación de Cuajimalpa de M.	171
104	Zonas de habitación y equipamiento rural del PDDU en Cuajimalpa de M.	172
105	Área de traslape de la Delegación de la Magdalena Contreras Zona de incompatibilidad del área de traslape entre el Prog. de D. Urbano de la	173
106	Magdalena C.	175
107	Áreas incompatibles en sus usos en la Delegación Magdalena Contreras	177
108	Áreas incompatibles habitacionales de la Delegación de la Magdalena Contreras	178
109	Áreas incompatibles habitacionales en la Delegación de la Magdalena Contreras Áreas incompatibles Preservación Ecológica y Verdes en la D. de la Magdalena	178
110	C.	180
111	Área de traslape en la Delegación Tlalpan Zona de incompatibilidad dentro del área de traslape entre el Prog. de D. Urbano	181
112	de la D. Tlalpan Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada para la D.	183
113	Tlalpan	186
114	Áreas Incompatibles Habitacionales y Equipamiento en la Delegación Tlalpan Áreas Incompatibles P. Ecológica, Prod. Rural Agroindustrial y Rescate E. en la	187
115	D. Tlalpan Área de traslape entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Del.	188
116	Xochimilco	191
117	Zona de incompatibilidad dentro del área de traslape Delegación Xochimilco Áreas incompatibles en sus usos, según la técnica de análisis empleada en este	194
118	trabajo	195
119	Áreas incompatibles de Producción Rural Agroindustrial para Xochimilco Áreas incompatibles de Preserv. Ecológica y Normas de Ordenación en	200
120	Xochimilco	203
121	Área de traslape entre el Prog. de Des. Urbano y el Prog. de Ord. Ecológico del D.	206



F. en Tláhuac	
122 Zona de incompatibilidad en la Delegación Tlahuac	208
123 Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada	209
Total de sup. incompatibles de usos del suelo entre el PGOEDF y los usos del	
124 suelo de los PDDU	214
125 Ubicación regional del sistema hidrológico Valle México	223
126 Ubicación sistema barrancas	224
127 Parteaguas Cuenca Mixcocac	227
128 Curvas a nivel, Cuenca Mixcocac	227
129 Primer nivel de clasificación de barrancas N1C-01	238
130 Segundo nivel de clasificación de barrancas N1C-01	239
131 Microcuencas	240
132 Barrancas delimitadas y caracterizadas	243
133 Proceso de Definición de barrancas, D.F. Ubicación nivel microcuenca	244
134 Pendientes calculadas en pendientes mayores a 30 grados	244
135 Delimitación en base a red hidrográfica	245
136 Formato de campo	255

## INTRODUCCIÓN

En 1810 existía solamente una ciudad con un millón de personas: Londres. Hoy hay 35 ciudades con una población superior a los cinco millones de habitantes, (Distrito Federal en el año 2005, 8'720, 916 habitantes) y la mayoría de ellas se encuentra en los países en vías de desarrollo (Girardet, 1995). ¿Qué significado tiene esta explosión urbana? ¿Pueden las ciudades del mundo acomodar a tanta gente de manera sostenible? ¿Serán hospitalarios al ser humano los ambientes urbanos de este siglo? ¿Qué impacto tendrá este crecimiento de la población urbana sobre el medio ambiente?

La creciente concentración de habitantes en ciudades presenta enormes retos a los planificadores urbanos para satisfacer la demanda de infraestructura. El crecimiento de la población y las altas concentraciones de habitantes pueden causar serios daños en los frágiles recursos ambientales y naturales de una ciudad.

La planificación cuidadosa y previsión de las necesidades de la población son las claves para asegurar que una ciudad tendrá recursos naturales sanos para hoy y en el futuro. Los gobiernos locales, sin embargo, no pueden por sí solos, llevar a cabo la planificación y preparación de programas. Los planificadores urbanos necesitan la participación comunitaria en el proceso de toma de decisiones ya que los espacios verdes son, en definitiva, para el gozo y beneficio de todos los ciudadanos.

En México para el año 2005 el 76% de la población vivía en localidades urbanas y el 24% en zonas rurales. Para ese mismo año en el Distrito Federal el 99.7 % de la población es urbana y el 0.3 % es rural. Lo anterior nos indica que los espacios en la ciudad son reducidos (5,871 personas por kilómetro cuadrado) y mucho mas grave es el hecho de que en algunas Delegaciones de la ciudad de México, los espacios para vivienda, disponibilidad de servicios básicos y áreas verdes son muy reducidos.

Debido a lo anterior las instituciones oficiales encargadas de la administración de los recursos naturales de la Ciudad de México, tienen atribuciones específicas que logran atender una gran cantidad de demandas de la población en cuanto a la utilización de sus recursos naturales.

Es el caso de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal **(PAOT)** que es una autoridad ambiental cuya misión es proteger el derecho de los ciudadanos a disfrutar de un medio ambiente y un desarrollo urbano adecuados para su salud y bienestar.

Además de recibir y atender las denuncias referentes a la violación, incumplimiento o falta de aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial, así como llevar a cabo conforme a lo dispuesto en investigaciones de oficio, respecto del cumplimiento y aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial.



De manera específica, también el Reglamento de la Ley Orgánica de la PAOT le confiere realizar:

*Art. 50 del Reglamento de la LOPAOT*

**“II. Diagnósticos ambientales y urbanos de carácter estratégico de los proyectos públicos y privados de alto impacto ambiental y en el ordenamiento territorial del Distrito Federal.”**

Por lo anterior la PAOT realizó una serie de estudios de diagnóstico que se enfocaron a:

- Determinar las incompatibilidades de las áreas de transición rural-urbano, ubicada en suelo de conservación
- Caracterizar y describir el estatus de calidad ambiental-territorial de las depresiones orográficas del terreno (barrancas)
- Realizar el Inventario de áreas verdes urbanas del Distrito Federal

Los resultados obtenidos confirman algunos ya obtenidos en diagnósticos anteriores, por ejemplo la condición del arbolado de parques y avenidas es buena en Delegaciones que están en el sur de la ciudad, no obstante en Delegaciones del oriente y norte la condición de los árboles es de regular a buena, así mismo se encontró que la diversidad de especies es reducida, y en su mayoría la composición de los arbolados son con especies exóticas. El inventario arrojó que el D.F. tiene 118 km<sup>2</sup> de arbolado que corresponde al 17.4% de la superficie total urbana y 59.8 km<sup>2</sup> de pastos/arbustos que representa el 8.8% de la superficie total urbana. Los resultados abarcan todo el arbolado situado en áreas públicas y privadas, de tal forma que se obtuvo un índice de 13.7 m<sup>2</sup> / habitante de área arbolada. Aparentemente la Ciudad de México tiene suficientes áreas verdes, pero la distribución espacial es irregular, y solo algunas Delegaciones como Miguel Hidalgo, Coyoacán, Tlalpan y A. Obregón cuentan con índices excelentes de Áreas Verdes, no siendo así para Delegaciones como Iztapalapa, Iztacalco, Venustiano Carranza y Cuauhtémoc, que sus índices son muy bajos y solo algunas de estas Delegaciones tienen potencial para establecer Áreas Verdes, y otras sin posibilidades están cubiertas de asfalto.

La calidad ambiental en áreas prioritarias como las barrancas del poniente del D.F. son sistemas de drenaje natural que juegan un papel relevante en el equilibrio ecológico de la zona de conservación, y como un regulador ecológico para la zona urbana, no obstante, la creciente mancha urbana en estos sistemas hidrológicos y una constante deforestación en las mismas, ha alterado de manera importante los sistemas de amortiguamiento y procesos ambientales. Se probó el método de definición de barrancas basado en la

categorización de unidades hidrológicas (cuencas, subcuencas y microcuencas), conjuntamente con los gradientes de las pendientes, y la red hidrográfica. La importancia de realizar dicha delimitación de barrancas, es el homogeneizar los criterios en las diferentes dependencias, y el obtener los mismos resultados, para soporte a diferentes proyectos.

Un conflicto siempre presente en la Ciudad de México, es cuando la zona urbana que rige su desarrollo mediante los Programas de desarrollo Urbano no son compatibles con los usos de la llamada Zona de Conservación, que se rige por el programa de ordenamiento ecológico del Territorio, estas incompatibilidades resultan en problemas legales y que requieren ser identificadas en el marco de su geografía y de su asignación en ambos programas. Se encontró en este estudio que cuando se analizan en detalle los programas de desarrollo urbano de las delegaciones colindantes con la zona establecida como de conservación al sur de la ciudad, como lo son las delegaciones políticas de Álvaro Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlalpán, Xochimilco y Tlahuac, aparecen usos diferentes a los establecidos por el PGOEDF, así por ejemplo zonas clasificadas como naturales protegidas o de conservación por los programas de desarrollo urbano, el PGOEDF tienen establecidos usos habitacionales, de producción agroindustrial o programas parciales de desarrollo; por otro lado, áreas verdes o de preservación ecológica de los programas de desarrollo urbano, son consideradas con cierta frecuencia como agroecológicas por el Ordenamiento Ecológico.

Finalmente fue necesario construir un sistema de captura de datos para arbolado que tiene como función el capturar los datos de campo obtenidos en los inventarios.

## **OBJETIVO GENERAL**

Contar con información de las áreas verdes del Distrito Federal, con énfasis en aquellas que corresponden a las barrancas y las áreas urbana en suelo de conservación, con el fin de instrumentar un monitoreo continuo de su evolución y asegurar su permanencia en la defensa de los derechos colectivos de la habitantes del Distrito Federal.

## **OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Identificar, delimitar y cuantificar la superficie que ocupan actualmente las áreas verdes, tanto en suelo urbano como en suelo de conservación, a partir del procesamiento de la información geoespacial (imagen satelital, información topográfica, clasificación de las áreas verdes, entre otras).
2. Identificar, delimitar las superficies y caracterizar el estado actual que presentan las barrancas del Distrito Federal.
3. Identificar y delimitar las superficies urbanas que se encuentran en suelo de conservación del D.F.

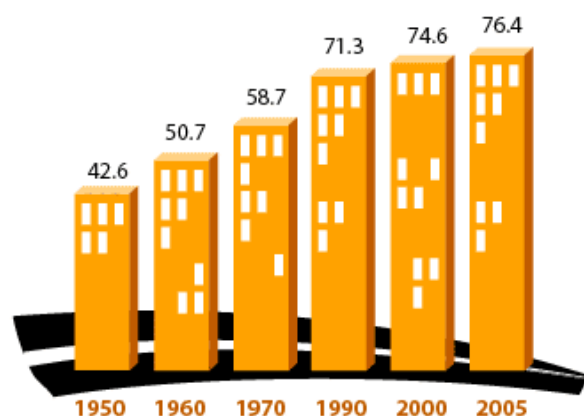
- Precisar la incompatibilidad normativa para la determinación de zonificaciones y usos de suelo permitidos entre los dos instrumentos (PDDU y PGOE), con el objeto de especificar las diferencias existentes en la información cartográfica y tablas de usos de suelo en el Distrito Federal.

## PRESENTACIÓN IMAGENES

La población urbana mundial está cerca del 50% (en 2005 correspondía a 47% y se estima que en 2010 alcanzará el 52%), esperándose que continúe aumentando como resultado de la constitución de nuevas ciudades y de la migración de población rural hacia áreas urbanas y suburbanas (para 2030 se espera que esta cifra sobrepase el 70%). A raíz de la continúa urbanización mundial, ha aumentado el interés en mejorar la habitabilidad y lograr la sustentabilidad ambiental de las ciudades, siendo considerado el arbolado urbano como uno de los principales elementos que contribuyen a mitigar los efectos negativos asociados a este entorno.

En 1950, poco menos de 43% (10,986 973 habitantes) de la población en México vivía en localidades urbanas; para el 2005, esta cifra aumentó a casi 76% (78,987 743 habitantes).

Porcentaje

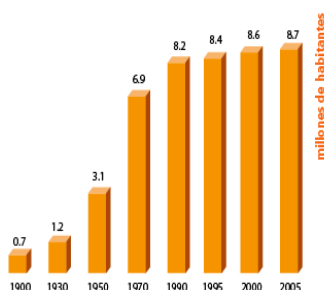


FUENTE: INEGI. Estadísticas por tema. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)  
Fuente: INEGI, 2005

En el Distrito Federal el 99.7% de la población es urbana y el 0.3% es rural. Al 2005, el municipio con mayor porcentaje de habitantes fue **Iztapalapa con 20.9%**, seguido de **Gustavo A. Madero con 13.7%** y de **Álvaro Obregón con 8.1 por ciento**.

La densidad de población en la ciudad de México es de 5,871 personas por kilómetro cuadrado, a nivel nacional es de 53 personas por kilómetro cuadrado.

### Población total del Distrito Federal (1900 - 2005)



Fuente: INEGI, 2005

Esta creciente urbanización se ha expresado en la densificación y expansión de las superficies de esta gran ciudad, a expensas de la mantención o reducción de los espacios vegetados, de modo que en la ciudad de México se cuenta con una inadecuada cobertura arbórea, que por lo demás muchas veces se encuentra deteriorada y distribuida desigualmente. Debido a lo anterior, se han visto diezmados los diversos beneficios que brinda el arbolado en una ciudad, situación que ha impactado tanto en el medio ambiente urbano como en la calidad de vida de los ciudadanos.

El arbolado conforma un elemento estructural de primer orden dentro de la vegetación de una ciudad, pues aporta una significativa proporción de su biomasa, maximizando los múltiples servicios ecológicos que ésta puede brindar. Así por ejemplo, en el plano ambiental contribuye a secuestrar carbono y otros contaminantes atmosféricos, mitigar ruidos y temperaturas extremas, generar brisas locales, atenuar erosión y escorrentías superficiales, brindar hábitat para la fauna y preservar el clima local. En el ámbito social incrementa la habitabilidad de los centros urbanos, mediante el mejoramiento de los espacios de recreación y esparcimiento y la reducción de problemas vinculados a delincuencia y patologías psicológicas. En el plano económico, en tanto, ayuda a ahorrar energía destinada a sistemas de enfriamiento y refrigeración, incentiva la actividad económica y el comercio, e incrementa el valor del suelo.

No obstante lo anterior, las posibilidades de aumentar y mejorar el arbolado urbano se han visto fuertemente restringidas por la carencia de metodologías, con una conveniente razón costo-eficiencia, cuyo objetivo sea el de generar lineamientos de base que contribuyan a evaluar y monitorear de forma precisa el estado actual de este recurso, facilitando así su posterior manejo.

Por otro lado es de suma importancia el que las diversas dependencias oficiales del Distrito Federal, encargadas de fomentar y administrar las aéreas verdes de la ciudad, participen en la generación de políticas públicas que aporten al desarrollo sustentable de los centros urbanos, mediante el fomento de la ordenación del arbolado urbano. Para ello, es indispensable generar una base de datos que dé cuenta de la cantidad y calidad del patrimonio arbóreo de la capital del país.

Los objetivos principales de este estudio fueron: identificar la distribución espacial del arbolado urbano; y estimar la superficie de cobertura arbórea en la ciudad de México.

Una meta principal del proyecto fue diseñar una metodología cuantitativa de alta precisión espacial, fácilmente replicable y actualizable, así como relativamente económica. Debido a lo anterior, se optó por aprovechar las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías de observación remota de alta resolución espacial (hiperespacial) para rastrear y evaluar recursos de interés de la superficie terrestre.

Específicamente, fueron empleadas imágenes satelitales adquiridas por el sensor multiespectral Quickbird02, cuya resolución espacial (elemento mínimo observable) de 60 cm (la mayor existente en el mercado) permitió la visualización detallada del dosel arbóreo. Las imágenes corresponden al año 2008 y 2009.

El sensor Quickbird02 adquiere imágenes en las fechas seleccionadas por el usuario, lo que permite la repetición de los métodos empleados y la actualización de la información generada. Por otra parte, el costo de estos productos en relación con la calidad de la información que de ellos se puede derivar, conforma una clara ventaja en comparación con el levantamiento y procesamiento de datos a través de métodos de terreno. Para identificar el arbolado, las imágenes Quickbird fueron utilizadas con su máxima resolución espacial y con una combinación de colores favorable para la distinción de la cobertura arbórea.

Actualmente la información relativa a la distribución de árboles urbanos carece tanto de detalle como de consistencia. Por esta razón, es importante generar de manera rápida, técnicas precisas para delinear arboles en áreas urbanas, con la finalidad de apoyar en la infraestructura urbana y la planeación de los espacios urbanos abiertos.

## **METODOLOGIA**

La cuantificación de áreas verdes en zonas urbanas se realizaba de manera directa, midiendo con herramientas topográficas la superficie, y con herramientas silvícolas se desarrollaba el inventario de masas arboladas. En lo concerniente a especies arbustivas y herbáceas, la cuantificación de estas iba a la par con la determinación de la composición del área verde junto con la identificación de especies, su distribución dentro de la comunidad ecológica y su estado de salud general. Para ello se contaban con brigadas conformadas por topógrafos, botánicos y algunos especialistas de disciplinas afines. Si bien el procedimiento era muy preciso, también era un proceso tardado, arduo y por lo mismo costoso. Consecuentemente se realizaba con una frecuencia baja en el tiempo, y los programas subsecuentes de mantenimiento y reproducción no podían ser actualizados en tiempo y forma. Actualmente el procedimiento se apoya en estimaciones realizadas de manera digital y con el uso de técnicas de percepción remota. las cuales se describen en los siguientes párrafos.

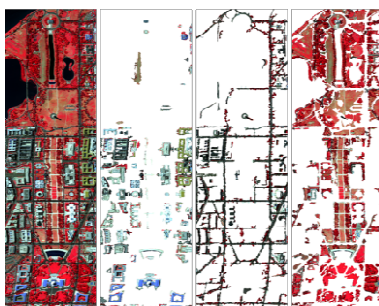


### Cuantificación orientada a reconocimiento de objetos

Este método se basa en técnicas de inteligencia artificial, mediante el desarrollo de programas computacionales que registran características de objetos, tales como el color, el tono (brillo y contraste), la textura visual, la forma y el tamaño de los objetos. De esta manera, el programa debe ser entrenado para distinguir primeramente un área verde del resto de los objetos que la rodean, incluyendo objetos que tengan el mismo color (como podría ser un vehículo estacionado o una alfombra expuesta en la banqueta de la calle). Al identificar el área verde y su extensión con procedimientos de muestreo matemático el programa puede calcular la superficie de cada área verde.



Esta estimación depende de manera particular de la resolución espacial del material obtenido con sensores remotos. Posteriormente el programa debe poder distinguir entre lo que sería la copa de los árboles, el follaje de los arbustos y la superficie cubierta por hierbas. De esta forma se puede identificar las diversas especies que conforman la comunidad vegetal establecida en el área verde. Por último el programa debe poder reconocer (aun cuando sea de manera preliminar) el estado de salud de cada especie, a partir de un diagnóstico visual previamente establecido.



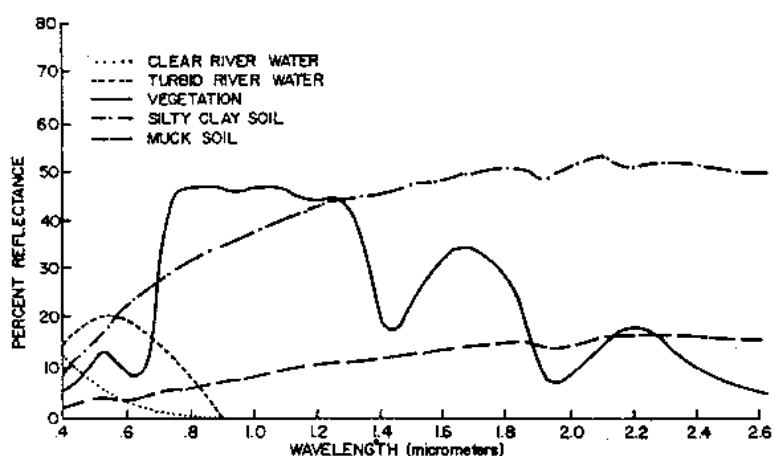
Como se puede apreciar, el procedimiento requiere gran cantidad de información (visual) para poder reconocer de manera eficiente y precisa las áreas verdes y su composición, y por ende, de considerable tiempo inicial para ser entrenado eficientemente. También requiere que el entrenamiento se actualice con cierta frecuencia, debido a los cambios que puede sufrir un área verde intacta con el paso del tiempo.



## Cuantificación orientada a descomposición espectral

Este método es similar a los métodos utilizados en medicina radiológica. En vez de intentar reconocer los objetos en base a su forma, tamaño y otras características visuales, el método identifica las áreas verdes en base a su huella espectral digital, identificando de igual manera la composición de las comunidades vegetales y la distribución y estado de salud de las diversas especies que constituyen el área verde.

Esta identificación es posible gracias a las propiedades electromagnéticas que poseen los cuerpos. Toda materia absorbe energía electromagnética, y presenta tanto picos de absorción como picos de transmisión, emisión y reflexión. Es a través de los picos de reflexión que se pueden identificar las especies vegetales; siempre y cuando se tengan las resoluciones espectrales y espaciales apropiadas.



Estos métodos que generan espacios de datos híbridos, construidos con imágenes de diferente resolución espacial y espectral; con el propósito de incrementar la extracción de información mediante la combinación de dichos materiales. Uno de los métodos más conocidos es la fusión Ehlers, en el cual se obtiene un material con la mayor resolución espectral y espacial posible a partir de diferentes tipos de imágenes obtenidas con sensores remotos. Wald, L., (1999), define este proceso como: "Un método formal en donde se expresan medios y herramientas que conformaran una alianza de datos que se originan en diferentes fuentes. Esto ayuda a obtener información de mucha calidad, la cual va a depender de la aplicación.

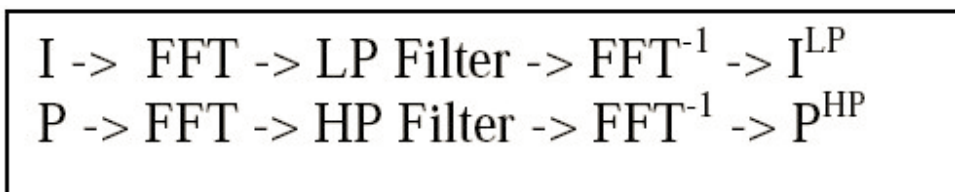
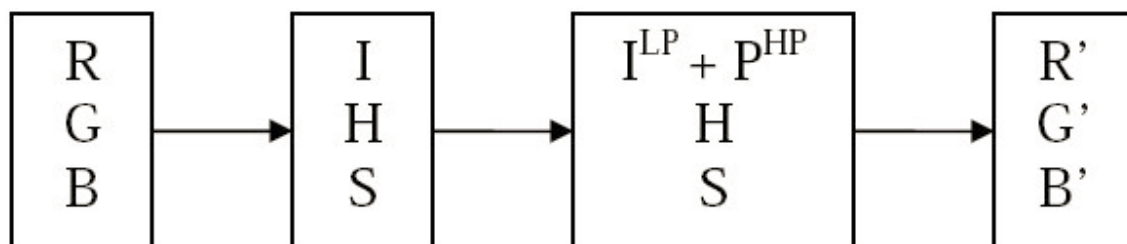
El método de fusión se realiza con imágenes de diferentes sensores (o diferentes modos de un sensor) son combinados. Estos pueden ser clasificados en tres niveles: nivel píxel (icónico), nivel de rasgo (simbólico) y nivel de decisión o de conocimiento (Pohl y Van Genderen, 1998). Hasta ahora ha cobrado relevancia en el área de los sensores remotos la fusión de imágenes icónica, para la cual existen muchos diferentes métodos que han sido desarrollados. Desafortunadamente para muchas técnicas de fusión se hacen cambios en el color original, lo cual en muchos casos impide el análisis siguiente de clasificación.

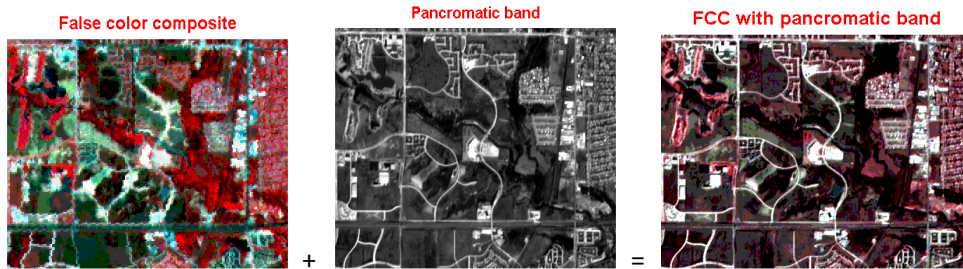
### Fusión Ehlers.

El primer paso es transformar la baja resolución de la imagen multispectral en una imagen Intensidad-Matiz-Saturación (IHS, siglas en inglés) trabajando con tres bandas (RGB). Después la imagen pancromática  $P$  y el componente de intensidad  $I$  son transformados en un dominio espectral usando la Transformada Rápida de Fourier en forma bidimensional (FFT, siglas en inglés).

Las capacidades espectrales de ambas imágenes son usadas para diseñar un filtro pasa-baja adecuado para el componente de intensidad y un filtro pasa-altas para la imagen de alta resolución. Basados en la relación de tamaños de píxeles entre las imágenes de alta y baja resolución, límites en las frecuencias para esos filtros pueden ser establecidos. El filtrado puede hacerse directamente en el dominio de la frecuencia. Un proceso inverso de Fourier transforma ambos componentes y los regresa a un dominio espacial. La imagen de intensidad filtrada con pasa-bajas ( $I^{LP}$ ) y la imagen filtrada con pasa-altas ( $P^{HP}$ ) son sumadas y comparadas con el histograma de intensidad original. Finalmente el inverso de IHS convierte la imagen fusionada a un dominio RGB.

La fusión icónica de Ehlers ha mostrado mucho mejores resultados que otras técnicas de fusión propuestas. Podemos resumir que la fusión de Ehlers integra rasgos de color y espaciales desde imágenes multispectrales e imágenes de alta resolución espacial, ya que minimiza la distorsión de color, de tal forma que la imagen fusionada tiene características espectrales casi idénticas a la imagen original.





Posteriormente a la fusión se hace necesario identificar los picos de reflexión y asociarlos con objetos específicos. Lo anterior puede mejorarse con el uso de técnicas que permiten discriminar de manera acentuada dichos picos de reflexión. Entre estas técnicas está la descomposición espectral mediante la transformación rápida de Fourier. La descomposición espectral se basa en construir funciones armónicas a partir de la señal (información) original y que cuya suma pueda reproducir el dato original.

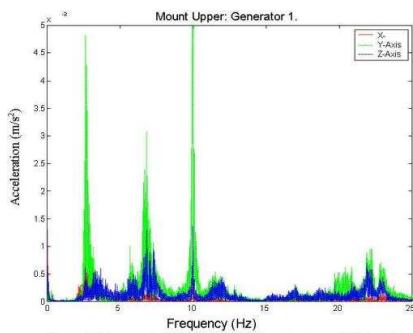
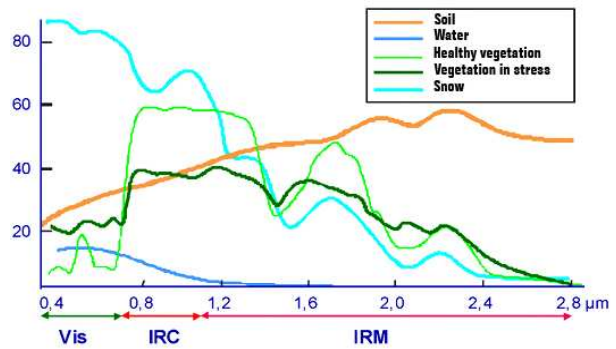
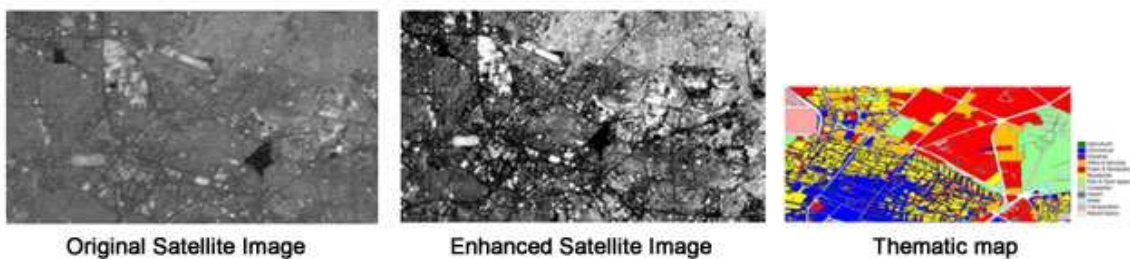


Figure 2. Data converted into the frequency domain using an FFT algorithm.



Estas funciones armónicas pueden asociarse con los picos de reflexión distintivos para cada especie.



Si el espacio de información a descomponer ya está orientado a identificar especies vegetales, la transformación rápida de Fourier provee resultados más contundentes.

## Procedimiento para la Identificación y Cuantificación de Áreas Verdes en Zonas Urbanas

Es importante entender que las imágenes construidas con sensores remotos constituyen una nube de datos que al ser procesada, permiten facilitar la identificación de objetos en la superficie terrestre, y por lo tanto, no representan un universo de información exclusivo. Como tal, el propósito debe ser expandir al máximo dicha nube para disminuir la intensidad de datos y poder separar aquella información que nos permite identificar nuestros objetos de interés. Ya que se trata de trabajar únicamente con la información concerniente a la vegetación, se requiere utilizar una máscara que permita alcanzar esta meta. Para ello se puede determinar un índice como el NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) que sirva como criterio para desarrollar la mascarilla.

El primer paso entonces es calcular el índice NDVI. Este índice se calcula con la siguiente expresión matemática:

$$NDVI_i = (NIR_i - RED_i) / (NIR_i + RED_i) \quad \text{--- (1),}$$

donde

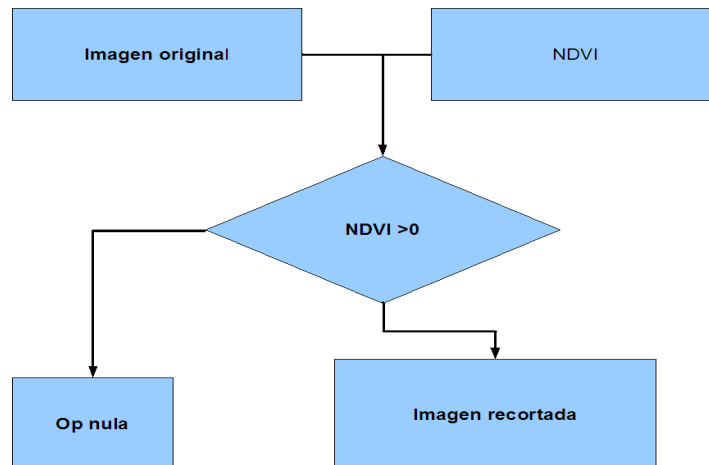
NDVI<sub>i</sub> es el valor del índice para el pixel iésimo de la imagen,

NIR<sub>i</sub> es el valor del pixel iésimo en la banda del infrarrojo cercano, y

RED<sub>i</sub> es el valor del pixel iésimo en la banda del rojo.

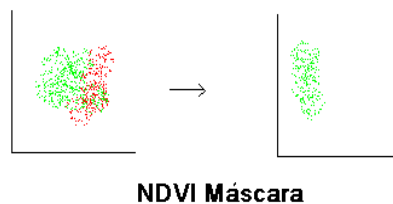
Como este índice es un parámetro normalizado, los valores se ubican dentro del intervalo [-1, 1]; siendo los valores mayores a cero los que corresponden a áreas con vegetación. Es importante recalcar que, de manera ocasional y esporádica, existen algunos objetos que tienen una huella espectral similar a la de la vegetación y consecuentemente este índice no es capaz de diferenciarlos, siendo ésta condición una desventaja del uso de este índice y por lo tanto de la metodología. Sin embargo, son pocos los casos donde se presenta dicha situación.

Una vez calculado el índice se procede a usar esta información para separar los datos relacionados con la vegetación del resto de la imagen. Esta mascarilla se construye con una instrucción en el que se tome solamente en cuenta los datos cuyo NDVI sea mayor a cero:



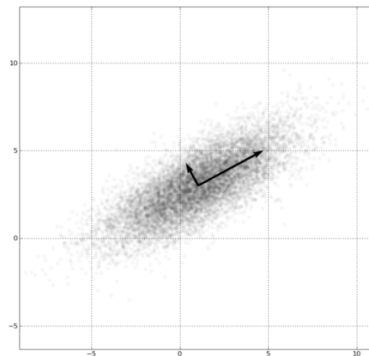
Esta simple operación amplifica la separabilidad del espacio de rasgos, simplificando el proceso de identificación y separación de objetos representados en la nube de datos de la imagen. Por esta razón es innecesario expandir la nube de datos mediante una reconversión de escala de 0 a 255.

Una vez obtenida la imagen con información relacionada principalmente con la vegetación, se procede a transformar los datos con una de dos técnicas: Transformación mediante componentes principales o transformación rápida de Fourier. La primera técnica intenta eliminar la redundancia de información en el espacio de rasgos, transformándolo en un espacio ortogonal. El resultado es la reducción del número de bandas a una cantidad en donde se exprese la variabilidad contenida en la nube de datos.



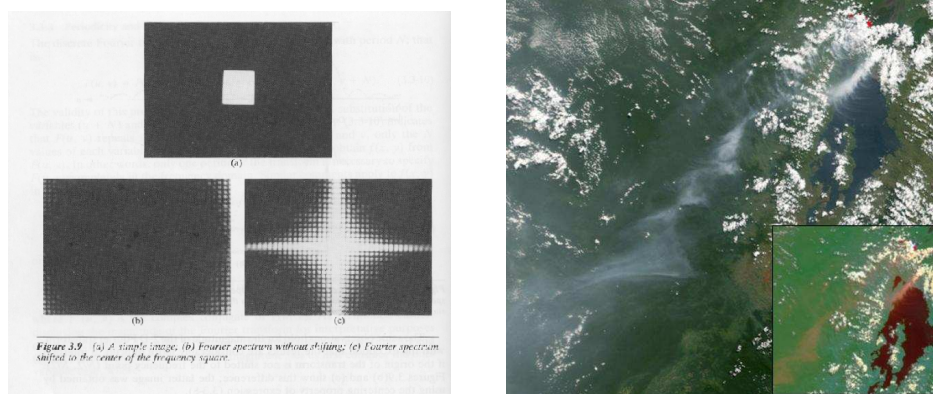
Una vez obtenida la imagen con información relacionada principalmente con la vegetación, se procede a transformar los datos con una de dos técnicas: Transformación mediante componentes principales o transformación rápida de Fourier. La primera técnica intenta eliminar la redundancia de información en el espacio de rasgos, transformándolo en un espacio ortogonal.

El resultado es la reducción del número de bandas a una cantidad en donde se exprese la variabilidad contenida en la nube de datos.



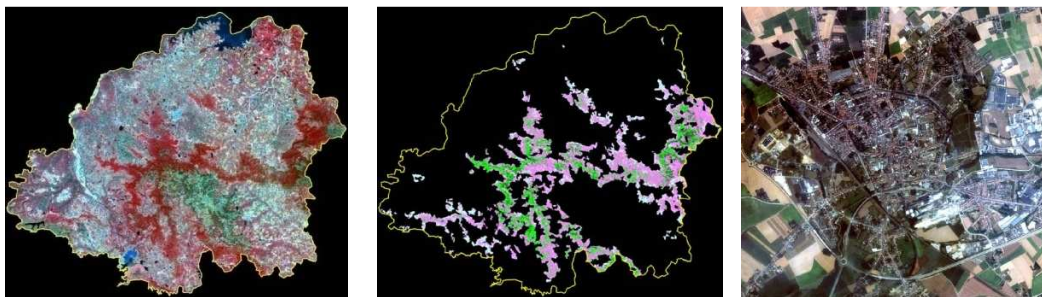
Este procedimiento permite identificar con claridad los grupos de vegetación. Sin embargo, en ocasiones la aparente redundancia corresponde a la información sobre objetos cuya ocurrencia en la imagen es muy baja. No obstante, es una técnica que permite reconocer y guiar el análisis para el segundo procedimiento.

La segunda técnica intenta ajustar el espacio espectral de rasgos a un espacio armónico, donde cada función armónica representa un objeto en particular, en este caso cada función representa un grupo florístico.



Al aplicar la transformada rápida de Fourier, el resultado obtenido es un espacio espectral conformado por un conjunto de funciones armónicas cuya separabilidad es mucho mayor que la separabilidad del espacio original. En el nuevo espacio, el ruido y la información redundante se reducen a una constante, que en la mayoría de los casos no representa objeto alguno y es eliminada en el análisis.





Una vez procesada la imagen con alguna de estas técnicas e identificados los grupos de vegetación, cualquier técnica apropiada para clasificar la imagen resultará en una imagen con una buena aproximación de los grupos florísticos existentes e inclusive, de ser posible con diferentes condiciones de manejo, dentro de cada grupo.

### Naturaleza de la información

El lanzamiento exitoso de satélites de alta resolución tanto pancromáticos como multiespectrales ofrecen el potencial para llevar a cabo cartografía temática a escalas grandes en áreas urbanas. Desafortunadamente, la alta resolución espacial de estos sensores incrementa la variabilidad espectral dentro del campo, por lo que puede disminuir la precisión de los resultados en la clasificación. Esto es debido a que en la mayoría de las técnicas de clasificación están basadas sobre homogeneidades espectrales solamente (Cushnie, 1987), y no toman en cuenta los atributos texturales de los rasgos de la imagen. Además estos esquemas de clasificación solamente emplean aproximaciones monoescala a imágenes multiescala. Debido a una gran heterogeneidad de características espectrales-radiométricas dentro de unidades uso y cobertura de la tierra en estas imágenes de alta resolución, las aplicaciones tradicionales de métodos de clasificación de resolución simple, no ofrecen resultados satisfactorios.

Lo antes dicho es desventajoso desde el hecho de que los paisajes son inherentemente caracterizados por múltiples escalas de heterogeneidad espacial. Algunos objetos son mejor clasificados a resoluciones finas. Por lo tanto como sugieren Woodcock y Strahler (1987), que varios objetos requieren de diferentes escalas de análisis de acuerdo al modelo de la escena de la imagen. Los modelos de la escena, pueden ser ya sea de Alta resolución (A), con píxeles tan pequeños que los objetos, o de Baja resolución (B) con resolución de píxeles más grandes que los objetos a ser mapeados. Desde un punto de vista práctico, la construcción de un esquema para representar, analizar y clasificar imágenes representadas por múltiples resoluciones es necesario capturar información de las diferentes clases que varían como una función de la escala.

En imágenes de alta resolución, un grupo de píxeles puede representar las características de la cobertura de la tierra mejor que simples píxeles, por lo tanto es más lógico organizar grupos de píxeles adyacentes en objetos y tratar cada uno de los objetos como una unidad de clasificación mínima. Hay et al. (2005) definió los "objetos imagen" como entidades

básicas localizadas dentro de una imagen, donde cada grupo de píxeles es compuesto de valores digitales similares, y poseen un tamaño intrínseco, forma y relación geográfica con modelos de la escena real. Además los objetos son espectralmente más homogéneos dentro de regiones individuales, que entre ellos y sus vecinos.

El desarrollo de métodos de análisis eficientes usando técnicas multiescala para mejorar la cartografía de uso y cobertura del suelo, es una tarea cambiante. Una de las técnicas promisorias de representación de imágenes multiescala son las técnicas de filtrado.

La secuencia lógica de la metodología se basa en el aprovechamiento de las características de las imágenes QuickBird y las SPOT. En las primeras por ser de resolución espacial muy buena (0.60 m) y las SPOT por su buena resolución espectral.

1. Primero, se llevo a cabo el proceso de ortorectificación, que se realizo con el sistema ERDAS, y su herramienta de proceso LPS (Leica Photogrammetry Suite). En este proceso se tuvieron que resolver algunos problemas de origen inherentes a las imágenes QuickBird.

Es importante resaltar que al solicitar las imágenes se verifique el ángulo de inclinación de toma y que las técnicas de construcción del mosaico y georeferencia sean precisas, ya que pueden ser realizados sin un control de calidad.

Para la el proceso de ortorectificación, se tuvieron que re muestrear las imágenes, ya que mostraron inconsistencias de georeferencia entre escenas, lo que impedía hacer un mosaico preciso. Se considero realizar el re muestreo con parámetros originales del Datum ITRF92, con vectoriales planimétricos generados en INEGI, estos sirvieron para generar los puntos de control, aproximadamente 30 puntos por escena. Al mismo tiempo en las escenas de la zona de conservación, se presento un problema mayor, al tener inclinaciones del eje de la toma con valores entre 25° y 30°, lo cual dificulto en gran manera la ortorectificación, ya que el tamaño de píxel vario y también los rasgos terrestres que sirvieron de referencia se deformaron, lo que procedió a rectificar esta anomalía mediante ajustes matemáticos, quedando así un desplazamiento de entre 4 a 5 metros. No siendo así en el resto de las escenas donde tenemos un cuadrado medio del error (RMS) de 2 metros.

2. Se procedió a realizar el recorte de las Delegaciones políticas del D.F. sobre el mosaico realizado para la zona urbana, obteniendo 9 delegaciones que están de manera completa en esta parte de la ciudad, quedando de manera parcial seis de ellas (M. Contreras, A. Obregón, Cuajimalpa, Tlalpan, Xochimilco y Tlahuac), y una totalmente fuera de la zona urbana (Milpalta).



3. Una vez obtenidas las imágenes de las Delegaciones, se procedió a iniciar con los procesos de mejoramiento espacial y radiométrico de las mismas, a continuación se presenta el esquema metodológico.
4. El procedimiento considera aprovechar las características radiométricas de las imágenes SPOT, y las espaciales de QuickBird (alta resolución espacial), con la finalidad de identificar arbolado junto con arbustos y pastos, quedando al final un proceso de reclasificación para obtener áreas mínimas cartografiables de 50 metros cuadrados. Unidad que se solicitó de parte de PAOT para actividades de control y manejo en campo.

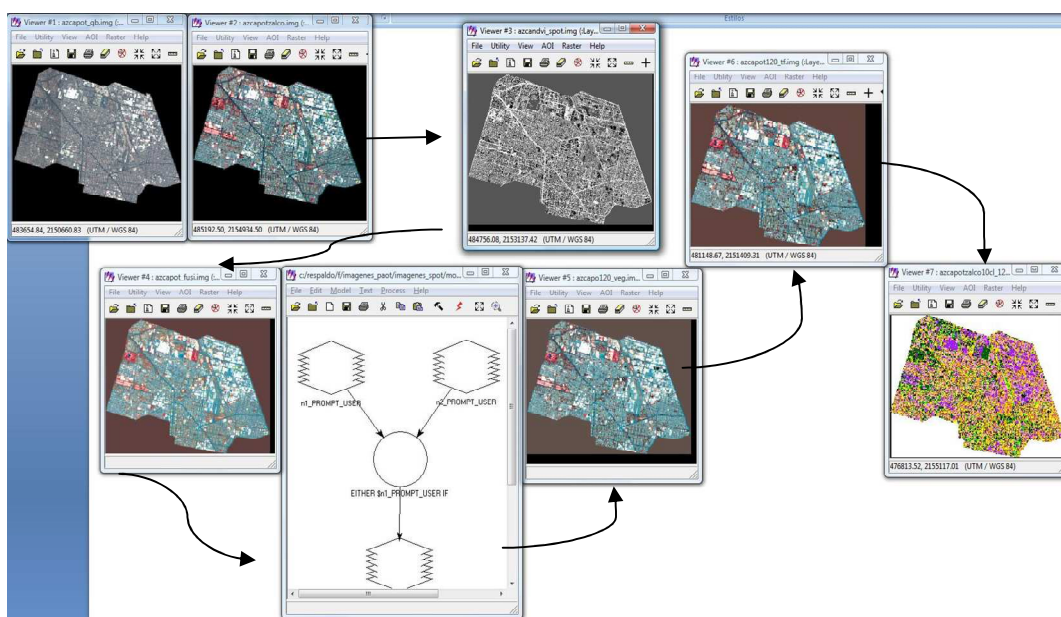


Figura 1. Esquema metodológico para obtener arbolado urbano

Los resultados obtenidos muestran que la detección de áreas arboladas es buena y que el proceso es relativamente rápido y económico, solo requiere de tener las imágenes tratadas espacialmente y radiométricamente.

Esta primera etapa de análisis está referida a la zona urbana de la ciudad de México, esta comprende las Delegaciones: Gustavo A. Madero, Benito Juárez, Miguel Hidalgo, Cuauhtemoc, Iztacalco, Venustiano Carranza, Azcapotzalco, y Coyoacan. Las restantes, A. Obregón, Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlahuac, Tlalpan, y Xochimilco, tienen una parte de zona urbana y otra rural, conocida como zona de conservación. La Delegación Milpalta, es totalmente rural.

## RESULTADOS

La extracción correspondiente a las respuestas espectrales mediante los índices de vegetación en composiciones fusionadas de imágenes SPOT y QuickBird, arrojaron superficies con separaciones en diferentes tipos de vegetación y/o material vegetal vivo, donde también se conjuntaron respuestas espectrales similares en cuerpos de agua con lirio acuático o presencia de algas, las cuales mostraron el mismo comportamiento reflejado.

Es importante señalar que las respuestas espectrales del arbolado fueron sensiblemente diferentes de acuerdo a la especie, condición de salud y sombras, lo cual se detectó en áreas con arbolados en calles y camellones. Por lo que se generó una máscara con valores más cortos aplicados a las imágenes SPOT multiespectrales con índices normalizados de vegetación (NDVI), que correspondieron a arbolados ligeramente diferentes a sus vecinos, con respuestas espectrales diferentes.

Otro obstáculo en el proceso fue la fecha de las imágenes y la hora de toma. Este factor es decisivo en la proyección de sombras sobre el arbolado, lo cual lo hace no detectable.

Áreas clasificadas como pastos, pueden ser, desde zonas con especies herbáceas pequeñas, pastos silvestres, o césped en edificios o casas habitación con superficies pequeñas. Por otro lado las respuestas espectrales del arbolado sano y robusto son muy similares a los campos deportivos que mantienen un cuidado intensivo y de constante riego, lo cual hace que su vigor sea manifiesto aunado a una superficie considerable.

### Estadísticas de arbolado

La estimación de las superficies arboladas en la ciudad, debe considerar la dinámica de cambio en un lapso de corto tiempo y espacio, ya que de manera constante la ciudad se ve sometida a cambios en su estructura arbolada debida a las constantes modificaciones en la infraestructura urbana, que va de la mano con el incremento de la población. Por lo anterior el monitoreo de áreas críticas (tasa baja de arbolado o condición del arbolado) debe hacerse con herramientas de bajo costo y fácil manejo. En este estudio el manejo de imágenes de satélite de alta resolución espacial (QuickBird) fueron de gran apoyo para la identificación de áreas arboladas con una superficie de 50 metros cuadrados. Esta área mínima cartografiable tendrá como objetivo contar con un inventario de áreas con presencia de arbolado susceptible de algún manejo.

A continuación presentamos un cuadro con las Áreas Verdes encontradas en el proceso de clasificación ya descrito en este capítulo, estas áreas verdes están compuestas de zonas arboladas y de áreas con pastos/arbustos.

Tabla I. Resultados del inventario de Áreas Verdes

Delegación	Superficie Deleg.(m2)	Población (2005)	Superficie Arbolado (m2)	Superficie Pastos/Arbustos (m2)	Proporción arbolado (%)	Proporción Pastos/Arbustos (%)	Índice Verde (M2 / hab)
A. Obregón	60718974.51	706567	17638010.2	8398462.3	29.05	13.83	24.96
Azcapotzalco	33573782.04	425298	3864205.9	1599518.9	11.51	4.76	9.09
B. Juárez	26769951.15	355017	2009181.4	238959.8	7.51	0.89	5.66
Coyoacan	54020307.76	628063	11616782.5	3801719.8	21.50	7.04	18.50
Cuajimalpa	15915117.89	173625	6204176.3	3132988.9	38.98	19.69	35.73
Cuauhtemoc	32486211.78	521348	3312211.0	721707.2	10.20	2.22	6.35
G. A. Madero	87758388.73	1193161	12431049.8	6919296.5	14.17	7.88	10.42
Iztacalco	23084931.84	395025	1519469.6	632960.5	6.58	2.74	3.85
Iztapalapa	113255912.3	1820888	9925172.3	6110795.8	8.76	5.40	5.45
M. Contreras	14067934.07	228927	5301757.0	1490468.7	37.69	10.59	23.16
M. Hidalgo	46987957.94	353534	14365245.2	4541851.8	30.57	9.67	40.63
Tlahuac	30485356.94	344106	1461443.1	6374578.5	4.79	20.91	4.25
Tlalpan	49861356.45	607545	17033145.5	6560856.8	34.16	13.16	28.04
V. Carranza	33889218.51	447459	2342292.0	1050035.3	6.91	3.10	5.23
Xochimilco	54369716.59	404458	8987274.6	8187546.6	16.53	15.06	22.22
<b>Totales</b>	<b>677245118.5</b>	<b>8605021</b>	<b>118011416.2</b>	<b>59761748.12</b>	<b>17.43</b>	<b>8.82</b>	<b>13.71</b>

Las cifras muestran que las superficies arboladas más grandes están en las delegaciones G.A.Madero, A.Obregón, Tlalpan, Coyoacan y M. Hidalgo, en la primera delegación la superficie es grande debido a que se que se considero una superficie de bosque correspondiente a el área de conservación. Por otro lado la delegación Coyoacan esta inmersa en la zona urbana y su superficie arbolada es significativa al igual que la que muestra la delegación Miguel Hidalgo, seguida de las de Tlalpan y A. Obregón, y que presentan una población relativamente baja, por lo que sus índices de arbolado por habitante son excelentes.

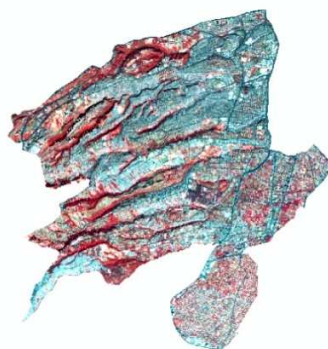


Figura 2. Delegación Álvaro Obregón

La figura anterior deja ver que la estimación de áreas verdes en la delegación Álvaro Obregón comprende una proporción grande de áreas rurales, con presencia significativa de vegetación nativa en barrancas, de aproximadamente 5'421, 735.8 de metros cuadrados de arbolado solamente. Lo que significa que esta delegación tiene casi una tercera parte con estas características. También se aprecia una mancha urbana sobre

estas zonas, trayendo procesos de deforestación intensivos, dejando las barrancas en estado vulnerable a los procesos erosivos.



Un contraste muy fuerte con delegaciones inmersas en el área urbana, que se resaltan por ausencia de vegetación, son las delegaciones Miguel Hidalgo con mas de 14 millones de metros cuadrados y Coyoacán, con casi 12 millones de metros cuadrados de arbolado. El 26% de suelo urbano está cubierto de áreas verdes que son públicas y privadas, de esta superficie el 67% son áreas arboladas y el resto pastos/arbustos. Con referencia a las cifras oficiales del inventario anterior, se declara una proporción del 20.4% de áreas verdes en suelo urbano, esta diferencia se debe a que las imágenes de satélite utilizadas en el presente estudio ofrecen mayor resolución espectral y espacial, además de obtener áreas mínimas cartográficas de 50 m<sup>2</sup>.

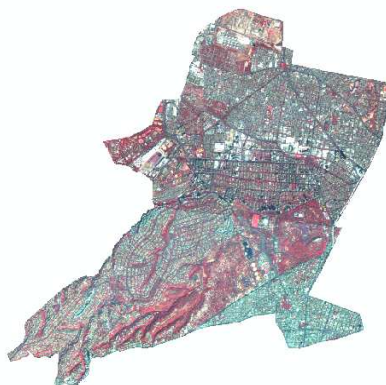


Figura 4. Delegación Miguel Hidalgo

Por otro lado las delegaciones con una muy baja superficie arbolada son: Benito Juárez, Iztacalco, Cuauhtemoc, Tlahuac y Venustiano Carranza. De igual forma el índice de áreas verdes (Superficie arbolada / Habitante) es muy bajo en estas delegaciones,



En estas delegaciones con reducidas áreas verdes generalmente tienen altas densidades de población humana, como se puede ver en la figura de la delegación Iztacalco muestra que la mayoría de las zonas con vegetación (color rojo) se encuentran en la parte central y solo algunas repartidas en la zona sur poniente de esta (1.5 millones metros cuadrados de arbolado) dominando casas habitación y zonas industriales.



Por otra parte la delegación Iztapalapa con una superficie de más de 113 millones de metros cuadrados tiene apenas 9 millones de áreas con arbolado para apenas 1.8 millones de habitantes, lo que equivale al 8.7% de la superficie total, localizadas principalmente en las zonas cerriles.

Es importante resaltar que la delegación Xochimilco tiene una superficie arbolada media, debido a que en la mayor parte de su superficie son parcelas agrícolas rodeadas de árboles, contando con pocos parques y camellones arbolados, por lo que existe una proporción mayor en "pastos y arbustos" debida a la presencia de áreas de cultivo en descanso, lo cual entra en la categoría de pastos. Las imágenes ilustran muy bien el dominio de áreas con cultivos y pastos (color rojo claro).

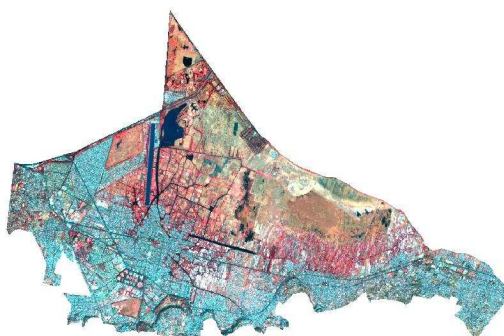


Figura 7. Delegación Xochimilco con áreas agrícolas

Otro factor interesante es el de comparar las superficies de áreas verdes con la densidad de población de cada delegación, encontramos que las delegaciones con densidades más

altas son Iztapalapa, Iztacalco y la Magdalena Contreras, esta última con efectos de una alta tasa de urbanización en áreas naturales.

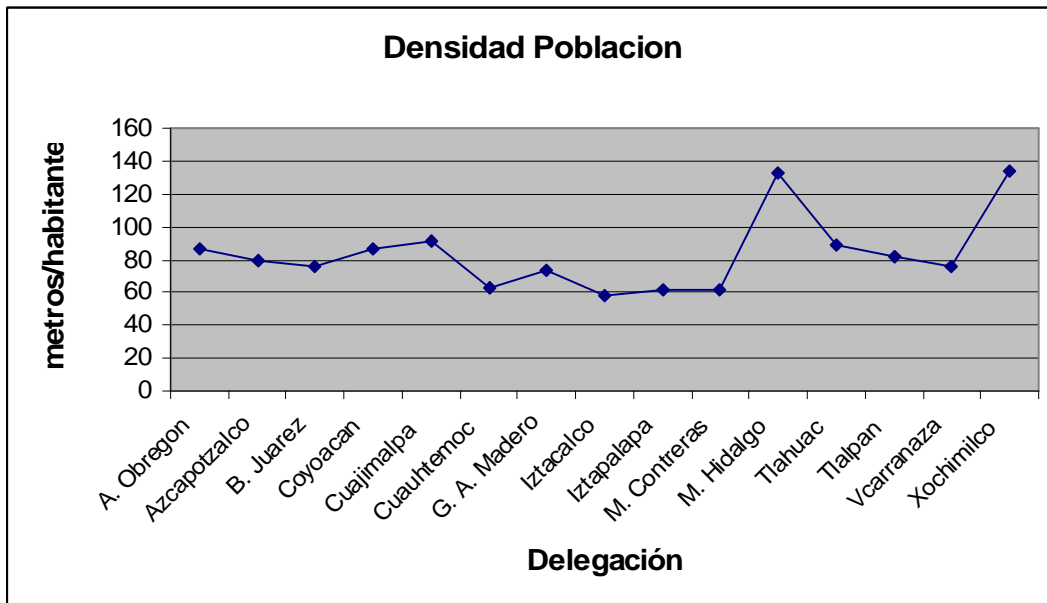


Figura 8. Densidad de Población (m<sup>2</sup>/habitante) por Delegación

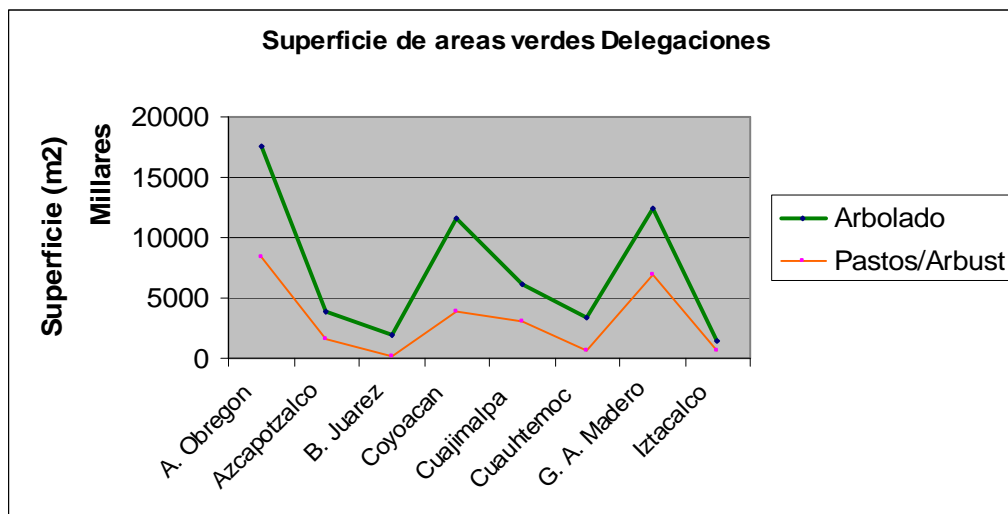


Figura 9. Áreas verdes por Delegación



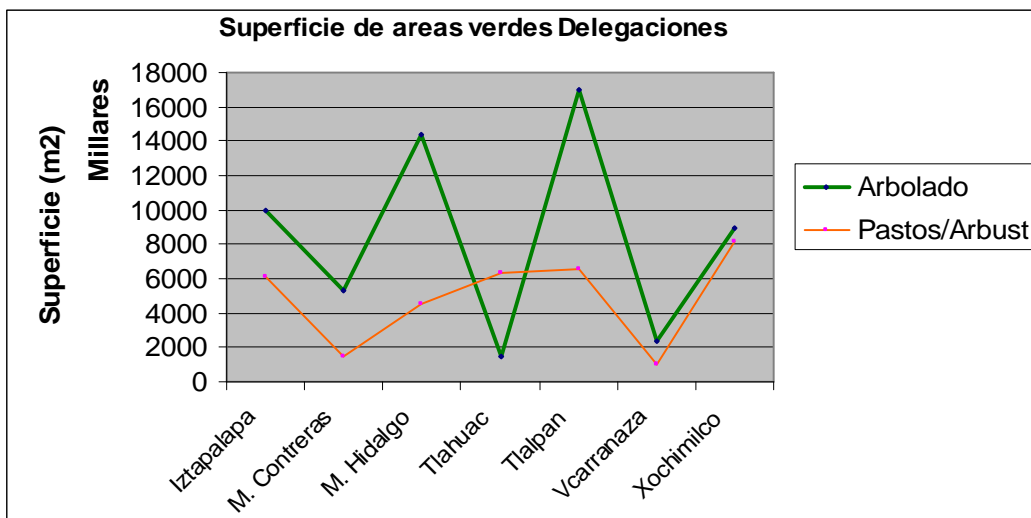


Figura 10. Áreas verdes por Delegación

Pero al analizar la proporción del arbolado con respecto a la superficie total urbana de las delegaciones, encontramos que cuatro delegaciones (Tlahuac, Iztacalco, B. Juárez y V. Carranza) de la zona oriente y otras de la zona norte, que se encuentran en un rango del 4.8 al 7.5% de cubierta arbolada. Situación crítica dadas las circunstancias de un parque vehicular importante, sus emisiones a la atmosfera y aunado a un uso industrial en desarrollo en estas zonas, lo que obliga a realizar planeación en cuanto a establecer áreas verdes con diferentes propósitos. De las anteriores Delegaciones solo la Tlahuac tiene una superficie considerable de pastos y arbustos, que puede significar, espacios probables para plantación.

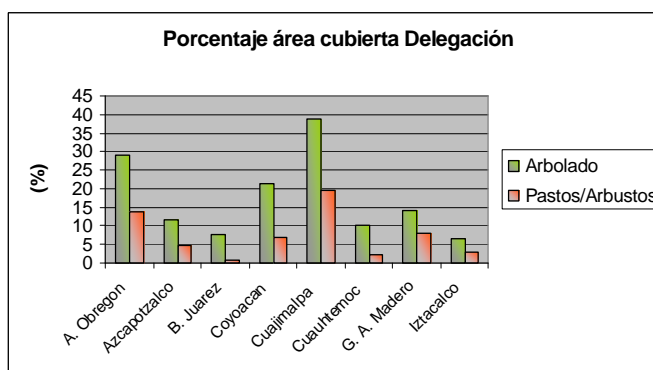


Figura 11. Proporción de superficie de Áreas Verdes por delegación

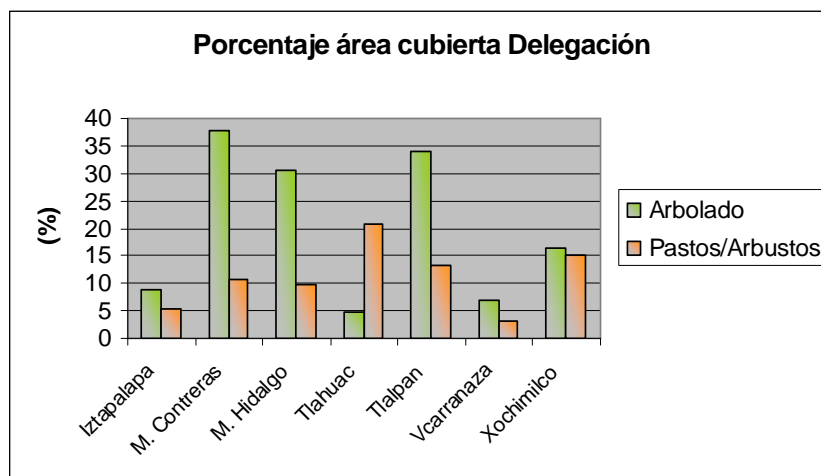


Figura 12. Proporción de superficie de Áreas Verdes por delegación

También la proporción de cobertura arbolada por delegación es un parámetro importante ya que relaciona la superficie total urbana de la delegación y la superficie arbolada, es interesante mencionar que la superficie arbolada con respecto a la de pastos, es el doble en la primera 17.4 % arbolado y de 8.8 % en pastos. Lo anterior indica que a nivel general solo el 25 % de la superficie de la ciudad esta cubierta de árboles y pastos.

Por otro lado las delegaciones que se encuentran en el sur de la ciudad (A. Obregón, Cuajimalpa, M. Contreras y Tlalpan) muestran una mancha urbana en constante crecimiento hacia áreas de barrancas con vegetación natural, la cual fue evaluada en el presente estudio. Tan solo en la delegación Cuajimalpa, la cobertura es del 15% del área total urbana y la Miguel Hidalgo del 25%.

El Índice Verde, ha sido un parámetro importante para clasificar las metrópolis para conocer si el servicio y soporte de las áreas verdes es suficiente y de calidad. Para el efecto en este estudio, se han encontrado índices contrastantes, ya que su variación es significativa, en delegaciones del norte de la ciudad están entre 3 y 9 m<sup>2</sup>/hab. Otros tienen rango de valores que van de 10 hasta 40 m<sup>2</sup>/hab. situadas al sur de la ciudad.



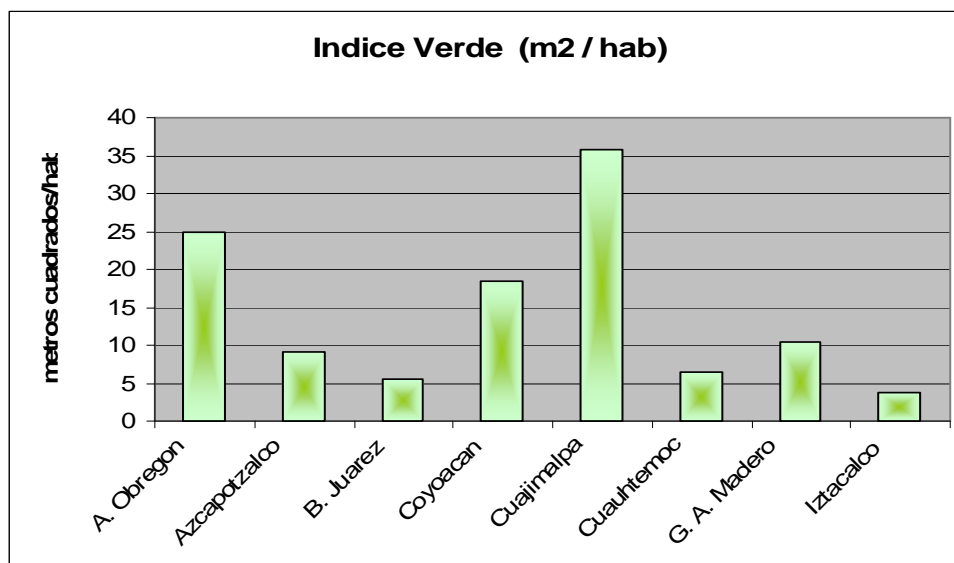


Figura 13. Índice de Áreas Verdes por habitante por delegación

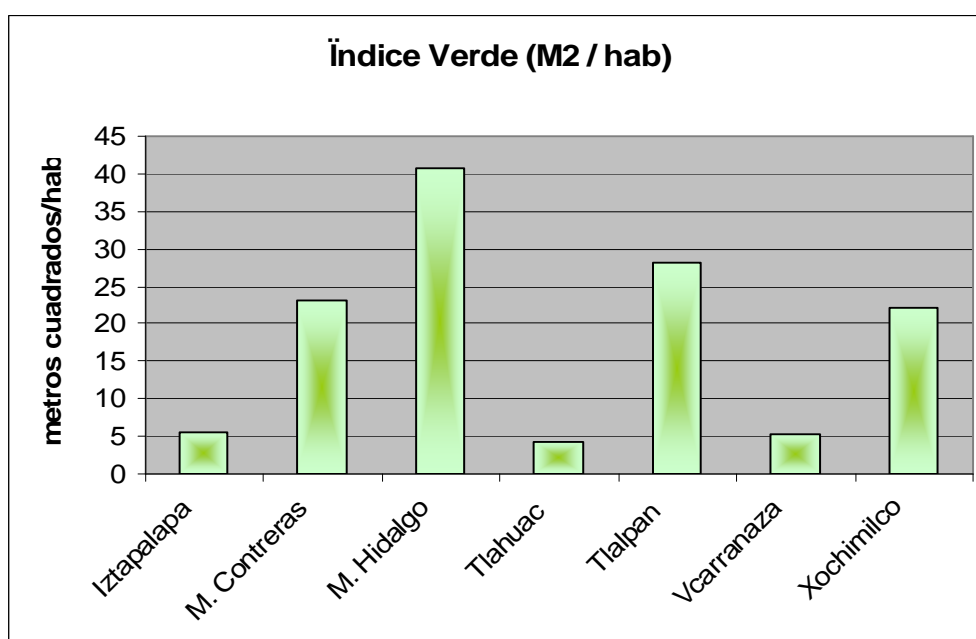


Figura 14. Índice de Áreas Verdes por habitante por delegación

El índice general para toda la ciudad es de  $13.7 \text{ m}^2 / \text{hab}$ , lo cual implica considerar todas las áreas arboladas en totalidad y de  $8,8 \text{ m}^2 / \text{hab}$  en pastos/arbustos. Sin embargo el indicador solo puede utilizarse como una referencia ambiental que de manera estricta debe aplicarse a áreas verdes con manejo comprobado, ya que estas superficies son las

que los ciudadanos utilizan de manera más directa y se benefician por su cercanía y características intrínsecas de cada una.

De lo anterior se puede desprender que la condición actual del arbolado es buena, dadas las cifras ya expuestas, sin embargo la distribución y cantidad del arbolado por delegación es desequilibrada, ya que el 40% de las delegaciones presentan déficit en este aspecto.

### **Clasificación en la Zona de Conservación**

El proceso de Ordenamiento del Territorio del Distrito federal, se llevo a cabo en la zona conocida como de Conservación, cuya extensión es de 85,554 ha, ubicadas en ocho delegaciones conforme a la distribución siguiente: Alvaro Obregón (2,268 ha), Cuajimalpa (6,473 ha), Iztapalapa (852 ha), La Magdalena Contreras (4,397 ha), Milpa Alta (28,375 ha), Tláhuac (7,351 ha), Tlalpan (25,426 ha), y Xochimilco (10,012 ha). Asimismo, con base en una modificación al Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la delegación Gustavo A. Madero, se ubicaron 1,220 ha consideradas como Suelo de Conservación.

Es precisamente en esta área de la ciudad de México, donde el Ordenamiento Ecológico debe surtir efecto por disposición de la Ley Ambiental del Distrito Federal,. La importancia de este territorio y de sus recursos naturales se basa en consideraciones de tipo **ambiental, biológica, y socioeconómica**, al contar con importantes extensiones donde los recursos naturales ofrecen un servicio de suma importancia a los habitantes de la zona urbana, aunado a que en él también llamado suelo de conservación, existen especies endémicas de fauna y vegetación de estas áreas. Desde el punto de vista antropogénico, las poblaciones que habitan esta zona de conservación tienen una fuerte actividad económica basada en la recolección, cultivo y aprovechamiento de los diferentes recursos naturales, los cuales constituyen la base del desarrollo de los diferentes pueblos, ejidos y comunidades; asimismo, han sido el suministro de materias primas para la industria de la transformación, así como constituir sitios con aptitud para el turismo y recreación. Es importante resaltar este último aspecto, ya que la mayoría de los terrenos donde se distribuyen los recursos naturales tienen dueño bajo el régimen de propiedad social, por lo que cualquier acción o proyecto que se pretenda desarrollar en estas áreas deberá contar necesariamente con su aprobación y participación. Considerando los elementos que se han descrito, se puede afirmar que la supervivencia del Distrito Federal y su creciente población depende de la conservación y la restauración del Suelo de Conservación.

De acuerdo al diagnostico del Ordenamiento Ecológico del D.F. (2002-2003) la vegetación natural dentro del SC ocupa alrededor de 50,000 ha e incluye bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de encino, matorral xerófilos y pastizal. Además, las comunidades de vertebrados se encuentran en relativo buen estado de conservación debido a que mantiene la mayoría de las especies que se encuentran en ambientes no alterados.

El 9.3% del Suelo de Conservación del D.F. corresponde a Áreas Naturales Protegidas (ANP). Estas se dividen en cuatro categorías: Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Parque Nacional, Zona Protectora Forestal y Corredor Biológico. Dentro de la primera



categoría se encuentran el Parque Ecológico de la Ciudad de México, la Sierra Santa Catarina, la Sierra de Guadalupe, los Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco y la parte central de El Cerro de la Estrella. La segunda categoría incluye a El Tepeyac, El Cerro de la Estrella, Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, el Desierto de los Leones, las Cumbres del Ajusco. A la tercera categoría pertenecen los Bosques de la Cañada de Contreras y la última al Corredor Biológico Chichinautzin.

### **Problemática en el Suelo de Conservación**

Es conocido el proceso de urbanización que sufre esta parte del territorio de la ciudad de México, el acomodo de familias que inmigran de estados vecinos, la alta demanda de espacios para vivienda y la pobre oferta de servicios en la gran urbe, se desarrolla el proceso lógico de ocupación del territorio en la zona de conservación, aquí pequeños grupos de personas se insertan en áreas no aptas para la construcción de viviendas, y así inicia un proceso de invasión que ha traído como consecuencia el deterioro de las áreas naturales en protección, incrementando el riesgo de tener contingencias de derrumbes en estas áreas urbanizadas, y disminuyendo las capacidades del territorio como la pérdida de zonas de recarga de acuíferos, deterioro de la calidad del bosque y la destrucción de hábitats naturales.

Sin duda el cambio en el uso del suelo agrícola y pecuario al urbano, ha significado que los cambios y deterioro del ambiente se de manera acelerada. El abandono paulatino de la actividad primaria, al dejar que las tierras de cultivo dejen de usarse, al no haber oportunidades de desarrollo en un ámbito de producción minifundista, y con controles de mercado que no permiten un desarrollo pleno a nivel familiar, ha vuelto la atención de estos pequeños productores a la oportunidad de vender sus tierras para otro uso, que en la mayoría de los casos no es el más correcto.

### **Cuantificación del área arbolada**

Uno de los principales problemas del Suelo de Conservación (SC) es la pérdida de la cobertura natural ocasionada por el crecimiento urbano, la agricultura, la extracción de materiales (como roca o suelo para la construcción) y la tala ilegal. Se estima que las áreas deforestadas equivalen al 7% de la extensión del SC y se concentran en las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras. Un aspecto preocupante para la sustentabilidad de la ZMCM es el hecho de que en estas delegaciones también se ubican las áreas de recarga de acuífero más importantes del D.F.

Por lo anterior se realizó un análisis de imágenes de satélite SPOT correspondientes al 2008, en las cuales se procedió a desarrollar los procedimientos ya descritos anteriormente en este capítulo, sobre la extracción de la información relativa a las áreas arboladas o cubiertas de vegetación de pastos y arbustos.

El método discrimina las áreas sin vegetación y solo expone aquellas con cualquier tipo de vegetación viva, incluyendo las áreas agrícolas de temporal y de riego, las cuales no son

discriminadas como tales en el proceso de clasificación, sino que son cuantificadas como áreas con algún tipo de vegetación. Estas fueron re-clasificadas como áreas agrícolas.

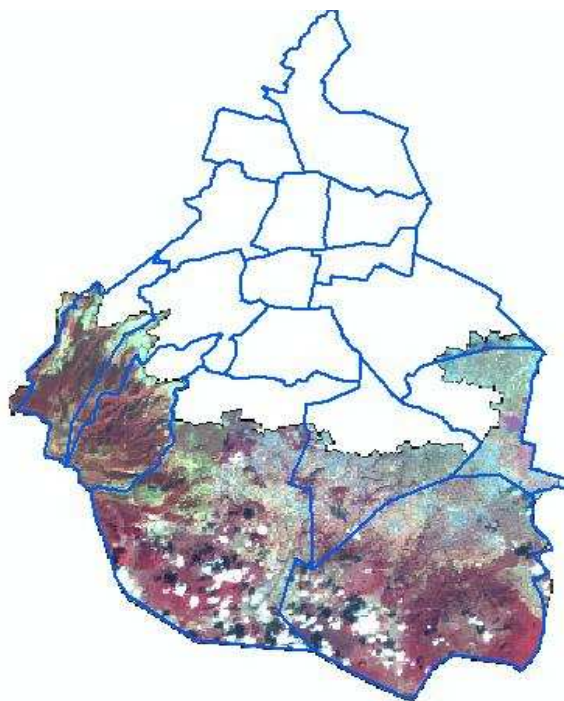


Figura 15. Zona de Suelo de Conservación, imagen SPOT, 2008

Los resultados muestran que en la fecha de las escenas de SPOT, se encontraron 31,021.8 ha de bosque, 18,978.2 ha de vegetación secundaria y pastizal y aproximadamente 17,371 ha de Agricultura de temporal. Los procesos de deforestación son drásticos, ya que toda la zona de conservación esta siendo afectada por cambios de uso agrícolas y pecuarios severos con tasas de erosión altas anuales que rebasan las 20 toneladas por hectárea por año, esto implica el no retorno de estas superficies a su estado natural, al menos esto se ha detectado en la delegación Milpa Alta (CORENA, comunicación personal).

CLASIFICACION VEGETACION  
ZONA DE CONSERVACION

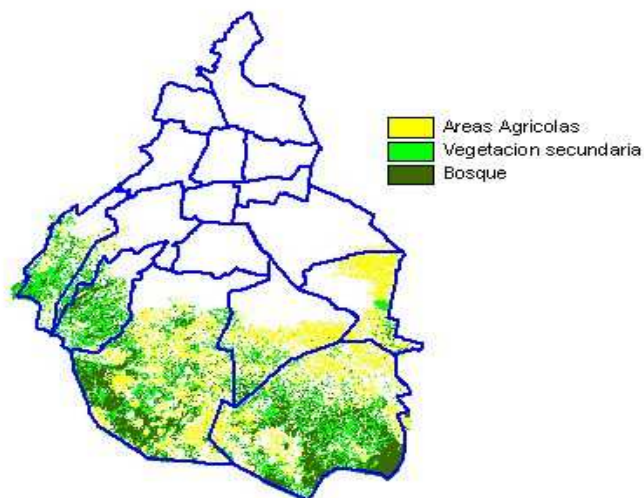


Figura 16. Clases de vegetación y uso agrícola

En función al análisis de incompatibilidades entre los programas de Desarrollo urbano (PDDU) y el programa de Ordenamiento del territorio (PGOEDF) que forma parte de este estudio, se encontró que los usos del suelo de los PDDU para la producción rural agroindustrial son los que mayormente invaden y están de forma incompatible sobre zonas destinadas para la conservación ecológica.

Otro factor importante que resaltar en cuanto a la importancia de las funciones de la zona de conservación es el hecho de que en su parte poniente están enclavados los sistemas de barrancas las cuales en su mayoría tienen invasiones urbanas periféricas y otras en los cauces mismos. Algunas de estas barrancas muestran ya signos de desequilibrio de laderas al presentarse en época de lluvias deslaves y derrumbes significativos poniendo en riesgo a la población creciente que habita estos sitios.

Podemos concluir que en la ciudad de México existen áreas arboladas suficientes, ya que en términos generales la superficie arbolada por habitante es de 13.7 m<sup>2</sup> / habitante, sin embargo hay una polarización en cuanto a las coberturas arboladas por delegación situadas en el norte y oriente de la ciudad donde este índice es muy bajo, sus áreas arboladas son reducidas y de calidad de regular a buena.

## Análisis comparativo entre inventarios del arbolado en el Distrito Federal

En el año 2002 se realizó un inventario del arbolado en el Distrito Federal por medio de la Secretaría del Medio Ambiente (SMA), usando imágenes IKONOS pancromática (resolución 1m) fusionándolas con SPOT, las cuantificaciones que presentaron de algunas delegaciones, muestran una buena precisión en cuanto a la identificación de la vegetación de acuerdo a la resolución espacial de estas imágenes.

La cartografía presentada en este estudio tiene una área mínima cartografiable de 120 m<sup>2</sup>. De acuerdo a las estimaciones de este estudio se tiene una buena cobertura arbolada en la ciudad, con la limitante de que algunas delegaciones muestran abundante vegetación por tener límites con el área de conservación.

Por otro lado el presente estudio se desarrolló con imágenes QuickBird (2007, 2008 y 2009) con resolución 2.6 m y SPOT (2008), multiespectral. El área mínima cartografiable fue de 50 m<sup>2</sup>. Razón por la cual las imágenes QuickBird jugaron un papel importante en la identificación del arbolado y pastos/arbustos, sin embargo la problemática de una resolución espacial tan alta como la que ofrecen dichas imágenes hacen muy complicada su clasificación, ya que la información espectral se multiplica con la presencia de una gran cantidad de objetos.

A continuación se presentan algunas estadísticas que tienen como objetivo mostrar las diferencias en ambos estudios, y solo como referencia numérica para dimensionar los resultados de diferentes herramientas e insumos. Cabe mencionar que no se pretende evaluar los métodos de análisis si no percibir cuanta información puede aparecer adicionalmente en escalas de trabajo muy grandes, y el nivel de complejidad referido anteriormente.

También cabe mencionar que el cúmulo de información adquirida tiene un gran potencial en cuanto a su utilidad técnica en el manejo de áreas verdes, avenidas y camellones, que están expuestas a remociones frecuentes y de dinámicas muy altas en cuanto a sus niveles de sanidad y nutrición.

La comparación general de las superficies estimadas en ambos estudios, reflejan una diferencia significativa en el arbolado, al menos en estas delegaciones hay una diferencia de más de 27 millones de metros cuadrados y de más de seis millones en pastos/arbustos.

Tabla II. Comparación de inventarios del arbolado

Delegación	PAOT		SMA	
	Arbolado	Superficie (m <sup>2</sup> ) Pastos/Arbustos	Arbolado	Superficie (m <sup>2</sup> ) Pastos/Arbustos
<b>A. Obregón</b>	17638010.2	8398462.3	15861505.0	8723842.0
<b>Azcapotzalco</b>	3864205.9	1599518.9	2342843.0	1941974.2
<b>Coyoacan</b>	11616782.5	3801719.9	15446970.7	4681055.8
<b>Cuajimalpa</b>	6204176.3	3132989.0	2582995.7	2968711.8
<b>Cuauhtemoc</b>	3308067.6	725850.7	1341206.0	470739.5
<b>Iztacalco</b>	1519469.5	632960.6	1228852.7	1019685.4
<b>M. Contreras</b>	5301757.1	1490468.8	1261292.1	559665.8
<b>M. Hidalgo</b>	14365245.2	4541851.8	5097706.4	3793152.9
<b>Tlahuac</b>	1461443.1	6374578.5	99806.2	2173932.4
<b>Tlalpan</b>	17033145.5	6560856.8	10465532.0	1317712.0
<b>V. Carranza</b>	2342292.0	1050035.4	1237381.0	3993871.0
<b>Total</b>	<b>84654594.7</b>	<b>38309292.7</b>	<b>56966090.9</b>	<b>31644342.8</b>

Para hacer una comparación mas valida, separamos las superficies en un rango de <120 m<sup>2</sup> hasta 50 m<sup>2</sup> que representa la información adicional encontrada para las imágenes QuickBird, obteniendo 5'314,781.7 m<sup>2</sup> para el arbolado y 6'525,655.7 m<sup>2</sup> para pastos/arbustos, lo que indica que de forma proporcional el área minima aporta información que se encuentra esparcida en pequeños manchones, sin embargo la diferencia sustancial es debida a la información espectral/espacial aportada por las imágenes QuickBird así como por SPOT.

La figura 74 muestra una misma tendencia en cuanto a la distribución arbolada, encontrando diferencias significativas en las delegaciones Coyoacan, M. Contreras, M. Hidalgo y Tlalpan, lo anterior se atribuye a la identificación más precisa de las imágenes QuickBird en patrones recurrentes y aislados de arbolados de propiedades privadas, y otras zonas dispersas.



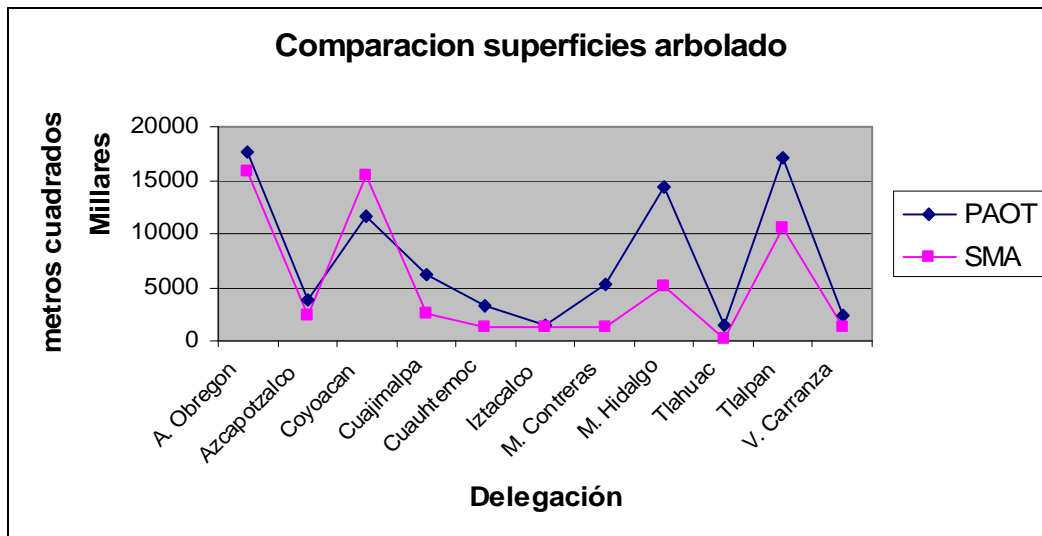


Figura 17. Comparación de superficies arboladas con diferentes métodos

Por otro lado las demás delegaciones que su arbolado es raquíutico las diferencias en ambos estudios no son significativas, así que el arbolado que se presenta en estas delegaciones es captado por las imágenes, habiendo ausencia real de vegetación en otros sitios de la delegación. Lo que sugiere que ambas metodologías captaron en forma diferencial el arbolado de acuerdo a las capacidades espectrales y espaciales de las imágenes, lo anterior se comprueba en delegaciones con ausencia de vegetación (Iztacalco, Azcapotzalco, Tlahuac y V. Carranza), y que las imágenes captaron de manera similar sólo donde había respuestas vegetativas.

Para el caso de los pastos/arbustos solo hay diferencias en las delegaciones Tlalpan, Tlahuac y Coyoacan, es interesante ver que estas delegaciones muestran áreas de cultivo de riego y áreas naturales con abundante vegetación secundaria, y que muchas veces pueden ser confundidos con arbolado, a la vez que se repite el proceso de identificación con delegaciones que carecen de vegetación.



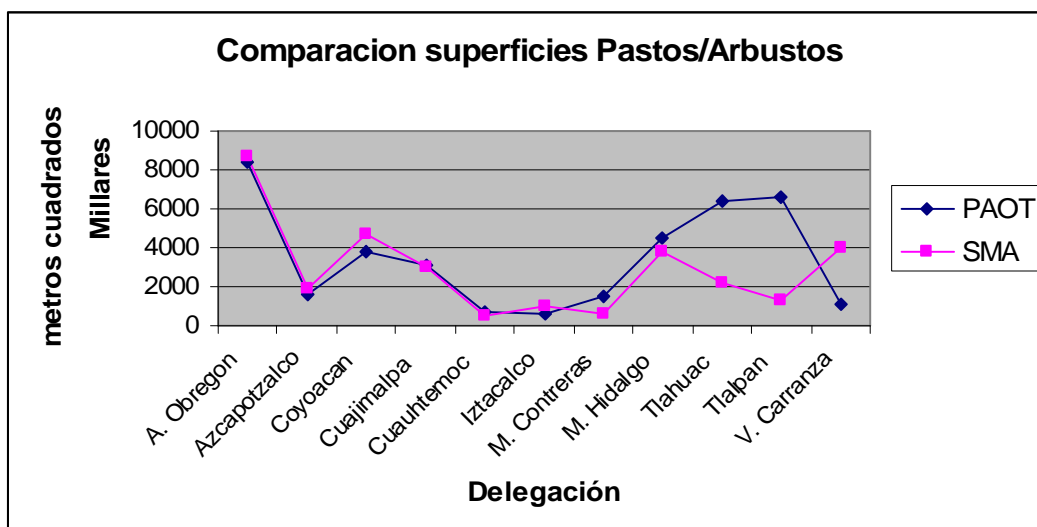


Figura 18. Comparación de superficies de pastos/arbustos con diferentes métodos

En conclusión las diferencias entre ambos estudios revelan que: 1). El nivel de información está relacionado con las capacidades espectrales y espaciales de las imágenes; 2). Los métodos de extracción de la información combina métodos híbridos (fusión de imágenes) con los de separación y clasificación no supervisada aplicados en imágenes multiespectrales SPOT y QUICKBIRD permiten una mayor capacidad de identificación de la vegetación en áreas urbanas; y 3). Las diferencias fueron significativas debido a las capacidades radiométricas de ambos sensores, lo cual tiene una relación directa con altos costos para la obtención de las imágenes y alto consumo de tiempo en el procesamiento digital de estas.

## CONCLUSIONES

El método fue diseñado solo para separar arbolado y pastos/arbustos de los demás objetos presentes en un área urbana típica, ya que no se realizaron mediciones espectrales para separar cultivos de temporal o riego, que implican mediciones radiométricas en campo y su comparación en laboratorio.

Las diferencias temporales de las imágenes que componen el mosaico influyen en la identificación el arbolado, aun cuando estas tengan algunos meses de diferencia. El efecto anterior se redujo mediante tener imágenes de estación seca. Aun así, debido a la alta resolución espacial de las imágenes QUICKBIRD se logran captar diferencias en cuanto a vegetación herbácea presente entre fechas.

El estado de salud del arbolado y su condición debida al manejo puede ser identificado con la ayuda de un muestreo intensivo del arbolado, y que cubra aspectos de control de plagas, fertilización, compactación del suelo, contaminantes y podas.

El arbolado de la Ciudad de México tiene una distribución desbalanceada, lo cual baja su eficiencia para cubrir los servicios a la población, también es importante referir que la calidad del mismo es buena en su mayoría y que requiere de mantenimiento sanitario y mecánico adecuados a las especies presentes.

Otro factor del arbolado que resalta en la ciudad es la baja riqueza de especies y de una presencia abundante de especies que no son aptas para funciones urbanas, y que son la fuente de problemáticas en cuanto a frecuencia de plagas, caídas por viento, y restricciones fisiológicas con otras especies.

El Índice Verde, referido como la superficie arbolada/habitante, se determina mediante la cuantificación de parques, jardines, camellones y glorietas, que son finalmente las áreas que la población tiene acceso para disfrutar de sus servicios. Por lo que dicho índice bajaría significativamente en la mayoría de las Delegaciones.

En cuanto a las superficies arboladas, se resalta el hecho de que se usaron imágenes y algoritmos de clasificación que fueron capaces de ofrecer más información, y que el área mínima a evaluar fue de 50 m<sup>2</sup>

Lo que representa casi tres veces más información que la presentada por la SMA. Razón por la cual las estadísticas refieren superficies arboladas independientemente de la calidad, edad y estado de sanidad de los árboles.

## LITERATURA CONSULTADA

- Blair, R. B. (1996) Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*, 6, pp. 506-519.
- Cushinie, J.L. (1987). The interactive effect of spatial resolution and degree of internal variability within land-cover types on classification accuracies. In *International Journal of Remote Sensing*, 8: 15-29.
- Gao, J. and Skillcorn, D. (1998) Capability of SPOT XS data in producing detailed land cover maps at the urban-rural periphery. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 2877-2891.
- Geoffrey J. Hay, et al. (2005) An automated object-based approach for the multiscale image segmentation of forest scenes. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 7, Issue 4, 339-359.
- Moran, P. A. P. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, 37, pp. 17-23.
- Nichol, J. E. and Lee, C. M. (2005) Urban vegetation monitoring in Hong Kong using high resolution multispectral images.. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 1639-1649.
- Pohl, C. & van Genderen, J., 1998. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. *International Journal of Remote Sensing*, 19, pp. 823–854.
- Ridd, M. (1995). Exploring a VIS (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities. *International Journal of Remote Sensing*, 16, pp. 2165-2185.
- Small, C. (2001). Estimation of urban vegetation abundance. *International Journal of Remote Sensing*, 22, pp. 1305-1334.
- Wald, L., 1999, Definitions and terms of references in data fusion. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 32, part 7-4-3 W6, Valladolid, España.
- Woodcock, C. E., and Strahler, A. H., 1987. The factor of scale in remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 21, 311–332.

## PRESENTACIÓN MUESTREO

En la Ciudad de México, uno de los instrumentos básicos para la gestión de las áreas verdes es el muestreo de Áreas Verdes que ofrece sobre el conocimientos de que y cuanto se tiene de espacios verdes en el Distrito Federal, es decir un muestreo de Áreas Verdes, lo cual es indispensable para llevar a cabo acciones de fomento, creación, mejoramiento, protección, conservación y mantenimiento de las áreas verdes.

En los diversos parques y jardines de la Ciudad de México, existen especies nativas y una gran variedad de especies exóticas, así como diferentes especies de fauna silvestre, que en conjunto forman un ambiente que permiten a quienes viven en las zonas urbanas establecer una relación con la naturaleza.

El concepto de áreas verdes urbanas agrupa un conjunto diverso de espacios ubicados dentro de la ciudad y cuya vegetación es original o plantada por el ser humano; con este concepto se denominan bosques, parques y jardines, así como barrancas, glorietas, camellones y espacios abiertos.

La Ciudad de México, vista como un ecosistema urbano se encuentra muy lejos de su autosuficiencia ya que algunos de los bosques de la ciudad han sido intervenidos, y otros perviven en mal estado sanitario, lo que afecta el ciclo hidrológico de la cuenca, además la Ciudad es una de las que tienen mayor nivel de contaminación atmosférica en el mundo, lo anterior se traduce en factores de deterioro físico en los recursos naturales de las áreas verdes, lo que hace que se tenga una predisposición de los árboles a las enfermedades y al ataque de plagas, así como también existen algunos casos de estrés y la muerte de arbolado urbano, la problemática de esta situación es que los suelos no son los adecuados, la falta de agua, los vientos que juegan un papel muy importante ya que en árboles de fuste alto son susceptibles de ser derribados, el problema de los rayos, las heladas, el granizo, la contaminación atmosférica, y sobre todo el mal manejo del arbolado urbano.

El muestreo que se realizó fue mediante el uso de parcelas con sitios circulares de 150 m<sup>2</sup> (radio = 5.64 m), georreferenciadas, que se levantaron en campo para evaluar diferentes variables del arbolado y de sitio (género, especie, origen, condición, sanidad, diámetro, altura, estado de desarrollo, lesiones, urgencia de sustitución y el patrón de distribución), con el propósito de que realizar indicadores de "Condición del Arbolado", dichos indicadores se generan a partir de "datos duros", complementados con información que se pueda derivar de las imágenes de satélite, y las líneas para cuantificar patrones de distribución, tomando en cuenta las variables arriba mencionadas.

## OBJETIVOS

### General

Realizar un muestreo al Azar de Áreas Verdes urbanas en el Distrito Federal, para obtener los Indicadores de una población, como la media de la población, la desviación estándar o la proporción de elementos en la población que poseen cierta característica en común, para el conocimiento de que y cuanto se tiene con la finalidad de monitorear la evolución y permanencia de Áreas Verdes urbanas.

### Específicos

- Conocer los géneros, las especies y el origen del arbolado de las Área Verdes Urbanas en el Distrito Federal.
- Estimar la condición del arbolado urbano.
- Estimar la sanidad del mismo.

## METODOLOGÍA

### VARIABLES INDICADORES

Estos son las características cualitativas y cuantitativas que permitieron evaluar el estado actual del arbolado y estos fueron: condición del sitio, la distribución del arbolado, su origen, la condición del árbol, sanidad, lesiones visibles, sustitución y desarrollo actual.

### ECOLÓGICO

En lo que se refiere a lo ecológico los indicadores permiten evaluar ayudan a mitigar los efectos de la intensa contaminación ambiental que afecta a la Ciudad de México, y por ende, podremos recomendar acciones preventivas o correctivas con miras a la vez a conservar la biodiversidad y el valor de los servicios ambientales.

### AMBIENTAL

Las áreas verdes urbanas son el hábitat de muchas especies vegetales y animales, y son los únicos espacios donde podemos entrar en contacto regular, con la naturaleza, los factores que incluyen son el aire, agua, suelo, flora, fauna, seres humanos y su interrelación, gracias a las áreas verdes.

### MANEJO

Las recomendaciones para los indicadores, son medidas o prácticas, aplicadas para prevenir o reducir los impactos negativos sobre el medioambiente, que se generan por las actividades realizadas en las áreas verdes urbanas (podas, plantaciones, derribos) y que tienen por finalidad asegurar la sustentabilidad del recurso.

### PLAGAS

Para tener buenos indicadores es necesario mantener, niveles tolerables de agentes destructores, mediante el uso planificado de tácticas y estrategias, preventivas, supresoras



o reguladoras que sean ecológicas y económicamente eficientes y además de socialmente aceptables, mediante control mecánico, químico y/o biológico.

## **SOCIAL**

Los indicadores en este aspecto representan que las áreas verdes urbanas, influyen en el estado de ánimo y emociones, así como generan sensaciones de paz, armonía, relajamiento y bienestar a la población.

## **ECONÓMICO**

Las áreas verdes urbanas poseen elementos arquitectónicos, como la forma de la copa, el color del follaje o de las flores, que en conjunto forman un paisaje con valor estético para que se realicen construcciones.

## **CULTURALES**

Generar divulgación ambiental, así como prácticas que ayuden a preservar y aprovechar de modo sustentable dichas áreas.

## **DISEÑO DEL MUESTREO**

### **MUESTREO**

Instrumento de gran validez que se define como el conjunto de elementos que poseen una o más características en común en la población objetivo, por lo general el tamaño de la población es conocido o cuando menos susceptible de ser estimado. La unidad de estudio, unidad elemental o elemento es aquella a la cual se le van a tomar las mediciones o aquella en la cual se van a realizar las observaciones para asignar el valor, estos valores sirven para estimar los **indicadores**.

### **TIPO**

Primero se realizó un muestreo dirigido (o muestreo adaptado) en el que se seleccionaron las unidades, que son representativas de la población, y después se hizo al azar en base a la homogeneidad de ambientes que se presentaron, auxiliados con imágenes de satélite.

### **INTENSIDAD**

De las aéreas propuestas por PAOT y CHAPINGO, se estimó que se cubrió satisfactoriamente la variación del arbolado, considerando una muestra estadísticamente significativa.

### **POBLACIÓN OBJETIVO**

Conjunto de elementos que poseen una o más características en común.

### **MUESTRA PROBABILISTICA**

Es un subconjunto de elementos del marco de muestreo, seleccionados mediante un procedimiento aleatorio, con el propósito de adquirir conocimiento sobre la población



objetivo y hacer el proceso de la inferencia o probabilidad estadística. La inferencia o probabilidad es lo que pasa en la muestra y se hace extensivo en toda la población, se da la magnitud del error y la confianza. Con este procedimiento todos los elementos de la población tienen la posibilidad de ser seleccionados y su probabilidad de ser conocida, los resultados de la muestra pueden hacerse extensivos hacia la población objetivo con una precisión y una confianza conocidas de antemano (Inferencia Estadística).

## **SELECCIÓN DE PARCELAS Y CAMINAMIENTOS**

### **PARCELAS**

La selección de las parcelas se realizó basándose en el área cubierta por el arbolado y su homogeneidad en el ambiente, auxiliados con imágenes de satélite.

### **CAMINAMIENTOS**

Estos se seleccionaron por PAOT y otros por el equipo de trabajo de CHAPINGO, e igual que las parcelas por su homogeneidad.



## DISEÑO DE FORMATOS: PARCELAS.-

### MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN DISTRITO FEDERAL PARCELAS PARA ESTIMACIÓN DE BIOMASA MADERA Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

SITIOS CIRCULARES DE 150 m<sup>2</sup> (radio = 5.64 m)

No. parcela: \_\_\_ Área verde: \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_ Delegación: \_\_\_\_\_

Coordenadas: Norte \_\_\_\_\_ Este \_\_\_\_\_

Brigada: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

NA	Género	Especie	Origen	Condición	Sanidad	DN 1.3 m (cm)	Altura total (m)	Edo. desarroll o	Urgencia sustitución	Patrón distribu ción

**NA:** Número de árbol

**Origen:** Nativa (1); exótica (2)

**Condición:** Vivo (1); Muerto (0)

**Sanidad:** Sano (1); Enfermo (2); Plagado (3); Plagado y enfermo (4)

**Estado de desarrollo:** Joven (1); Adulto (2); Decrépito (3)

**Urgencia sustitución:** Urgente (1); tres años (2); seis o más años (3)

**Patrón de distribución de la población:** Equidistantes (1); Al azar (2); Grupos (3)

**CAMINAMIENTOS.-**

**MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN DISTRITO FEDERAL  
CAMINAMIENTOS PARA DETECCIÓN DE PRESENCIA DE ESPECIES  
LINEAS DE MUESTREO**

No. línea: \_\_\_\_\_ Colonia: \_\_\_\_\_ Nombre calle o avenida: \_\_\_\_\_  
 Delegación: \_\_\_\_\_  
 Coordenadas de inicio: Norte \_\_\_\_\_ Este \_\_\_\_\_ Azimut: \_\_\_\_\_  
 Brigada: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Observaciones: \_\_\_\_\_

Distancia Km	Género	Especie	Origen	Condición	Sanidad	DN 1.3 m (cm)	Altura total (m)			Edo. desarrollo	Lesiones	Urgencia sustitución
							Ls	Li	Lp			

**Distancia:** Entre otra especie arbórea

**Origen:** Nativa (1); Exótica (2)

**Condición:** Vivo (1); Muerto (0). **Sanidad:** Sano (1); Enfermo (2); Plagado (3); Plagado y enfermo (4)

**Estado de desarrollo:** Joven (1); Adulto (2); Decrépito (3)

**Lesiones:** Desrame (1); Desmoche (2); Desgajamiento (3); Cinchado (4)

**Urgencia sustitución:** Urgente (1); tres años (2); seis o más años (3)

## MÉTODO DE OBTENCIÓN DE VARIABLES

### IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES

Las especies se identificaron mediante la guía Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona metropolitana, y las que se no se podían identificar se colectaron muestras y se llevaron al herbario de la Universidad Autónoma de Chapingo para su identificación.

### DIÁMETROS

Para la obtención de los diámetros se realizó la técnica de medirlos con cinta métrica tomando como medida la circunferencia y cuando se capturo en la base de datos se realizó la conversión al dividir entre 3.1416 y así obtener diámetros.

### ALTURAS

El procedimiento para la medición de las alturas fue indirecto con clinómetro, el procedimiento permite evitar la medición de la pendiente y distancia horizontal entre el ojo del observador y el árbol objetivo, la metodología que se planteo está basada principalmente en procedimientos algebraicos y de geometría analítica, considérese el plano cartesiano de la Figura 19:

- a) En este plano, el eje de las abscisas (X) representa la distancia horizontal entre el árbol y el ojo del observador, mientras que el eje de las ordenadas (Y) representa alturas tanto del árbol como de la regleta que se encuentra en la base del árbol, misma que tiene una longitud conocida, en este eje lógicamente se ubica también la magnitud de la ordenada al origen.

Del ojo del observador a cualquier punto del árbol, solo existen líneas rectas, las cuales se ubican en un plano cartesiano, pueden ser representadas cada una por una ecuación de la forma:

$$Y = aX + b$$

**Donde:**

**Y** = Altura desde la base del árbol hasta cualquier punto en el fuste (m)

**a** = Pendiente de la recta (%)

**X** = Distancia horizontal entre el árbol y cualquier punto y en la recta (m)

**b** = Distancia vertical (m) entre el origen del plano cartesiano (base del árbol) y el punto donde la regla intercepta al eje de las ordenadas (ordenada al origen).

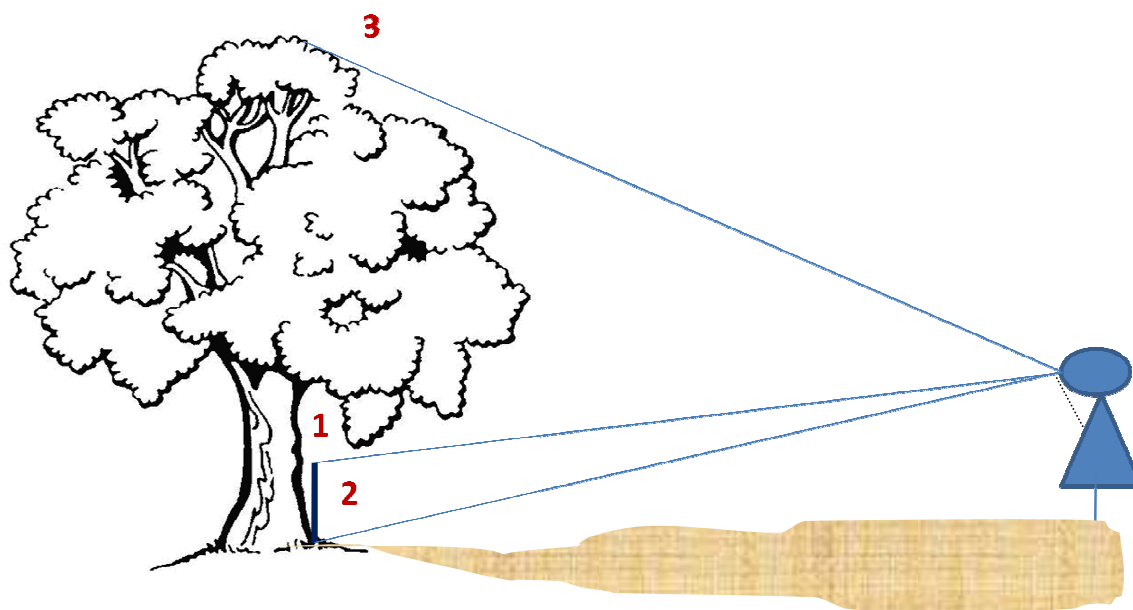


Figura 19. Esquema general del procedimiento de la medición de la altura de un árbol

## PLAGAS Y ENFERMEDADES

En cuanto a las plagas y enfermedades se evaluaron por observación al momento de la toma de datos.

## EDAD

La edad o estado de desarrollo de los arboles se clasifico en: joven, adulto y decrepito, la toma de datos se realizo por medio de observación de la condición del arbolado a la hora de levantar el muestreo.

## REEMPLAZOS O CONSIDERACIONES

Los reemplazos o consideraciones se deben realizar pensando en el arbolado como una inversión, ya que un árbol sano aumenta en valor con la edad, purificando el aire, embellecimiento de los alrededores, ahorrando energía al proveer sombra refrescante y protección del viento.

Aunque el derribo es el último recurso, hay circunstancias en las que es necesario. Se recomienda cortar un árbol por completo cuando:

- está muerto o moribundo, o se considera un riesgo irreparable
- está obstruyendo o amontonado a otros árboles, a los que les causa daño, y es imposible corregir la situación a través de la poda

- va a ser reemplazado por un ejemplar más adecuado
- debe ser eliminado para permitir obras de construcción

La poda es el procedimiento de mantenimiento del árbol más común, es a menudo deseable o necesaria para eliminar ramas muertas, enfermas o infestadas de insectos, mejorar la estructura del árbol, realzar su vigor. Debido a que cada corte tiene el potencial de cambiar el crecimiento de un árbol, o causarle daño, no debe eliminarse ninguna rama sin un motivo.

El arbolado urbano sufre podas excesivas, severas, incorrectas y sistemáticas y en la que los longevos han recibidos varias de estas, dichas acciones provocan daños severos como: podas, hacen copas reducidas, deformadas, desgajadas así como también desproporcionadas, cuando la poda es mal realizada los arboles quedan con muy mala apariencia, debilitando su estabilidad, y más vulnerables a la adquisición de plagas y enfermedades.

La eliminación del follaje de un árbol tiene dos efectos distintos en su crecimiento: reduce la fotosíntesis y puede reducir el crecimiento en general. Es por ello que la poda siempre debe realizarse de forma moderada y espaciada. El exceso de poda es muy dañino, porque un árbol sin suficientes hojas no puede recoger y procesar suficiente luz solar para sobrevivir. La poda es necesaria para mantener o mejorar la salud, apariencia y seguridad de los árboles.

La fertilización es otro aspecto importante del cuidado de los árboles ya que requieren ciertos elementos minerales para funcionar y crecer. Los árboles urbanos a menudo crecen en suelos que no poseen suficientes elementos disponibles para un crecimiento y desarrollo satisfactorios, en estos casos puede resultar necesaria la fertilización para mejorar el vigor de las plantas, fertilizar incrementa su crecimiento, reducir su susceptibilidad a ciertas enfermedades y plagas, pudiendo incluso ayudar a revertir el decaimiento de la salud. Sin embargo, si el fertilizante no se aplica prudentemente, puede que no beneficie por completo al árbol, e incluso puede afectarlo de manera adversa.

## IMAGENES DE LOS SITIOS DE LAS PARCELAS MUESTREADADAS



Figura 20. Alameda Norte



Figura 21. Parque Alexander Pushkin













Figura 26. Chapultepec

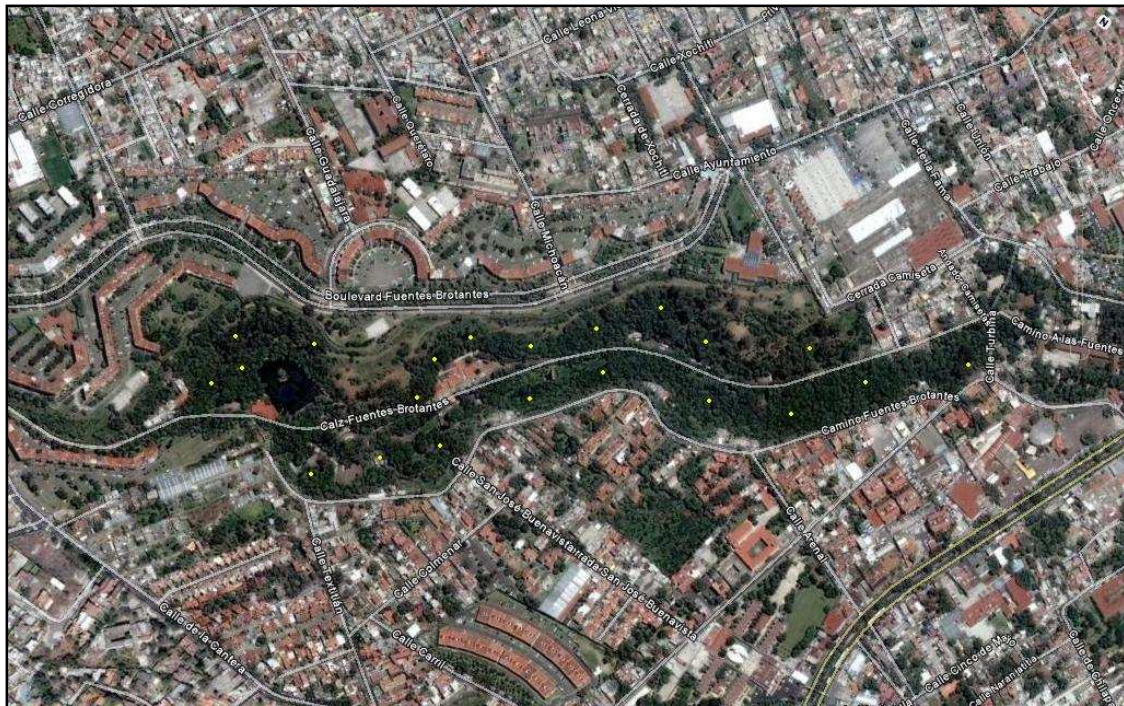


Figura 27. Fuentes Brotantes





Figura 28. Jardín López Velarde



Figura 29. Insurgentes Norte Buena Vista La Raza



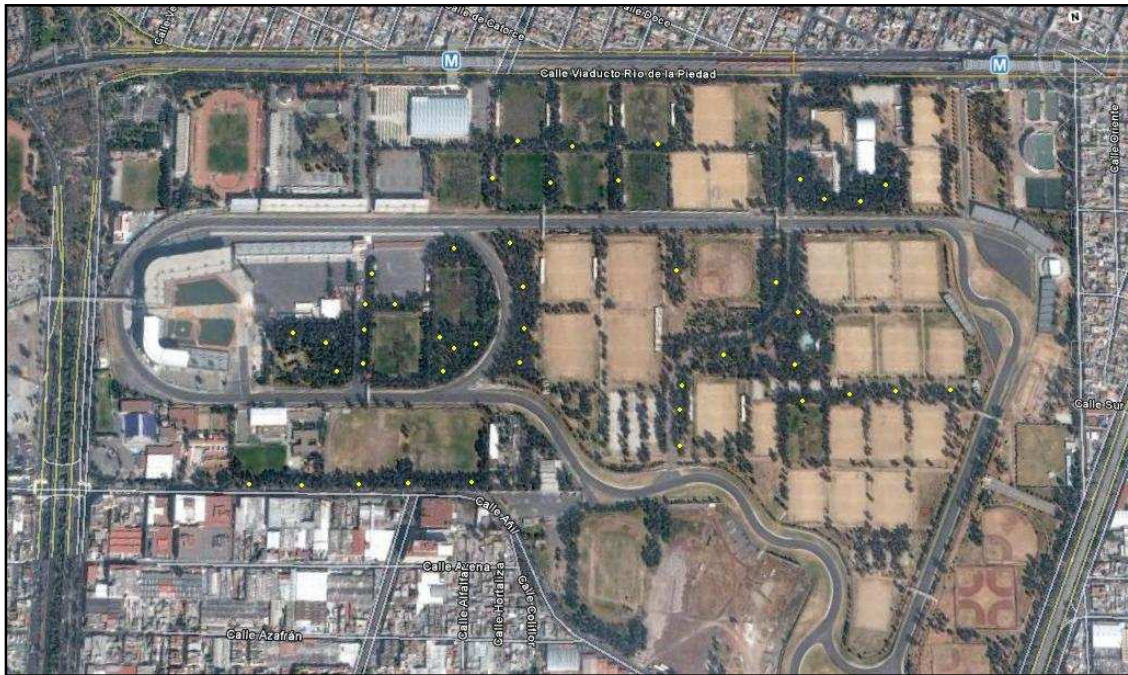


Figura 30. Magdalena Mixhuca



Figura 31. Parque Cuitlahuac

















Figura 38. Calzada Ignacio Zaragoza



Figura 39. Revolución Social y Anillo Periférico









Figura 42. Aquiles Serdán

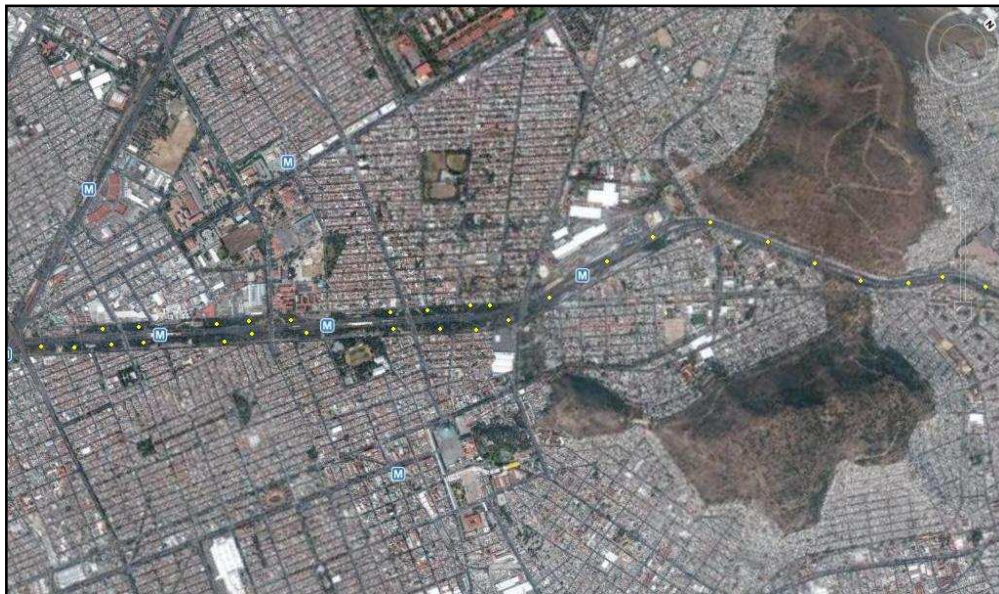


Figura 43. Insurgentes Norte Deportivo 18 de Marzo





Figura 44. Insurgentes Sur Universidad

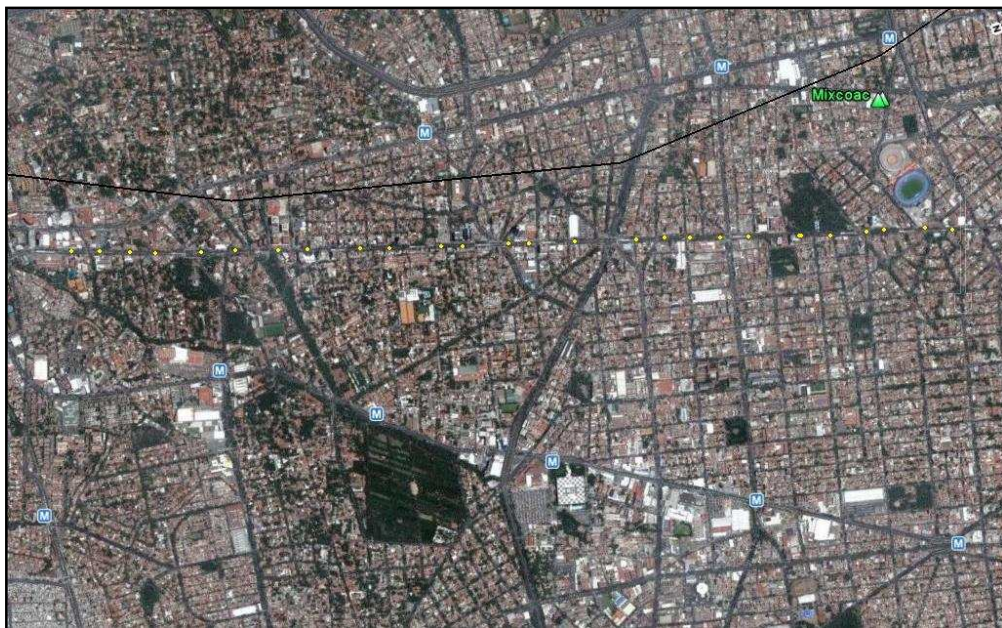


Figura 45. Insurgentes Sur San Angel





Figura 46. Calzada Legaria



Figura 47. Ing. Eduardo Molina









Figura 50. Paseo de la Reforma Lomas

## RESULTADOS

En la tabla tres se registra el resumen de parcelas que se realizaron con el total de árboles medidos, como el número de caminamientos con el número de árboles muestreados y el total de metros caminados.

Tabla III. Resumen de parcelas y caminamientos

Parcelas	No. Árboles	No. Caminamientos	No. Árboles	Metros Caminados
90	1182	193	1293	14,779

Las especies que se encontraron más plagadas y enfermas en diferentes Áreas verdes urbanas del Distrito Federal son el Eucalipto siendo esta especie la más vulnerable o susceptible, siguiendo el Cedro blanco o ciprés y por último la Casuarina, y se describen en la tabla IV.



Tabla IV. Plagas y enfermedades

PLAGAS Y ENFERMEDADES		
PARQUE	DELEGACIÓN	ESPECIES PLAGAS Y/O ENFERMAS
Bosques de Chapultepec	Miguel Hidalgo	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill. <i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. <i>Taxodium mucronatum</i> Ten. <i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.
Parque Nacional Pedregal	Tlalpan	<i>Buddleia cordata</i> Kunth <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. <i>Quercus rugosa</i> Nee <i>Pinus patula</i>
Parque Cuitlahuac	Iztapalapa	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. <i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq.
Deportivo Sta. Cruz Meyehualco	Iztapalapa	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill.
Cerro de la Estrella	Iztapalapa	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. <i>Cupressus lusitanica</i> Mill.
Deportivo Magdalena Mixhuca	Iztacalco	<i>Casuarina cunninghamiana</i> Miq. <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh. <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. <i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. <i>Buddleia cordata</i> Kunth <i>Acacia retinodes</i> Schltldl.
La Bombilla	Álvaro Obregón	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh. <i>Cupressus lusitanica</i> Mill. <i>Ligustrum lucidum</i> W. T. Aiton

El objetivo del muestreo es encontrar la variabilidad de las características que definen la condición del arbolado sin tener una precisión exacta, las áreas verdes urbanas del Distrito Federal que se muestrearon con parcelas o sitios se describen en la Tabla V.

Tabla V. Áreas verdes urbanas muestreadas con parcelas

PARQUE	COLONIA	DELEGACIÓN
Parque Metro Auditorio	Bosques de Chapultepec	Miguel Hidalgo
Parque Chapultepec	Bosques de Chapultepec	Miguel Hidalgo
Parque Nacional del Pedregal	Bosque de Tlalpan	Tlalpan
Fuentes Brotantes	Parque Nacional Fuentes Brotantes	Tlalpan
Parque Cuitlahuac	Renovación	Iztapalapa
Deportivo Sta. Cruz Meyehualco	Renovación	Iztapalapa
Cerro de la Estrella	Ampliación Veracruzana	Iztapalapa
Jardín Alexander Pushkin	Roma Norte	Cuauhtémoc
Jardín López Velarde	Centro Urbano Benito Juárez	Cuauhtémoc
Deportivo Magdalena Mixhuca	Cuchilla Agrícola Oriental	Iztacalco
La Bombilla	Chimalistac	Álvaro Obregón
Jardines del Pedregal	San Ángel	Coyoacán
Reserva Ecológica UNAM	San Ángel Cuicuilco	Coyoacán

Las áreas verdes urbanas que se muestrearon con caminamientos en el Distrito Federal se describe en la Tabla VI.

Tabla VI. Calles o avenidas con muestreo de caminamientos

CALLE O AVENIDA	COLONIA	DELEGACIÓN
Reforma	Bosques de Chapultepec	Miguel Hidalgo
Calzada Legaría	México Nuevo	Miguel Hidalgo
Salónica y Camarones	Lotería Nacional	Azcapotzalco
Aquiles Serdán	Ángel Zimbrón	Azcapotzalco
Reforma	Cuauhtémoc	Cuauhtémoc
Calzada San Simón	Buena Vista	Cuauhtémoc
Zaragoza	Zona Urbana Ejidal Sta. Martha	
Av. Jalisco	Acatitla	Iztapalapa
Prolongación Anillo	Guadalupe del Moral	Iztapalapa
Periférico	La Regadera	Iztapalapa
Oriente	Buena Vista	Iztapalapa
Av. Insurgentes Norte	Guadalupe Insurgentes	Gustavo A. Madero
Av. Río Guadalupe	San Pedro El Chico	Gustavo A. Madero
Av. Ing. Eduardo Molina	Ampliación Emiliano Zapata	Gustavo A. Madero
Av. Wilfrido Massieu	Planetario Lindavista	Gustavo A. Madero
Av. Insurgentes Sur	Ciudad Universitaria	Álvaro Obregón
Félix Cuevas y Eje 6 Sur	Extremadura Insurgentes	Benito Juárez

## CONCLUSIONES

Se detectaron ejemplares plagados y enfermos, otros decrepitos en pie, de los que algunos se pueden salvar con tratamientos adecuados, se considera que está empeorando por la ausencia de muestreos o inventarios del estado del arbolado urbano, existen árboles maduros que poseen lesiones como desgajamiento y desrrame, de los cuales se encontraron 115 en parques de las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtemoc e Iztapalapa principalmente, mientras que en avenidas y camellones se hallaron 268 en las delegaciones Miguel Hidalgo, Iztapalapa y Gustavo A. Madero. También se observó que a otros se les realizan podas excesivas o mal hechas que son denominadas “desmoches”, de estas encontramos 20 en parques y jardines (Miguel Hidalgo) y 25 en camellones y avenidas (Miguel Hidalgo e Iztapalapa) lo que ocasiona que las copas se deformen y desproporcionen.

También se llevan a cabo acciones combinadas de desrrames/desmoches sobre un mismo árbol, de estas encontramos 155 en camellones y avenidas, en las delegaciones Iztapalapa y Gustavo A. Madero, y 44 en parques, en Iztapalapa y Miguel Hidalgo. Estos daños principalmente son efectuados por el comercio informal, mantenimiento de cableado eléctrico, y otros que tengan ingerencia en los servicios públicos.

Se concluye que en numerosas colonias “populares” con reducida infraestructura urbana (pavimentación, servicios de limpieza, vigilancia, etc) no cuentan con suficientes espacios verdes de origen público y de jardines privados.

Pero si es notable la presencia de campos deportivos sin mantenimiento, y o pequeños parques con árboles y arbustos exóticos, plagados y sin un manejo aparente, tal es el caso de la delegación Iztapalapa (colonias Renovación y Ampliación Veracruzana).

Siendo menor este problema en parques que tienen algún tipo de manejo en las delegaciones Miguel Hidalgo (Bosques de Chapultepec) y Coyoacan (San Angel Cuicuilco, y San Angel).

Los camellones y avenidas el arbolado son más propensos a adquirir enfermedades y plagas, presentándose con más frecuencia en las delegaciones Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Azcapotzalco y Miguel Hidalgo.

Las inferencias sobre la edad de la población arbórea se presentan de la siguiente forma: en los parques y jardines se tiene un 55% de árboles adultos, 38% de árboles jóvenes y el 0.4% de decrepitos o viejos, habiendo consistencia de distribución espacial al presentarse las mayores frecuencias en las delegaciones Miguel Hidalgo, Tlalpan, Iztapalapa, Cuauhtemoc, Iztacalco, Álvaro Obregón y Coyoacan. Esto indica que la estructura de edades es bien diferenciada y distribuida de forma homogénea en el Distrito Federal.

No siendo así para los camellones y avenidas, donde tenemos un 66.5% de árboles adultos en las delegaciones Miguel Hidalgo, Cuauhtemoc, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Azcapotzalco y Álvaro Obregón. En lo que respecta a la distribución de árboles jóvenes se

tiene el 31% de estos distribuidos en las mismas delegaciones, así como para los décrepitos (3%). Lo anterior muestra que en camellones y avenidas de las zona centro-norte-oriental dominan los árboles adultos, y que a la vez hay representación de árboles viejos, lo que representa un buen indicador para establecer planes actividades de sustitución. Referente a esta actividad la inferencia del muestreo mostró que se requiere de carácter urgente sustituir 104 árboles en parques y jardines de las delegaciones Miguel Hidalgo, Tlalpan e Iztapalapa, y 183 en camellones y avenidas en Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco, respectivamente con especies adecuadas, así como de prácticas de manejo preventivas de carácter urgente (podas, aclareos, combate de plagas y enfermedades, etc).

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar o actualizar muestreos del arbolado en la zona poniente de la Ciudad de México, ya que esta zona difiere del resto de la ciudad, por mantener características más “naturales”, es decir la mancha urbana está creciendo dentro de áreas con vegetación natural.

Es recomendable que la actividad del muestreo continúe hasta lograr una cobertura adecuada de las áreas verdes, ya que de esta forma se podrá monitorear las condiciones deseadas por los técnicos responsables, y sus decisiones apoyen las acciones de fomento, conservación y diagnóstico a corto, mediano y largo plazo para recuperar, crear y mantener el funcionamiento de las áreas verdes urbanas.

Es importante referir que existe la tendencia de darles el mismo tratamiento a todos los árboles por igual, sin tener presente que aquellos que se encuentran en alineación de calles y avenidas poseen restricciones y condiciones muy diferentes a aquellos que se encuentran en plazas, parques y jardines.

## LITERATURA CONSULTADA

- Caballero Deloya, M. 1970. Breves conceptos sobre muestreo estadístico aplicado a inventarios forestales. México. 25p.
- Freese F. 1969. Muestreo forestal elemental. Servicio forestal. Departamento de agricultura de los EE.UU. Boletín Agricultura 232.
- López López, M.A.2005. Un procedimiento alternativo al tradicional para la medición de alturas con clinómetro. Madera y Bosques 11(2):69-77
- Martínez G. L. 2008. Árboles y áreas verdes urbanas de la Ciudad de México y su zona Metropolitana. Fundación Xochitla, A.C., México. 549p.
- Sharon J. Lilly. 1999. Manual de Arboricultura. ISA. UAM. México.

## PRESENTACIÓN INDICADORES

En muchas ciudades del mundo, el mantenimiento de los árboles urbanos es frecuentemente el producto de acciones aisladas, practicadas en desorden y que figuran en el presupuesto como un elemento menor o bien, esporádico. Las actividades de mantenimiento se practican sin planificación real y se realizan cuando los árboles se están muriendo, cuando están enfermos o bien cuando provocan inconvenientes a los ciudadanos, esta situación se presenta demasiado tarde para intervenir de manera eficaz.

La Ciudad de México representa un conjunto humano de enormes proporciones en el que se desarrollan diversas actividades que se reflejan en el crecimiento económico, industrial y demográfico, así como en la expansión del área urbana. Esto, aunado a la falta de mantenimiento y a prácticas realizadas sin criterios técnicos, ha traído como consecuencia el deterioro del arbolado urbano del Distrito Federal, en particular los arboles que se localizan en propiedad pública (Martínez 2008).

En la actualidad no existe una estadística general del estado de salud del arbolado de la Ciudad de México por lo que es importante tener claridad sobre ¿qué árboles hay?, ¿cuántos hay?, ¿dónde se ubican?, ¿cómo se encuentran en relación a su estado de salud? y con base en estos datos estar en condiciones para definir las estrategias de manejo adecuadas del arbolado.

Además, es importante que toda esta información generada pueda ser fácilmente consultada por quienes toman las decisiones de manejo, así como por los responsables de planificar para poder garantizar los recursos necesarios y suficientes que permitan tener áreas verdes en condiciones óptimas.

Por lo anterior es importante conocer los indicadores ambientales que nos permitan caracterizar la situación actual del arbolado en forma individual, por colonia y por delegación en el Distrito Federal, por lo que se abordan los siguientes objetivos.

## OBJETIVOS

### General

Contar con información de las áreas verdes urbanas del Distrito Federal, con el fin de instrumentar un monitoreo continuo de su evolución y asegurar su permanencia en la defensa de los derechos colectivos de los habitantes del Distrito Federal.

### Específico

- Realizar un muestreo áreas verdes urbanas del Distrito Federal para generar indicadores de tipo ambiental sobre las condiciones del arbolado, considerando un tamaño de muestra estadísticamente significativa.
- Realizar observaciones de campo que posibiliten que los indicadores empleados reflejen la realidad en el campo.



- Genera algunos estadísticos y estadísticas que posibiliten saber el grado de confiabilidad y nivel de error de las estimaciones proporcionadas por los indicadores.

## MARCO DE REFERENCIA

### Ciudad de México

La ciudad de México geográficamente está rodeada de montañas: al norte por la Sierra de Guadalupe, al oeste por las Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo, al sur por el Ajusco y al este por la Sierra Nevada. Esta situación favorece las condiciones propicias para la formación frecuente de inversiones térmicas, durante estas, principalmente en invierno, los contaminantes se acumulan en una capa de aire espeso que los vientos débiles tardan mucho tiempo en dispersar.

El clima de la ciudad es templado, moderadamente seco y sin invierno bien definido. La precipitación anual varía de 700 a 800 mm. y se presentan en promedio 80 días de lluvia que se distribuyen de mayo a octubre. En cuanto a la diversidad de especies vegetales Cayeros (1982), reporta que las principales especies que se encuentran son: *Fraxinus uhdei*, *Populus spp.*, *Liquidambar styraciflua*, *Ligustrum lucidum*, *Erythrina coralloides*, *Jacaranda mimosifolia*, *Platanus occidentalis*, *Alnus arguta*, *Taxodium mucronatum*, *Schinus molle*, varias especies de *Cupressus*, *Eucalyptus* y *Pinus*, *Salix bonplandiana*, *S. nigra*, *Ficus elastica*, *F. retusa* y varios árboles frutales como *Cytrus*, *Pyrus communis* y *Prunus capulli*.

### Las aéreas verdes

El principio de las áreas verdes urbanas se basa en el reconocimiento colectivo, de que éstas generan una serie de beneficios sociales y ambientales que van más allá del uso recreativo o estético. Entre estos beneficios se encuentran mejoras en la sanidad básica, reducción de la contaminación del aire y enriquecimiento de la biodiversidad entre otros (Sorensen *et al.*, 1998).

La enorme problemática ambiental que padecen la Ciudad de México hace necesario contar con un programa de manejo adecuado de las áreas verdes urbanas. Estos esfuerzos de ninguna manera representan la solución a los complejos problemas ciudadanos, pero podrían ayudar sustancialmente a reducir los efectos nocivos del deterioro ambiental urbano y a hacer más llevadera la vida del habitante de esta gran ciudad.

## METODOLOGÍA

La apariencia externa de un árbol es el reflejo de diferentes factores que se encuentran interactuando, ya sean factores genéticos y/o externos, por tal razón esta manifestación externa de los arboles es un buen indicador para evaluar la calidad de atención que están recibiendo por parte de los responsables delegacionales de manejo de áreas verdes en la

Ciudad de México. También es una respuesta de la conjugación de las diferentes variables participantes durante todo su ciclo de vida.

Las variables o indicadores que se evaluaron durante el levantamiento de información de este trabajo están referidos a nivel de árbol individual, de Colonia y de Delegación por lo que se obtienen indicadores para estos tres niveles. Se dividieron en dos grupos: los relacionados con su localización del árbol y la evaluación de su estado de salud.

#### 1.- Características generales:

- a) Identificación de la especie (Nombre Científico (NC)).
- b) Para describir las dimensiones del individuo se tomaron la altura total (Alt) y diámetro normal (Diam).

#### 2.- La condición del arbolado se evaluó mediante las siguientes variables:

Las condiciones del sitio en particular donde se están desarrollando;

La distribución espacial si es equidistante, en grupos o al azar;

Origen del árbol si es exótico o nativo;

Condición, si está vivo o muerto;

Sanidad, si está sano o con algún agente que lo afecte;

Lesiones mecánicas, de muy diversos tipos;

Sustitución, se refiere a la necesidad de su remoción por alguna causa;

Desarrollo, se refiere a su estado de desarrollo actual, joven, maduro o decrepito

Sistema radical, si es profundo o superficial

Tolerancia a suelo compacto

Tolerancia a sequias

Quebradizas, se refiere a que algunas especies muestran alto riesgo a romperse

Tolerancia a la contaminación ambiental

Después de revisar los indicadores, de consulta bibliográfica y de la experiencia propia se propuso la siguiente escala de valores según la importancia de su participación (Tabla VII), esta clasificación se aplicó a cada árbol individual. En el cuadro se incluyen cada una de las variables consideradas, así como las condiciones probables, el significado y la escala de valores que se les asignó, como puede observarse cada una tiene diferente ponderación.



Tabla VII. Escala de calificación de los diferentes indicadores utilizados

Variable	Descripción	Significado	Calificación
Sitio (S)	Áreas verdes	Áreas bien definidas como parques y jardines, lugares donde el arbolado recibe una regular a buena atención sobre todo hay suficiente disponibilidad de agua.	5
	En calles	Que puede ser en la acera o en camellones, lugares donde hay una continua exposición directa de los contaminantes de los automóviles, además del vandalismo.	1
Distribución (D)	Equidistante	Esta distribución puede ser el resultado de la distribución en camellones y aceras de calles. Es indicador de mala calidad	2
	En grupos	Puede indicar una alta densidad de una sola especie y tener mayor riesgo de contaminarse por una plaga o enfermedad.	3
	Al azar	Esta distribución puede sugerir una mayor posibilidad de encontrarse mezclada con otras especies y menor posibilidad de contagio de enfermedad o plaga.	6
Origen (O)	Nativa	Presenta una buena adaptación	5
	Exótica	No presenta adecuada adaptación	1
Condición (Cd)	Vivo	El árbol se encontró vivo	10
	Muerto	El árbol se encontró muerto en una alta proporción	1
Sanidad (Sn)	Sano	Árbol vigoroso sin evidencias de daños	10
	Plagado	Árbol con evidencias claras de daños por insectos defoliadores, descortezadores o barrenadores o ácaros.	5
	Enfermo	Árbol con evidencias claras de daños por hongos, muérdagos o agente no evidente	5
	Plagado y enfermo	Árbol con evidencias claras de daños por insectos, ácaros y otros agentes causantes de enfermedades	1
Lesiones mecánicas (Le)	Sin lesiones	Árbol sin evidencias de lesiones mecánicas	10
	Cinchado	Árbol con evidencias claras de este tipo de daño	5
	Desgajamiento	Árbol con ramas con este tipo de daño	5
	Desmoche	Árbol con evidencias claras de este daño	5
	Desrame	Árbol con este tipo de daño	4
	Una combinación de dos de ellas	Cualquiera de dos combinaciones	2
	Una combinación de los tres tipos de lesiones	Cuando se combinan los tres tipos de lesiones en el mismo árbol	1
Sustitución (Su)	No sustituir	Árbol que no requiere ser quitado de su lugar por causas perjudiciales	10
	Dentro de seis	Hay algún riesgo de causar daño si no se	5

	o más años	elimina	
	Dentro de los próximos tres años	Hay mucho riesgo de caer en los próximos tres años	4
	Urgente	Hay alto riesgo de que se caiga y cause daños a terceros	1
Desarrollo (Des)	Joven	Está en proceso de establecerse	5
	Adulto	Ha mostrado una buena adaptación	10
	Decrepito	Ha mostrado una mala adaptación	1
Sistema radical (SR)	Profundo	Presenta raíces pivotantes	5
	Superficial	Presenta raíces superficiales	1
Suelos	Tolerantes	Aquellos que desarrollan bien en suelos compactos	10
	No tolerantes	Aquellas especies que no desarrollan en suelos compactos	1
Sequia (Ts)	Tolerantes	Aquellos que resisten periodos prolongados de falta de agua	10
	No tolerantes	Aquellos que resisten la falta de agua	1
Ramas (R)	Quebradizas	Se refiere a especies con ramas que se desgajan y que pueden causar daños a terceros	1
	No quebradizas	Especies con ramas flexibles, con menor riesgo de desgajamiento	5
Contaminación ambiental (CA)	Tolerante	Especies tolerantes a los contaminantes	10
	Sensible	Especies sensibles	1

Como se observa en la tabla anterior, para cada variable un valor alto implica una buena condición del árbol y una baja calificación representa una mala condición del árbol evaluado para esa variable.

Con estas variables se propone un **modelo aditivo** que denominaremos INDICE METROPOLITANO DE CALIDAD DE ARBOLADO URBANO (IMECAU), así:

$$\text{IMECAU} = f (\text{Sitio} + \text{Distribución} + \dots + \text{Tolerancia a Contaminación ambiental})$$

## RESULTADOS

### Escala de calificación de la condición

La escala de valoración de los arboles aquí propuesta consideró una buena parte de la información recabada en el inventario y otra consultada en la literatura especializada como ya se indicó en la metodología, esta escala es perfectible pero pretende sentar la base de criterios de homogenización de futuras evaluaciones. Todo ello con la finalidad de dar respuesta a preguntas tales como:

¿La selección de las especies utilizadas han sido las adecuadas en los diferentes escenarios? ¿Se han seguido las normas técnicas para la ubicación de la vegetación urbana? ¿Se han seguido los criterios básicos para el manejo de la vegetación?

Así, para tener una idea más uniforme de la condición del arbolado en la ciudad de México, se plantea el Índice Metropolitano de la Calidad del Arbolado Urbano (IMECAU) considerando las diferentes variables que se expone en el (Tabla VIII). La calificación IMECAU permite agrupar a los árboles en cuatro diferentes categorías que son: Excelente de 80 a 100 puntos; Bueno de 50 a 79 puntos; Regular de 25 a 49 puntos; y Malo menor a 25 puntos. Esta puntuación corresponde a la que se obtiene aplicando los indicadores que se señalan en el (Tabla VII). Un árbol con 100 puntos significaría que se encuentra en las mejores condiciones de desarrollo, con buena atención y bien ubicado, mientras que en el otro extremo, árboles en las peores condiciones con evaluaciones menor de 25 puntos, se propone entonces calificar a los arboles con esta escala y ubicarlos en alguna de las siguientes categorías según el puntaje obtenido (Tabla VIII).

Tabla VIII. Condición del arbolado

Categorías			
<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
80-100	50-79	25-49	<25

Un ejemplo es el siguiente, tenemos dos árboles con las siguientes características: El árbol 1, se ubica en las mejores condiciones de desarrollo y si se suman las calificaciones tenemos un puntaje de 100, EXCELENTE, el árbol 2, se encuentra en las peores condiciones para su desarrollo con los criterios aquí planteados, tiene un puntaje IMECAU de 14, que significa un árbol de MALA calidad.

Variable	Descripción	Calificación	Árbol 1	Árbol 2
Sitio (S)	Áreas verdes	5	X	
	En calles	1		X
Distribución (D)	Equidistante	2		X
	En grupos	3		
	Al azar	6	X	
Origen (O)	Nativa	3	X	
	Exótica	1		X
Condición (Cd)	Vivo	10	X	
	Muerto	1		X
Sanidad (Sn)	Sano	10	X	
	Plagado	5		
	Enfermo	5		
	Plagado y enfermo	1		X
Lesiones mecánicas (Le)	Sin lesiones	8	X	
	Cinchado	5		
	Desgajamiento	5		
	Desmoche	5		
	Desrame	4		
	Una combinación de dos de ellas	2		
	Una combinación de los tres tipos de lesiones	1		X
Sustitución (Su)	No sustituir	8	X	
	Dentro de seis o más años	5		
	Dentro de los próximos tres años	4		
	Urgente	1		X
Desarrollo (Des)	Joven	5		
	Adulto	10	X	
	Decrepito	1		X
Sistema radical (SR)	Profundo	5	X	
	Superficial	1		X
Suelos	Tolerantes	10	X	
	No tolerantes	1		X
Sequia (Ts)	Tolerantes	10	X	
	No tolerantes	1		X
Ramas ( R )	Quebradizas	1		X
	No quebradizas	5	X	
Contaminación ambiental (CA)	Tolerante	10	X	
	Sensible	1		X
<b>CALIFICACIÓN TOTAL (PUNTOS IMECAU)</b>			<b>100</b>	<b>14</b>
<b>CONDICION DEL ARBOL (IMECAU)</b>			<b>EXCELENTE</b>	<b>MALA</b>

### Condición del arbolado muestreado en el Distrito Federal

Conjuntando la información de especies arbóreas por calles y las diferentes áreas verdes del Distrito Federal se encontraron 42 especies en total. El arbolado de dichas áreas, se encuentra en su mayoría en condición buena. Las especies *Acacia retinoides*, *Alnus acuminata*, *Araucaria heterophylla*, *Casuarina cunninghamiana*, *Cupressus lusitanica*, *Eriobotrya japonica*, *Erythrina americana*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. globulus*, *Ficus benjamina*, *Fraxinus uhdei*, *Grevillea robusta*, *Jacaranda mimosifolia*, *Juniperus sp.*, *Liquidambar styraciflua*, *Persea americana*, *Phoenix canariensis*, *Pinus ayacahuite*, *P. greggii*, *Platanus mexicana*, *Populus alba*, *P. deltoides*, *Prunus persica*, *Salix babilonica*, *Ulmus parvifolia* y *Yucca guatemalensis* tienen más del 70% del arbolado en condición buena, *Carya illinoensis* se encuentra en condición regular, que es la categoría más baja que se encontró para la condición del arbolado.

Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron *Fraxinus uhdei* con 22.47% y *Casuarina cunninghamiana* con 12.73% del arbolado, mientras que *Prunus pérsica* y *Magnolia grandiflora* fueron las menos registradas con 0.04% cada una (Figura 51).

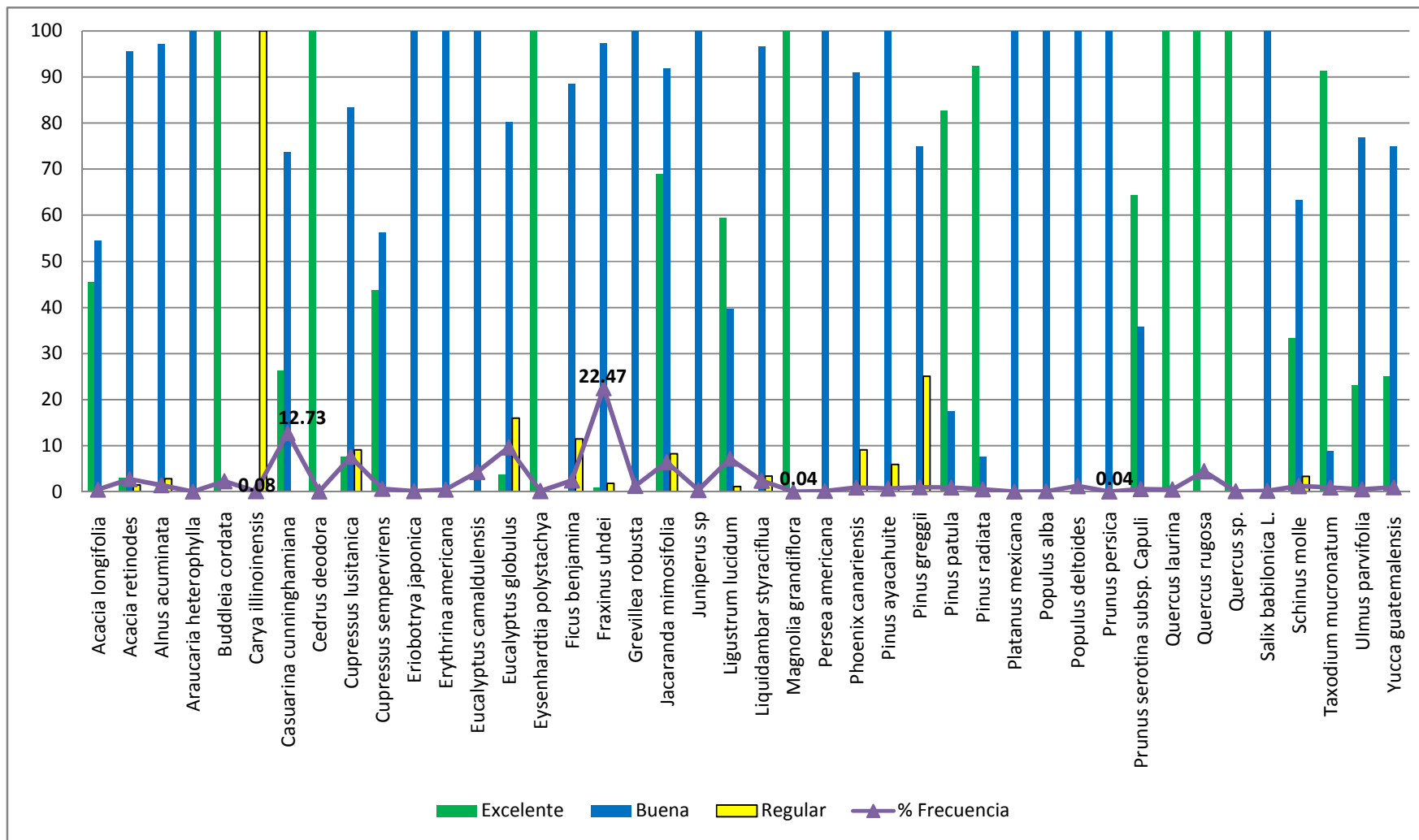


Figura 51. Condición del arbolado muestreado en el Distrito Federal 2009



### Condición del arbolado por colonia

A nivel de colonia, los resultados de la condición del arbolado muestreado nos indica que el 63.6% presenta un buen estado para las colonias Ampliación Veracruzana, Bosques de Chapultepec, Centro Urbano Benito Juárez, Fuentes Brotantes, Renovación, Roma Norte y San Ángel, mientras que con un 18.2% el arbolado presenta la condición de buena a excelente para las colonias Chimalistac y Agrícola Oriental. De igual forma en Bosques de Tlalpan y San Ángel Cuicuilco, predomina la condición excelente con 18.2%. Sólo en tres delegaciones menos del 5% del arbolado se encuentra en condición regular. No se encontró arbolado en condición mala.

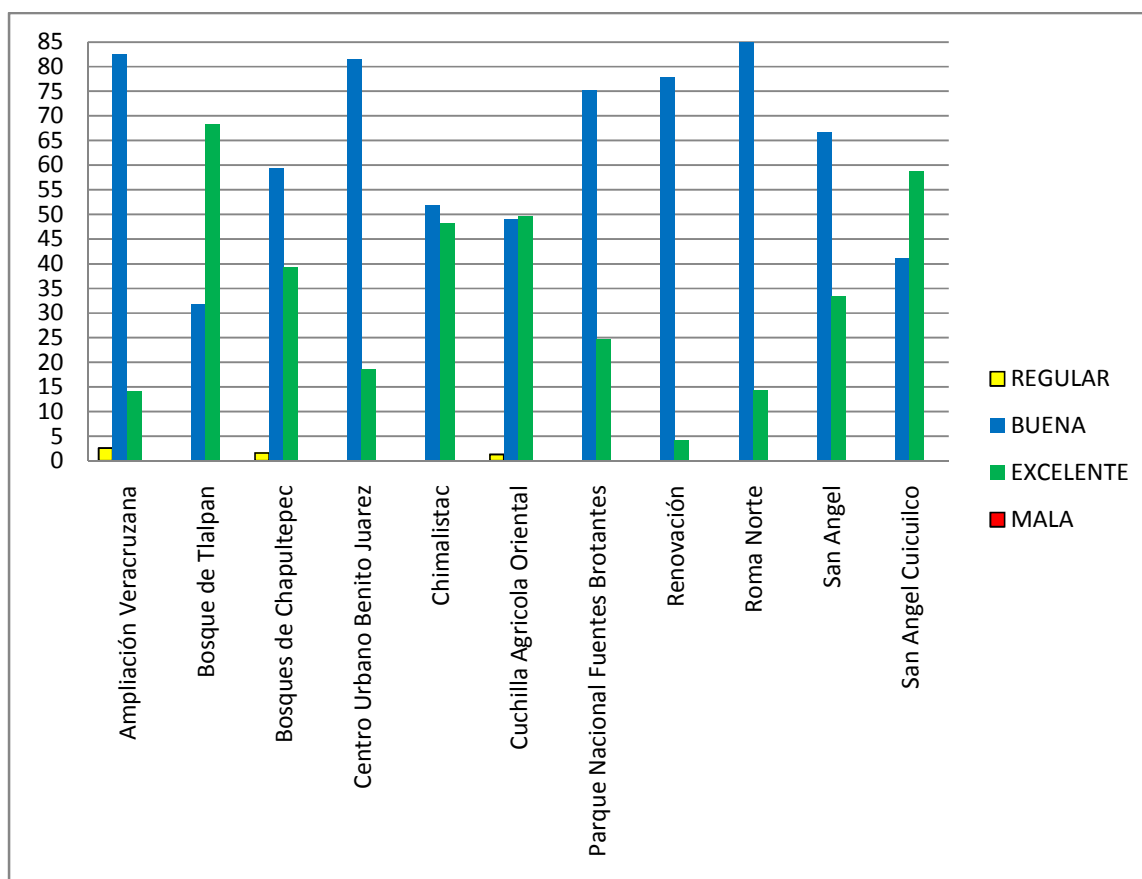


Figura 52. Condición del arbolado por colonia según la escala del IMECAU

### Condición del arbolado por Delegación

A nivel de Delegación, siete de ellas están presentes en la muestra. **La condición del arbolado es predominantemente buena para las delegaciones muestreadas** y más del 40% del arbolado de cada una se encuentra en esta condición, de las categorías propuestas para agrupar al arbolado en diferentes condiciones. En cuatro delegaciones la condición es de buena a excelente (Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuauhtémoc y Tlalpan) y tres delegaciones muestreadas (Iztacalco, Iztapalapa y Miguel Hidalgo) se observaron las

tres categorías: excelente, buena y regular aunque la condición regular, no excede del 10% del arbolado (Figura 53).

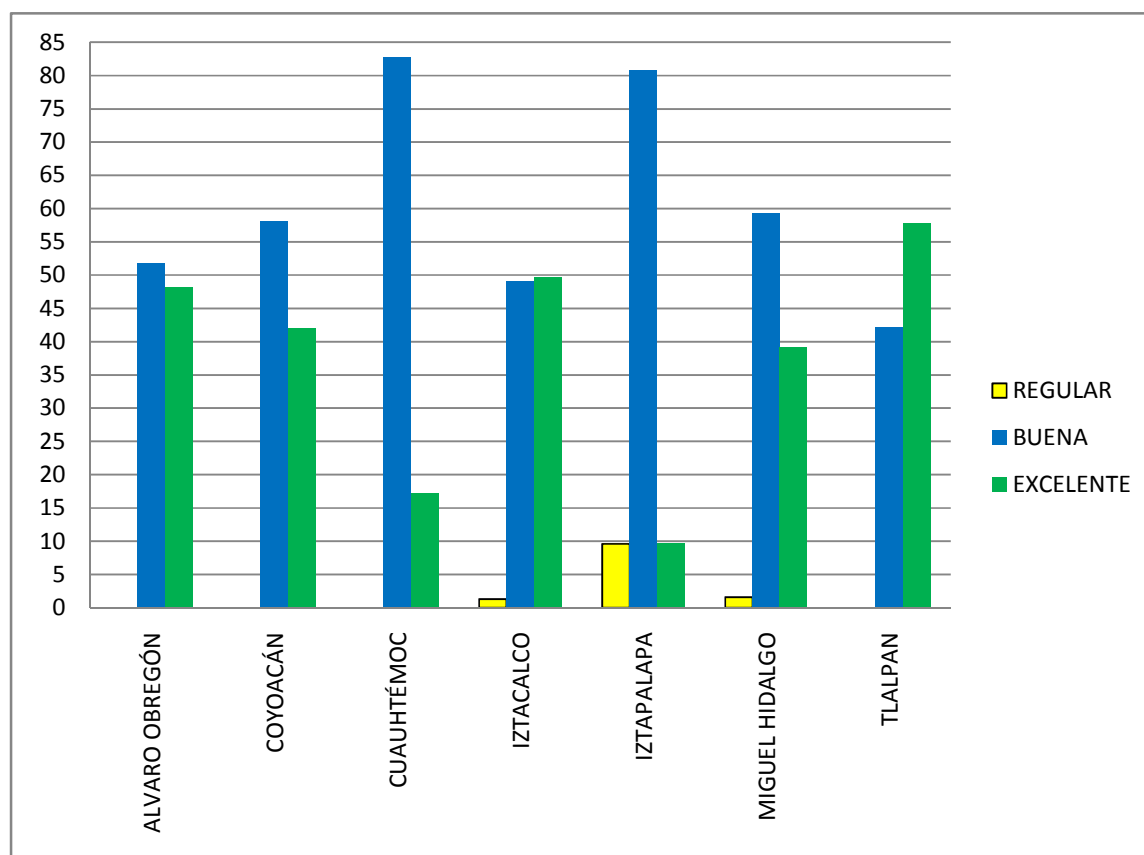


Figura 53. Condición del arbolado por delegación por la escala del IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Álvaro Obregón

Para ésta delegación, el 100% del arbolado de las especies *Casuarina cunninghamiana*, *Ligustrum lucidum*, *Magnolia grandiflora*, *Pinus patula*, *Pinus radiata*, *Quercus laurina*, y *Yucca guatemalensis* presenta condición excelente, mientras que *Cupressus lusitanica*, *Eucalyptus globulus*, *Fraxinus uhdei*, *Persea americana*, *Phoenix canariensis* y *Prunus persica*, se encuentran en condición buena (Figura 54).

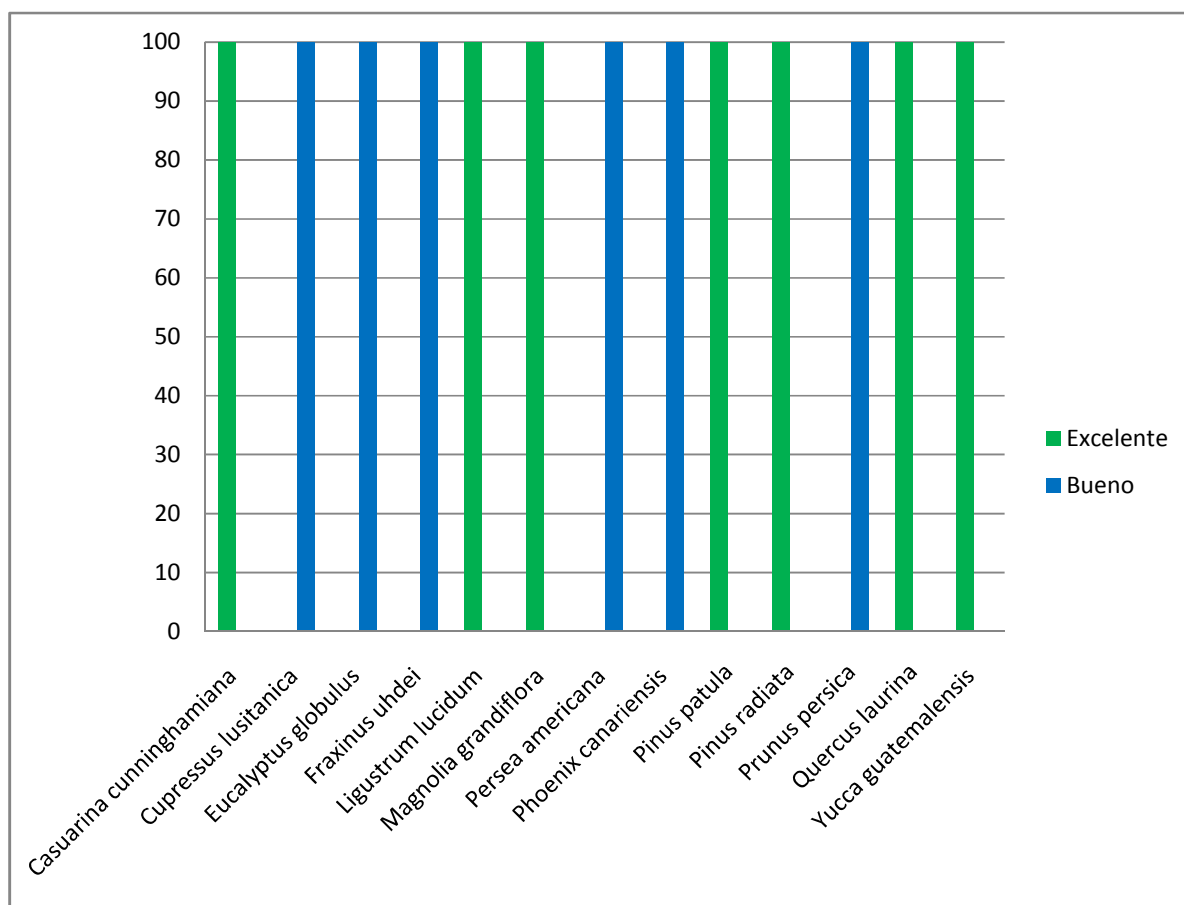


Figura 54. Condición del arbolado por especie en la delegación Álvaro Obregón por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Coyoacán

En esta delegación, las especies: *Buddleia cordata*, *Ligustrum lucidum*, *Prunus serotina* subsp. *capuli*, *Quercus laurina* y *Schinus molle* tienen condición excelente, mientras que *Cupressus lusitanica*, *Eucalyptus globulus*, *Fraxinus uhdei* y *Pinus greggi* presentan condición buena (Figura 55).

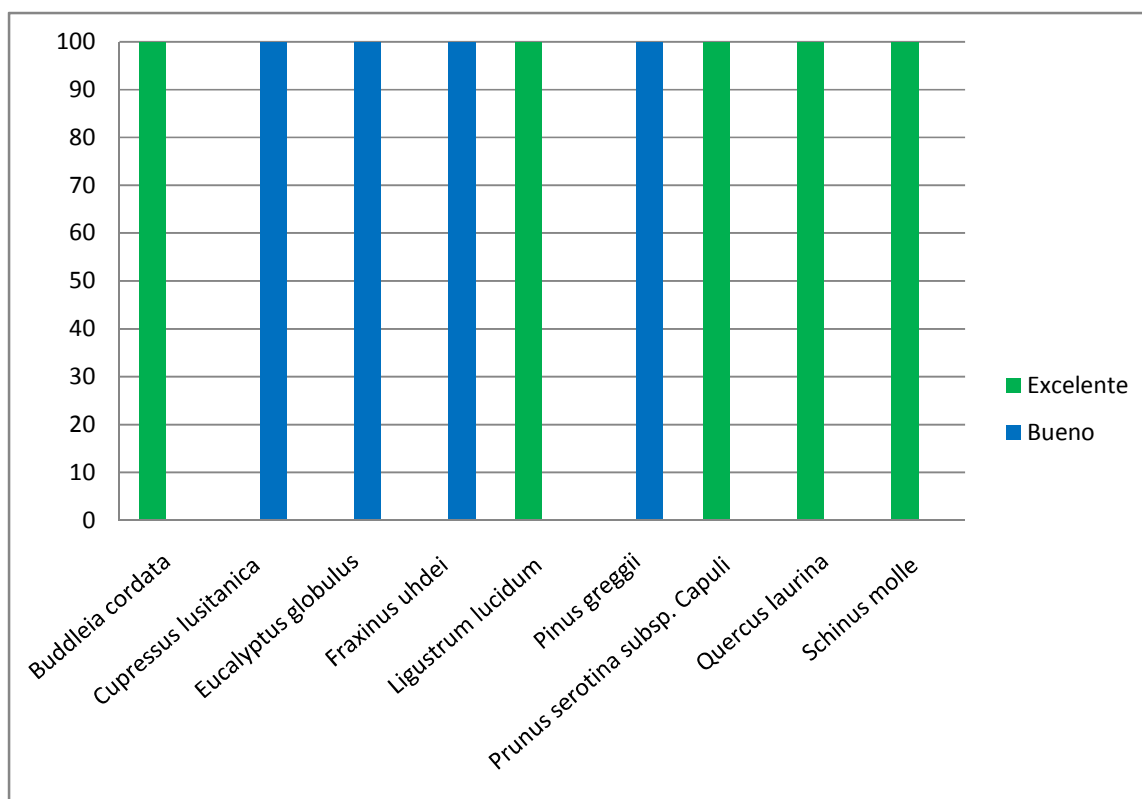


Figura 55. Condición del arbolado por especie en la delegación Coyoacán por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Cuauhtémoc

En nueve de las 15 especies que se muestrearon en esta delegación se encuentran dentro de la condición **buena**. En cinco especies *Acacia longifolia*, *Ligustrum lucidum*, *Schinus molle*, *Taxodium mucronatum* y *Yucca guatemalensis* presentan condición excelente. Para *Casuarina cunninghamiana* menos del 20% del arbolado se encuentra en condición excelente, dominando la condición buena (Figura 56).

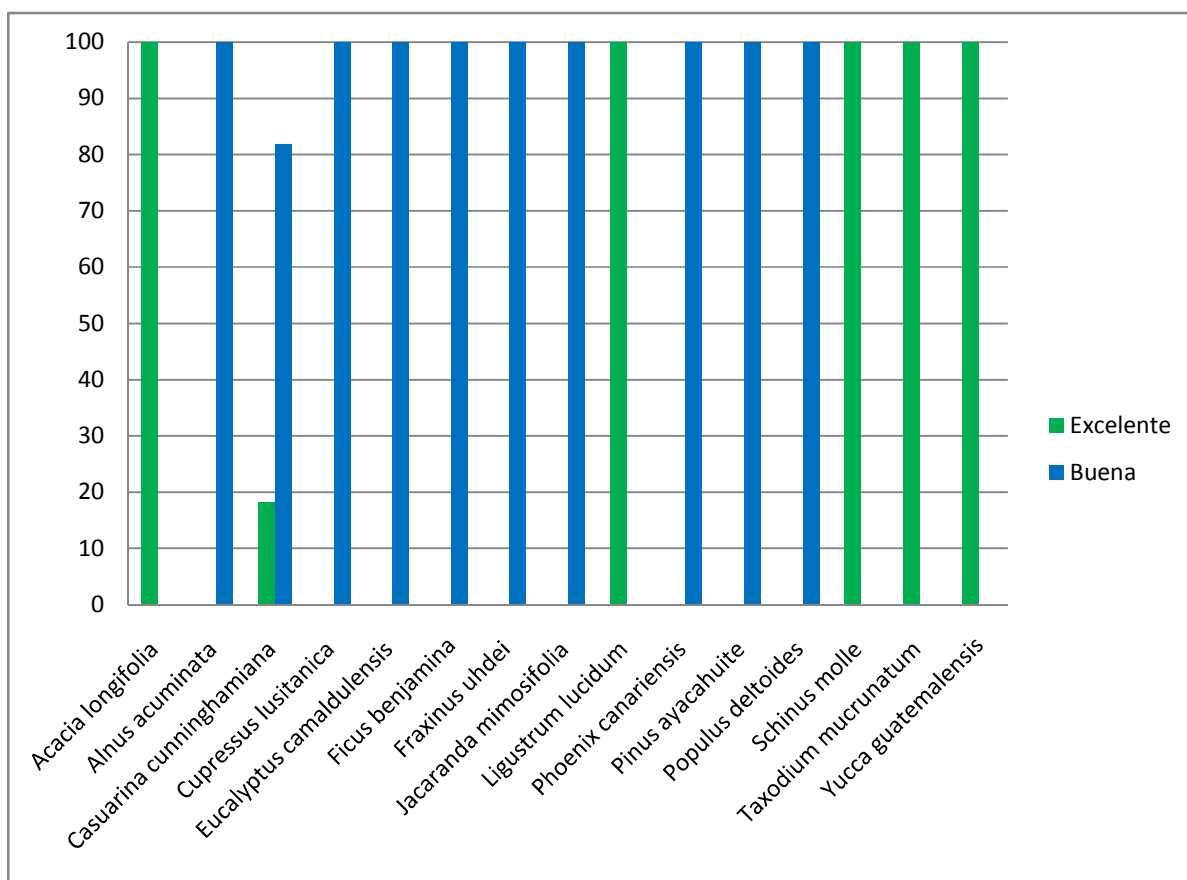


Figura 56. Condición del arbolado por especie en la delegación Cuauhtémoc por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Iztacalco

Las especies encontradas en esta delegación presentan en su mayoría condición buena (Figura 57). El 100% del arbolado de *Buddleia cordata* y *Ligustrum lucidum* tienen una condición excelente y *Casuarina cunninghamiana* casi el 80% se encuentra en condición excelente. *Fraxinus uhdei* y *Pinus ayacahuite* en menos del 20% del arbolado muestran condición regular y más del 80 % condición buena.

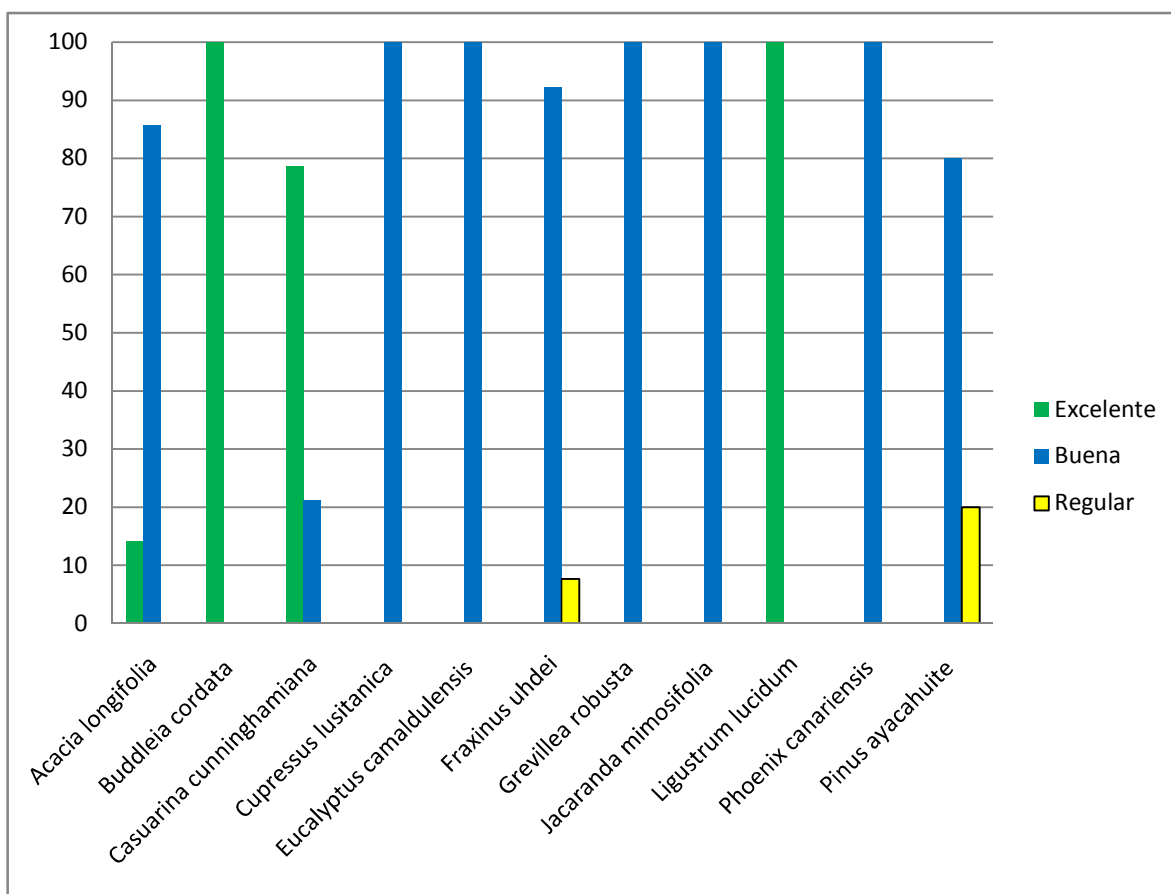


Figura 57. Condición del arbolado por especie en la delegación Iztacalco por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Iztapalapa

En esta delegación, el 100% del arbolado de *Buddleia cordata*, *Eysenhardtia polystachya*, *Schinus molle*, *Ulmus parvifolia* y *Yucca guatemalensis* se encuentra en condición excelente. *Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus* presentan con menos de 30% arbolado con condición regular (Figura 58).

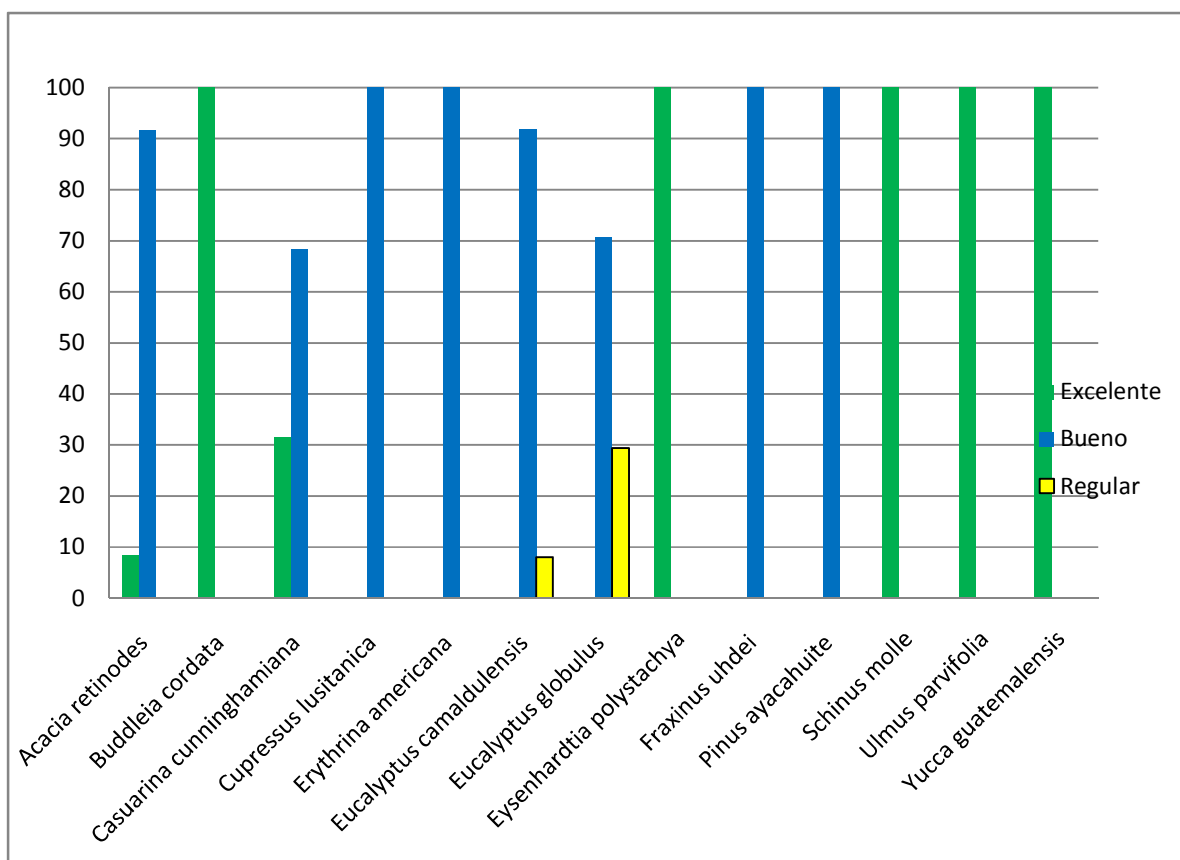


Figura 58. Condición del arbolado por especie en la delegación Iztapalapa por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Miguel Hidalgo

En la delegación Miguel Hidalgo, la condición del arbolado en su mayoría es buena. *Acacia longifolia* y *Yucca guatemalensis* se encuentra en condición excelente en 100% del arbolado. *Ligustrum lucidum*, *Pinus radiata* y *Taxodium mucronatum*, en más del 80% tienen la misma condición. En *Cupressus lusitánica*, *Jacaranda mimosifolia* y *Fraxinus uhdei* menos del 20% presentan condición regular el resto es condición buena (Figura 59).



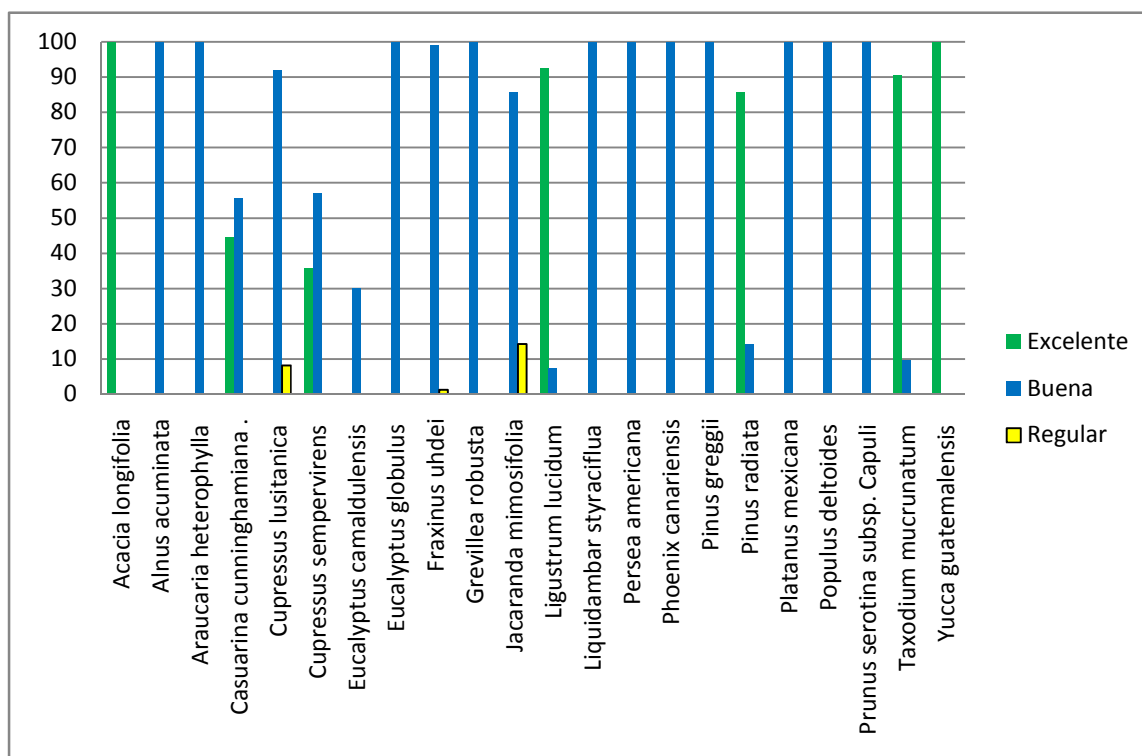


Figura 59. Condición del arbolado por especie en la delegación Miguel Hidalgo por IMECAU

### Condición del arbolado en la Delegación Tlalpan

Las especies de esta delegación presentan condición del arbolado excelente y buena, dominando la condición excelente. *Buddleia cordata*, *Cedrus deodora*, *Cupressus sempervirens*, *Ligustrum lucidum*, *Pinus radiata*, *Prunus serotina subsp. Capuli*, *Quercus rugosa*, *Quercus sp.*, *Schinus molle* y *Ulmus parvifolia* tienen el 100% de su arbolado en condición excelente. *Alnus acuminata*, *Cupressus lusitánica*, *Eryobotrya japonica*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Fraxinus uhdei*, *Persea americana*, *Pinus ayacahuite* y *Pinus greggii* presentan en 100% de su arbolado condición buena. Para *Pinus patula* más del 80% presenta condición excelente del arbolado y el resto buena (Figura 60).

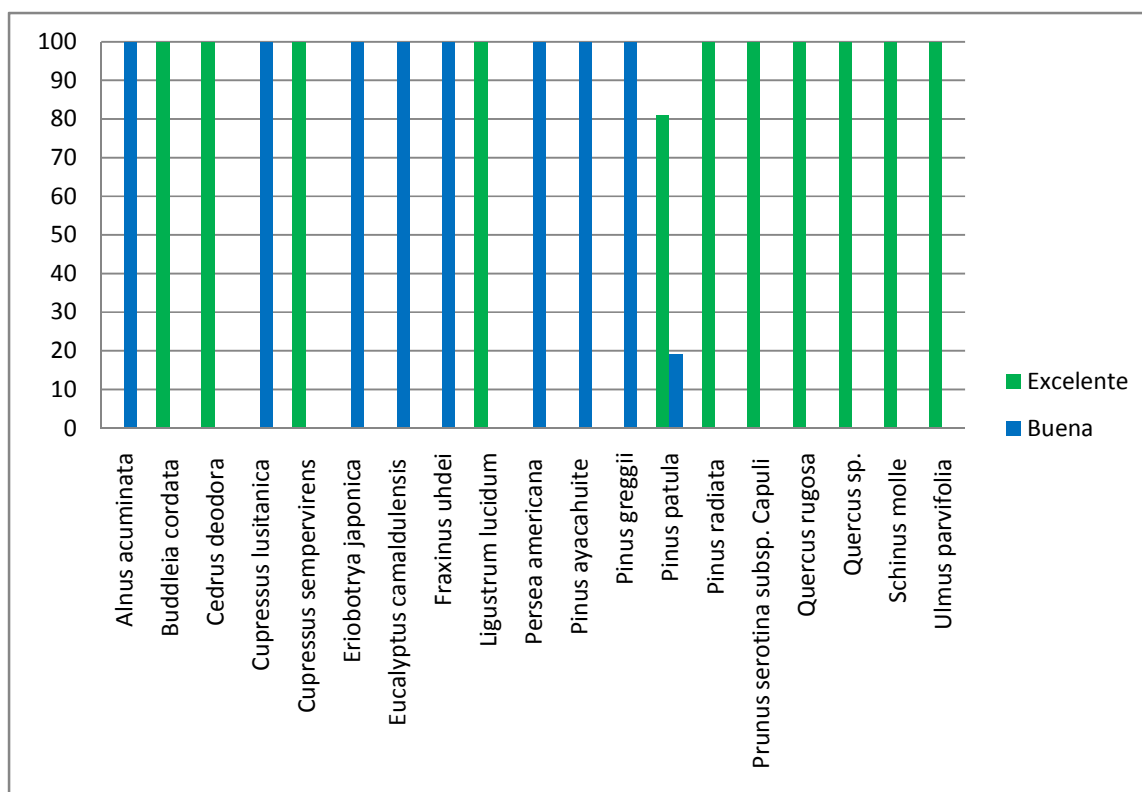


Figura 60. Condición del arbolado por especie en la delegación Tlalpan por IMECAU

### Proporción de riqueza de especies por Delegación

En el muestreo realizado en calles y áreas verdes del Distrito Federal se encontraron 42 especies arbóreas. Si las 42 especies estuvieran en una Delegación estamos considerando que hay una riqueza de especies de 1.0, en el otro extremo, si en una delegación no hay una sola especie tendríamos que la riqueza de especies es de 0.0, así que, aquí proponemos el **Índice de Riqueza de Especies Arbóreas Urbanas (IREAU)**. (NOTA: No se utilizó el índice de Shannon Wiener o también conocido como Índice de diversidad de Shannon el cual es utilizado para el cálculo de la biodiversidad, proporcionando la información de abundancia y riqueza de especies. Porque considera que todas las especies están representadas en la muestra, lo cual, con la información del muestreo no es posible porque sólo se consideraron algunos lugares de ciertas delegaciones del D.F. Por otro lado, para el cálculo de éste Índice se necesita la información de Valor de Importancia, el cual puede ser evaluado desde diferentes puntos de vista como la biomasa, la transferencia de energía, la abundancia relativa, etc.).

Al aplicarlo a las Delegaciones muestreadas, tenemos que la delegación Miguel Hidalgo presenta mayor riqueza de especies arbóreas (0.52), mientras que la de menor riqueza es Coyoacán con 0.21. Álvaro Obregón, Cuauhtémoc, Iztacalco e Iztapalapa tienen riqueza por debajo del 0.4. Tlalpan tiene 0.45 de IREAU, (Figura 61).

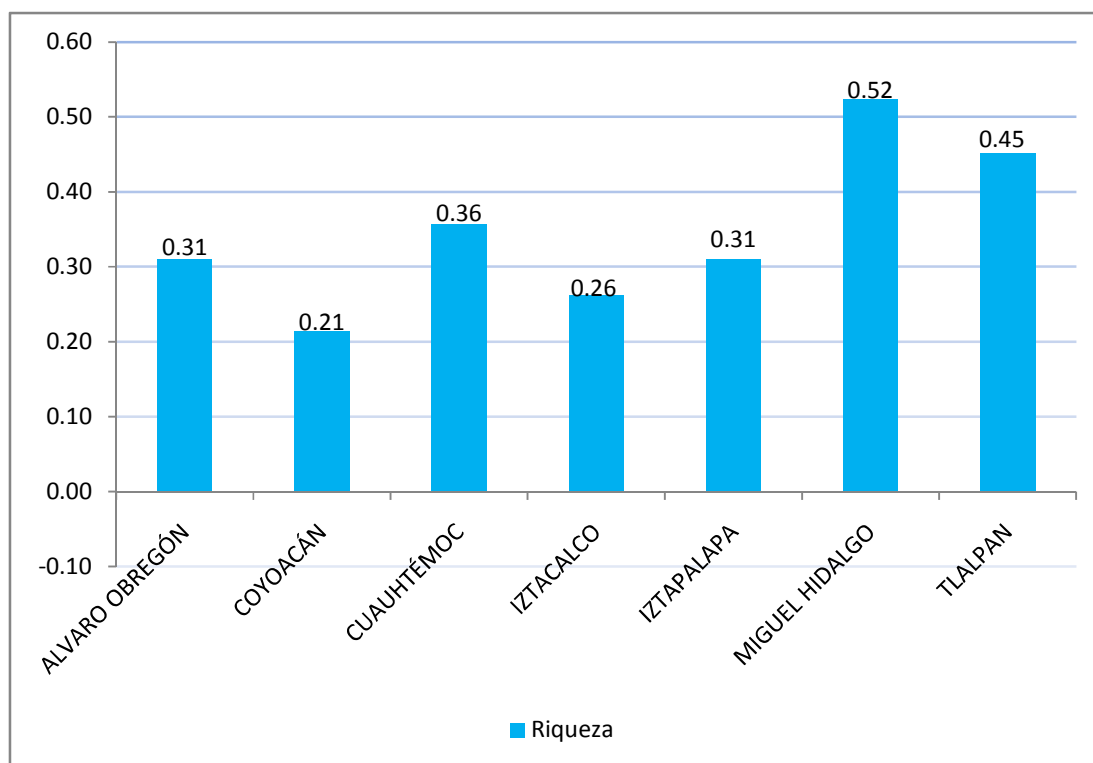


Figura 61. Índices de riqueza de especies arbóreas urbanas (IREAU) por delegación

### Índice de riqueza de especies por Colonia

De acuerdo con las 42 especies encontradas en el muestreo, la Colonia que presenta mayor proporción de especies es Bosques de Chapultepec con 0.52, mientras que Renovación y San Ángel Cuicuilco son las colonias que menos riqueza presentan con 0.17 y 0.14 respectivamente. San Ángel, Ampliación Veracruzana, Roma norte, Agrícola Oriental, Fuente Brotantes, Bosque de Tlalpan, Centro Urbano Benito Juárez y Chimalistac tienen entre 0.21 y 0.31 de proporción de riqueza de especies (Figura 62).

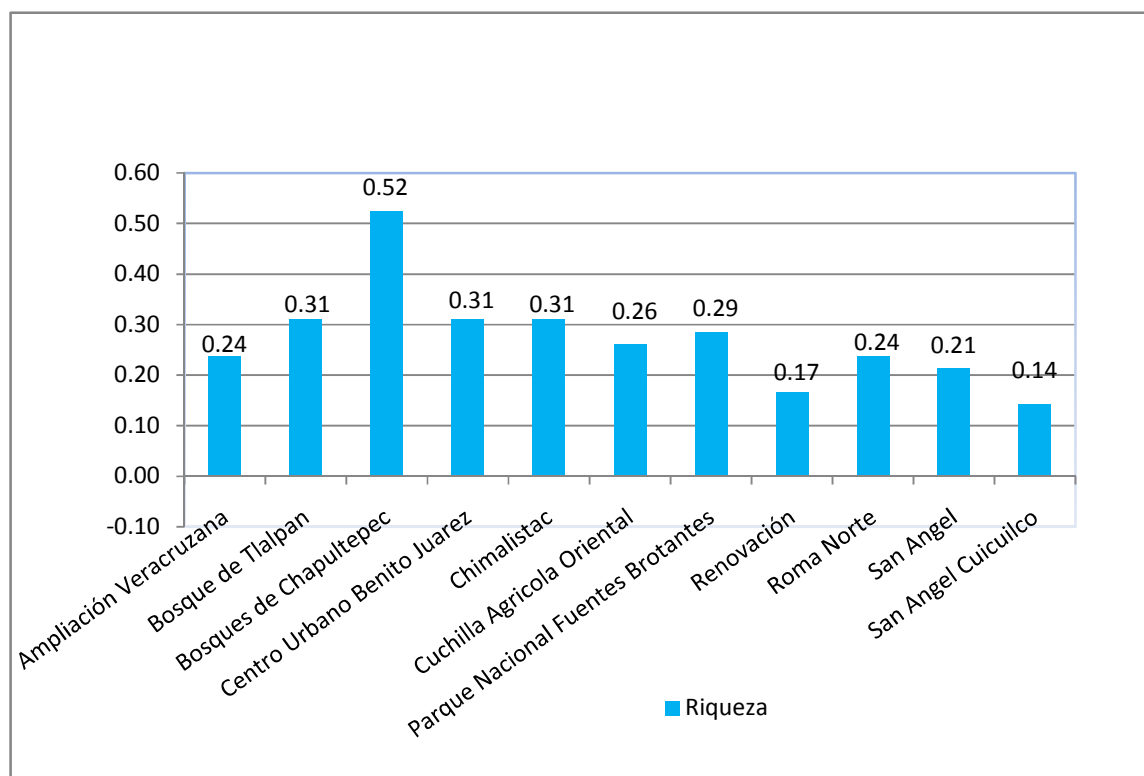


Figura 62. Índices de riqueza de especies arbóreas urbanas (IREAU) por colonia

### Condición del arbolado por calle

De acuerdo con el muestreo realizado en el arbolado de 19 calles de la Ciudad de México, y con las calificaciones asignadas a cada árbol según la **escala del IMECAU** aquí propuesta, se generó la gráfica que se presenta en la figura 63, en la cual se aprecia que la tendencia de la condición del arbolado para las calles muestreadas es buena, obteniéndose más del 80% del arbolado con dicha condición.

Hay un grupo de calles (5/19) donde **todo el arbolado muestreado** la condición es **buena** (Aquiles Serdán, Félix Cuevas, Eje 6 Sur, Metrobús Potrero y Zaragoza).

Otro grupo de calles (9/19), donde menos del 20% de su arbolado se encuentra en condición regular y el resto es buena (calles Eduardo Molina, Insurgentes Sur, Jalisco, Río Guadalupe, W. Massieu, Legaria, San Simón, Metro Potrero, Oriente, Anillo Periférico y Salónica y Camarones).

La condición excelente se encuentra en una proporción muy baja, entre 1.98% y 15.29% del arbolado en 7 de 19 calles muestreadas.

En ninguna de estas calles de la muestra se encontró al arbolado en condición mala.

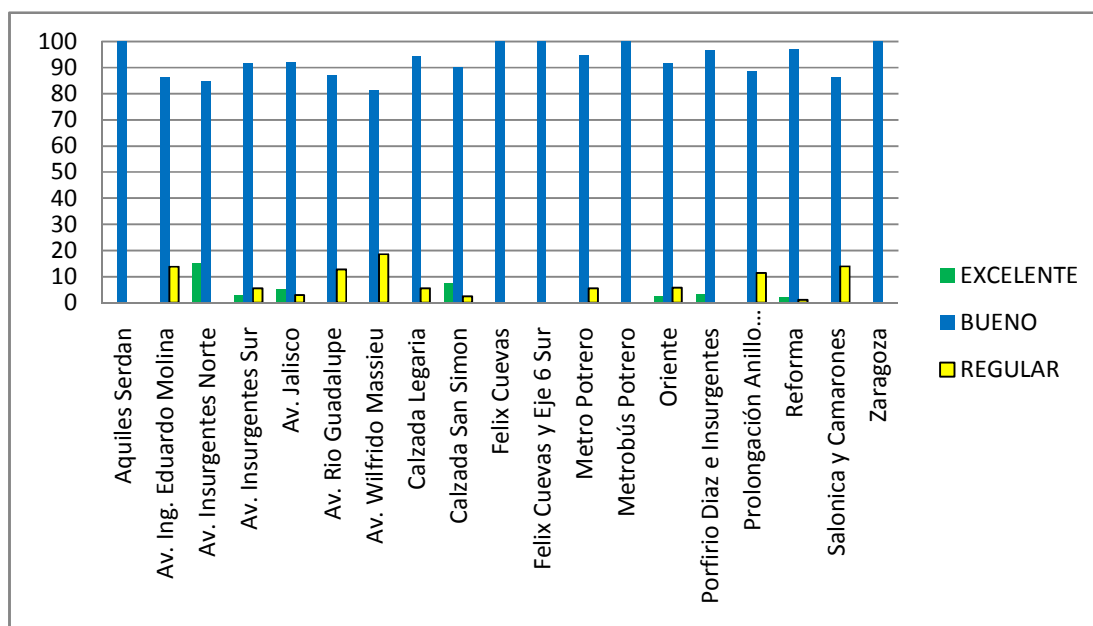


Figura 63. Clasificación de la condición del arbolado por calles según la escala IMECAU

### Índice de riqueza de especies por Calle (IREAU)

Durante el muestreo realizado a nivel de calle se encontraron un total de 42 especies, por lo que a nivel de calle, el IREAU se presenta en la figura 64. La calle con una mayor proporción de especies es la Calzada San Simón con 0.33, seguida de las calles Oriente, Anillo Periférico y Reforma con 0.31, cada una. Mientras que las calles con menor proporción de riqueza de especies son Félix Cuevas y Zaragoza con 0.02.

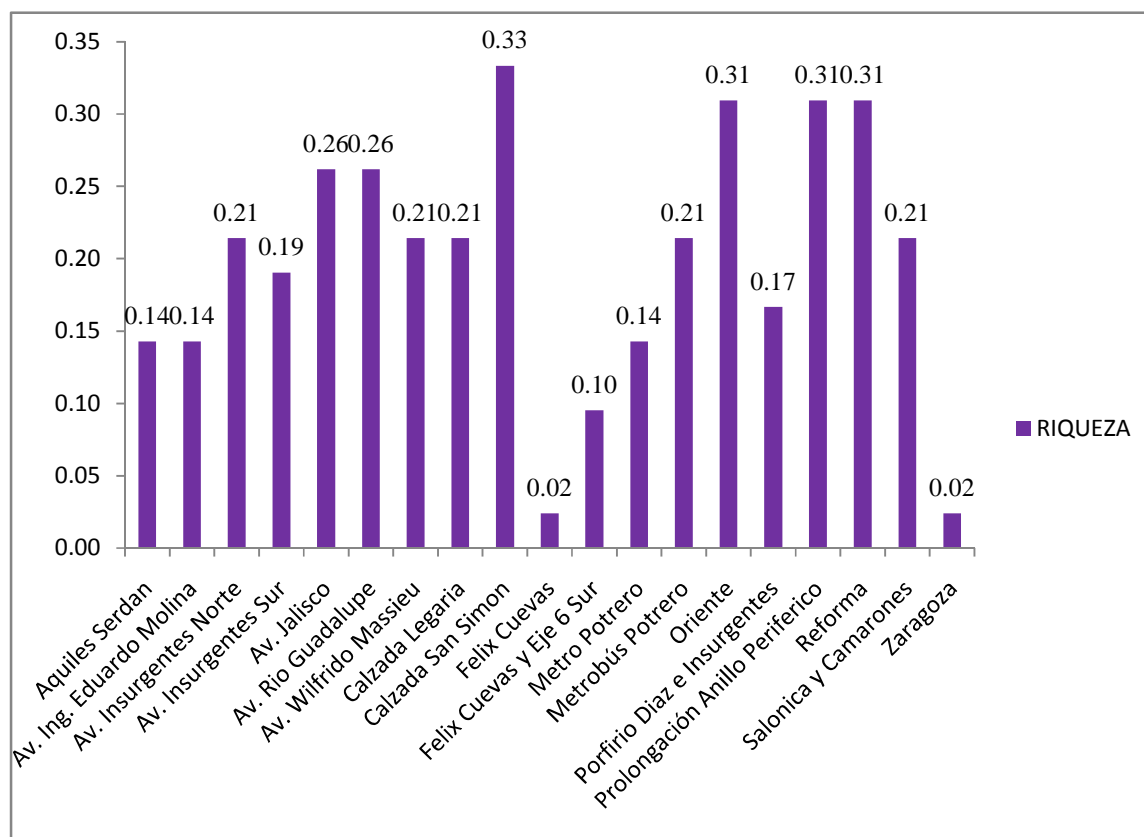


Figura 64. Índice de riqueza de especies (IREAU) por calle

Ahora, si agrupamos el índice de riqueza de especies en tres categorías: BUENO, MEDIO y BAJO, esto con la intención de ver que calles pueden incrementar su diversidad en caso de que se considere deseable, no siempre puede ser así. De esta forma tendremos el siguiente agrupamiento (Tabla IX). El 63% de las calles muestreadas presentan un IREAU de categoría MEDIA, un 37% de calles están ubicadas con categoría BAJA y no se encontraron calles con categoría ALTA.

Tabla IX. Categorías de calles según IREAU y relación con el IMECAU

IREAU	CATEGORIA	CALLES	IMECAU
Menor de 0.20	BAJO	Aquiles Serdán, Av. Ing. Eduardo Molina, Av. Insurgentes Sur, Félix Cuevas, Félix Cuevas y Eje 6 Sur, Metro Potrero, Porfirio Díaz e Insurgentes, Zaragoza	Bueno
De 0.20 a 0.40	MEDIO	Av. Insurgentes Norte, Av. Jalisco, Av. Rio Guadalupe, Av. Wilfrido Massieu, Calzada Legaria, Calzada San Simón, Metrobús Potrero, Oriente, Prolongación Anillo Periférico, Reforma, Salonica y Camarones	Bueno
>0.40	ALTO	No se presentó en ninguna	

### Condición del arbolado en la Calle Aquiles Serdán

En el caso de esta calle se encontraron seis especies (Figura 65), lo que representa (como ya se vio) una proporción de 0.14 de riqueza de especies; el 100% de los individuos muestreados se encuentran en Buena condición. Además, se puede apreciar que *Fraxinus uhdei* (Fresno) se registro con mayor frecuencia durante el muestreo, con el 49% y las que se registraron con menor frecuencia fueron *Erythrina americana* y *Eucalyptus globulus* con el 2%.

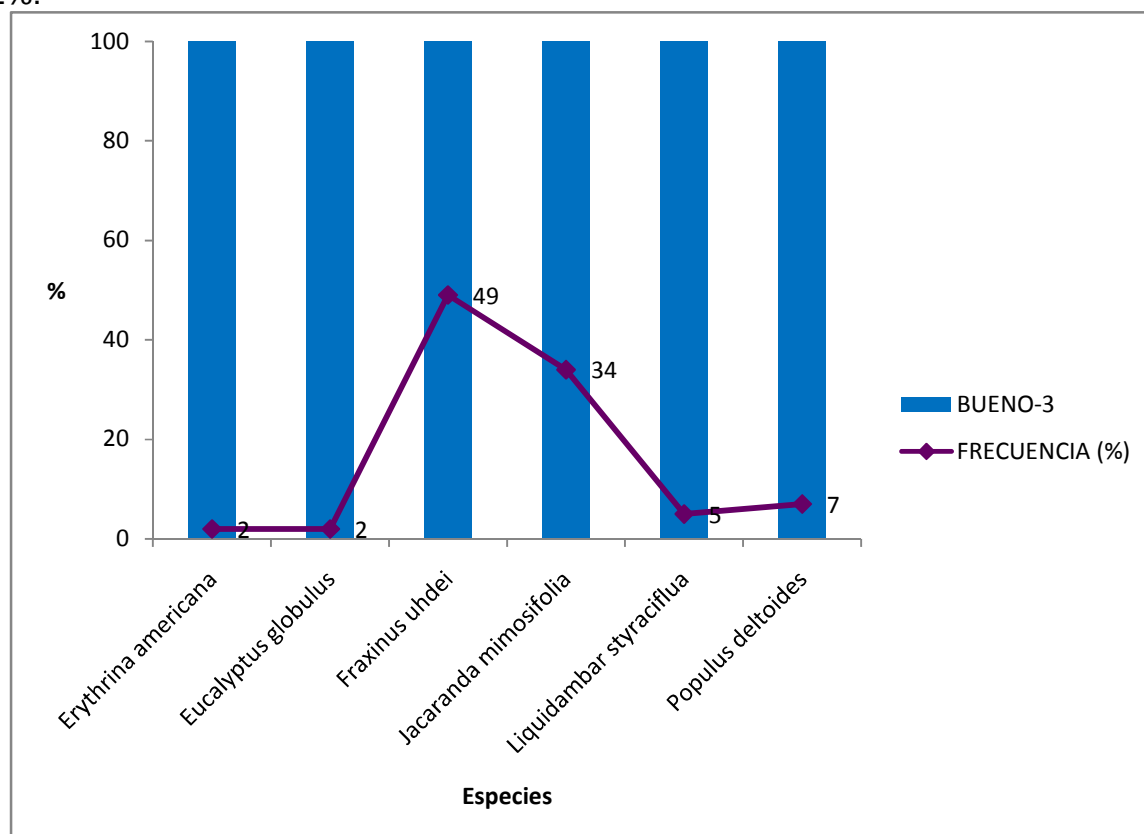


Figura 65. Frecuencia de especies y condición del arbolado en la calle Aquiles Serdán

### Condición del arbolado en la Calle Salónica y Camarones

Esta calle se encontraron nueve especies (Figura 66), lo que representa una proporción de riqueza de especies de 0.21; se aprecia que la condición que predomina es la buena, salvo en el caso de *Cupressus lusitanica* y *Eucalyptus globulus* ya que el 58 y 31%, respectivamente, del arbolado muestreado presenta una condición regular. Con respecto a la frecuencia de las especies registradas *Fraxinus uhdei* resultó ser la más frecuente con un 39%, seguida de *Eucalyptus globulus*, mientras que *Populus deltoides* y *Yucca guatemalensis* se encontraron tan sólo 1%.



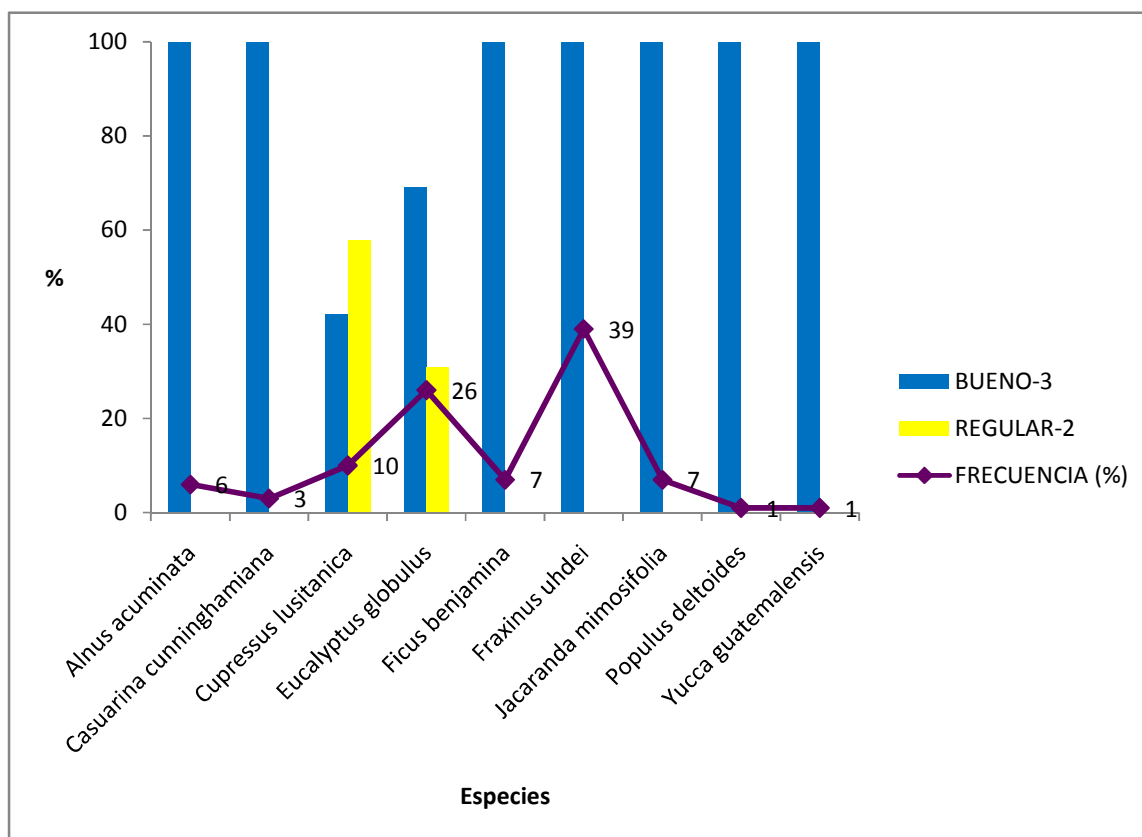


Figura 66. Frecuencia y condición del arbolado en la Calle Salónica y Camarones

### Condición del arbolado en la Av. Ing. Eduardo Molina

En esta avenida se tiene una proporción de especies de 0.14, de las cuales el 83% del arbolado muestreado presenta buena condición, con excepción de *Fraxinus uhdei*, el cual presenta condición regular en un 33%. Las especies que con mayor frecuencia se registraron fueron *Casuarina cunninghamiana* y *Fraxinus uhdei* con 41 y 31%, respectivamente (Figura 67).

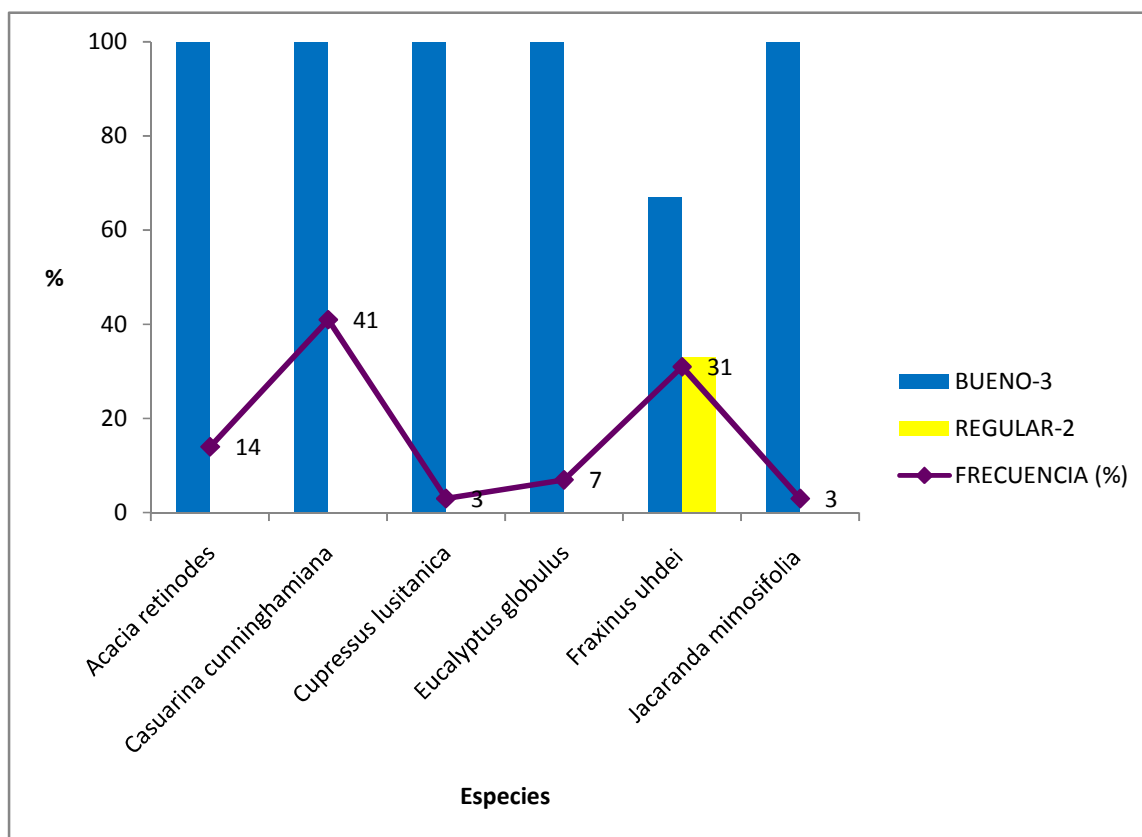


Figura 67. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Ing. Eduardo Molina

### Condición del arbolado en la Av. Río Guadalupe

Los resultados del muestreo realizado en esta avenida indican que presenta una de las más altas proporciones de riqueza de especies con 0.26. Más del 70% de las especies muestreadas presentan buena condición. En este caso *Casuarina cunninghamiana* se registro con mayor frecuencia durante el muestreo (Figura 68).

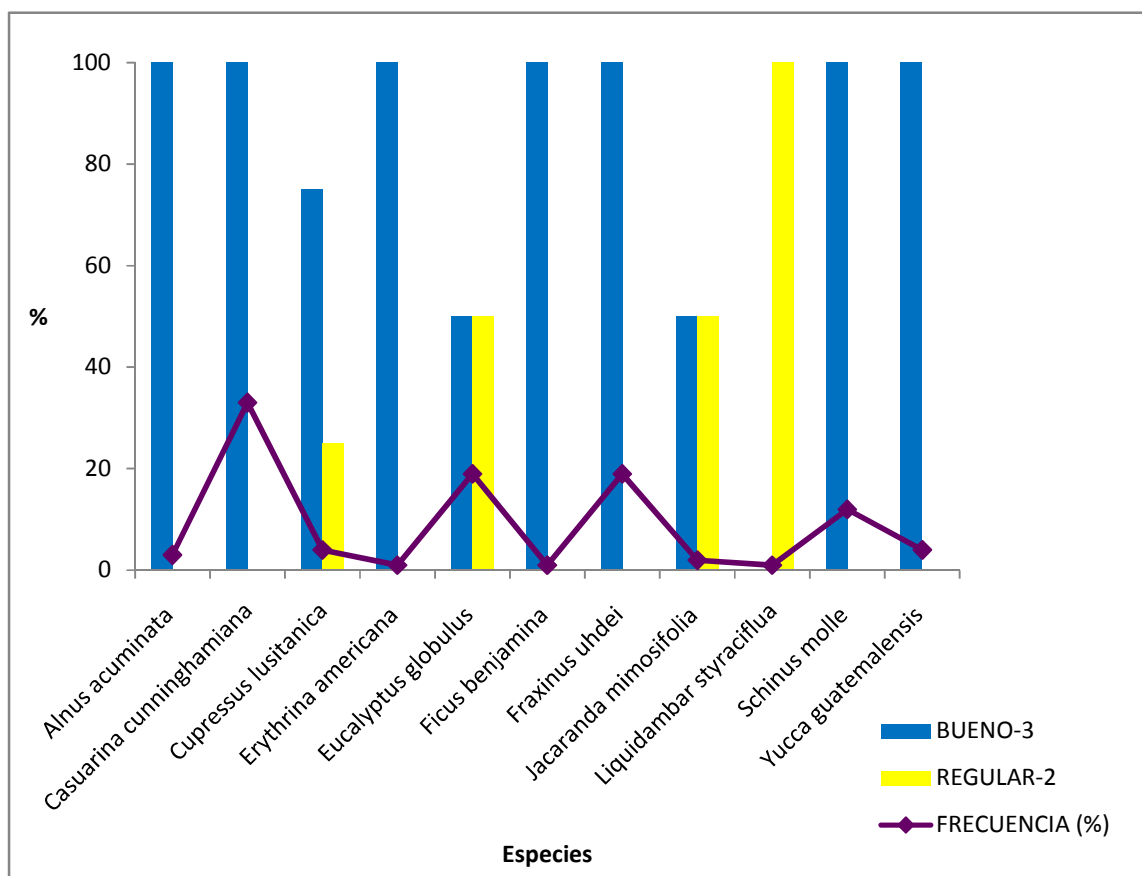


Figura 68. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Río Guadalupe

### Condición del arbolado en la calle Metrobús Potrero

Los resultados del muestreo realizado en esta avenida indican que presenta una de las más altas proporciones de riqueza de especies con 0.21. Más del 70% de las especies muestreadas presentan buena condición. En este caso *Casuarina cunninghamiana* se registro con mayor frecuencia durante el muestreo (Figura 69).

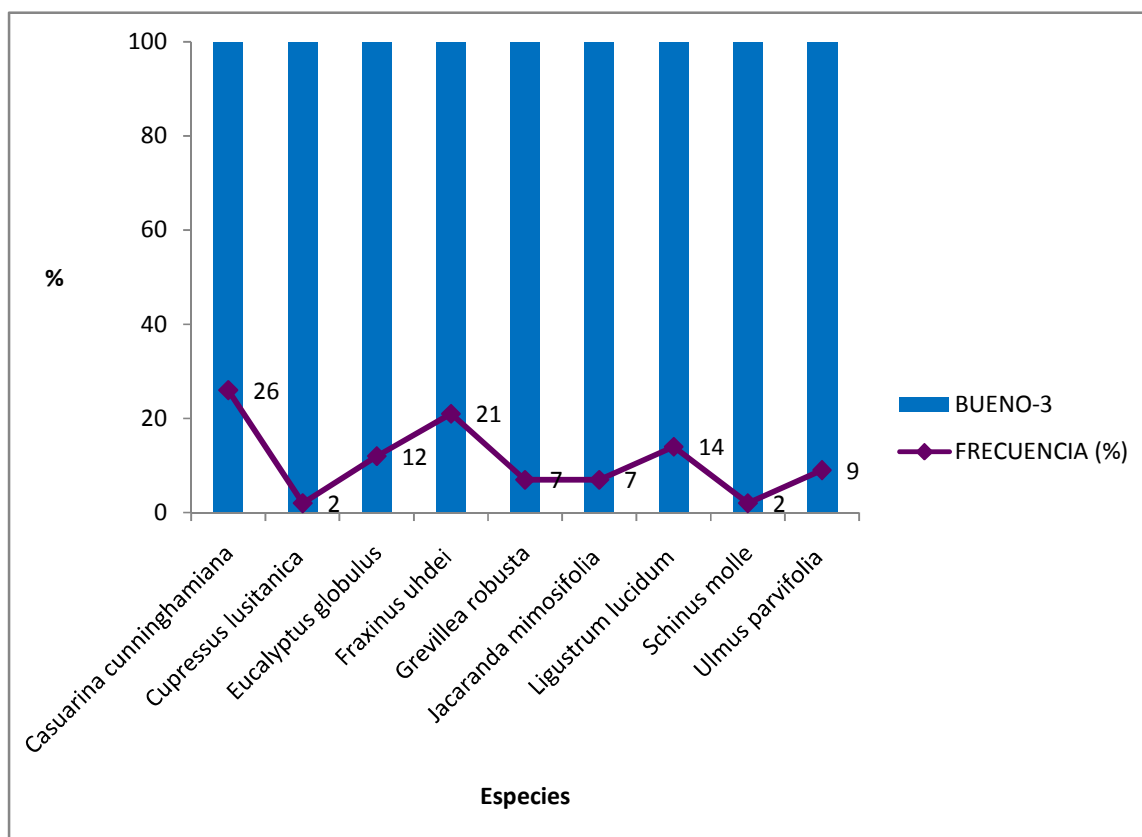


Figura 69. Frecuencia y condición del arbolado en la calle Metrobús Potrero

### Condición del arbolado en la Av. Wilfrido Massieu

Los resultados del muestreo realizado en esta avenida indican que presenta una proporción de especies de 0.21. El 66% de las especies registradas en esta avenida presentan una condición buena, mientras que en un 40 % de *Cupressus lusitanica* y se observó una condición regular, finalmente el 100% de *Alnus acuminata* tiene condición regular. Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron *Casuarina cunninghamiana* y *Eucalyptus globulus* (Figura 70).



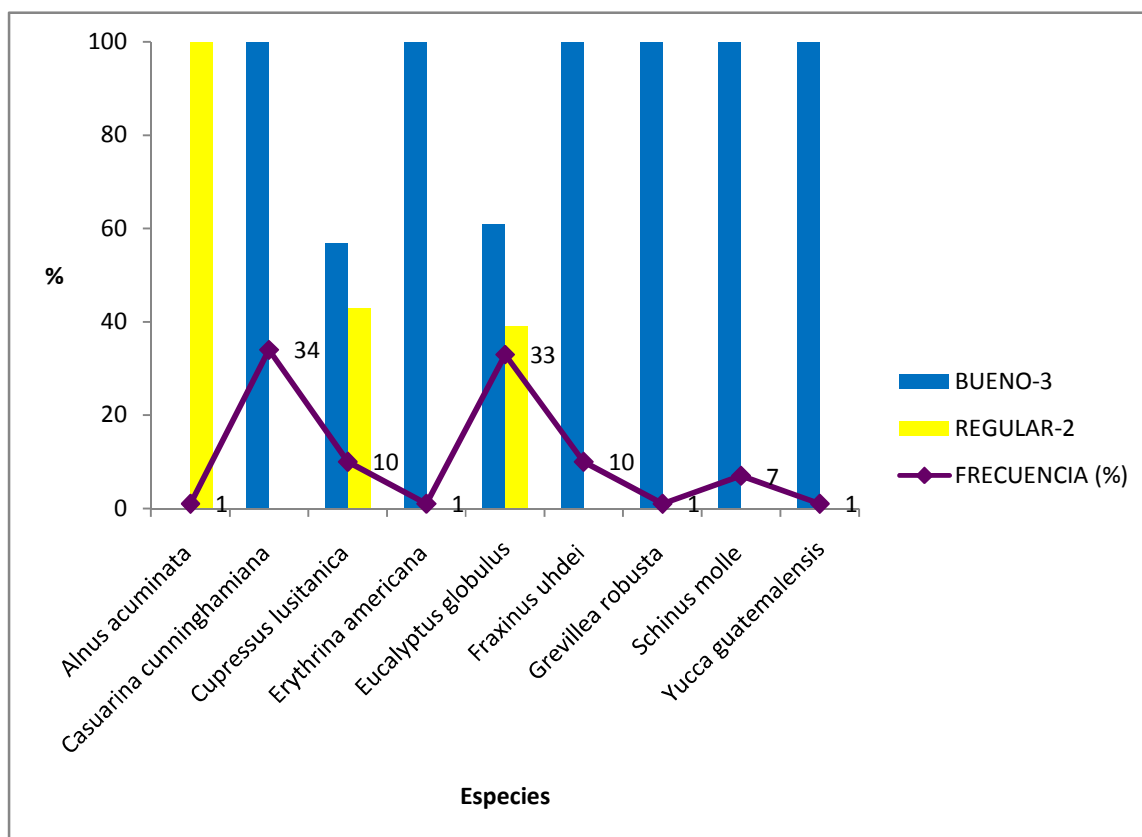


Figura 70. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Wilfrido Massieu

### Condición del arbolado en la Av. Insurgentes Norte

Los resultados del muestreo realizado en esta avenida indican que presenta una proporción de especies de 0.21. De las especies registradas durante el muestreo *Juniperus sp.* y *Ligustrum lucidum* presentan condición excelente con 100 y 20%, respectivamente; mientras que el resto de las especies tiene una buena condición. En esta avenida, *Ligustrum lucidum* fue la especie con que con mayor frecuencia se registro (Figura 71).

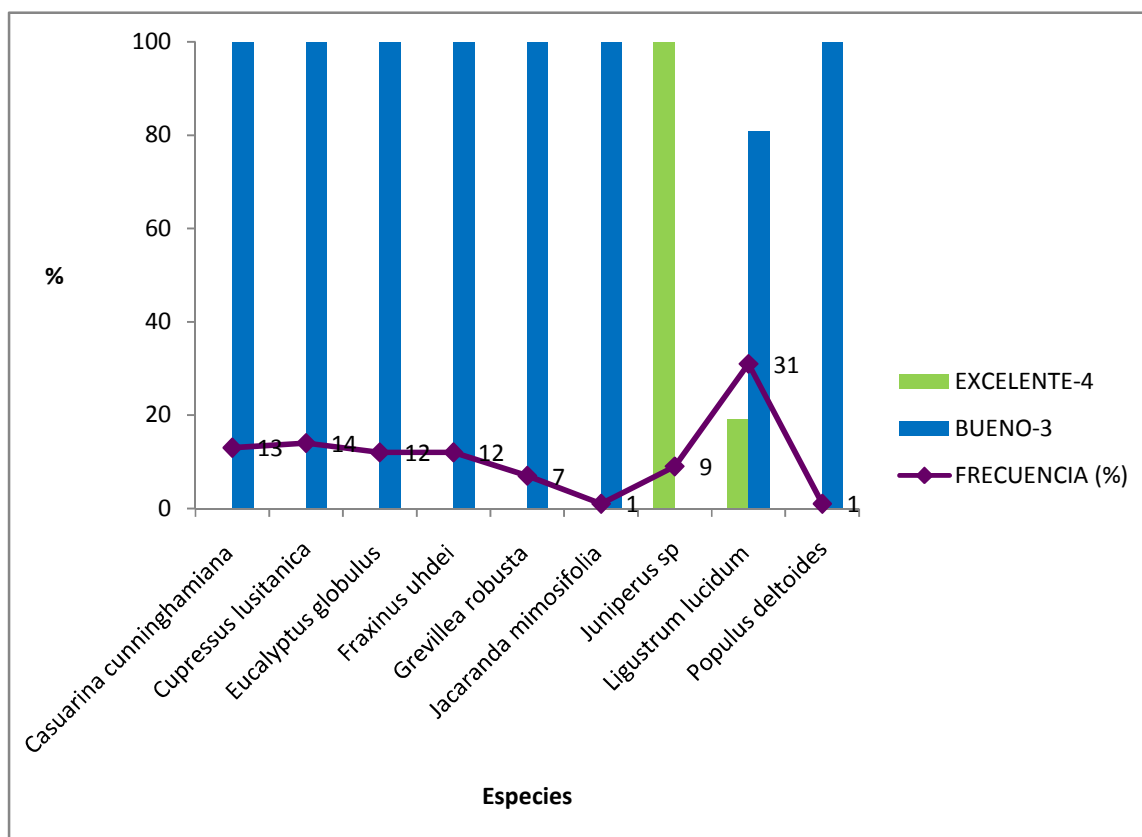


Figura 71. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Insurgentes Norte

### Condición del arbolado en la Av. Insurgentes Sur

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.19. El 62.5% de las especies presentan buena condición; en tanto que *Jacaranda mimosifolia* muestra que un 33% tiene condición excelente y el 67% restante tiene condición buena; *Cupressus lusitanica* y *Ficus benjamina* presentan 11% 25 y 17% de condición regular, respectivamente y el resto es buena condición. Las especies que con mayor frecuencia se registraron fueron *Jacaranda mimosifolia* y *Fraxinus uhdei* con 28 y 25%, respectivamente (Figura 72).

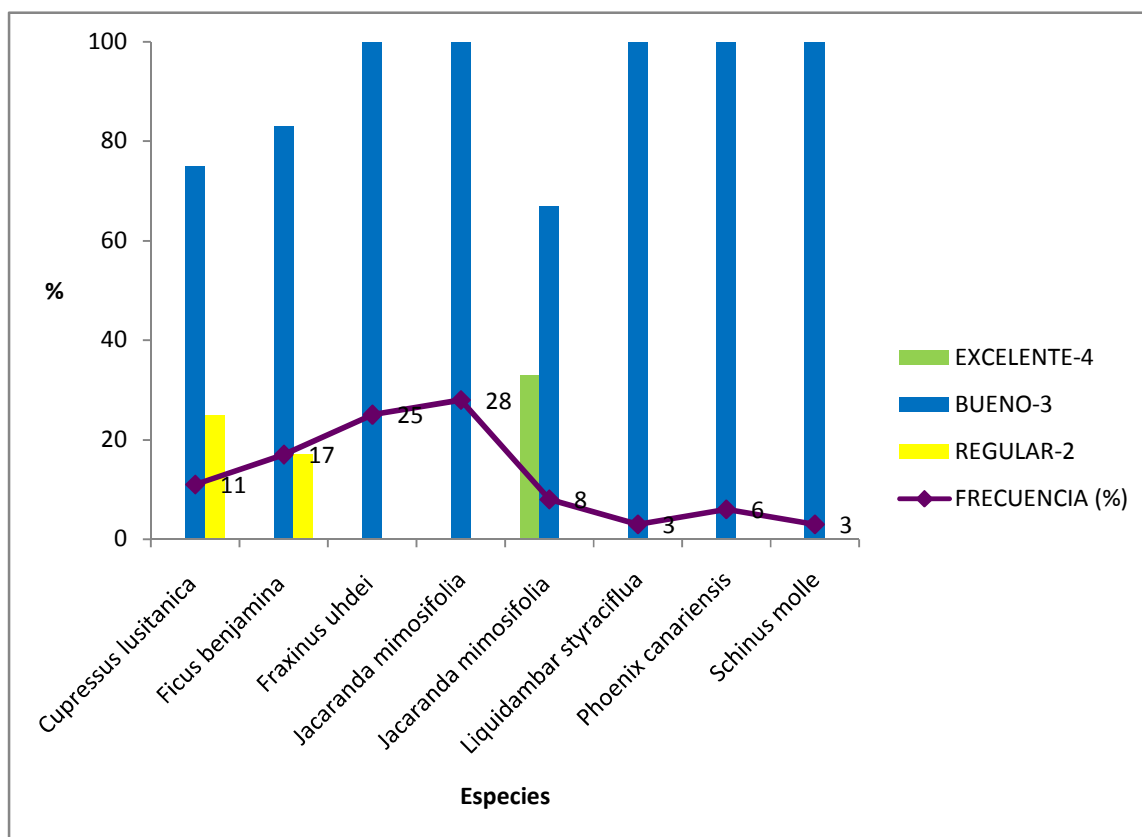


Figura 72. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Insurgentes Sur

### Condición del arbolado en la calle Oriente

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.31, que es una de las más altas al registrarse 13 especies de las 42 encontradas en la totalidad del muestreo. El 84% de las especies presentan buena condición; en tanto que *Cupressus lusitanica* y *Eucalyptus globulus* muestran condición regular en un 50 y 18%, respectivamente, el resto presenta condición buena. La especie que se registro con mayor frecuencia fue *Cassuarina cunninghamiana*, con un 24% (Figura 73).

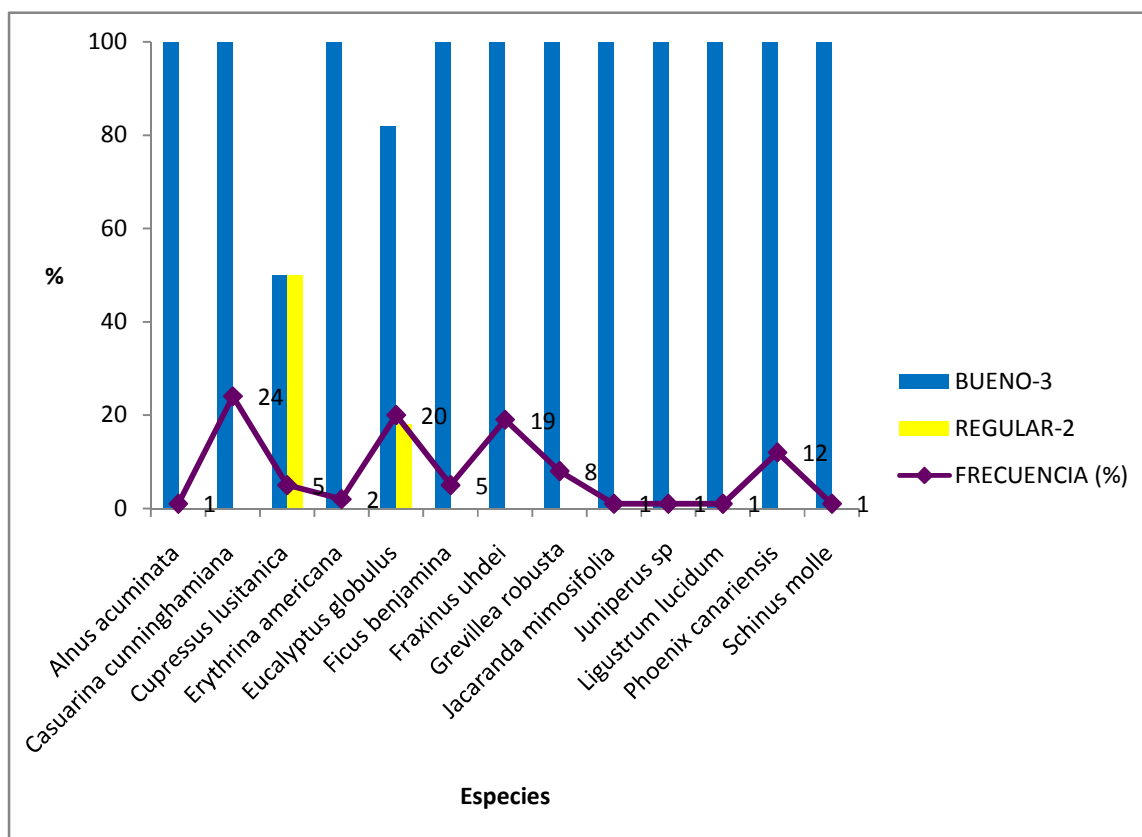


Figura 73. Frecuencia y condición del arbolado en la calle Oriente

### Condición del arbolado en la calle Prolongación Anillo Periférico

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.31, que es una de las más altas al registrarse 13 especies de las 42 encontradas en la totalidad del muestreo. El 84% de las especies presentan buena condición; en tanto que *Pinus greggi* y *Eucalyptus globulus* muestran una condición regular con 71 y 20%, respectivamente. En esta calle *Cassuarina cunninghamiana* resultó ser la especie que con mayor frecuencia se registro, con un 38% (Figura 74).



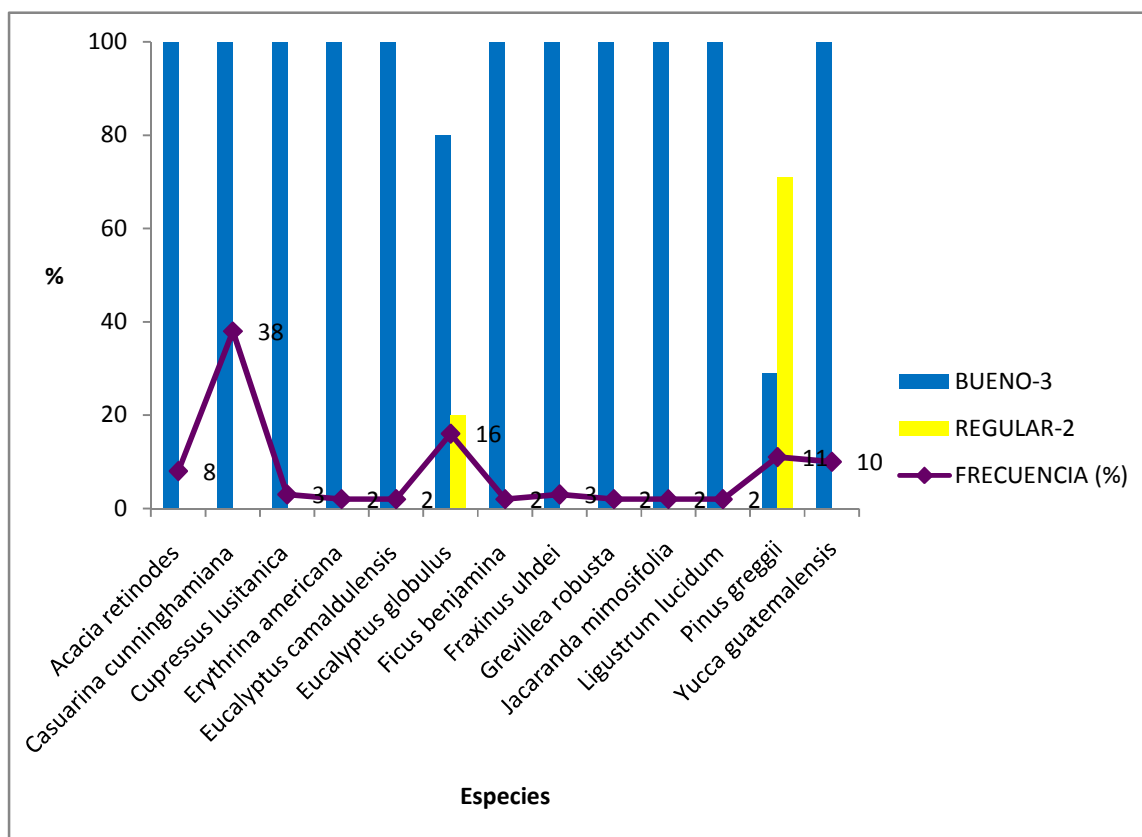


Figura 74. Frecuencia y condición del arbolado en la calle Prolongación Anillo Periférico

### Condición del arbolado en la Av. Jalisco

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.26, que es una de las más altas al registrarse 11 especies de las 42 encontradas en la totalidad del muestreo. El 81% de las especies presentan buena condición; en tanto que *Ligustrum lucidum* muestran condición excelente en un 42%, mientras que el 15% de *Ficus benjamina* presenta una condición regular. La especie que se registro con mayor frecuencia fue *Acacia retinoides*, con un 34% (Figura 75).

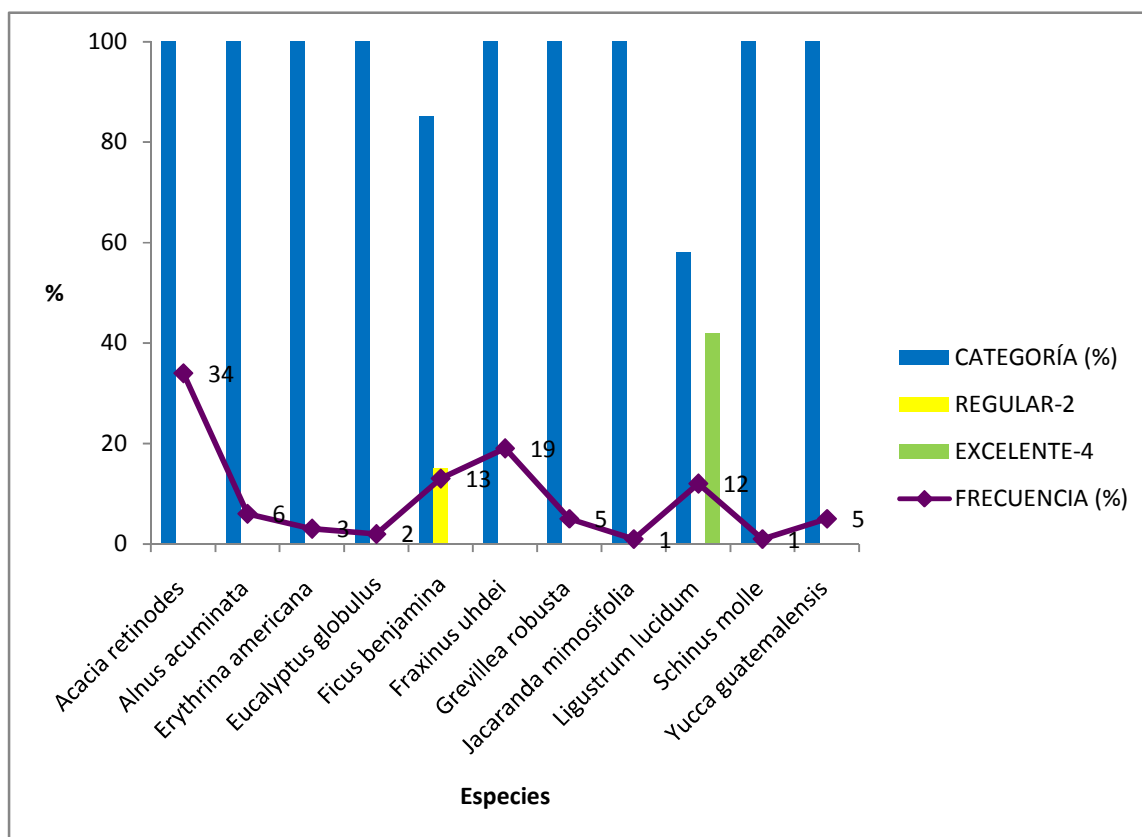


Figura 75. Frecuencia y condición del arbolado en la Av. Jalisco

### Condición del arbolado en la avenida Reforma

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.31, que es una de las más altas al registrarse 13 especies de las 42 encontradas en la totalidad del muestreo. El 15% de las especies muestra excelente condición, representado por *Prunus serótina* subsp. *capuli* y *Taxodium mucronatum*; el 77% de las especies presentan buena condición; finalmente, solo *Jacaranda mimosifolia* presenta condición regular en un mínimo porcentaje (3%), dominado la condición buena en esta especie. La especie registrada con mayor frecuencia durante el muestreo fue *Fraxinus uhdei* con el 46% (Figura 76).

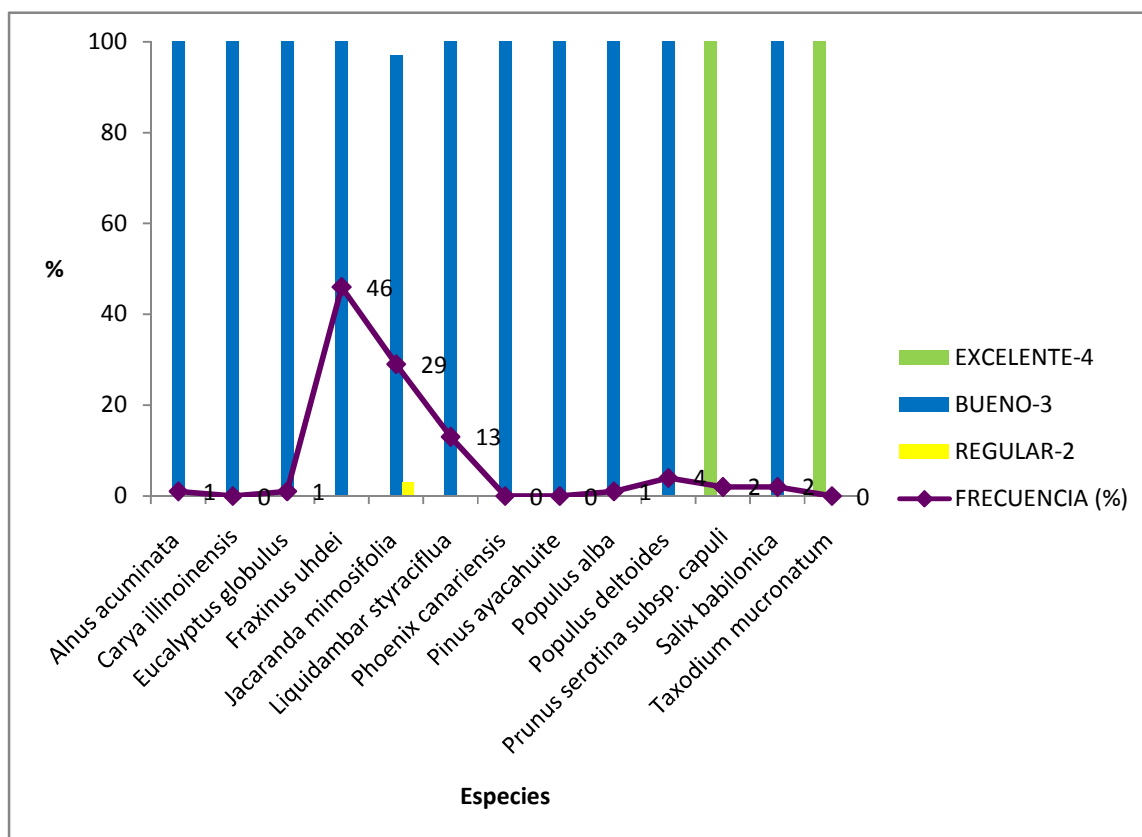


Figura 76. Frecuencia y condición del arbolado en la avenida Reforma

### Condición del arbolado en la Calzada Legaria

La proporción de riqueza de especies en esta avenida es de 0.21. En esta calzada resalta el hecho de que la condición regular y buena representan un 44% cada una, lo que refleja que las condiciones de esta calzada no son las más óptimas para el adecuado desarrollo de las especies ahí presentes, además del hecho de que la proporción de riqueza de especies es baja lo que trae como consecuencia una mayor susceptibilidad a problemas fitosanitarios. La especie que se registro con mayor frecuencia fue *Fraxinus uhdei* con un 51% (Figura 77).

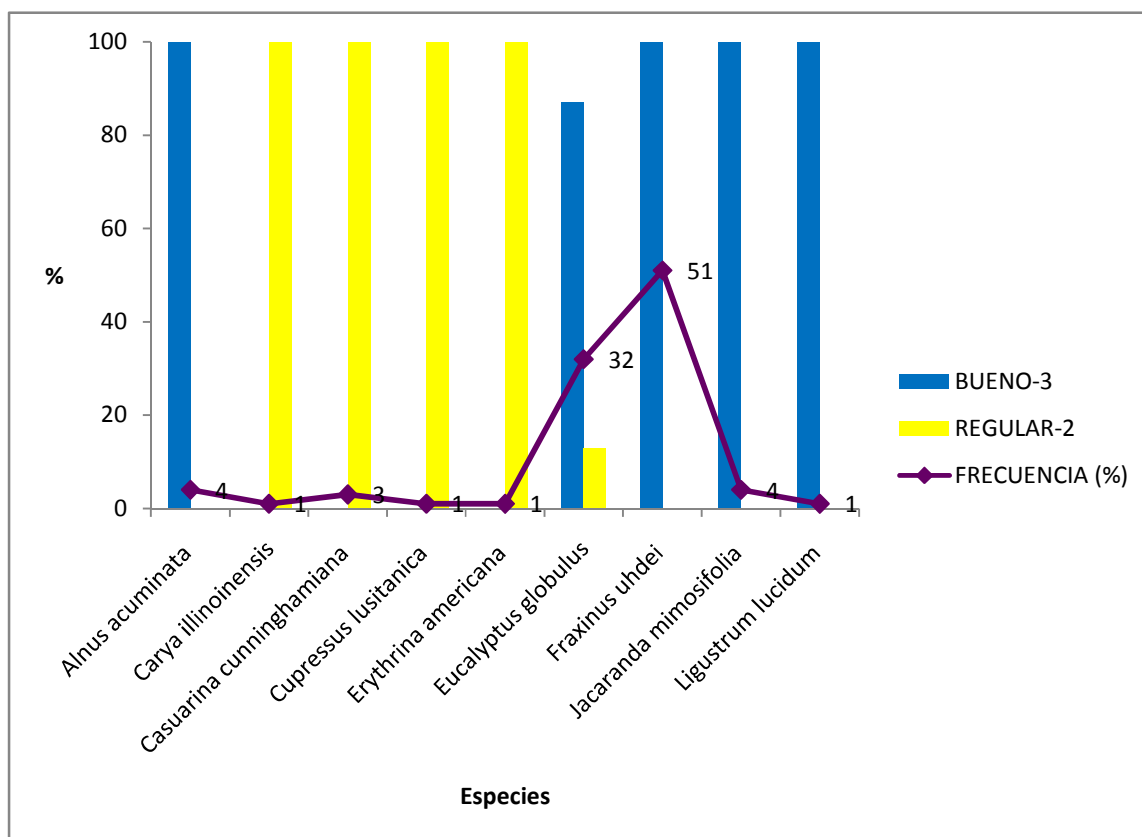


Figura 77. Frecuencia y condición del arbolado en la Calzada Legaria

### Condición del arbolado en la Calzada San Simón

Esta calzada presentó la más alta proporción de riqueza de especies, con 0.33, al registrarse 14 especies de las 42. Lo anterior se refleja en que la condición que predomina es la buena combinada con excelente y en un bajo porcentaje se encuentra la condición regulara en *Fraxinus uhdei* y *Pinus greggii*. La especie que se registro con mayor frecuencia fue *Fraxinus uhdei* con un 28% (Figura 78).

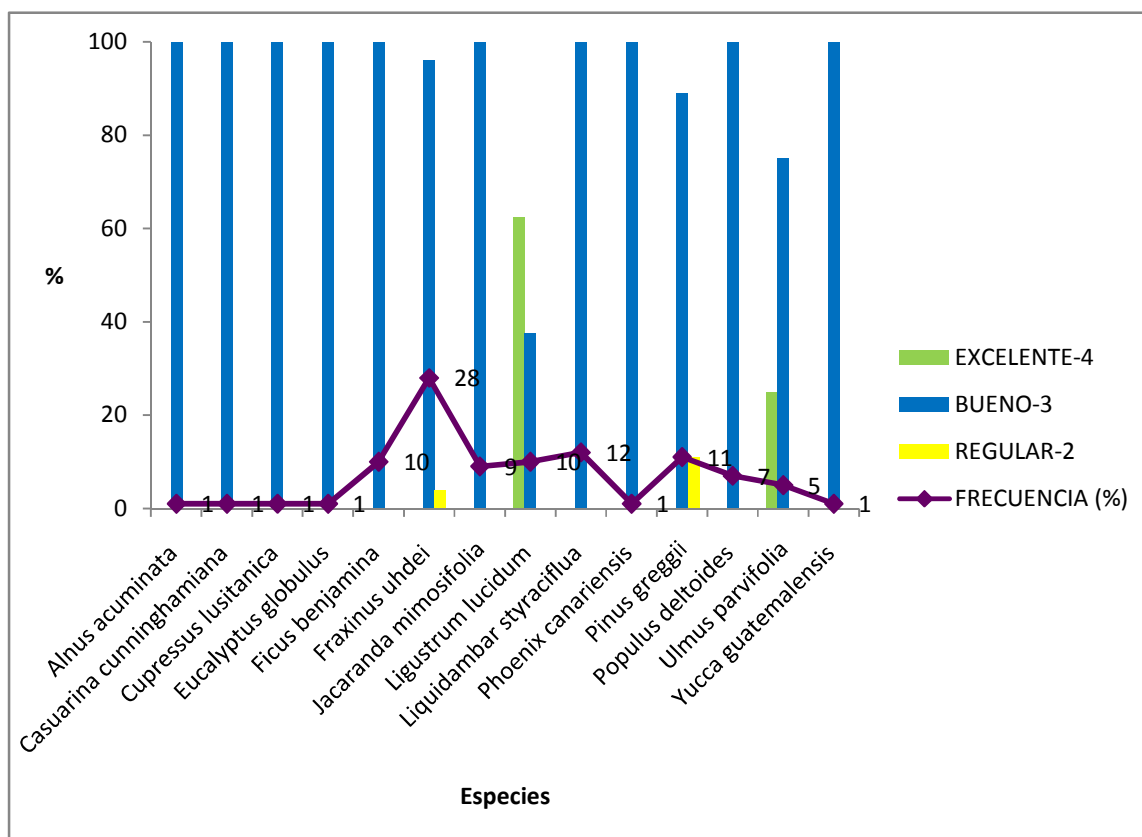


Figura 78. Frecuencia y condición del arbolado en la Calzada San Simón

### Condición del arbolado en la Calle Félix Cuevas y Eje 6

Esta calle presentó una de las más bajas proporciones de riqueza de especies, con 0.10, al registrarse solo 4 especies de las 42. En este caso el 100% del arbolado muestreado presentó condición buena. Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron *Fraxinus uhdei* y *Ficus benjamina* con un 44% cada una (Figura 79).



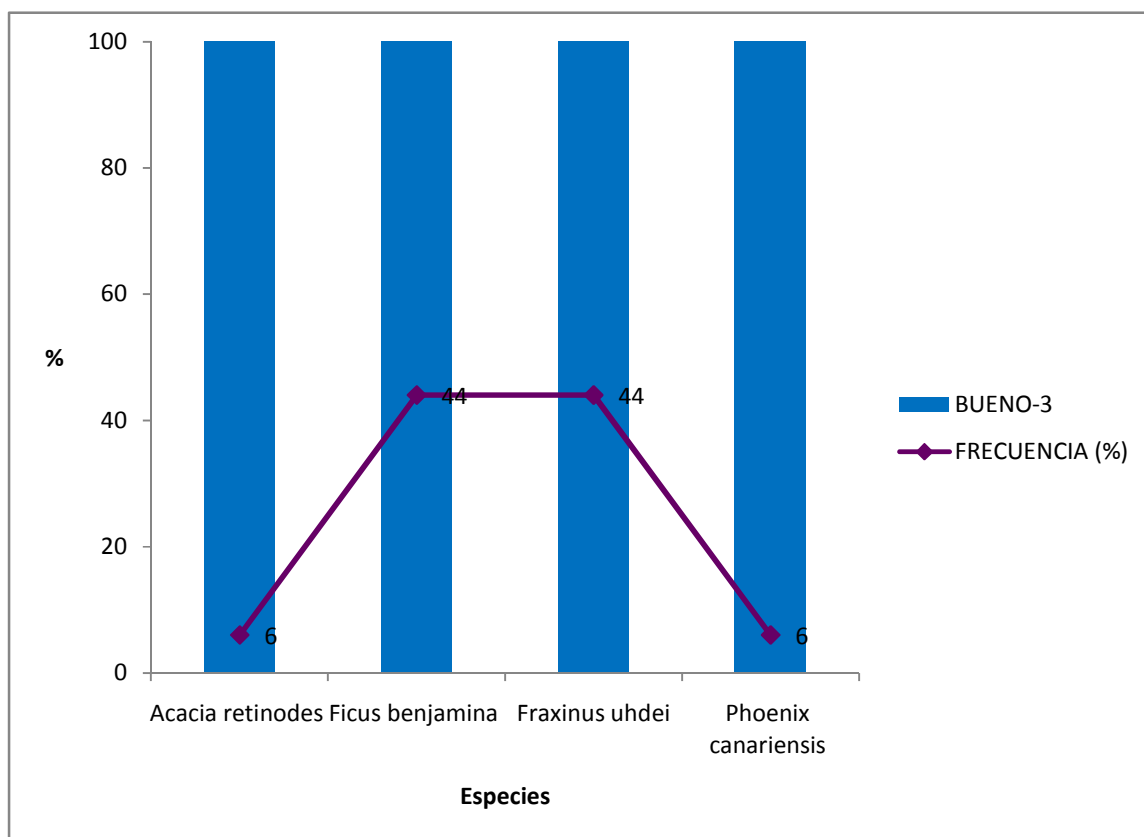


Figura 79. Frecuencia y condición del arbolado en la Calle Félix Cuevas

### Condición del arbolado en la Calle Porfirio Díaz e Insurgentes

Esta calle presentó una proporción de especies de 0.17, al registrarse solo cuatro especies de las 42; casi el 100% del arbolado muestreado presentó condición buena. Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron *Fraxinus uhdei* y *Ficus benjamina* con un 44% cada una (Figura 80).

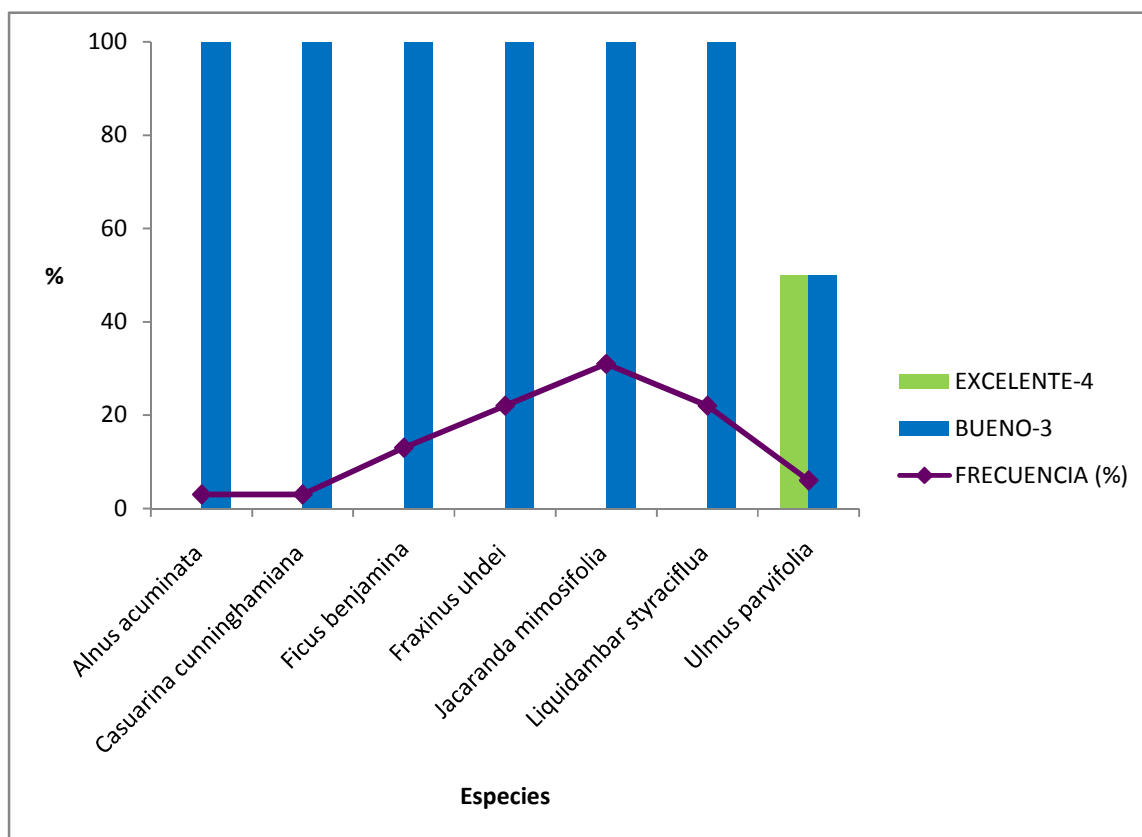


Figura 80. Frecuencia y condición del arbolado en la calle Porfirio Díaz e Insurgentes

### Condición del arbolado en el Metro Potrero

Este sitio presentó una proporción de especies de 0.14, al registrarse solo seis especies de las 42; casi todas las especies muestreadas presentan condición buena. La mayoría de las especies se presentan distribuidas con casi la misma frecuencia, solo *Cupressus lusitánica* y *Jacaranda mimosifolia* es baja su frecuencia (Figura 81).

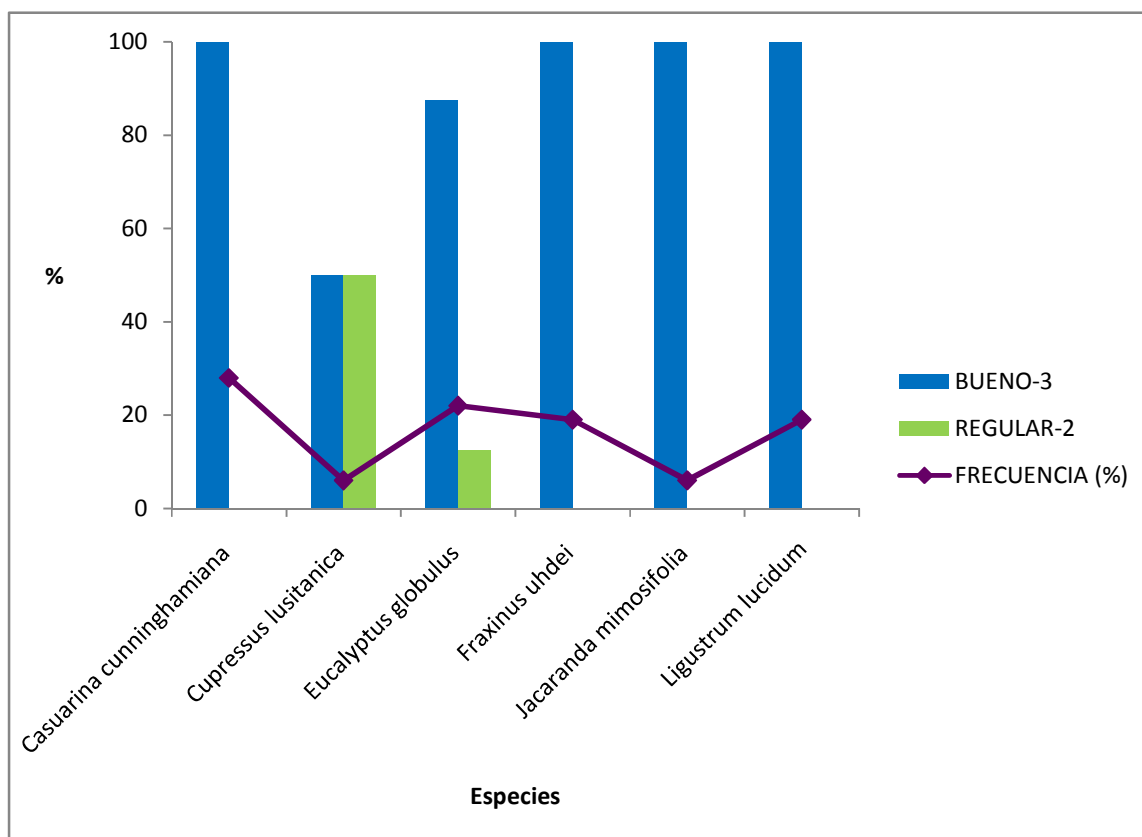


Figura 81. Frecuencia y condición del arbolado en el Metro Potrero

### Estadísticos de confiabilidad y nivel de error del muestreo preliminar

Se diseñó un programa en Excel para el cálculo de la muestra preliminar para determinar el tamaño de la población teóricamente significativa, en donde la probabilidad de que no se tenga es 0, considerando la homogeneidad de los diámetros y alturas, en los (Tablas X y XI) se muestran los estadísticos, en el que, el tamaño de la muestra está validado por las variables dasométricas de diámetro y altura, necesario para alcanzar la precisión y confiabilidad.

En los resultados que se muestran en los cuadros se observa que la muestra preliminar es mayor a la muestra definitiva en ambas variables dasométricas, por lo que el muestreo realizado por CHAPINGO es representativo, con un nivel de confiabilidad del 99% y con un error del 1%. Y de las áreas propuestas por PAOT y CHAPINGO, se estimó que se cubrió satisfactoriamente la variación del arbolado.

Tabla X. Estadísticos de diámetros en calles o avenidas para la cuantificación de la muestra preliminar

CALLE O AVENIDA	CANTIDAD DE SITIOS PRELIM.	MEDIA DE MUESTRA PRELIM.	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE CONFIABILIDAD	NIVEL DE PRECISION	TAMAÑO DE MUESTRA DEFINITIVO
Bosques de Chapultepec	27	35.27	19.88	56.36	0.99	0.1	24
Av. Insurgentes Norte	5	13.46	4.53	33.63	0.99	0.1	5
Metrobús Potrero	16	21.47	10.37	48.3	0.99	0.1	14
Calzada San Simón Porfirio Díaz e Insurgentes	30	28.64	17.31	60.46	0.99	0.1	26
Félix Cuevas y Eje 6 Sur	7	34.64	14.68	42.9	0.99	0.1	6
Metro Potrero	4	61.22	35.67	58.27	0.99	0.1	4
Av. Insurgentes Norte	26	22.51	12.8	56.85	0.99	0.1	23
Zaragoza	23	29.45	13.83	46.97	0.99	0.1	20
Oriente	3	33.34	54.12	22.07	0.99	0.1	3
Av. Jalisco	45	24.34	23.49	96.49	0.99	0.1	41
Av. Jalisco Prolongación Anillo Periférico	33	22.07	13.61	61.65	0.99	0.1	29
Aquiles Serdán	24	17.33	12.73	73.45	0.99	0.1	22
Salónica y Camarones	10	32.08	10.47	32.63	0.99	0.1	8
Calzada Legaría	18	30.02	16.78	55.9	0.99	0.1	16
Av. Río Guadalupe	32	32.27	14.95	46.34	0.99	0.1	26
Av. Ing. Eduardo Molina	26	29.91	21.49	71.86	0.99	0.1	24
Av. Wilfrido Massieu	11	17.93	8.79	49.02	0.99	0.1	10
Av. Insurgentes Sur	18	22.4	18.86	84.2	0.99	0.1	17
	15	28.82	20.55	71.31	0.99	0.1	14
	373						332

Tabla XI. Estadísticos de alturas en calles o avenidas para la cuantificación de la muestra preliminar

CALLE O AVENIDA	CANTIDAD DE SITIOS PRELIM.	MEDIA DE MUESTRA PRELIM.	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE CONFIABILIDAD	NIVEL DE PRECISION	TAMAÑO DE MUESTRA DEFINITIVO
Bosques de Chapultepec	27	12.5	3.86	30.85	0.99	0.1	19
Av. Insurgentes Norte	5	5.69	1.3	22.86	0.99	0.1	4
Metrobús Potrero	16	9.83	6.63	67.38	0.99	0.1	15
Calzada San Simón	30	9.46	4.28	45.29	0.99	0.1	24
Porfirio Díaz e Insurgentes	7	9.44	2.85	30.22	0.99	0.1	6
Félix Cuevas y Eje 6 Sur	4	11.8	4.89	41.41	0.99	0.1	4
Metro Potrero	26	12.03	4.4	36.54	0.99	0.1	20
Av. Insurgentes Norte	23	11.31	5.84	51.66	0.99	0.1	20
Zaragoza	3	18.25	2.64	14.49	0.99	0.1	2
Oriente	45	7.75	4.33	55.83	0.99	0.1	37
Av. Jalisco	33	5.63	1.66	29.42	0.99	0.1	21
Prolongación Anillo Periférico	24	7.87	4.66	59.19	0.99	0.1	22
Aquiles Serdán	10	13.7	5.31	38.78	0.99	0.1	9
Salónica y Camarones	18	12.55	6.31	50.29	0.99	0.1	16
Calzada Legaría	32	12.02	5.19	43.23	0.99	0.1	25
Av. Río Guadalupe	26	10.02	7.09	70.8	0.99	0.1	24
Av. Ing. Eduardo Molina	11	9.24	4.54	49.17	0.99	0.1	10
Av. Wilfrido Massieu	18	9.81	4.87	46.95	0.99	0.1	16
Av. Insurgentes Sur	15	7.47	3.75	50.16	0.99	0.1	14
	373						308

En las (Tablas XII y XIII), se muestran los estadísticos en parcelas para diámetros como alturas, en el que para ambos la cantidad de sitios preliminar es baja en comparación con el tamaño de la muestra definitiva, pero es importante que se note que este trabajo fue solo un muestreo preliminar, y que además en áreas protegidas el rango de variación de la riqueza es muy bajo, lo cual sirvió de parámetro para disminuir el tamaño de la muestra, por lo que aun así dicho muestreo tuvo consistencia, este se realizó con un 99% de confiabilidad y un error del 1%, aun así las áreas propuestas por PAOT y CHAPINGO cubren satisfactoriamente en la variación del arbolado.



Tabla XII. Estadísticos en parcelas con diámetro para la cuantificación de la muestra preliminar

CALLE O AVENIDA	CANTIDAD DE SITIOS PRELIM.	MEDIA DE MUESTRA PRELIM.	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE CONFIABILIDAD	NIVEL DE PRECISION	TAMAÑO DE MUESTRA DEFINITIVO
Parque frente Auditorio Nacional	167	28.44	16.52	58.09	0.99	0.01	131
Parque Chapultepec	150	29.22	21.61	73.96	0.99	0.1	285
Parque Nacional del Pedregal	259	17.61	12.56	71.36	0.99	0.1	241
Fuentes Brotantes	81	19.4	16.44	84.73	0.99	0.1	116
Parque Cuitlahuac	20	19.4	9.51	49.01	0.99	0.1	62
Deportivo Sta. Cruz Meyehualco	75	14.91	6.19	41.52	0.99	0.1	69
Cerro de la Estrella	114	17.82	14.56	81.69	0.99	0.1	258
Jardín Alexander Pushkin	28	28.4	17.37	61.15	0.99	0.1	71
Jardín López Velarde	59	22.91	16.4	71.57	0.99	0.1	154
Deportivo Magdalena Mixhuca	153	28.81	20.26	70.33	0.99	0.1	128
Jardines del Pedregal	33	23.42	18.93	80.84	0.99	0.1	230
Reserva Ecológica UNAM	17	21.13	10.5	49.68	0.99	0.1	151
	1156						1896

Tabla XIII. Estadísticos en parcelas con altura para la cuantificación de la muestra preliminar

CALLE O AVENIDA	CANTIDAD DE SITIOS PRELIM.	MEDIA DE MUESTRA PRELIM.	DESVIACIÓN ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	NIVEL DE CONFIABILIDAD	NIVEL DE PRECISION	TAMAÑO DE MUESTRA DEFINITIVO
Parque frente Auditorio Nacional	167	14.09	13.9	98.61	0.99	0.1	211
Parque Chapultepec	150	13.24	7.07	53.44	0.99	0.1	166
Parque Nacional del Pedregal	259	11.79	8.57	72.68	0.99	0.1	248
Fuentes Brotantes	81	14.77	14.19	96.06	0.99	0.1	123
Parque Cuitlahuac	20	11.12	3.39	30.47	0.99	0.1	38
Deportivo Sta. Cruz Meyehualco	75	9.21	4.66	50.62	0.99	0.1	86
Cerro de la Estrella	114	10.17	5.48	53.91	0.99	0.1	147
Jardín Alexander Pushkin	28	12.95	4.8	37.08	0.99	0.1	48
Jardín López Velarde	59	11.49	5.12	44.59	0.99	0.1	90
Deportivo Magdalena Mixhuca	153	14.08	7.25	51.47	0.99	0.1	96
Jardines del Pedregal	33	10.25	4.99	48.76	0.99	0.1	120
Reserva Ecológica UNAM	17	4.46	58.35		0.99	0.1	203
	1156						1576

## DISCUSIÓN

Se realizó un comparativo entre las especies registradas en el muestreo realizado en siete delegaciones como parte del "Estudio sobre la situación de las áreas verdes, barrancas y zonas de transición entre suelo urbano y suelo de conservación en el Distrito Federal" y la información del Censo realizado por diferentes dependencias del Distrito Federal, entre ellas la PAOT, en ocho Delegaciones, encontrándose 42 especies en el muestreo, 47 encontradas en el censo realizado por PAOT, y 33 especies comunes registradas por las



dos fuentes de información. En la tabla XIV se muestran las especies encontradas en común tanto en el censo realizado por PAOT y el muestreo realizado por la Universidad Autónoma de Chapingo.

Tabla XIV. Listado de especies encontradas en común

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Acacia retinoides</i> ,	Acacia
<i>Alnus acuminata</i>	Aile o aliso
<i>Araucaria heterophylla</i>	Araucaria
<i>Buddleia cordata</i>	Tepozán
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	Casuarina, pino australiano
<i>Carya illinoensis</i>	Nogal
<i>Cedrus deodora</i>	Cedro deodora o llorón
<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco
<i>Cupressus sempervirens</i>	Ciprés italiano
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero
<i>Erythrina americana</i>	Colorín
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto azul o alcanfor
<i>Ficus benjamina</i>	Ficus
<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno
<i>Grevillea robusta</i>	Grevilea
<i>Jacaranda mimosaefolia</i>	Jacaranda
<i>Juniperus sp.</i>	Enebro
<i>Ligustrum lucidum</i>	Trueno
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidámbar, copalme, ocozote
<i>Magnolia grandiflora</i>	Magnolia
<i>Persea americana</i>	Aguacate
<i>Phoenix canariensis</i>	Palma canaria, palmera
<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata o de Monterrey
<i>Populus alba</i>	Álamo blanco, plateado o chopo
<i>Populus deltoides</i>	Chopo americano, álamo de Canadá
<i>Prunus persica</i>	Durazno
<i>Prunus serotina</i>	Capulín
<i>Quercus sp.</i>	Encino
<i>Schinus molle</i>	Pirul
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehete, sabino
<i>Ulmus parvifolia</i>	Olmo chino
<i>Yucca guatemalensis</i>	Yuca, palma izote

En la tabla XV, se enlistan las especies encontradas en el muestreo realizado por la Universidad Autónoma de Chapingo y no en el censo realizado por la PAOT, teniendo una diferencia de nueve especies.

Tabla XV. Especies arbóreas encontradas por la UACH

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Acacia longifolia</i>	Acacia
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Palo dulce
<i>Pinus ayacahuite</i>	Pinabete
<i>Pinus greggii</i>	Pino prieto
<i>Pinus patula</i>	Pino llorón
<i>Platanus mexicana</i>	Sicomoro
<i>Quercus laurina</i>	Encino
<i>Quercus rugosa</i>	Encino
<i>Salix babilonica</i>	Sauce llorón

Las especies encontradas en el censo realizado por la PAOT y otras dependencias fueron un total de 47 entre árboles, arbustos, árboles frutales y de ornato (Tabla XVI).

Tabla XVI. Especies encontradas por PAOT y otras dependencias

Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia	<i>Juglans regia</i>	Nogal
<i>Acintle</i>	Hacer negundo	<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno verde
<i>Agave sp.</i>	Magüey	<i>Mangifera sp.</i>	Mango
<i>Bauhinia sp.</i>	Bauhinia	<i>Morus celtidifolia</i>	Morero
<i>Bougainvillea glabra</i>	Bugamvilea	<i>Musa ensete</i>	Plátano
<i>Bougainvillea glabra</i>	Zapote	<i>Myrtus communis</i>	Arrayan o mirto
<i>Callistemon speciosus</i>	Escobillón rojo	<i>Nerium oleander</i>	Rosa laurel
<i>Castanea sp.</i>	Castaña	<i>Olea europea</i>	Olivo
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal
<i>Centrum nocturnum</i>	Huele de noche	<i>Perilla frutescens</i>	Hojarilla (Perillilla)
<i>Citrus aurantiifolia</i>	Naranja	<i>Pinus spp</i>	Pinus
<i>Citrus limon</i>	Limón	<i>Pirus malus</i>	Manzano
<i>Citrus sinensis</i>	Naranja dulce	<i>Populus tremuloides</i>	Álamo temblón
<i>Crataegus mexicana</i>	Tejocote	<i>Prunus americana</i>	Chabacano
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Cedro limón	<i>Prunus cerasifera</i>	Ciruelo rojo
<i>Dombeya wallichii</i>	Bella aurora	<i>Pyracantha coccinea</i>	Piracanto
<i>Eucalyptus cinerea</i>	Eucalipto dólar	<i>Pyrus communis</i>	Peral
<i>Eugenia caryophyllata</i>	Clavo	<i>Psidium guajava</i>	Guayabero
<i>Fatsia japonica</i>	Aralia	<i>Retama sphaerocarpa</i>	Retama
<i>Ficus carica</i>	Higuera	<i>Salix bonplandiana</i>	Ahuejote
<i>Ficus elastica</i>	Hule	<i>Schinus terebinthifolius</i>	Turbinto
<i>Ficus retusa</i>	Laurel de la india	<i>Tamarix aff gallica</i>	Tamarix
<i>Hiedra venenosa</i>	Mala mujer	<i>Thuja orientalis</i>	Tulia
<i>Inga laurina (Sw.) Willd.</i>	Laurina		

Tabla XVII. Especies encontradas en el censo realizado por la PAOT por Delegación y Calle

<b>GUSTAVO A. MADERO BENITO JUAREZ Sierra Tarahumara</b>	<b>CUAUHTEMOC Amsterdam</b>	<b>CUAUHTEMOC UH Salvador Díaz Mirón</b>	<b>CUAUHTEMOC MORELOS D. José María Morelos y Pavón</b>	<b>CUAUHTEMOC UH Escuadra Fovissste</b>	<b>GUSTAVO A. MADERO Parque San Juan</b>
<i>Cupressus lusitanica</i> <i>Acacia retinoides</i> ,  <i>Populus alba</i> <i>Fatsia japonica</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Prunus persica</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Fraxinus uhdei</i>  <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Hiedra venenosa</i> <i>Schinus molle</i> <i>Crataegus mexicana</i> <i>Buddelia cordata</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Bougainvillea glabra</i> <i>Bougainvillea glabra</i>	<i>Fraxinus uhdei</i>  <i>Jacaranda mimosaeifolia</i>   <i>Populus alba</i>	<i>Prunus persica</i> <i>Citrus aurantiifolia</i>  <i>Citrus sinensis</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Psidium guajava</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Acacia melanoxylon</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Cupressus sempervirens</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i>  <i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum japonicum</i> <i>Yucca elephantipes</i>	<i>Ficus retusa</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Schinus molle</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus globulus</i>  <i>Eucalyptus spp</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ligustrum Japonicum</i> <i>Pinus spp</i> <i>Ulmus parvifolia</i>

<b>TLALPAN</b> <b>PRADO COAPA</b> <b>Parques en Prados Coapa</b>	<b>XOXHIMILCO</b> <b>SAN LUIS</b> <b>TLAXIATEMALCO</b>	<b>CUAUHTEMOC</b> <b>CENTRO</b> <b>EJE CENTRAL A</b> <b>ALDACO</b>	<b>CUAUHTEMOC</b> <b>CENTRO</b> <b>REP. DEL SALVADOR</b> <b>A C.JON.ESPERANZA</b>	<b>CUAUHTEMOC</b> <b>CENTRO</b> <b>PINO SUÁREZ A</b> <b>CORREO MAYOR</b>	<b>CUAUHTEMOC</b> <b>CENTRO</b> <b>REPUBLICA DE</b> <b>URUGUAY SUR</b>
<i>Acacia longifolia</i> <i>Acacia retinodes</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Alnus sp</i> <i>Araucaria heterophylla</i> <i>Casuarina equisetifolia</i> <i>Citrus limon</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Cupressus lucitanica</i> <i>Cupressus sempervirens</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus cinerea</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Ficus carica</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Juglans regia</i> <i>Juglans regia</i> <i>Ligustrum japonicum</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Phoenix canariensis</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Prunus persica</i> <i>Schinus molle</i> <i>Schinus terebinthifolius</i> <i>Thuja orientalis</i> <i>Ulmus parvifolia</i> <i>Yucca elephantipes</i>	<i>Taxodium mucronatum</i> <i>Persea americana</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Populus alba</i> <i>Prunus serótina</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Citrus limón</i> <i>Prunus cerasifera</i> <i>Pirus malus</i> <i>Agave sp.</i> <i>Acintle</i> <i>Carya illinoensis</i> <i>Ulmus parvifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Schinus molle</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Opuntia sp.</i> <i>Tamarix aff gallica</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Pyrus communis</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Eucalyptus camaldulensis</i> <i>Eucalyptus cinerea</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus benjamina</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Populus alba</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Populus alba</i> <i>Pyracantha coccinea</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Nerium oleander</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Prunus serotina</i>



CUAUHTEMOC CENTRO ECHEVESTE SUR	CUAUHTEMOC CENTRO CJON. ESPERANZA SUR	CUAUHTEMOC CENTRO VENUSTIANO CARRANZA SUR	CUAUHTEMOC CENTRO CORREGIDORA-NORTE	CUAUHTEMOC CENTRO MESONES-NORTE	CUAUHTEMOC CENTRO JESUS MARIA ORIENTE
<i>Populus alba</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Cupressus lusitanica</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Cupressus lusitanica</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ficus benjamina</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Bauhinia sp</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Myrtus communis</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Erythrina americana</i>

CUAUHTEMOC DOCTORES OBRERO MUNDIAL – DR. RAFAEL NORMA	CUAUHTEMOC CENTRO DR. MÁRQUEZ – DR. LICEAGA	CUAUHTEMOC CENTRO DR. PASCUA - DR. RUÍZ	VENUSTIANO CARRANZA CENTRO DR. RÍO DE LA LOZA – VIZCAINAS	CUAUHTEMOC CENTRO PTE. PEREDO - ARTICULO 123	TLAHUAC INDEPENDENCIA – AV. JUÁREZ	CUAUHTEMOC GUERRERO SANTA VERACRUZ- VIOLETA
<i>Populus deltoides</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Ficus retusa</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ulmus parvifolia</i>

<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b>
<b>TOPACIO O CC. ALHONDIGA PONIENTE</b>	<b>DEL CARMEN PTE.</b>	<b>REGINA SUR</b>	<b>SAN JERONIMO SUR</b>	<b>CJON. DE SAN IGNACIO PTE.</b>	<b>EJE CENTRAL ACERA ORIENTE</b>
<i>Populus tremuloides</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Prunus persica</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Carya illinoensis</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Nerium oleander</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Ficus elastica</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Erythrina americana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Myrtus communis</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus retusa</i>	<i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Acacia retinoides,</i> <i>Bougainvillea glabra</i> <i>Ficus carica</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Centrum nocturnum</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Olea europea</i> <i>Thuja orientalis</i> <i>Nerium oleander</i> <i>Manguifera sp.</i> <i>Morus celtidifolia</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Eriobotrya japonica</i> <i>Schinus molle</i>

<b>CUAUHTEMOC</b>	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES</b> Saratoga – Vista Hermosa	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES</b> Nevado – Eje 8 Sur	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES</b> PIRINEOS – REPUBLICA	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>DEL VALLE</b> EJE 7A SUR – UNIVERSIDAD	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>DEL VALLE</b> MORENA - DIAGONAL SAN ANTONIO
Av. Chapultepec					
<i>Populus deltoides</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus benamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Cupressus lusitanica</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Ulmus parvifolia</i>	<i>Populus deltoides</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus benamina</i> <i>Yucca guatemalensis</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus benamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Thuja orientalis</i>	<i>Populus deltoides</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus benamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Ulmus parvifolia</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Olea europea</i> <i>Yucca guatemalensis</i>	<i>Populus deltoides</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Schinus molle</i>

<b>BENITO JUAREZ</b> <b>SOL – CIRCUITO</b> <b>INTERIOR</b>	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES SUR</b> <b>CHURUBUSCO -</b> <b>SARATOGA</b>	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES SUR</b> <b>VISTA HERMOSA - NEVADO</b>	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES SUR</b> <b>POPOCATEPETL - PIRINEOS</b>	<b>BENITO JUAREZ</b> <b>PORTALES SUR</b> <b>REPUBLICAS – EMILIANO</b> <b>ZAPATA</b>	<b>CUAUHTEMOC</b> <b>CENTRO</b> <b>Plaza de la Santisima</b>
<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ficus benamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Ficus elastica</i>	<i>Ficus benamina</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	<i>Ficus benamina</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Fraxinus uhdei</i>	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Persea americana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Eriobotrya japonica</i> <i>Populus deltoides</i>	<i>Cedrus deodora</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Liquidambar styraciflua</i> <i>Populus deltoides</i> <i>Thuja orientalis</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Persea americana</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus elastica</i> <i>Thuja orientalis</i> <i>Dombeya wallichii</i> <i>Taxodium mucronatum</i> <i>Nerium oleander</i>



<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de Juan José Baz</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de las Vizcainas</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de Regina</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de San Pablo</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de la Alhóndiga</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza San Jerónimo</b>
<i>Populus tremuloides</i> <i>Castanea sp.</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Ulmus parvifolia</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Prunus persica</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus retusa</i>	<i>Castanea sp.</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Ulmus parvifolia</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Prunus persica</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Grevillea robusta</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Eriobotrya japonica</i> <i>Thuja orientalis</i> <i>Morus celtidifolia</i>	<i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Eriobotrya japonica</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Phoenix canariensis</i> <i>Thuja orientalis</i> <i>Yucca guatemalensis</i>	<i>Ulmus parvifolia</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Prunus persica</i> <i>Persea americana</i> <i>Cedrus deodora</i> <i>Populus alba</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Prunus serotina</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Phoenix canariensis</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Eugenia caryophyllata</i> <i>Musa ensete</i>	<i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Prunus persica</i> <i>Persea americana</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Eucalyptus globulus</i> <i>Populus alba</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Eriobotrya japonica</i> <i>Pinus radiata</i> <i>Phoenix canariensis</i> <i>Ficus elastica</i>

<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza Torres Quintero</b>	<b>ALVARO OBREGON SAN ANGEL</b> <b>Plaza Loreto</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza Aquilies Serdan</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza de la Concepción</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza Santo Domingo y 23 de Mayo</b>	<b>CUAUHTEMOC CENTRO</b> <b>Plaza del Estudiante</b>
<i>Eucalyptus globulus</i> <i>Persea americana</i> <i>Acacia retinoides,</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Prunus persica</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Cupressus macrocarpa</i> <i>Phoenix canariensis</i>	<i>Persea americana</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Taxodium mucronatum</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Alnus acuminata</i> <i>Thuja orientalis</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Phoenix canariensis</i>	<i>Acacia retinoides,</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Erytrina americana</i> <i>Ficus retusa</i>	<i>Populus tremuloides</i> <i>Jacaranda mimosaeifolia</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Erytrina americana</i>	<i>Persea americana</i> <i>Acacia retinoides,</i> <i>Ligustrum lucidum</i> <i>Ficus benjamina</i> <i>Yucca guatemalensis</i> <i>Fraxinus uhdei</i> <i>Ficus retusa</i> <i>Taxodium mucronatum</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Casuarina cunninghamiana</i> <i>Cupressus macrocarpa</i>



## CONCLUSIONES

Con esta parte del estudio se cuenta con información de las áreas verdes del Distrito Federal, generándose indicadores de tipo ambiental sobre las condiciones del arbolado, con el fin de instrumentar un monitoreo continuo de su evolución y asegurar su permanencia en la defensa de los derechos colectivos de los habitantes del Distrito Federal. Cumpliendo así los objetivos propuestos.

Se registraron 42 especies de árboles siendo *Fraxinus uhdei* con 22.47% y *Casuarina cunninghamiana* con 12.73% las más abundantes.

Uno de los indicadores que se proponen aquí es: El Índice de Riqueza de Especies Arbóreas Urbanas (IREAU) el cual es una aportación resultado de este trabajo. Que es la proporción de especies que hay en un área verde en relación al total de especies registradas. A nivel de Delegación, la Miguel Hidalgo y Tlalpan son las que presentan la mayor diversidad de especies, con IREAU de 0.42 y 0.45 respectivamente y la Delegación Coyoacán mostró el menor índice de riqueza con 0.20.

A nivel de calles, el 63 % de las calles muestreadas presentan un IREAU de 0.20 a 0.40 y un 37 % de estas están ubicadas con IREAU menor de 0.20.

Existen relaciones entre algunas variables y las especies encontradas, por ejemplo el estado de sanidad de estas su origen, es el caso del *Cupressus sempervirens L.* de origen nativo y la edad, encontramos que las especies nativas jóvenes representan apenas el 7% de la población total muestreada, y de esta proporción el 80% se encuentra en parques y jardines, en cambio los adultos representan tan solo el 3% de la población adulta del total.

En cambio las especies exóticas jóvenes representan el 50% del total de la población joven, y que su representatividad está muy marcada en parques y jardines. En cambio tanto para las especies exóticas adultas, el 48% de la población muestreada en parques y jardines y camellones y avenidas tienen respectivamente una condición de salud sana. Otra relación es la existente entre la sanidad y el sitio, por ejemplo en camellones y avenidas se obtuvo que el 14% de la población muestreada está enferma y el 3.5% se encuentra plagada, no siendo el caso para parques y jardines donde la proporción es de 5.8% y 2.0% respectivamente. Lo cual muestra que las avenidas y camellones son áreas descuidadas y con mayor vulnerabilidad a estos males.

Por último la incidencia de plagas y enfermedades es más frecuente en especies nativas (17%) que en las exóticas (11%), por ejemplo de una población de 2475 árboles muestreados se encontraron 25 árboles plagados y enfermos entre jóvenes y adultos de especies nativas. Por otro lado, para las especies exóticas resultaron 251 árboles plagados y enfermos en la misma población muestreada.

Lo anterior se explica bien, ya que las especies exóticas suelen ser portadoras de plagas y enfermedades ajenas a las nativas, que suelen ser muy susceptibles de contagio.



Resulta revelador que el porcentaje de especies exóticas obtenidas en el tamaño de muestra es del 95%, y solo el 5% para especies nativas. De lo cual se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Las decisiones relacionadas con la introducción de especies arbóreas y arbustivas para el diseño y construcción de áreas verdes ha sido erróneas.
2. Que las especies arbóreas existentes en la mayoría de parques, jardines, camellones y avenidas, no cuentan ni siquiera con prácticas elementales de manejo, y resulta inquietante, que estas se desconocen o se carece de la información más importante para su mantenimiento.
3. Muchas de las prácticas que llegan a realizarse esporádicamente en algunas áreas verdes, son de naturaleza empírica, ya que la condición del arbolado no refleja las mejoras o mantenimientos.
4. La mayoría de las especies exóticas presentes manifiestan una gran capacidad de amortiguamiento a los efectos negativos del ambiente (sequías, vientos, contaminantes, endurecimiento del suelo, etc), así como también a los de origen antropocéntrico (maltratos en general).
5. Los indicadores generados en este estudio señalan condiciones buenas y excelentes en la mayoría de los árboles muestreados, lo cual no está en conflicto con las expresiones arriba mencionadas, recordemos que esta primera etapa de muestreo, fue de índole explorativo, y que los datos reflejan en **promedio** la manifestación natural de sobrevivencia de la vegetación que una condición ad hoc técnicamente deseable y permanente que sirva de base para cubrir las necesidades apremiantes de la población urbana del Distrito Federal.

La condición general de cualquier organismo es la conjunción de su genética y de las relaciones ambientales que lo rodean, por lo que aquí se propone el índice de calidad metropolitano de arbolado urbano (IMECAU), este índice trata de englobar la mayor cantidad de factores que tienen que ver con el buen desarrollo de los arboles, aquí se evaluaron los siguientes: la especie; las condiciones del sitio en particular donde se están desarrollando; la distribución espacial; origen del árbol; condición, si está vivo o muerto; sanidad, si está sano o con algún agente que lo afecte; lesiones mecánicas, de muy diversos tipos; necesidad de su remoción por alguna causa; estado de desarrollo actual; sistema radical; su tolerancia a suelo compacto; su tolerancia a sequías; fragilidad de ramas y su tolerancia a la contaminación ambiental.

Cada uno de estos indicadores toma valores en un rango variable según la condición deseable para el buen desarrollo, la suma de todos ellos puede alcanzar un total de 100 puntos cuando el árbol con estos indicadores presenta las mejores condiciones. Análogamente al IMECA, el IMECAU, se dividió en las siguientes categorías:

Categorías			
Excelente	Buena	Regular	Mala
80-100	50-79	25-49	<25

A nivel de especie, siete se ubican con condición excelente, *Buddleia cordata*, *Cedrus deodora*, *Magnolia grandiflora*, *Quercus sp.*, *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Eysenhardtia polystachya*, una especie *Carya illinoensis* está en una condición REGULAR, el resto de las especies en la muestra presentaron en su mayoría una condición BUENA.

Las variables que inciden mas para obtener esta calificación, son: que la mayoría se encuentran vivos, con desarrollo adulto o joven, con una salud relativa (mediante análisis visual que no muestre plagas y/o enfermedades), apariencia o porte inhiesta, diámetro y altura adecuados a la especie y su desarrollo visible en un patrón de distribución espacial.

Por Delegación, la condición del arbolado es predominantemente buena para las delegaciones muestreadas y más del 40% del arbolado de cada una se encuentra en esta condición. En cuatro delegaciones la condición es de buena a excelente (Álvaro Obregón, Coyoacán, Cuauhtémoc y Tlalpan) y en tres delegaciones muestreadas (Iztacalco, Iztapalapa y Miguel Hidalgo) se observaron las tres categorías: excelente, buena y regular aunque la condición regular, no excede del 10% del arbolado.

Cabe mencionar que en el cálculo de los indicadores del arbolado, se debe considerar, que la distribución espacial de las poblaciones es muy heterogénea, debida a las diferentes condiciones del suelo (régimen hídrico, niveles de nutrimentos, profundidad, compactación) y de las variables meteorológicas locales (radiación, exposición, intensidad del viento, frecuencia y distribución de lluvias). Así como de la carga humana y vehicular, lo cual afecta de manera significativa la vegetación.

Otro factor de variación se considera el tener áreas de muestreo contrastantes, es decir, parques públicos, camellones, calles y zonas de conservación. Lo que trae consigo la estimación de indicadores promedios, que están dentro de rangos de regulares a buenos, tal como se obtuvo en el presente trabajo. Por otro lado, el factor de abundancia de algunas especies también influye en la calificación de su condición sanitaria.

Finalmente, se construyo una base de datos donde se pueden hacer consultas relacionadas con las estadísticas de cada uno de los indicadores considerados en este trabajo, por ejemplo:

- Sobre la estructura de edades del arbolado
- Proporción de Plagas y enfermedades por especie, por Delegación, Colonia y calle.

## RECOMENDACIONES

El manejo adecuado del arbolado urbano es fundamental en la Ciudad de México, para ello, es conveniente que las dependencias de gobierno, junto con los encargados de las áreas verdes en cada Delegación, efectúen inventarios del arbolado, cuya información permita realizar diagnósticos sanitarios a diversa escala (calle, colonia, delegación). Para ello, se recomienda llevar a cabo levantamientos de información que sean homogéneos y que proporcionen la misma información para cada individuo mediante la utilización de un formato que sea práctico y que proporcione datos de localización y sanidad del arbolado (Tabla XVIII). Dicho formato también permitirá que los datos recabados sean fácilmente manejados y procesados.

Tabla XVIII. Formato de levantamiento de información para el inventario del arbolado del Distrito Federal

<b>Fecha</b> _____		<b>Nombre del área verde</b> _____																					
<b>Calle</b> _____		<b>Colonia</b> _____						<b>Delegación</b> _____															
ID	S	Nc	Nco	Coord		DAP	Alt	Cc		Or	Co	De	Le	St	Sf	Su	Cs	Po	Ae	In	Di	Pr	
				X	Y			N-S	E-O														

### Instructivo sobre la información que se requiere en la Tabla XVIII

En los campos de fecha, se anotará el día en que se realiza el levantamiento de información, en el de nombre del área verde, se anotará el nombre del parque, jardín o reserva con el que se le conoce al área verde. Si se trata de árboles en banquetas, andadores o camellones, se pondrá el nombre de la calle en el campo de Calle. Para ambos casos (árboles en áreas verdes o calles), se deberán llenar los campos de Colonia y Delegación.

A fin de que el formato para el inventario del arbolado sea práctico, las variables a evaluar se manejarán con claves y la información recopilada se anotará por medio de números (que se encuentran dentro del paréntesis) que corresponden a diferentes condiciones de las variables.

El significado de las claves y el valor para cada condición es el siguiente:

ID: número que identificará al árbol inventariado.

S=Sitio lugar donde se establece el árbol; Banqueta (1), Camellón (2), Parque (3), Jardín (4). Es conveniente que se cuente con un glosario que defina los términos que se manejan en el formato y que facilite su comprensión, como es el caso de diferenciar entre jardín y parque.

Nc=Nombre científico, el árbol se identificará con claves y libros.

Nco=Nombre común, se anotará el nombre con el que localmente la gente conoce al árbol.

Coord= Coordenadas, se anotarán las coordenadas XY para georeferenciar a cada árbol. Esto servirá para tener un control de calidad de la información, así como su actualización y proporcionar mantenimiento específico.

DAP= Diámetro a la altura del pecho en centímetros.

Alt=Altura total del árbol en metros.

Cc=Cobertura de copa en metros. Se tomará la longitud N-S y E-O

Or=Origen de la especie; exótica (1), Nativa (2)

Co=Condición; vivo (1), Muerto (2)

De=Desarrollo; Joven(1), Adulto(2), Decrépito(3)

Le=Lesiones; Sin lesiones (1), Cinchado (2), Desgajamiento (3), Desmoche (4), Oquedades en el tronco (5), Combinaciones (los números de cada lesión)

St= Sanidad del tronco; Sano (1), Plagado (2), Enfermo (3), Plagado y enfermo (4).

Sf= Sanidad del follaje; Sano (1), Plagado (2), Enfermo (3), Plagado y enfermo (4).

Su=Sustitución; No sustituir (1), Dentro de 6 o más años (2), Dentro de los próximos 3 años (3), Urgente (4).

Cs= Compactación del suelo; Compacto (1), Con poca remoción (2), Removido (3).

Po=Poda; Sin necesidad de poda (1), Poda de formación o mantenimiento (2), Poda de sanidad(3).

Ae=Apariencia estética; Vigoroso (1), Acumulación de polvo en follaje (2), Débil (3).



In=Interferencia; Con cables (1), Con postes (2), Con letreros o señalamientos (3),  
Con edificios o construcciones (4), Sin interferencia (5).

Di=Distribución; Equidistante (1), En grupos (2), Al azar (3).

Pr=Posición de las raíces; Debajo de la superficie del suelo (1), Expuestas (2)

Es muy importante que las personas que se encargarán de realizar el inventario, sean capacitadas para que levanten la información adecuada, además de que existen variables que requieren ser tomadas por una persona especializada como lo es la identificación de las especies. También se deberán proporcionar imágenes e ilustraciones de las diferentes lesiones y de las condiciones de sanidad del tronco y follaje para poder realizar adecuadamente el inventario.

Para complementar la información obtenida con el inventario, se recomienda llevar a cabo encuestas a la administración encargada de las áreas verdes del Distrito Federal a fin de llevar a cabo el manejo adecuado del arbolado. Las preguntas en las que consistiría la encuesta son las siguientes:

¿Cuál es la superficie de área verde bajo manejo o mantenimiento?

¿El arbolado recibe riego? ¿Cada cuando se realiza el riego? ¿Qué tipo de riego se aplica? ¿A qué especies se le aplica?

¿El arbolado es fertilizado? ¿Cada cuando se realiza la fertilización? ¿Cómo se realiza? ¿A qué especies se les aplica fertilización?

¿Cuáles son los programas de poda que existen? ¿A qué especies se les realiza poda? ¿Cuáles son los motivos de la poda?

¿Existe Control de plagas y enfermedades? ¿Cómo y con qué se realiza? ¿Qué especies son tratadas?

## LITERATURA CONSULTADA

Cayeros, R.M. 1982. Árboles y arbustos cultivados en la ciudad de México. Tesis, UNAM, México. 122 p.

Hernández A., Alguacil J., y Medina del Río M. 1996. Parámetros dotacionales en suelo urbano.

Martínez, G., L. 2008. Árboles y Áreas verdes urbanas de la ciudad de México y su Zona Metropolitana. Fundación Xochitla A. C., CONABIO, Deloitte. México, D. F. 549 p.

Rivas T. D. 2001. Reconocimiento de árboles en riesgo. Sociedad Internacional de Arboricultura (ISA).

Sorensen, M. Barzetti V., Keipi K. y Williams J. 1998. Manejo de área verdes urbanas. Washington D. C.



## PRESENTACIÓN ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

El ordenamiento ecológico y la reglamentación urbana del uso del suelo provienen de dos conceptualizaciones diferentes del manejo del territorio. El ordenamiento ecológico busca compatibilizar el uso del suelo con su aptitud para minimizar los conflictos del deterioro de los ecosistemas, y la reglamentación urbana del uso del suelo, ordena el espacio para el crecimiento urbano y establece una zonificación con una normativas para preservación ecológica y la producción rural y agroindustrial. En particular el Desarrollo Urbano considera el abasto de productos para la ciudad, donde el agua juega un papel importante en la determinación de sitios donde se puede disponer de productos del metabolismo urbano e industrial, alejados de las zonas habitacionales y establecer zonas recreativas para la población, estas últimas han empezado a jugar un papel relevante en los programas de desarrollo urbano.

La reglamentación urbana se basa **en buena medida** en la concepción de que el crecimiento es inherente al desarrollo, por ello el medio natural ha sido una reserva para seguir expandiendo las zonas habitacionales, industriales, de equipamiento y servicios de acuerdo a los ritmos de crecimiento de la población. En la práctica, el incremento de sus actividades económicas ha hecho que se ocupen espacios que respondan a los crecientes niveles de las necesidades sociales y de cultura de la población urbana.

Esta circunstancia ocasionó que las zonas de bosques al sur del Distrito Federal fueran invadidas por la mancha urbana, disminuyendo sus funciones ecológicas de áreas verdes, purificadoras del aire, recarga de acuíferos y espacios para la conservación de la biodiversidad, Sin embargo, la actual Ley de Desarrollo Urbano para el Distrito Federal plantea además de la regulación del espacio la conservación ecológica de amplias áreas según el contenido de sus artículos 1 y 3 fracción III:

Artículo 1:

“La presente Ley es de orden público e interés social, y tiene por objeto:

- I. Fijar las normas básicas para planear, programar y regular el ordenamiento territorial y el desarrollo, mejoramiento, conservación y crecimiento urbanos del Distrito Federal;
- II. Determinar los usos, destinos y reservas del suelo, su clasificación y zonificación; y
- III. Establecer las normas y principios básicos mediante los cuales se llevará a cabo el desarrollo urbano...”

Artículo 3. Fracción III.

Para cumplir con propósitos ecológicos y ambientales fundamentales para la salud de los habitantes del Distrito Federal, se destinan a la conservación del medio



natural y la vida de la flora y la fauna silvestres, los suelos comprendidos en la cartografía que formará parte del Programa General, por tanto, no son urbanizables las zonas del Distrito Federal, comprendidas dentro de los límites fijados por las leyes de la materia. Dichos suelos se ubican en los siguientes lugares:

1. Sierra de Guadalupe;
2. Sierra de las Cruces;
3. Sierra del Ajusco;
4. Sierra de Santa Catarina;
5. Espacios pantanosos de chinampas y llanos de Tláhuac, Iztapalapa, Xochimilco, Tlalpán y Milpa Alta; y
6. Los lechos de los antiguos lagos de Chalco, Texcoco y Xochimilco.

En lo que respecta al Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, destaca lo que menciona el Artículo 35 que dice: “El Programa General de Desarrollo Urbano determina la clasificación del suelo en el territorio del Distrito Federal y la zonificación primaria como suelo urbano y suelo de conservación. Igualmente, describe la línea de conservación ecológica y precisa las áreas de actuación a que se refiere la Ley. Los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano (PDDU) y los Programas Parciales de Desarrollo Urbano (PPDU) establecen la zonificación dentro de su ámbito territorial, precisando las normas de ordenación generales, particulares por vialidades, por colonia o, en su caso, por predio.

Aunque los ámbitos para el Ordenamiento Ecológico y el Desarrollo Urbano están definidos legalmente, de tal manera que la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente, en su artículo 20 bis 4 establece que el Ordenamiento Ecológico Local regulará fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos y establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes, el que la regulación del uso del suelo este en dos instrumentos legales hace que en ocasiones se tengan conflictos, pues ello se realiza bajo dos concepciones diferentes, las cuales no siempre son compatibles en determinados momentos y lugares específicos.

Para el caso del Distrito Federal, el Artículo 28 de la Ley Ambiental del Distrito Federal menciona que “ El ordenamiento ecológico es un instrumento de política

ambiental que tiene por objeto definir y regular los usos del suelo, en el suelo de conservación, (en) los criterios ambientales aplicables a los usos y destinos del suelo de los Programas de Desarrollo Urbano en los asentamientos humanos en suelo de conservación, de los recursos naturales y de las actividades productivas, para hacer compatible la conservación de la biodiversidad con el desarrollo regional, este instrumento es de carácter obligatorio en el Distrito Federal y servirá de base para la elaboración de los programas y proyectos de desarrollo, así como obras y actividades que se pretendan ejecutar.” De esta manera se entiende que el ordenamiento ecológico rige para las áreas urbanas sólo a través de establecer dentro de los Programas de Desarrollo Urbano criterio ambientales para las zonas ubicadas dentro de suelo de conservación.

Uno de esos lugares con conflictos corresponde a la interface entre la zona urbana y las zonas naturales consideradas como espacios rurales. El crecimiento continuo de la mancha urbana por asentamientos humanos planificados o irregulares crea un espacio de ambigüedad, donde la regulación urbana en ocasiones no es aplicable al no estar dentro de los polígonos urbanos decretados como centros de población y el ordenamiento ecológico considera estos mismos espacios como zonas urbanas por la densidad de su población, infraestructura y servicios, por lo que finalmente dichos espacios crecen y con el tiempo exigirán que se regularicen como parte de la zona urbana, en detrimento de los espacios naturales que paulatinamente desaparecen por el crecimiento de la mancha urbana, impulsada por intereses de diversos sectores sociales centrados en beneficios inmediatos y sin considerar el interés público y los servicios ambientales que estos espacios proporcionan a la población en general.

El conflicto se refleja también en incompatibilidades de los usos del suelo en las zonas colindantes o de traslape que establecen los programas de Desarrollo Urbano (PDDU) y el Programa de Ordenamiento Ecológico para el Distrito Federal (PGOEDF).

El crecimiento urbano y los asentamientos humanos irregulares, se favorecen con la construcción de infraestructura, las cuales son las vías de comunicación que facilitan el establecimiento de núcleos de población que puede desplazarse hacia esos sitios por medio de la vialidad construida, dada la presión de la expansión urbana impulsada por intereses particulares.

Cuando se analizan en detalle los programas de desarrollo urbano de las delegaciones colindantes con la zona establecida como de conservación al sur de la ciudad, como lo son las delegaciones políticas de Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Tlalpán, Xochimilco y Tlahuac, aparecen usos diferentes a los establecidos por el PGOEDF, así por ejemplo zonas clasificadas como naturales protegidas o de conservación por los programas de desarrollo urbano, el PGOEDF tienen establecidos usos habitacionales, de producción agroindustrial o programas parciales de desarrollo; por otro lado, áreas verdes o de preservación ecológica de los programas de desarrollo urbano, son



consideradas con cierta frecuencia como agroecológicas por el Ordenamiento Ecológico.

## OBJETIVOS GENERAL

Comparar los usos del suelo establecidos por el PGOEDF y los PDDU de las delegaciones colindantes al área de suelos de conservación, con el propósito de identificar incongruencias e incompatibilidades de los usos del suelo establecidos en estos dos instrumentos de planeación urbana y ambiental y proponer elementos generales para minimizar conflictos ambientales por tal circunstancia.

## OBJETIVOS PARTICULARES

Para valorar esta última circunstancia, el presente trabajo planteó,

- Hacer una comparación entre los programas delegacionales de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en las zonas donde ellos tiene una área de traslape o interface.
- Determinar la incompatibilidad de los usos del suelo entre estos dos instrumentos de planeación y de regulación del uso del suelo.
- Identificar áreas con usos del suelo las cuales contengan regulaciones incompatibles en algún grado y con significancia de acuerdo a una estimación de su amplitud y grado de incompatibilidad.

## METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se utilizaron tres insumos que fueron:

1. Los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano de desarrollo urbano de las Delegaciones Políticas colindantes con la Zona de Conservación al sur del Distrito Federal.
2. El programa General de Ordenamiento Ecológico para la Ciudad de México.
3. Imágenes recientes del Satélite *Quickbird* para cada una de las Delegaciones Políticas analizadas.

Como materiales para el trabajo se utilizaron archivos en formato pdf (*Portable Data File* por sus siglas en inglés) de los usos del suelo determinados por los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano, los cuales fueron proporcionados por la PAOT (Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del Distrito Federal).

Un archivo en formato *Shape File* de *ESRI* con los usos del suelo determinados por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal el cual viene en el documento: Programa General de Ordenamiento Ecológico del DF,



Versión abreviada Compuestos en color de las imágenes Quickbird unidos y recortados con los límites de cada Delegación Política del Distrito Federal.

Un ejemplo de estos materiales de análisis se muestra en la figura 82.

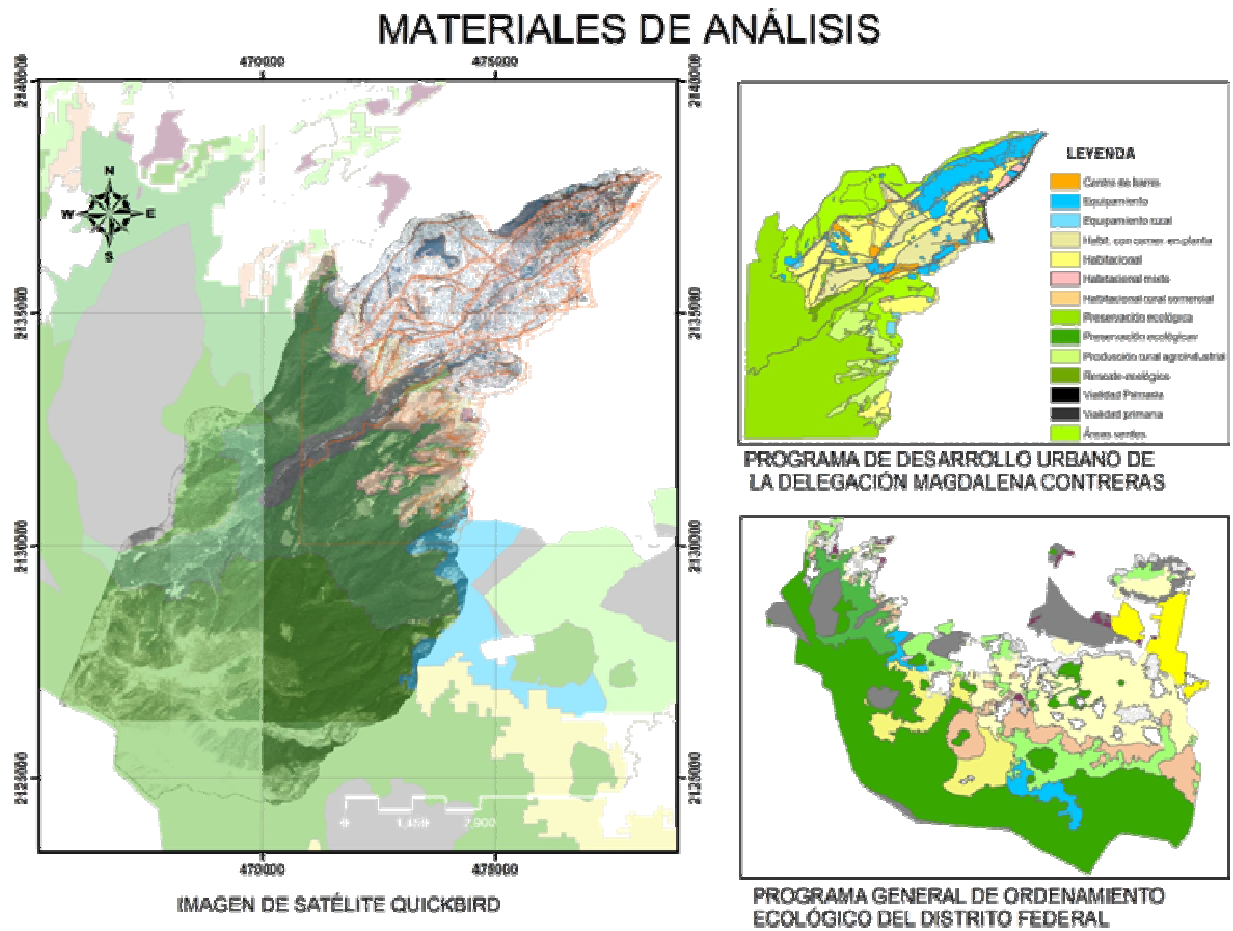


Figura 82. Instrumentos de análisis para determinar incompatibilidad en el uso del suelo.(Fuente: Gobierno del Distrito Federal y empresa DigitalGlobe quien produce las imágenes Quickbird)



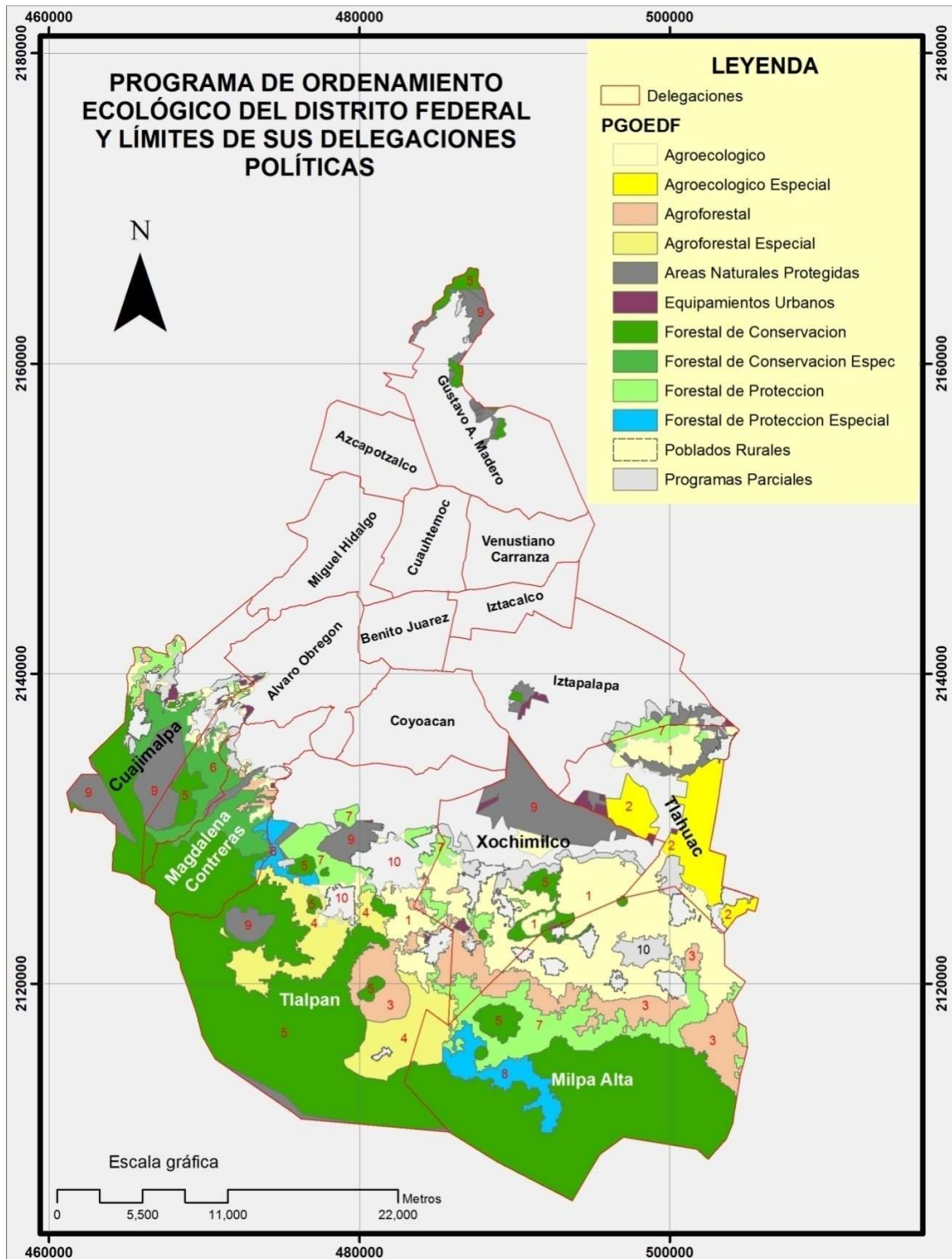


Figura 83. Programa General de Ordenamiento Ecológico y Delegaciones del Distrito Federal (Fuente: Gaceta oficial del Distrito Federal del 1 de agosto del 2000)

Las Delegaciones Políticas del Distrito Federal consideradas para este trabajo fueron: Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochmimilco y Tláhuac (véase figura 83).

De estas delegaciones se obtuvieron los planos de sus programas de Desarrollo Urbano más reciente en imágenes con formato pdf (*portable document file* por sus siglas en inglés), de las cuales a través de convertirlos a otro formato compatible con ArcGis se extrajeron los polígonos con los diferentes usos del suelo asignados. Al mapa digital obtenido en formato *shape file* (shp) de ArcGis, se le dio referencia geográfica en coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator), que corresponde a la Zona 14 Norte, con Datum WGS 84 y este mapa constituyó una capa vectorial dentro del programa de manejo de información geográfica utilizado para este trabajo: ArcGis 9.2.

También se obtuvo un mapa del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en formato digital *Shape file*(shp) de ArcGis, el cual fue elaborado a escala 1:50,000<sup>1</sup> y se verificó que también este mapa estuviera en coordenadas con proyección UTM de la zona 14 norte, con Datum WGS 84 para constituir con él, otra capa vectorial del programa de manejo de información geográfica utilizado.

Los compuestos de las imágenes *Quickbird* fueron unidos en un mosaico y recortados con los límites de las Delegaciones Políticas consideradas en este trabajo, estas imágenes tienen el mismo sistema de referencia geográfica de los dos materiales de análisis anteriores.

### DIAGRAMA GENERAL DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA.

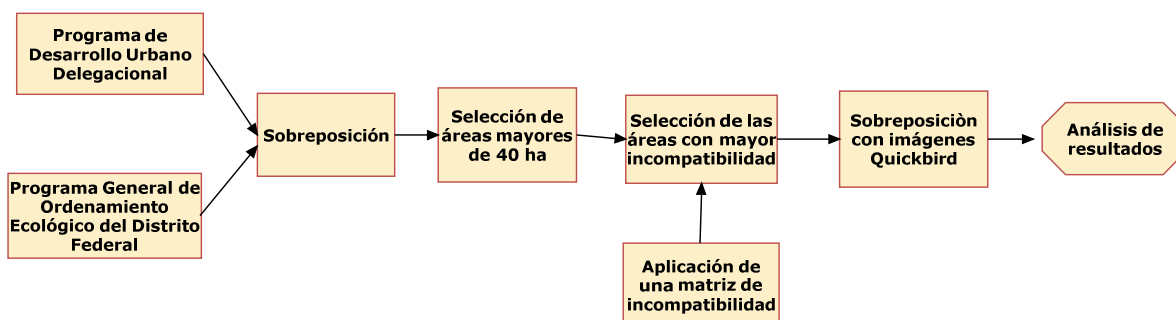


Figura 84. Diagrama general de la metodología empleada

<sup>1</sup> En entrevista personal al Subdirector de Ordenamiento Ecológico Ecólogo José H Ávila Flores, de la Dirección de Ordenamiento Ecológico y Regularización Territorial de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Gobierno del Distrito Federal se nos dijo que la escala de trabajo de este programa fue de 1:50,000.

Sobre la metodología general de este trabajo la figura 84 la muestra esquemáticamente. En esta figura se puede apreciar que se llevó a cabo una sobreposición cartográfica de los Programas de Desarrollo Urbano Delegacionales y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. De esa sobreposición de los usos del suelo establecidos por ambos programas se obtuvieron diversos rodales con la combinación de las categorías del ordenamiento ecológico y del uso urbano, este último uso del suelo incluyó el de Preservación Ecológica y Rescate Ecológico. El resultado originó múltiples rodales y se realizó una selección de aquellos con áreas mayores de 40 ha, esta superficie se definió considerando los siguientes criterios.

- a) La escala de trabajo del PGOEDF, según consulta hecha en su momento al Subdirector de Ordenamiento Ecológico de la Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural del Gobierno del Distrito Federal, fue de 1:50,000, donde se consideró que en el proceso de digitalización se puede tener un error de al menos de un milímetro, que sería el grueso de la línea que define a cada unidad de uso del suelo en este programa, se tendría 50 m, pues un milímetro a esta escala de trabajo equivale a esta distancia.
- b) Los programas Delegacionales de Desarrollo urbano en este sentido tendrían un error equivalente y con la sobreposición hecha los errores de ambos mapas se multiplican y nos dan 250 m.
- c) Al llevar a cabo la sobreposición cartográfica de estos materiales se observó que los mapas de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano tienen desfases con respecto a los límites establecidos en el PGOEDF y con las imágenes Quickbird empleadas en este trabajo, por lo que se considero que el error de ubicación de cualquier elemento producto de la sobreposición cartográfica llevada a cabo se podría incrementar al menos entre 600 y 700 m. Considerando esta distancia hacia cualquier dirección de la superficie representada por el mapa obtenido de la sobreposición cartográfica llevada a cabo, se tendría un error en metros cuadrados de 600 x 700 metros, lo que equivale a 420,000 m<sup>2</sup>, lo que equivale en términos globales a 40 ha.

De la sobreposición cartográfica del PGOEDF y de los PDDU, se obtuvieron para cada delegación los polígonos con las categorías combinadas de ambos programas, ellas se clasificaron de acuerdo a su incompatibilidad como bajas medias y altas, asignándoles valores del 1 al 3 por medio de un cuadro de doble entrada donde los usos del suelo del Ordenamiento Ecológico ocuparon las columnas del cuadro y los usos del suelo establecidos por el Desarrollo Urbano ocuparon los renglones y cada interacción se calificó con el criterio experto de quienes realizaron este trabajo (véase ejemplo de la figura 85).

En términos generales las categorías del PGOEDF de Áreas Naturales Protegidas, Forestales y Agroforestales que coincidieron con las categorías de los PDDU de Preservación Ecológica y Rescate Ecológico fueron calificadas con el valor bajo: 1. Cuando las mismas categorías de Áreas Naturales Protegidas, Forestales y Agroforestales del PGOEDF coincidieron con usos del suelo de los PDDU para la Producción Rural Agroindustrial, Habitacional Rural, Habitacional, Habitacional mixto, Habitacional con comercio y Equipamiento se calificaron con valor alto: 3, las demás interacciones que aparecen en cada cuadro de compatibilidad elaborado para cada delegación fueron calificadas con valor medio: 2.

Mediante la consulta de la base de datos del mapa obtenido de la sobreposición del PGOEDF y del Programa de Desarrollo urbano de la Delegación Política analizada y calificada con los valores de incompatibilidad del cuadro de doble entrada elaborado para cada Delegación con los criterios mencionados en el párrafo anterior, dentro del programa ArcGis, se seleccionaron las zonas con valor de alta incompatibilidad (3), cuya superficie fuera mayor de cuatro hectáreas. Para ello se emplearon técnicas de consulta SQL (*Structured Query Language*) que vienen dentro del ArcGis, un ejemplo de esa consulta en una sentencia SQL aparece en la figura 86.

Con base en lo anterior, se obtuvieron las zonas incompatibles y ellas se analizaron sobreponiéndolas a las imágenes de satélite *Quickbird*. Estas imágenes tienen una resolución de 2.4 m por pixel y fueron adquiridas para este proyecto con fechas del 2006. En la bibliografía de este trabajo aparecen los datos de cada una de ellas.

PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO							Poblados rurales	Programas parciales	Equipamientos urbanos
	Áreas naturales protegidas	Forestal de conservación esp	Forestal de protección Especial	Forestal de protección	Agroforestal	Agroecológico				
Preservación ecológica	1	1	1	1	2	3	3	3	3	
Rescate ecológico	1	1	1	1	1	1	2	3	3	
Áreas verdes	1	1	1	1	1	3	3	3	3	
Producción rural agroindustrial	3	3	3	3	2	1	3	3	3	
Equipamiento rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1	
Habitacional rural comercial	3	3	3	3	3	3	1	1	1	
Habitacional	3	3	3	3	3	3	1	1	1	
Habit con comer en planta	3	3	3	3	3	3	2	1	1	
Centro de barrio	3	3	3	3	3	3	2	1	1	
Vialidad primaria	3	3	3	3	3	3	1	1	1	

Figura 85. Cuadro de incompatibilidad de uso del suelo del PDU y POE

```

("DESCIPCION" = 'Preservación ecológica' and "PGOEDF" = 'Agroecológico') OR ( "DESCIPCION" = 'Preservación
ecológica' and "PGOEDF" = 'Poblados Rurales') OR ( "DESCIPCION" = 'Preservación ecológica' and "PGOEDF" =
'Programas Parciales') OR ( "DESCIPCION" = 'Preservación ecológica' and "PGOEDF" = 'Equipamientos Urbanos')OR (
"DESCIPCION" = 'Rescate ecológico' and "PGOEDF" = 'Programas Parciales') OR ( "DESCIPCION" = 'Áreas verdes' and
"PGOEDF" = 'Agroecológico') OR ( "DESCIPCION" = 'Rescate ecológico' and "PGOEDF" = 'Poblados Rurales') OR(
"DESCIPCION" = 'Rescate ecológico' and "PGOEDF" = 'Programas Parciales') OR( "DESCIPCION" = 'Rescate ecológico' and
"PGOEDF" = 'Equipamientos Urbanos') OR ( "DESCIPCION" = 'Producción rural agroindustria' and "PGOEDF" = 'Áreas
Naturales Protegidas') OR ( "DESCIPCION" = 'Producción rural agroindustria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion
Espec') OR ( "DESCIPCION" = 'Producción rural agroindustria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia') OR(
"DESCIPCION" = 'Producción rural agroindustria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion') OR( "DESCIPCION" =
'Producción rural agroindustria' and "PGOEDF" = 'Poblados Rurales') OR( "DESCIPCION" = 'Producción rural
agroindustria' and "PGOEDF" = 'Programas Parciales') OR( "DESCIPCION" = 'Producción rural agroindustria' and
"PGOEDF" = 'Equipamientos Urbanos') OR( "DESCIPCION" = 'Equipamiento rural' and "PGOEDF" = 'Áreas Naturales
Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Equipamiento rural' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion Espec')OR(
"DESCIPCION" = 'Equipamiento rural' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" =
'Equipamiento rural' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Equipamiento rural' and "PGOEDF" =
'Agroforestal')OR( "DESCIPCION" = 'Equipamiento rural' and "PGOEDF" = 'Agroecológico')OR( "DESCIPCION" =
'Habitacional rural comercial' and "PGOEDF" = 'Áreas Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional rural
comercial' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion Espec')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional rural comercial' and
"PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional rural comercial' and "PGOEDF" =
'Forestal de Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional rural comercial' and "PGOEDF" = 'Agroforestal')OR(
"DESCIPCION" = 'Habitacional rural comercial' and "PGOEDF" = 'Agroecológico')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional' and
"PGOEDF" = 'Áreas Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion
Espec')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" =
'Habitacional' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional' and "PGOEDF" =
'Agroforestal')OR( "DESCIPCION" = 'Habitacional' and "PGOEDF" = 'Agroecológico')OR( "DESCIPCION" = 'Habit. con
comer. en planta' and "PGOEDF" = 'Áreas Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Habit. con comer. en planta' and
"PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion Espec')OR( "DESCIPCION" = 'Habit. con comer. en planta' and "PGOEDF" =
'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" = 'Habit. con comer. en planta' and "PGOEDF" = 'Forestal de
Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Habit. con comer. en planta' and "PGOEDF" = 'Agroforestal')OR( "DESCIPCION" = 'Habit.
con comer. en planta' and "PGOEDF" = 'Agroecológico')OR( "DESCIPCION" = 'Centro de barrio' and "PGOEDF" = 'Áreas
Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Centro de barrio' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion Espec')OR(
"DESCIPCION" = 'Centro de barrio' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" = 'Centro de
barrio' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Centro de barrio' and "PGOEDF" =
'Agroforestal')OR( "DESCIPCION" = 'Centro de barrio' and "PGOEDF" = 'Agroecológico')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad
primaria' and "PGOEDF" = 'Áreas Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad primaria' and "PGOEDF" = 'Áreas
Naturales Protegidas')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad primaria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Conservacion Espec')OR(
"DESCIPCION" = 'Vialidad primaria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion Especia')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad
primaria' and "PGOEDF" = 'Forestal de Proteccion')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad primaria' and "PGOEDF" =
'Agroforestal')OR( "DESCIPCION" = 'Vialidad primaria' and "PGOEDF" = 'Agroecológico').

```

Figura 86. Consulta en SQL para obtener polígonos con incompatibilidad alta de la sobreposición de PDDU y el PGOEDF



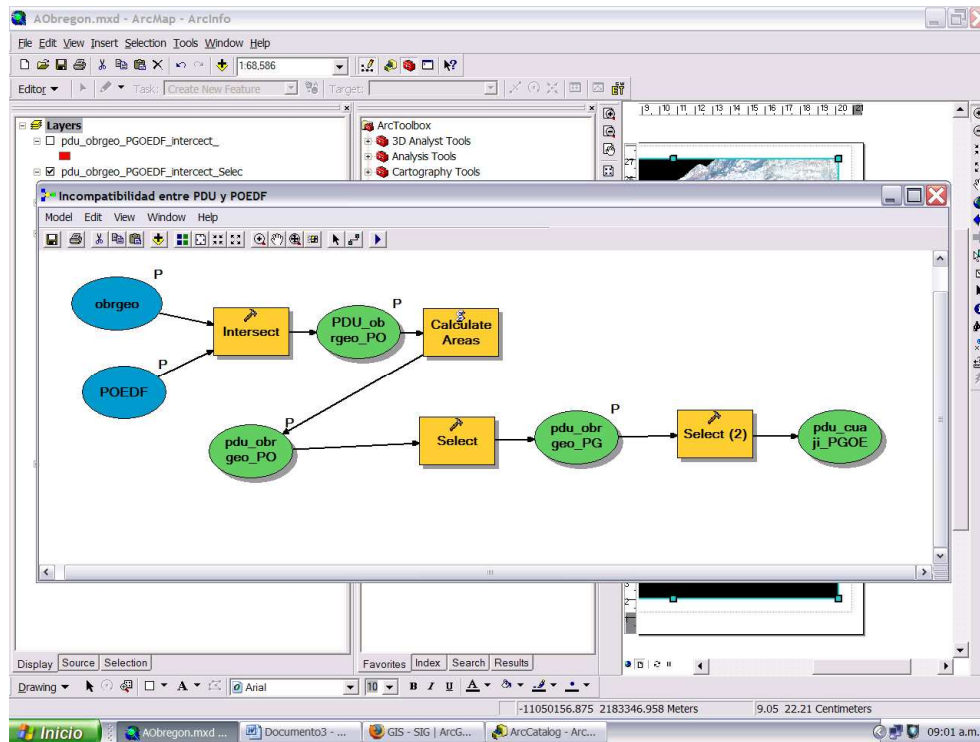


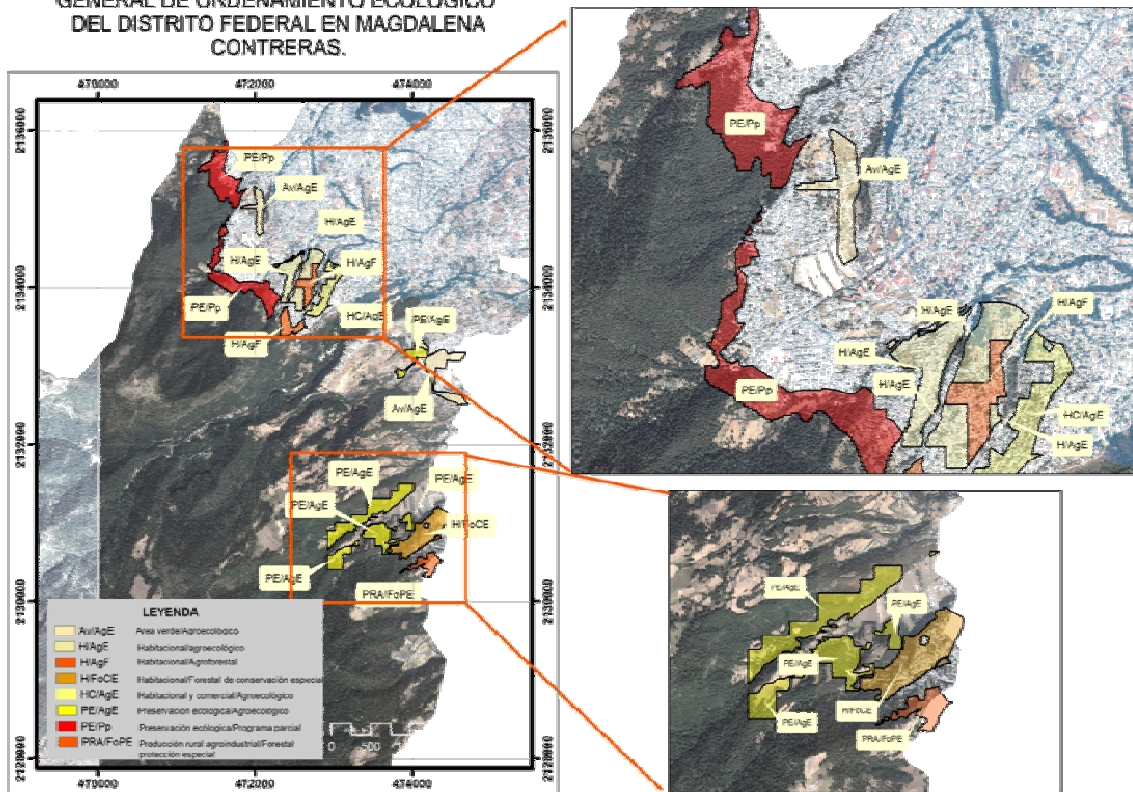
Figura 87. Modelo de análisis dentro del SIG (Fuente: imagen diseñada dentro del módulo Model Builder de ARCGIS)

La figura 87 muestra la automatización de la sobreposición cartográfica y el análisis hecho dentro del ArcGIS para la obtención de las áreas incompatibles del PGOEDF y los PDDU a través del módulo *Model Builder*, donde se muestra que se intersectan dos coberturas: la del PGOEDF y la del PDDU. Después de la intersección se calculan las áreas de los rodales obtenidos, luego se seleccionan únicamente aquellas que son mayores de 40 ha, posteriormente a esos rodales seleccionados se les aplicó manualmente la calificación de incompatibilidad de acuerdo a un cuadro de doble entrada definido para cada Delegación Política abordada y por último se seleccionaron sólo los rodales con calificación alta. En un procedimiento posterior esos rodales fueron sobrepuestos a las imágenes Quickbird para analizar los usos del suelo donde se localizan y emitir comentarios al respecto de su ubicación.

Como ejemplo de los resultados de la sobreposición y selección de polígonos con incompatibilidad mediante consultas SQL sobrepuestos a un mosaico de imágenes *Quickbird* se muestra en la figura 88.

Figura 88. Ejemplo de resultados de sobreposición cartográfica y selección de polígonos donde hay incompatibilidad entre los programas de desarrollo urbano (PDDU) y el

**INCOMPATIBILIDADES DEL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO Y EL PREPROGRAMA GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL DISTRITO FEDERAL EN MAGDALENA CONTRERAS.**



**PGOEDF**

Se consideró que los resultados obtenidos tuvieron cierta incertidumbre, por lo que se hizo necesario verificar sobre la imagen del satélite *Quickbird* la ubicación de cada polígono definido con usos del suelo incompatibles y, en ocasiones, se hicieron ajustes a su ubicación para procurar que los resultados fueran lo más objetivo posible.

## DESARROLLO

### Delegación Álvaro Obregón

El traslape entre la Delegación Álvaro Obregón y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal tiene una superficie menor en comparación con la que se observó con otras delegaciones (830.24 ha), por esta razón las incompatibilidades de uso del suelo en ambos instrumentos de análisis ocupan superficies relativamente pequeñas, tal como se aprecia en la figura 89.

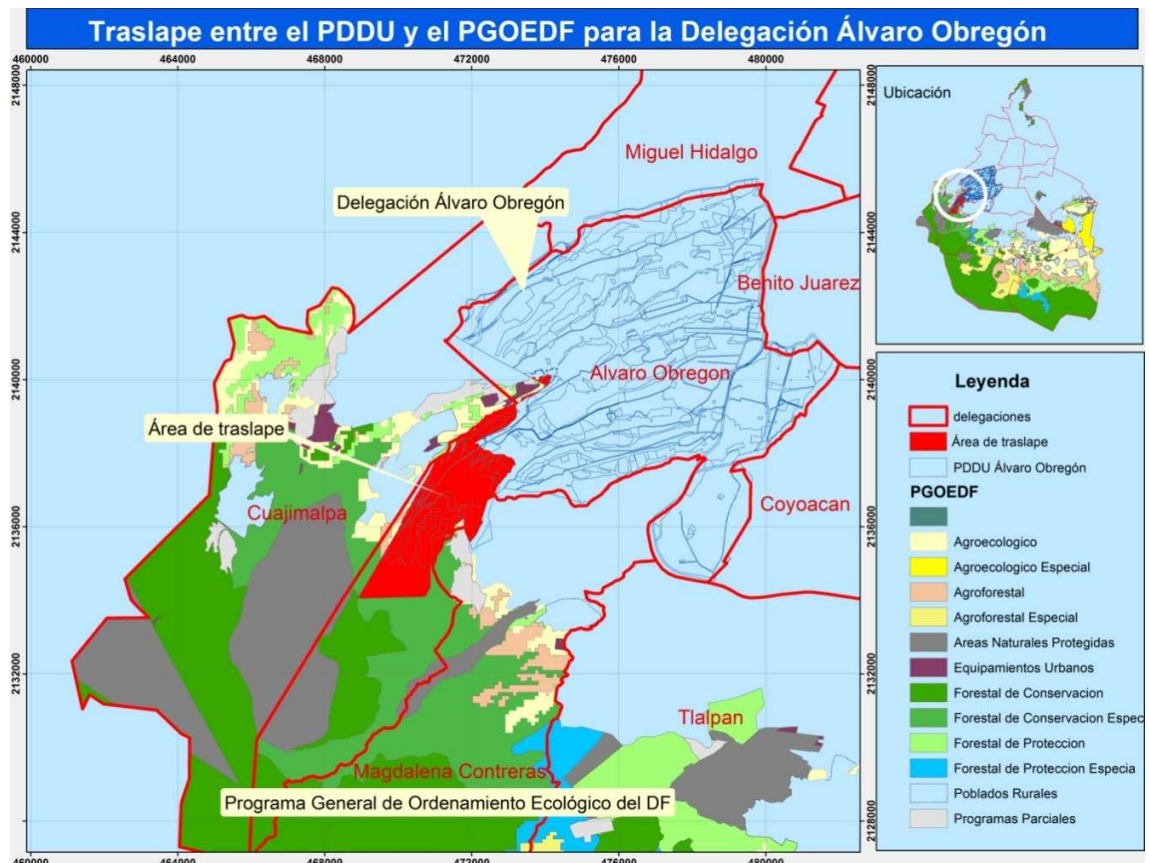


Figura 89. Área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano y el Programa de General Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Álvaro Obregón

A la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección: El primero fue sólo considerar a las áreas mayores de 40 ha susceptibles de análisis, dados los márgenes de error considerados para este trabajo; también aquellas áreas que fueron consideradas con incompatibilidad de acuerdo a la tabla XIX de criterios elaborados con este propósito, se muestra a continuación. La tabla de incompatibilidad se construyó de la siguiente manera: En las columnas aparecen los usos del suelo del PGOEDF y en los renglones los usos del suelo del PDDU. Su intersección en la tabla se calificó su afinidad o grado de incompatibilidad con base las descripciones que aparecen de los usos del suelo en el PGOEDF (véase

anexo 3); así, a manera de ejemplo la Preservación Ecológica del PDDU es compatible con los usos forestales del PGOEDF por lo que se calificó con 1 (uno equivale a baja incompatibilidad). El uso agroforestal requiere una selección de especies y labores de cultivo en regiones donde lo forestal convive con lo agrícola, por tal razón a esta interacción se le asignó un valor 2 (mediana incompatibilidad), los Poblados Rurales, el Equipamiento Urbano y los Programas Parciales (de desarrollo urbano) se les asignó un valor 3 (alto incompatibilidad) en zonas que fueron clasificadas por el PDDU como de Preservación Ecológica.

Tabla XIX. De incompatibilidad de usos para Álvaro Obregón

PGOEDF	Forestal de Conservación Especial	Forestal de Protección	Agroforestal	Agroecológico	Poblados Rurales	Equipamientos Urbanos	Programas Parciales
PDDU A. Obregón							
Preservación Ecológica	1	1	2	3	3	3	3
Rescate Ecológico	1	1	2	2	3	3	3
Habitacional Rural de Baja Densidad	3	3	3	3	1	1	3
Habitacional Rural con Comercio y Servicios	3	3	3	3	1	1	3
Programa Parcial	3	3	3	3	3	1	1

La figura 90 muestra el área donde se registran incompatibilidades entre el PGOEDF y el PDDU de la Delegación Álvaro Obregón dentro de la zona de traslape de estos dos programas.



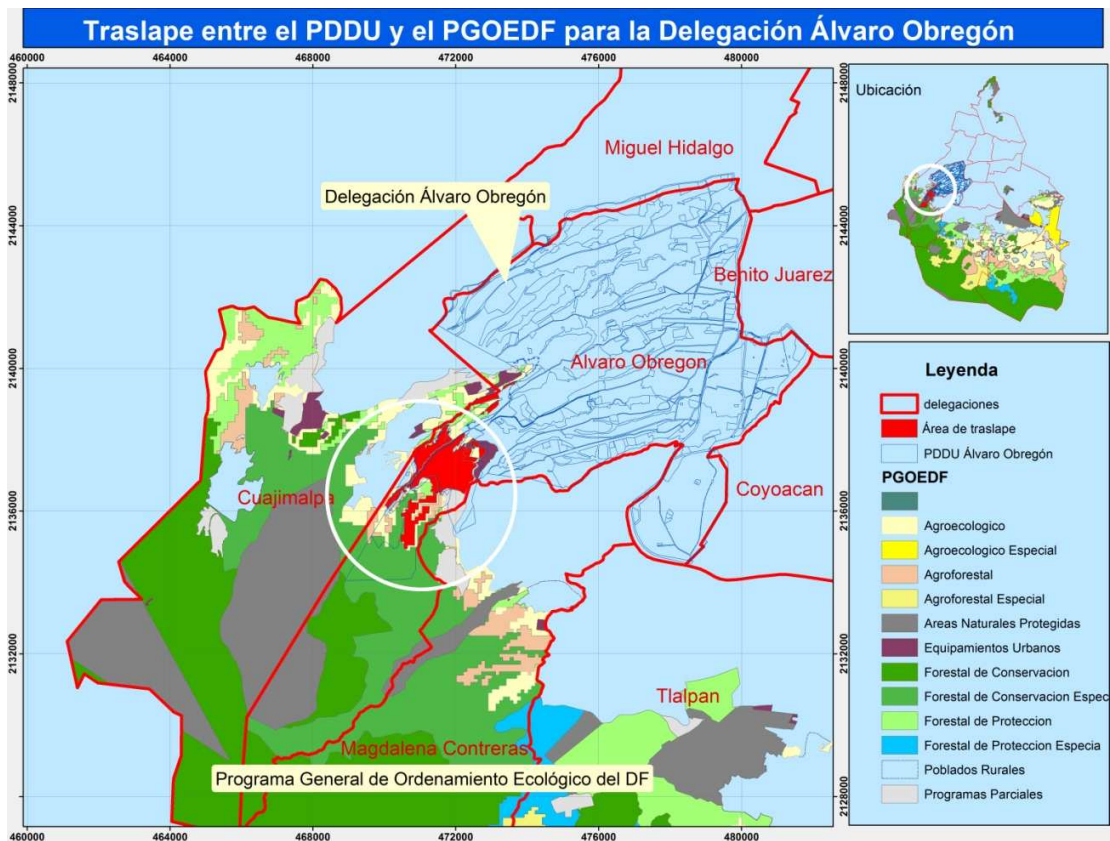


Figura 90. Zona de incompatibilidad (en color rojo) dentro del área de traslape entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Álvaro Obregón

La figura 91 es un acercamiento de las áreas de incompatibilidad donde se aprecia el uso del suelo sobre el que están; cada zona fue identificada con un número y los colores que tiene son los usos asignados para ellas por el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano según la leyenda colocada a un lado de la imagen superior. Para propósitos de poder mostrar una escala conveniente de análisis al lector, la imagen está dividida en dos partes, aunque: es la misma. La parte superior muestra la parte norte y la parte inferior la parte sur con un desfase hacia el Oeste.



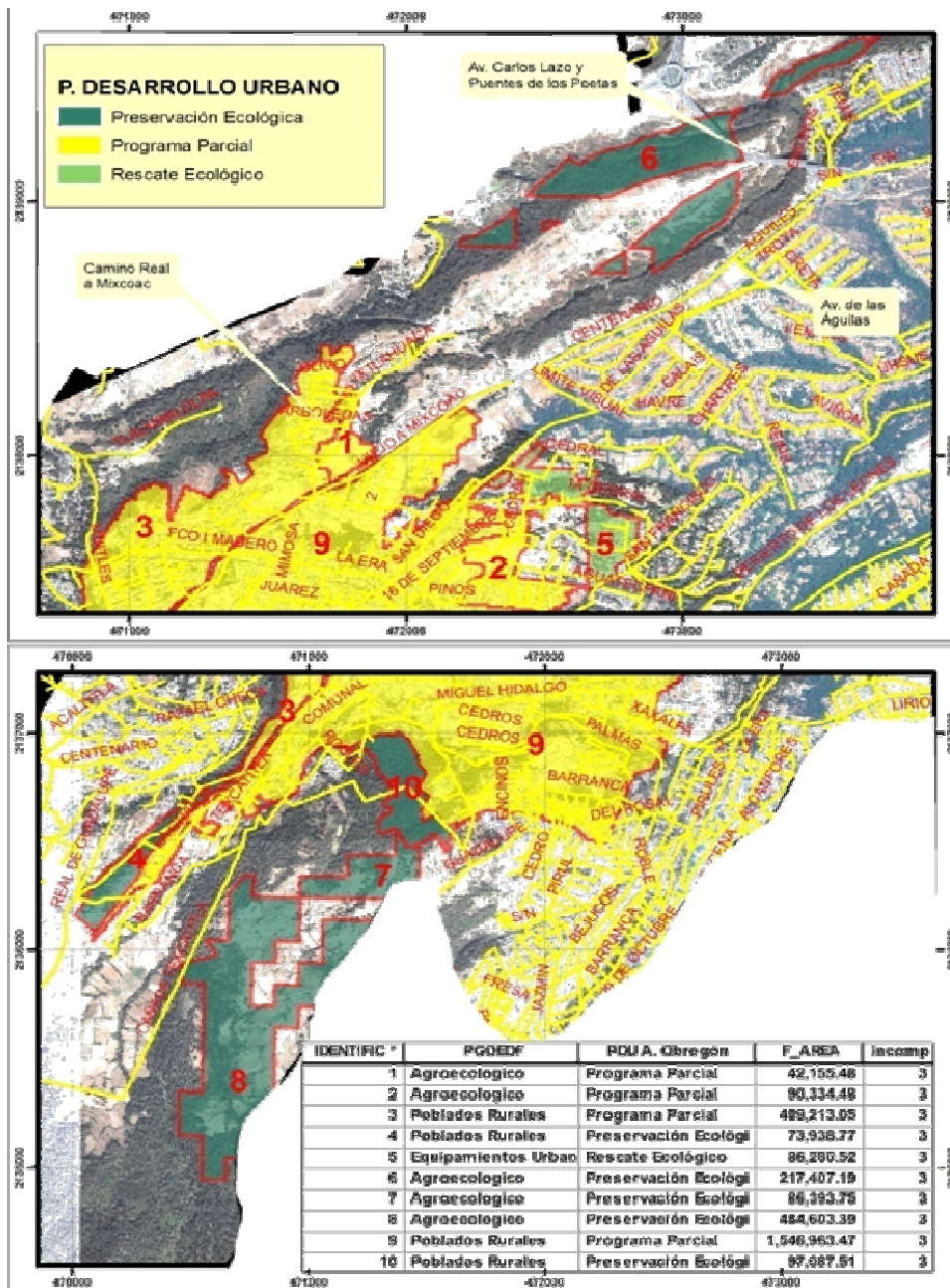


Figura 91. Áreas incompatibles de la Delegación Álvaro Obregón según la técnica de análisis empleada en este trabajo

Los polígonos 1 y 2 de la figura 92 son considerados por el PGOEDF como de un uso agroecológico, el PDDU Delegacional les ha incluido en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de esta zona.

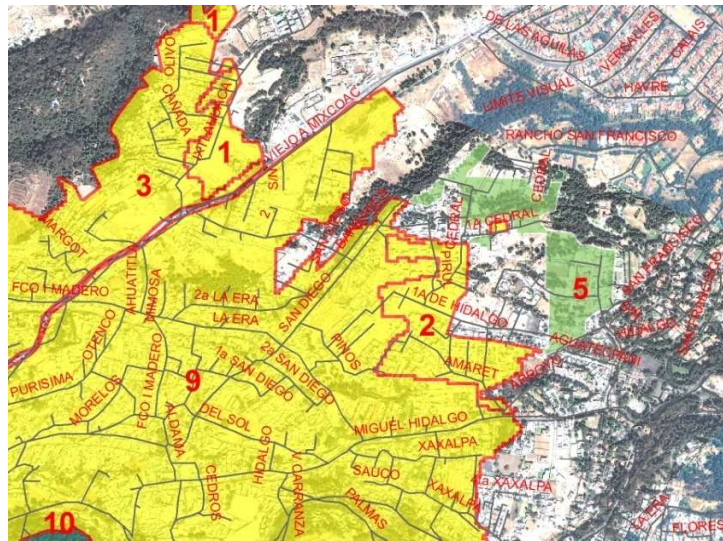


Figura 92. Polígonos 1 y 2 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU de la Delegación Álvaro Obregón

Los polígonos 3 y 4 de la figura 93 se encuentran considerados en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal como Poblados Rurales, pero el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Álvaro Obregón consideró al primero dentro de un Programa Parcial de Desarrollo Urbano y al segundo como una zona de Preservación Ecológica al lado de una Barranca.

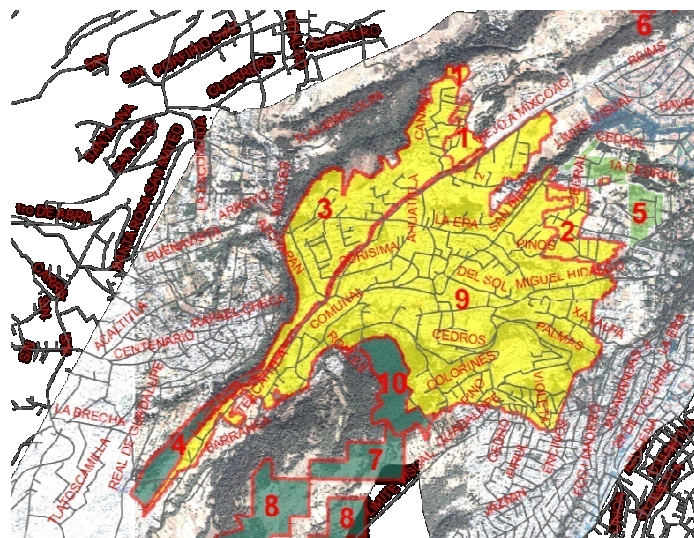


Figura 93. Polígonos 3 y 4 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU de la Delegación Álvaro Obregón





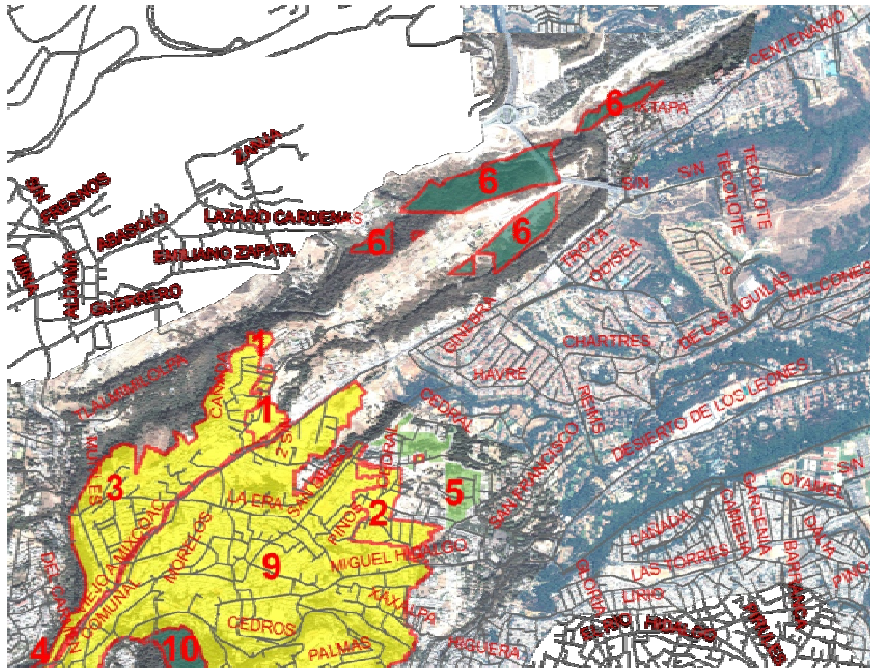


Figura 95. Polígono 6 del área de traslape entre el PGOEDF y el PÇDDU de la Delegación Álvaro Obregón

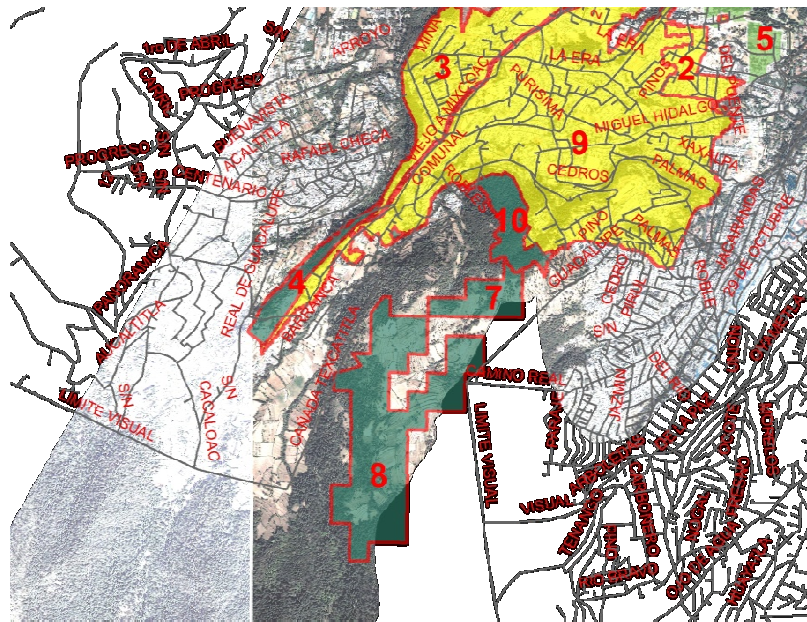


Figura 96. Polígono 7 y 8 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU de la Delegación Álvaro Obregón

Los polígonos 9 y 10 de la figura 97 están considerados por el PGOEDF como poblados rurales, no obstante el primero, el PDDU Delegacional los considera diferentes, al primero lo tienen asignado dentro de un programa parcial de desarrollo urbano, probablemente porque el aumento de viviendas y densidad de construcciones así lo ameriten. El polígono 10 que está dentro de una zona forestal está lejos de ser un poblado rural, como lo clasifica el PGOEDF erróneamente, y está mejor calificado por el PDDU de Álvaro Obregón, quien lo tiene como una zona de preservación ecológica.

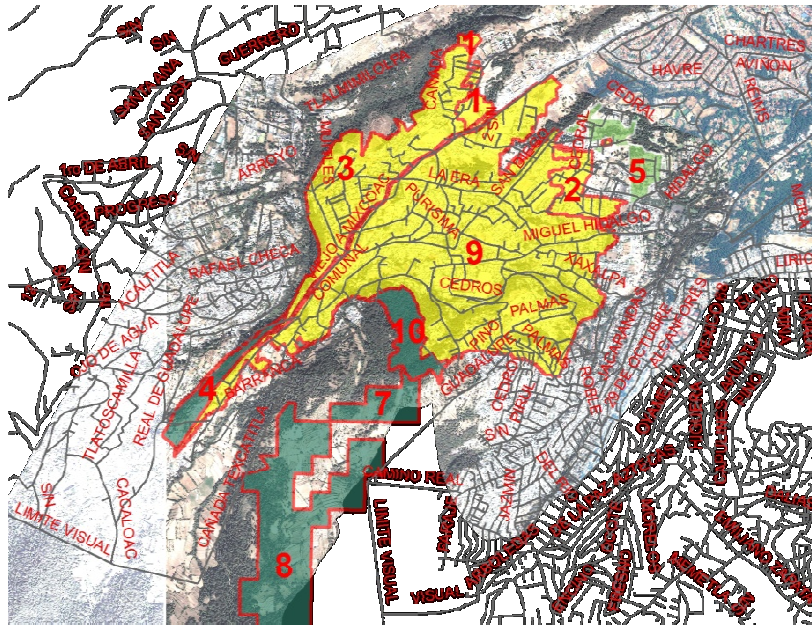


Figura 97. Polígono 9 y 10 del área de traslape entre el PGOEDF y el PDDU de la Delegación Álvaro Obregón

### Delegación Cuajimalpa de Morelos

El traslape entre la Delegación Cuajimalpa y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal tiene una superficie considerable que ocupa casi la mitad de esta Delegación (4,315.67 ha), por esta razón las incompatibilidades de uso del suelo en ambos instrumentos de análisis ocupan superficies mayores, tal como se aprecia en la figura 98.

A la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección para considerar las incompatibilidades de uso entre el PDDU y el POEDF: El primero fue sólo considerar a las áreas mayores de 40 ha como susceptibles de análisis, dados los márgenes de error considerados para este trabajo y el grado de incompatibilidad de acuerdo a la tabla XX de criterios elaborados con este propósito.



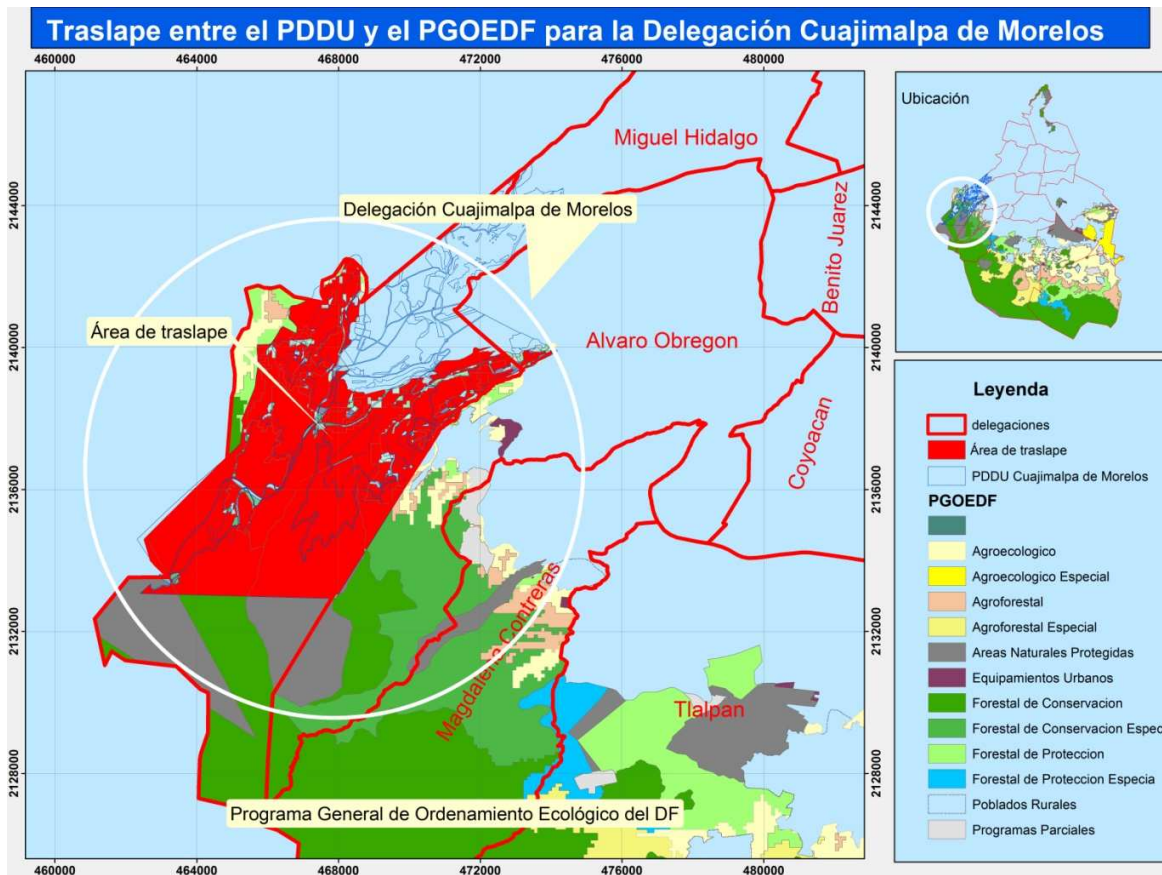


Figura 98. Área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Cuajimalpa de Morelos

Tabla XX. Incompatibilidad de usos para cuajimalpa

PDDU CUAJIMALPA	PGOEDF								
	Áreas Naturales Protegi-das	Forestal de Conserva- ción	Forestal de Conserva- ción Especial	Forestal de Protecci-ón	Agrofo- restal	Agroeco- lógico	Poblados Rurales	Equipami- entos Urbanos	ProgramasPar- ciales
Preservación Ecológica	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Rescate Ecológico	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Áreas Verdes de Valor Ambiental. Bosques, Barrancas y Zonas Verdes	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Habitacional Rural	3	3	3	3	3	1	1	1	1
Equipamiento Rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural de Baja Densidad	3	3	3	3	3	1	1	1	1
Habitacional	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural Con Comercio y Servicios	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional con Comercio	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Programa Parcial	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Vialidad Primaria	3	3	3	3	3	3	1	1	1

La figura 99 muestra el área donde se registran incompatibilidades entre el Ordenamiento Ecológico y el Programa de Desarrollo Urbano Delegacional dentro de la zona de traslape de estos dos programas.

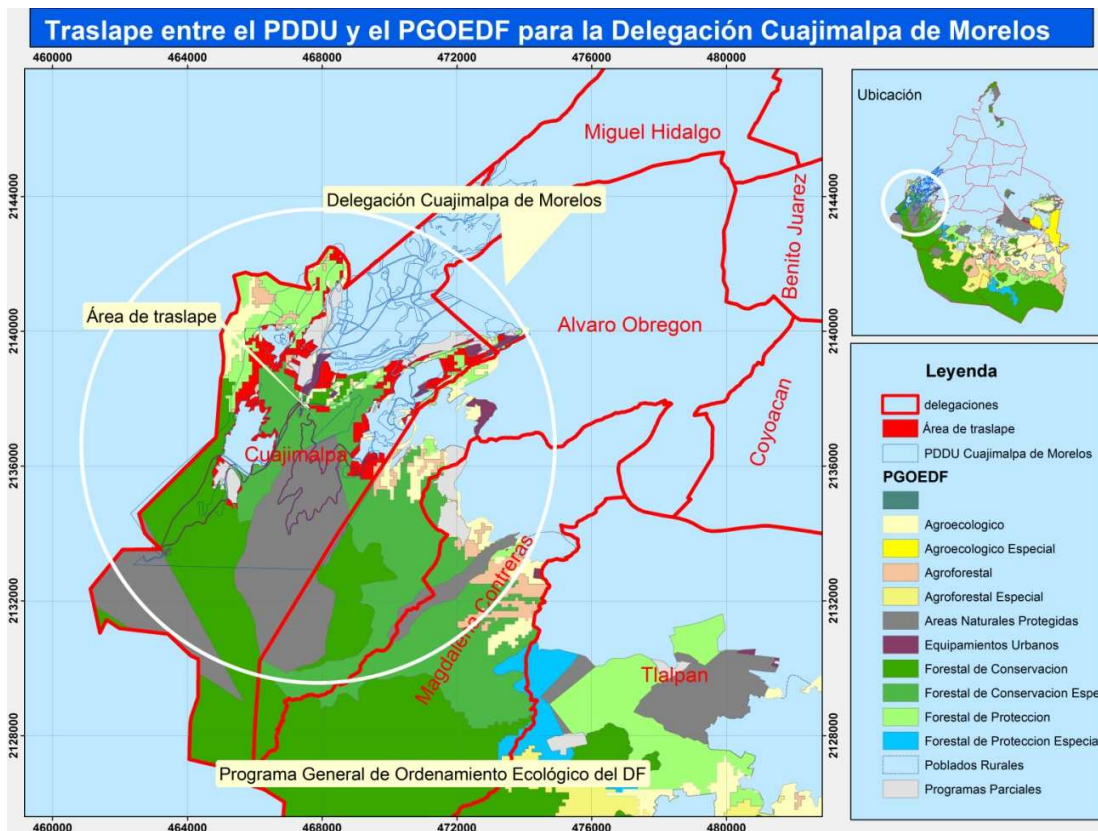


Figura 99. Zona de incompatibilidad (en color rojo) dentro del área de traslape entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico en la Delegación Cuajimalpa de Morelos

La figura 100 es un acercamiento de las áreas de incompatibilidad sobre una fotografía aérea, donde se aprecia el uso del suelo sobre el que están; cada zona fue identificada con un número y los colores que tiene son los usos asignados para ellas por el Programa de Desarrollo Urbano según leyenda colocada en la margen inferior derecha de dicha figura.

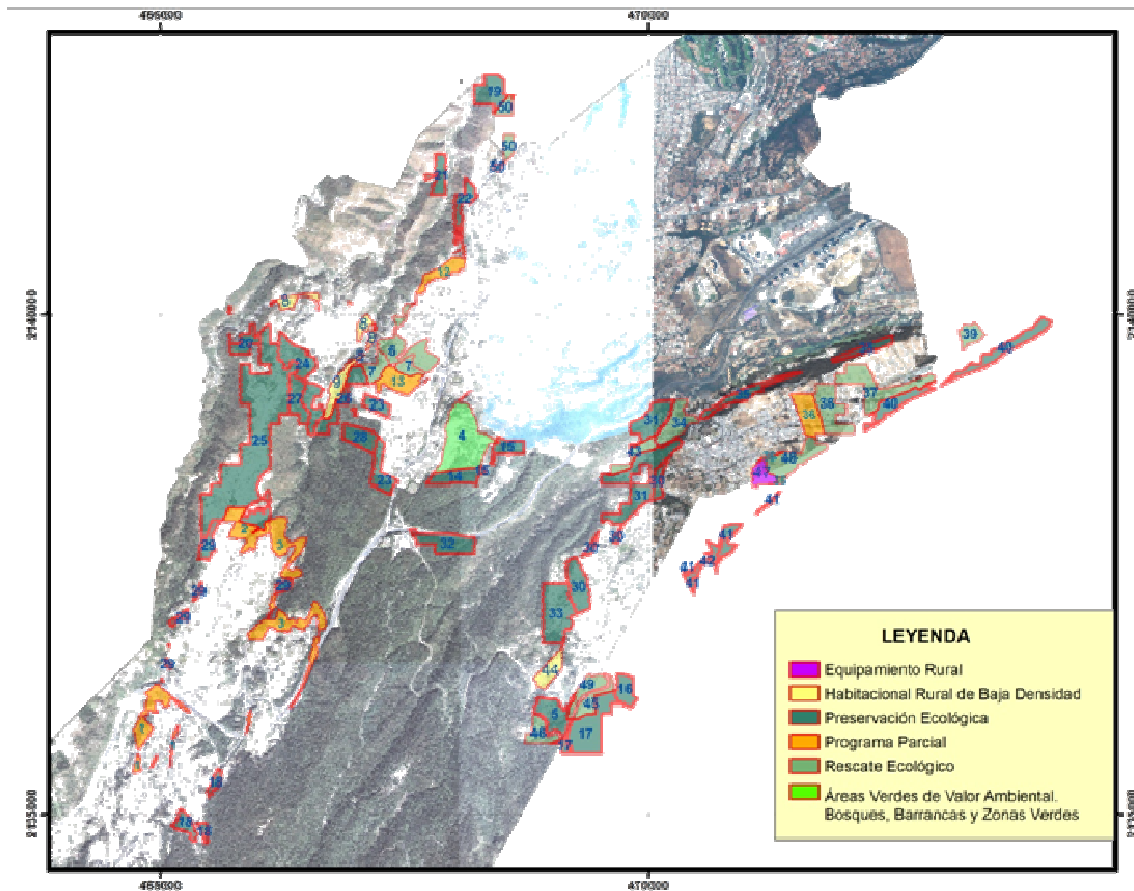
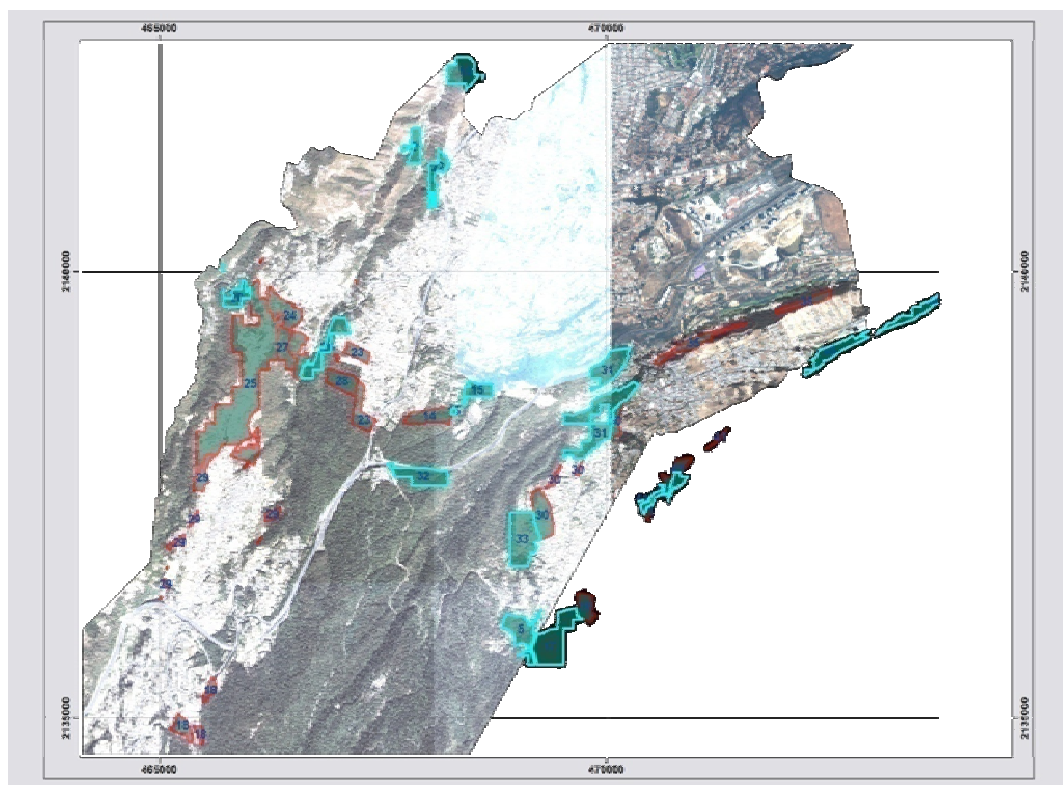


Figura 100. Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada en este trabajo

La figura 101 muestra las zonas clasificadas por el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de Cuajimalpa de Morelos como de Preservación Ecológica, de ellas las que tiene límites de color azul son las que el PGOEDF les asignó un uso agroecológico y se consideraron incompatibles pues la preservación ecológica disminuye con el uso agrícola del suelo, dado que ello implica deforestar y retirar las especies silvestres originales para sembrar las especies cultivadas.

Por otro lado, las zonas con límites de color rojo, son áreas que habiendo sido clasificadas por el PDDU Delegacional como de Preservación Ecológica, el PGOEDF las clasifica como zonas para equipamiento urbano, programas parciales de desarrollo urbano y poblados rurales y la mayoría de ellas están sobre zonas forestales colindantes con el área del Desierto de los Leones y hacia el norte con los predios de San Pablo Chimalpa.

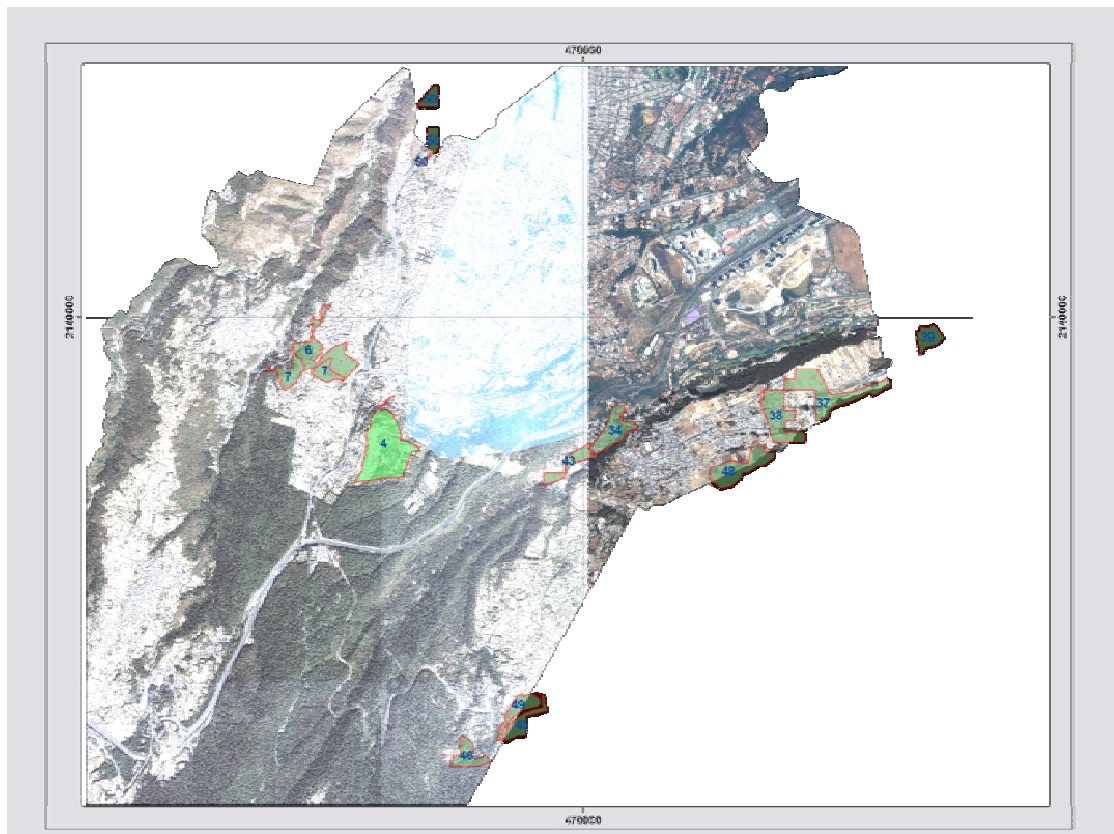


ID	PDDU	PGOEDF	ÁREA M <sup>2</sup>
5	Preservación Ecológica	Agroecológico	87009.99
14	Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	67944.35
15	Preservación Ecológica	Agroecológico	48516.12
16	Preservación Ecológica	Poblados Rurales	50811.22
17	Preservación Ecológica	Agroecológico	171628.08
18	Preservación Ecológica	Programas Parciales	63364.31
19	Preservación Ecológica	Agroecológico	82348.47
20	Preservación Ecológica	Agroecológico	46251.80
21	Preservación Ecológica	Agroecológico	45442.15
22	Preservación Ecológica	Agroecológico	50399.47
23	Preservación Ecológica	Programas Parciales	100940.79
24	Preservación Ecológica	Poblados Rurales	156056.89
26	Preservación Ecológica	Agroecológico	82018.89
27	Preservación Ecológica	Agroecológico	66300.00
28	Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	62526.51



29	Preservación Ecológica	Pobladros Rurales	75309.55
30	Preservación Ecológica	Pobladros Rurales	136134.68
31	Preservación Ecológica	Agroecológico	295730.37
32	Preservación Ecológica	Agroecológico	97695.54
33	Preservación Ecológica	Agroecológico	162423.11
35	Preservación Ecológica	Programas Parciales	103455.72
40	Preservación Ecológica	Agroecológico	163638.49
41	Preservación Ecológica	Pobladros Rurales	49776.26
42	Preservación Ecológica	Agroecológico	41833.45

Figura 101. Zonas de Preservación Ecológica del PDDU Delegacional

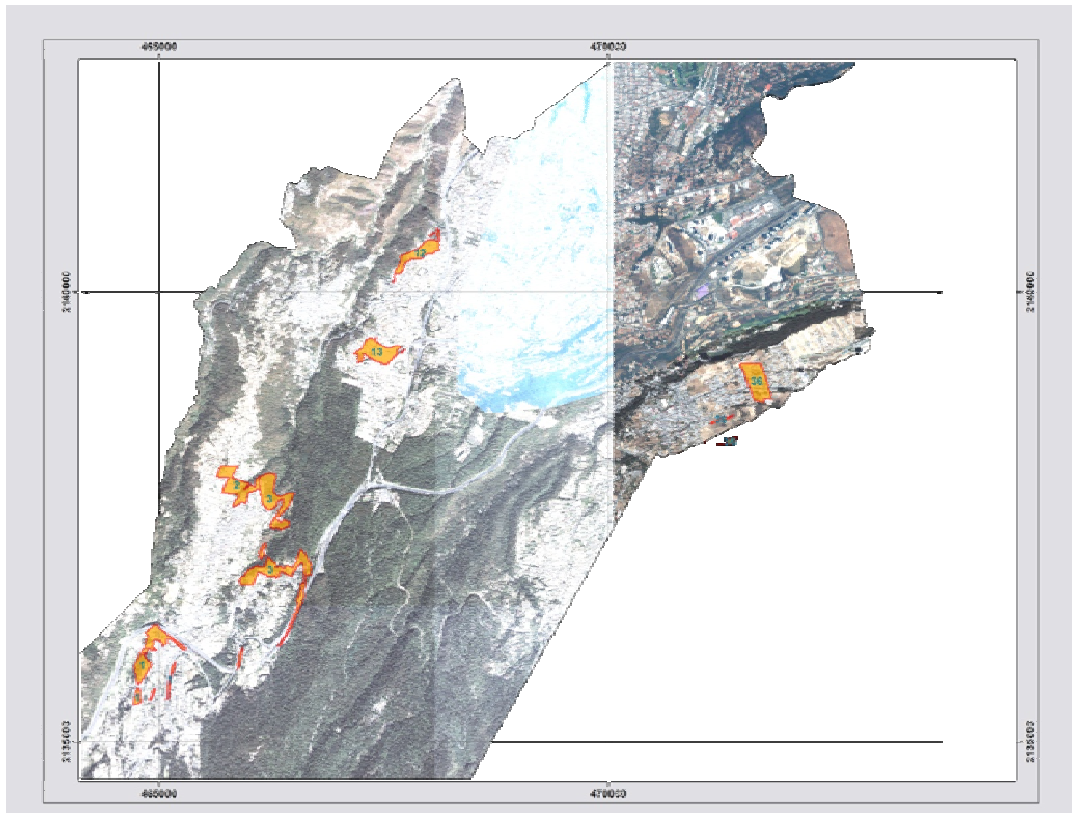


ID	PDDU	PGOEDF	F_AREA M <sup>2</sup>	Valor
4	Áreas Verdes de Valor Ambiental. Bosques, Barrancas y Zonas Verdes	Equipamientos Urbanos	239825.96	3
6	Rescate Ecológico	Programas Parciales	130962.74	3

7	Rescate Ecológico	Agroecológico	83127.04	3
34	Rescate Ecológico	Agroecológico	85272.50	3
37	Rescate Ecológico	Agroecológico	157335.70	3
38	Rescate Ecológico	Agroecológico	116586.66	3
39	Rescate Ecológico	Equipamientos Urbanos	40228.95	3
43	Rescate Ecológico	Agroecológico	47045.42	3
45	Rescate Ecológico	Agroecológico	48608.62	3
46	Rescate Ecológico	Agroecológico	50763.58	3
48	Rescate Ecológico	Agroecológico	105941.28	3
49	Rescate Ecológico	Agroecológico	53204.67	3
50	Rescate Ecológico	Agroecológico	53423.67	3

Figura 102. Áreas Verdes y Rescate Ecológico del PDDU Delegacional

La figura 102 muestra las Zonas Verdes y de Rescate Ecológico del PDDU a las cuales el PGOEDF les tiene asignados usos agroecológicos, de equipamiento urbano y Programas Parciales de Desarrollo Urbano de forma contradictoria.



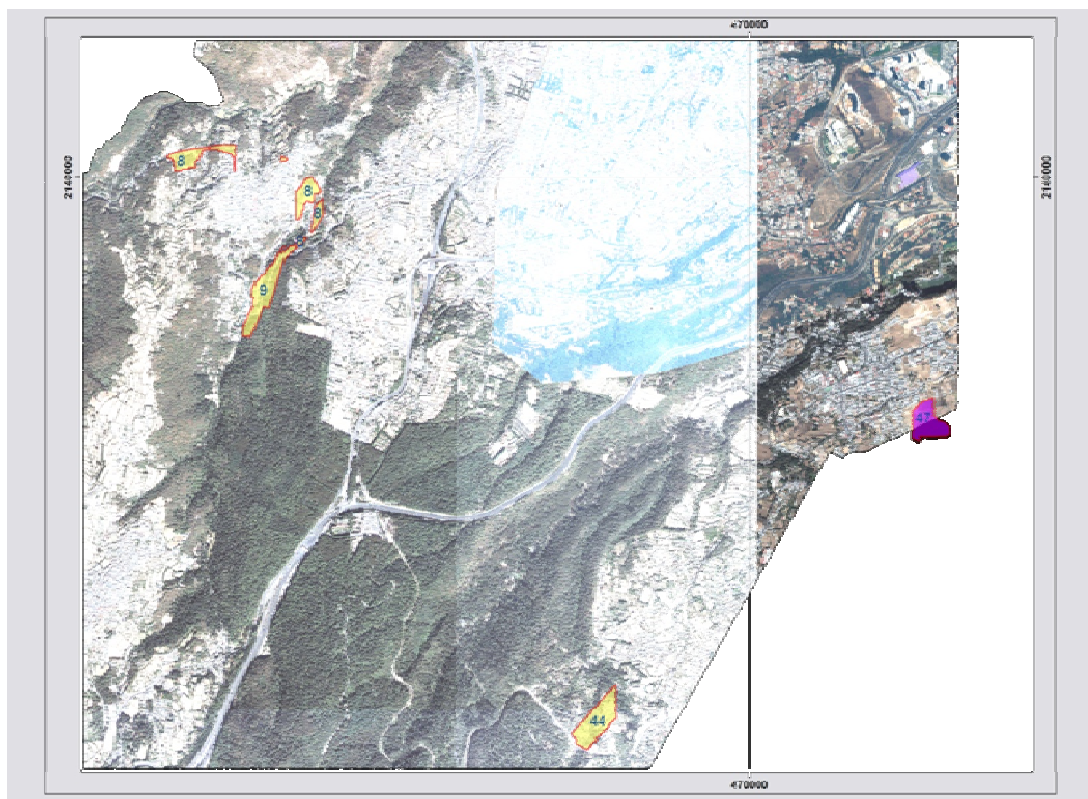
ID	PDDU	PGOEDF	AREA M <sup>2</sup>	Valor
1	Programa Parcial	Forestal de Conservación	103948.26	3
2	Programa Parcial	Agroforestal	87880.14	3
3	Programa Parcial	Forestal de Conservación Especial	232791.94	3
12	Programa Parcial	Forestal de Protección	62665.01	3
13	Programa Parcial	Agroecológico	78734.37	3
36	Programa Parcial	Agroecológico	98934.28	3

Figura 103. Zonas de Programas Parciales del PDDU de la Delegación de Cuajimalpa de Morelos

La figura 103 muestra las áreas establecidas por el PDDU como Programas Parciales de Desarrollo Urbano que están sobre áreas que el PGOEDF tiene establecidas como: Forestales de Conservación, Agroforestales, Forestales de Conservación Especial, Forestales de Protección y Agroecológicas, que resultan incompatibles.

La figura 104 muestra zonas que el PDDU tiene establecidas como Habitacional Rural y Equipamiento Rural sobre zonas que el PGOEDF ha clasificado como

Forestales de protección y Conservación Especial y Agroecológicas, incompatibles pues ellas aparecen en la imagen Quickbird a en zonas forestales y agrícolas de San Pablo Chimalpa al noroeste y al sur del pueblo de Santa Rosa Xochiac.



ID	PDDU	PGOEDF	AREA M <sup>2</sup>	Valor
8	Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Protección	65725.82	3
9	Habitacional Rural de Baja Densidad	Agroecológico	55368.07	3
44	Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Conservación Especial	55282.00	3
47	Equipamiento Rural	Agroecológico	41356.40	3

Figura 104. Zonas de habitación y equipamiento rural del PDDU de la delegación de Cuajimalpa de Morelos

### Delegación Magdalena Contreras

El traslape entre la Delegación Magdalena Contreras y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal tiene una superficie reducida, como en el caso de la Delegación de Álvaro Obregón, por esta razón las incompatibilidades de uso del suelo ocupan también una superficie menor de 1,685.91ha (véase figura 105).



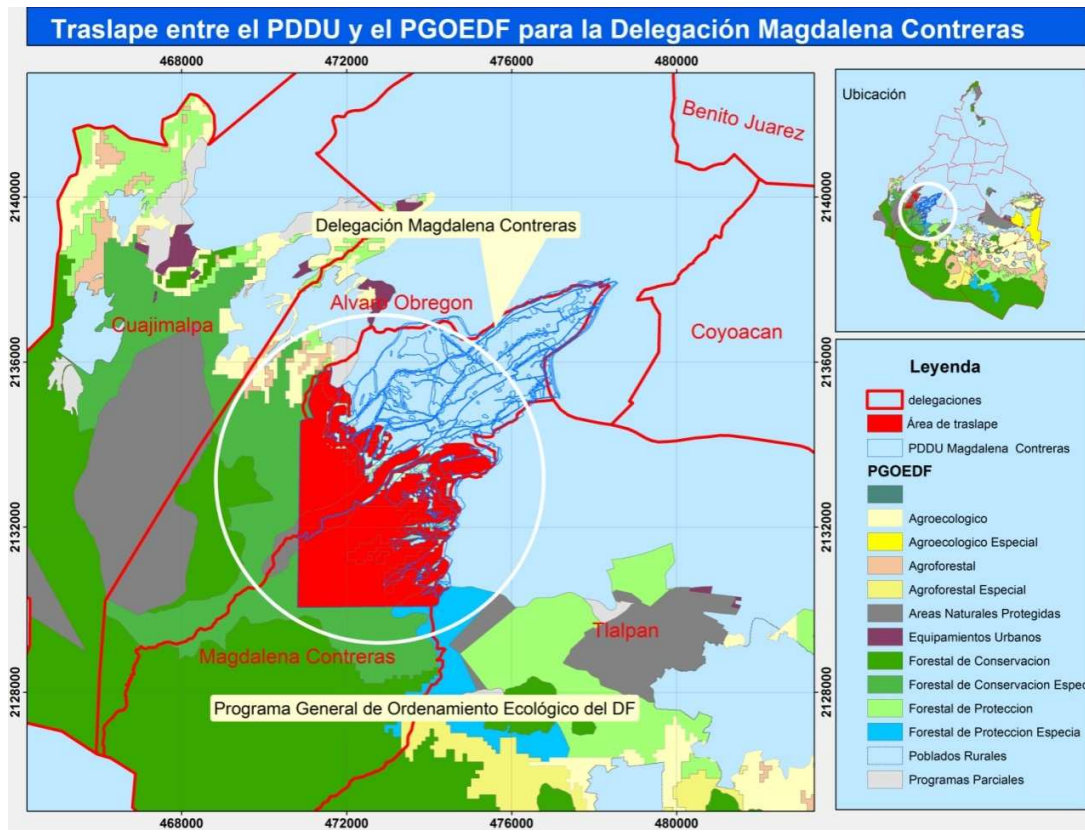


Figura 105. Área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación de la Magdalena Contreras y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

A la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección para considerar las incompatibilidades de uso entre el PDDU y el PGOEDF: El primero fue sólo considerar a las áreas mayores de 40 ha como susceptibles de análisis, dados los márgenes de error considerados para este trabajo y el grado de incompatibilidad de acuerdo a la tabla XXI de criterios elaborados con este propósito.



Tabla XXI. Incompatibilidad de usos para la Magdalena Contreras

PDDU	PGOEDF									
	Áreas Naturales Protegidas	Forestal de Protección	Forestal de Protección Especial	Forestal de Conservación Espec	Agroforestal	Agroecológico	Poblados Rurales	Equipamientos Urbanos	Programas Parciales	
Preservación ecológica	1	1	1	1	3	3	3	3	3	
Áreas verdes	1	1	1	1	3	3	3	3	3	
Producción rural agroindustrial	3	3	3	3	1	1	1	3	3	
Habitacional	3	3	3	3	3	3	1	1	1	
Habit. con comer. en planta	3	3	3	3	3	3	1	1	1	

La figura 106 muestra el área donde se registran incompatibilidades entre el Ordenamiento Ecológico y el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano dentro de la zona de traslape de estos dos programas.

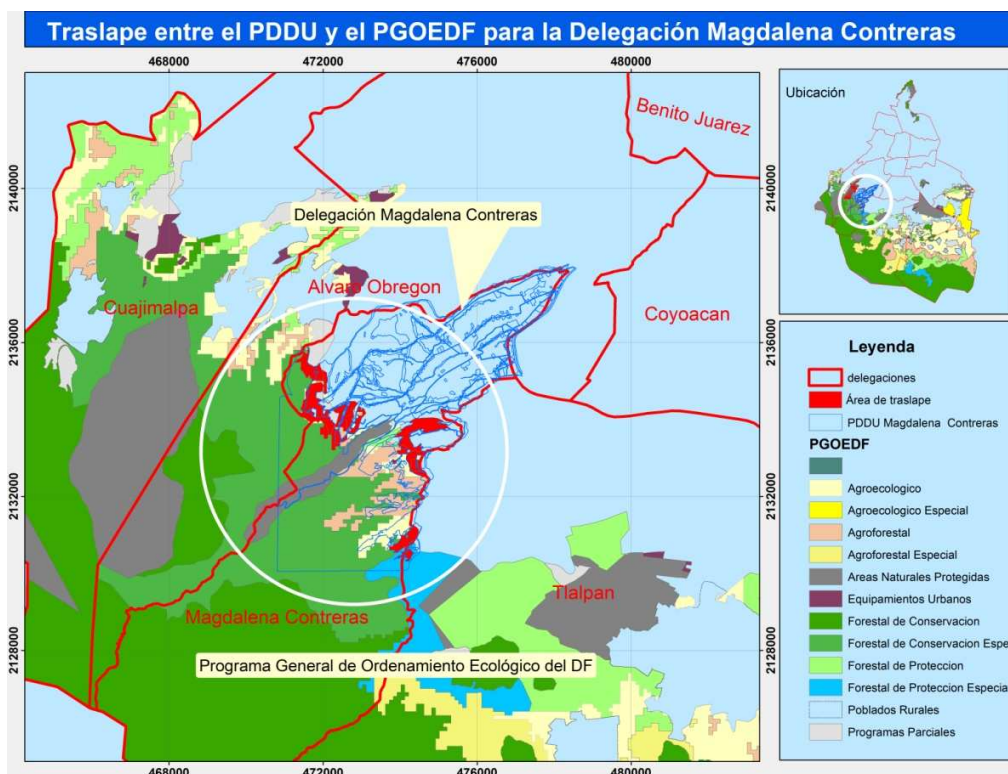
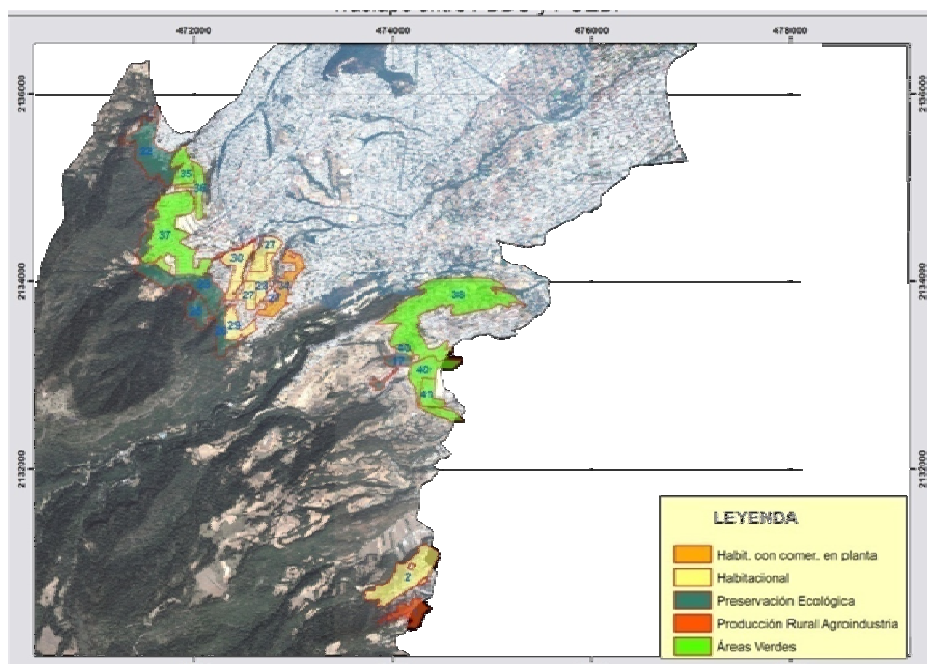


Figura 106. Zona de incompatibilidad (en color rojo) dentro del área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano de la Magdalena Contreras y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

La figura 107 es un acercamiento de las áreas de incompatibilidad sobre una imagen Quickbird, donde se aprecia el uso del suelo sobre el que están; cada zona fue identificada con un número y los colores que tiene son los usos asignados para ellas por el PDDU de la Magdalena Contreras.

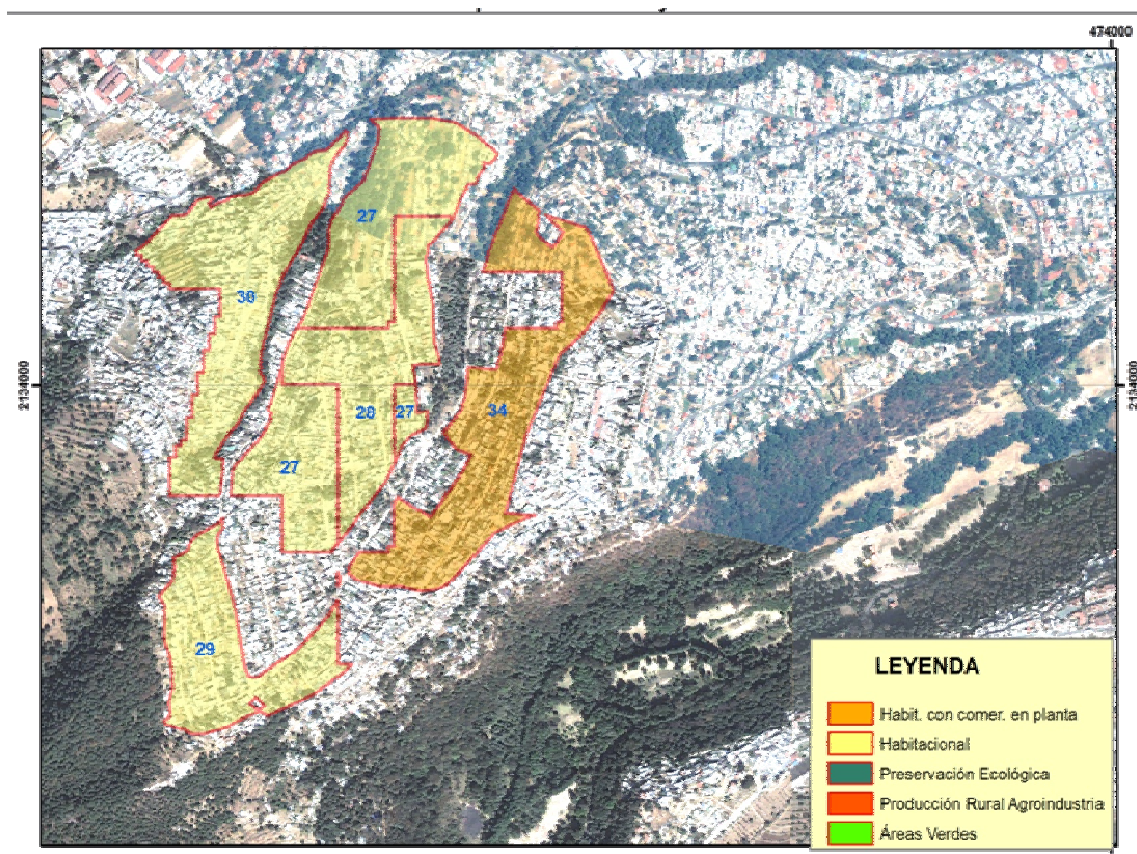


ID	PDDU	PGOEDF	Área m <sup>2</sup>	Valor
1	Producción Rural Agroindustria	Forestal de Protección Especial	58,885.64	3
2	Habitacional	Forestal Conservación Especial	186,007.71	3
17	Preservación Ecológica	Agroecológico	45,898.65	3
22	Preservación Ecológica	Programas Parciales	186,157.66	3
23	Preservación Ecológica	Programas Parciales	205,430.15	3
25	Preservación Ecológica	Agroforestal	57,793.76	3
26	Preservación Ecológica	Agroforestal	66,682.56	3
27	Habitacional	Agroecológico	105,986.46	3
28	Habitacional	Agroforestal	60,944.30	3
29	Habitacional	Agroforestal	56,465.96	3
30	Habitacional	Agroecológico	83,767.26	3

34	Habit. con comer. en planta	Agroecológico	91,767.76	3
35	Áreas verdes	Programas Parciales	66,400.32	3
36	Áreas verdes	Agroecológico	61,253.22	3
37	Áreas verdes	Programas Parciales	308,750.48	3
38	Áreas verdes	Poblados Rurales	479,595.60	3
40	Áreas verdes	Agroecológico	140,038.14	3
41	Áreas verdes	Equipamientos Urbanos	48,499.48	3

Figura 107. Áreas incompatibles en sus usos en la Delegación Magdalena Contreras según la técnica de análisis empleada en este trabajo

En un análisis más particular de las incompatibilidades, la figura 108 muestra las zonas clasificadas por el Programa de Desarrollo Urbano como habitacionales.



ID	PDDU	PGOEDF	Área m <sup>2</sup>	Valor
2	Habitacional	Forestal de Conservación Espec	186007.71	3



27	Habitacional	Agroecológico	105986.46	3
28	Habitacional	Agroforestal	60944.30	3
29	Habitacional	Agroforestal	56465.96	3
30	Habitacional	Agroecológico	83767.26	3
34	Habitacional con comercio en planta	Agroecológico	91767.76	3

Figura 108. Áreas incompatibles habitacionales de la Delegación de la Magdalena Contreras

Dichas áreas habitacionales el PGOEDF las considera como Forestales de Conservación Especial, Agroforestales y Agroecológicas y en la figura 108 se aprecia que todas ellas tienen viviendas, con excepción del polígono 2 en la figura 109 que está sobre una zona de viviendas de baja densidad con agricultura en terrazas y partes de bosque de coníferas. La región corresponde a la colonia el Ocotal y las superficies que ocupan aparecen en la tabla de la figura 108.

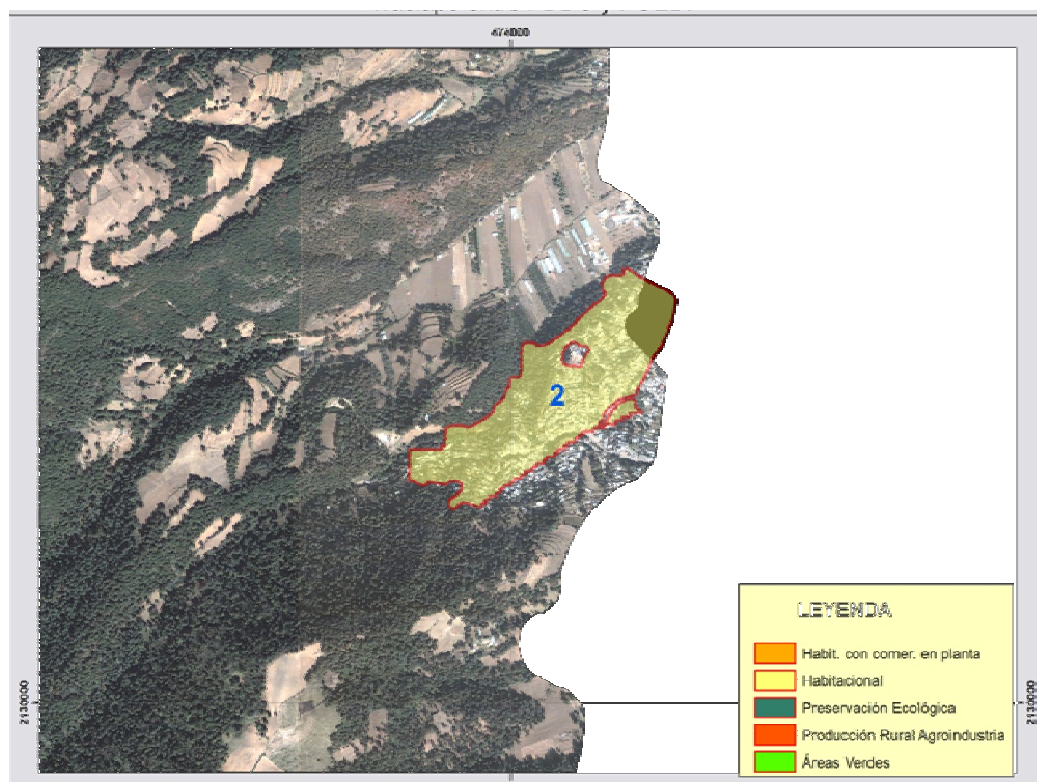
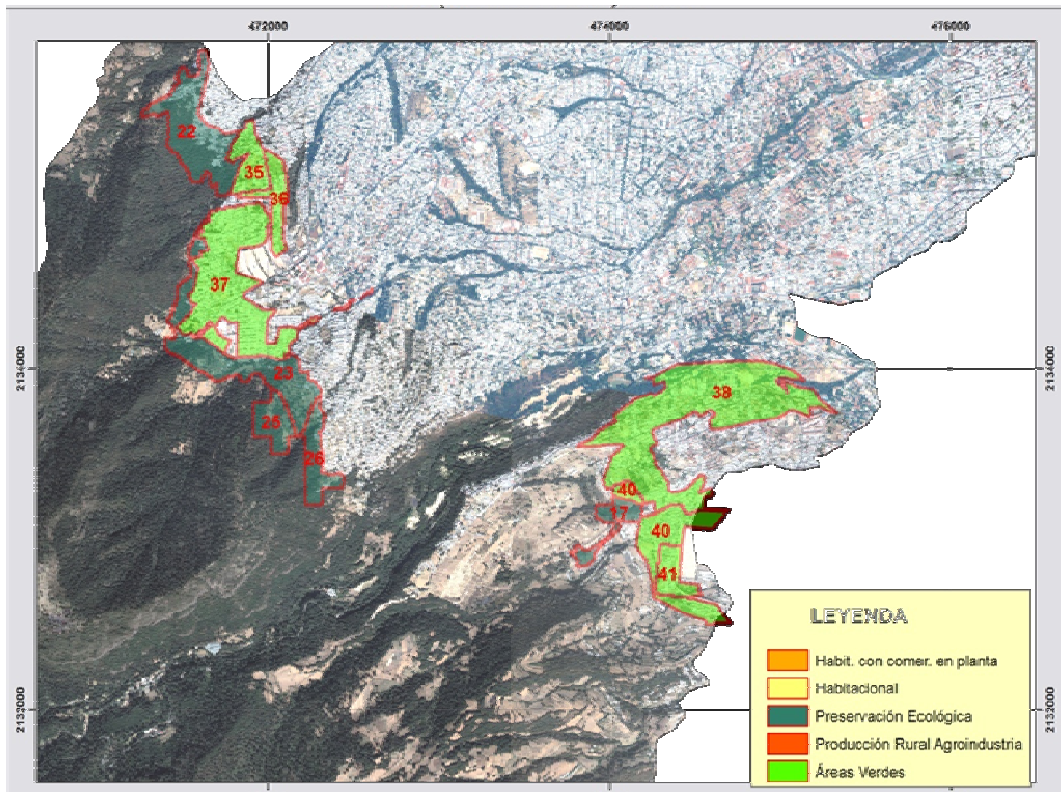


Figura 109. Áreas incompatibles habitacionales en la Delegación de la Magdalena Contreras

Sobre las Áreas de Preservación Ecológica y Verdes, la figura 110 muestra su ubicación específica. En ella se aprecia que las Áreas Verdes se encuentran en zonas habitacionales y en menor medida en zonas agrícolas, asimismo las zonas de Preservación Ecológica coinciden con en su mayoría zonas forestales, sin embargo a estas áreas el PGOEDF les tiene asignado un uso de Programas parciales de Desarrollo Urbano, Equipamiento Urbano, Poblados Rurales, Agroforestales y Agroecológicas. Las zonas anteriores corresponden a las zonas de ampliación Tierra Linda y Ampliación Lomas de San Bernabé. La parte más al sur corresponde con el Pueblo de la Magdalena Contreras, las superficies de ocupación se muestran en la tabla de la misma figura 110.

Finalmente, se aprecia que las zonas incompatibles entre ambos programas están en la interface de la mancha urbana con el área forestal para esta Delegación de la Magdalena Contreras.





ID	PDDU	PGOEDF	Área m <sup>2</sup>	Valor
17	Preservación Ecológica	Agroecológico	45898.65	3
22	Preservación Ecológica	Programas Parciales	186157.66	3
23	Preservación Ecológica	Programas Parciales	205430.15	3
25	Preservación Ecológica	Agroforestal	57793.76	3
26	Preservación Ecológica	Agroforestal	66682.56	3
35	Áreas verdes	Programas Parciales	66400.32	3
36	Áreas verdes	Agroecológico	61253.22	3
37	Áreas verdes	Programas Parciales	308750.48	3
38	Áreas verdes	Poblados Rurales	479595.60	3
40	Áreas verdes	Agroecológico	140038.14	3
41	Áreas verdes	Equipamientos Urbanos	48499.48	3

Figura 110. Áreas incompatibles Preservación Ecológica y Verdes en la Delegación de la Magdalena Contreras

## Delegación Tlalpan

El traslape entre la Delegación de la Tlalpan y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal tiene una superficie amplia con áreas significativas con diversos usos (7,000,38 ha).

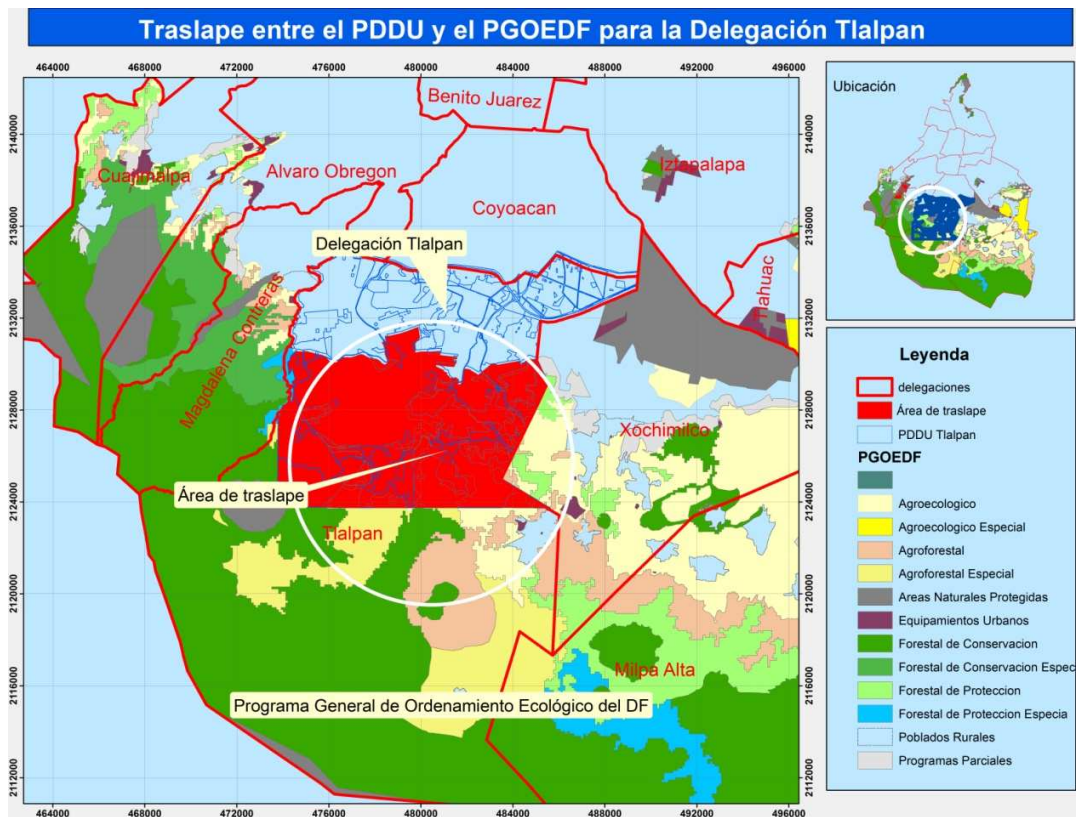


Figura 111. Área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Tlalpan

A la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección para considerar las incompatibilidades de uso del suelo entre el PDDU y el POEDF: El primero fue considerar a los polígonos mayores de 40 ha como susceptibles de análisis, y el grado de incompatibilidad de acuerdo a la tabla XXII de criterios elaborados con este propósito.

Tabla XXII. Incompatibilidad de usos para Tlalpan

PDDU	POEDF									
	Áreas Naturales Protegidas	Forestal de Protec-ción	Forestal de Protección Especial	Forestal de Conser-vación	Agrofo-restal	Agrofo-restal Especial	Agroeco-lógico	Poblados Rurales	Equipami-entos Urbanos	Progra-mas Parciales
Preserva-ción Ecológica	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Rescate Ecológico	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3
Produc-ción Rural Agroindus-trial	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1
Habitacio-nal Rural de Baja Densidad	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacio-nal Rural	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacio-nal Rural con Comercio y Servicios	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacio-nal	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacio-nal con Comercio y Servicios	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Equipami-ento	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Programa Parcial	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1

La figura 112 muestra el área donde se registran incompatibilidades entre el Programa General de Ordenamiento Ecológico y el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Tlalpan, dentro de la zona de traslape de ambos programas.

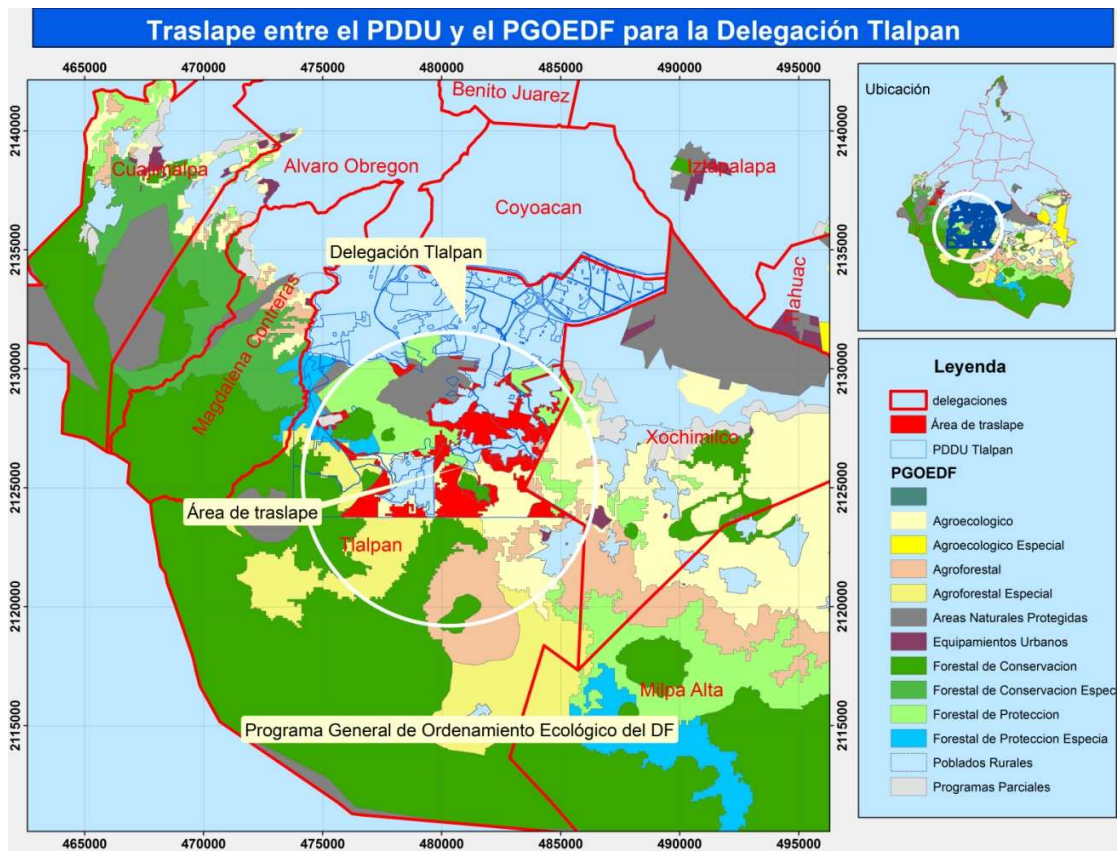
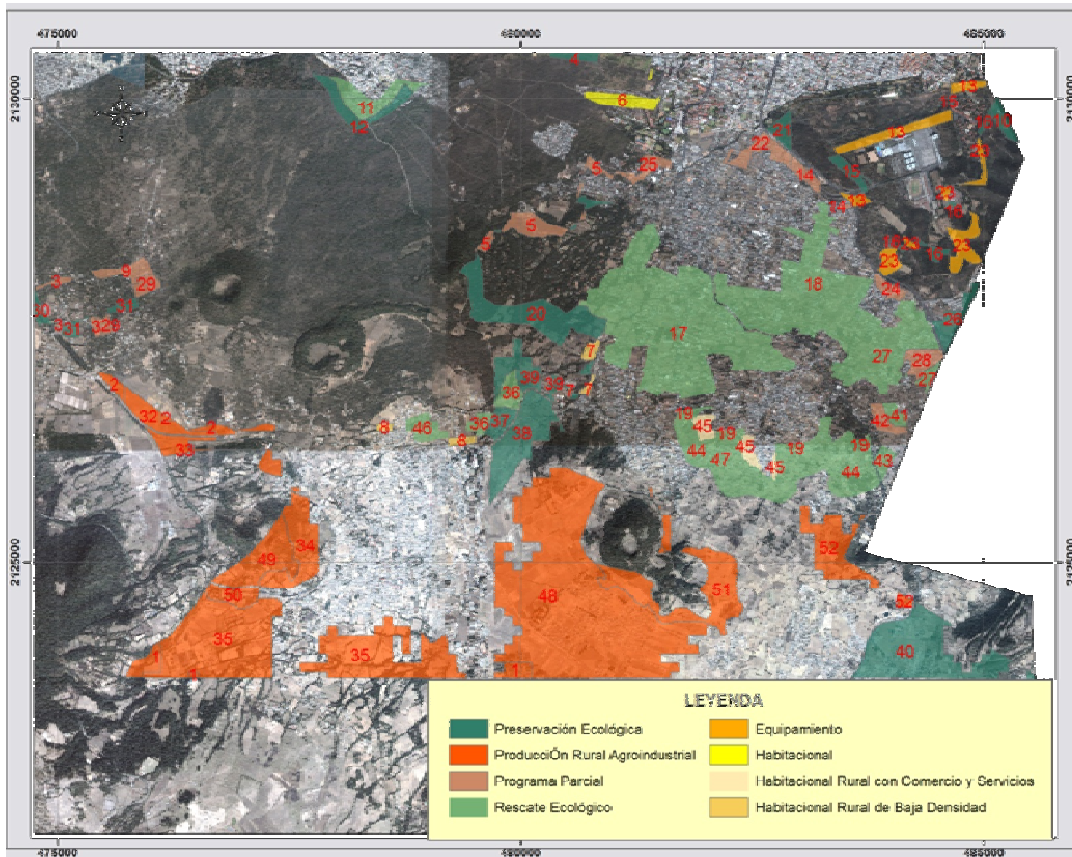


Figura 112. Zona de incompatibilidad (en color rojo) dentro del área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Tlalpan y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal





ID	PDDU	PGOEDF	F_AREA	Valor
1	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	137077.72	3
2	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección Especial	97511.98	3
3	Programa Parcial	Forestal de Protección Especial	41868.58	3
4	Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	55310.22	3
5	Programa Parcial	Áreas Naturales Protegidas	184446.16	3
6	Habitacional	Áreas Naturales Protegidas	107150.09	3
7	Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Protección	48042.25	3
8	Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Protección	42651.88	3
9	Programa Parcial	Forestal de Protección	81234.92	3
10	Preservación Ecológica	Programas Parciales	57778.28	3
11	Rescate Ecológico	Programas Parciales	166663.96	3
12	Preservación Ecológica	Programas Parciales	145444.45	3
13	Equipamiento	Forestal de Protección	202343.45	3
14	Programa Parcial	Forestal de Protección	58132.48	3



15	Preservación Ecológica	Poblados Rurales	55128.95	3
16	Preservación Ecológica	Poblados Rurales	60945.64	3
17	Rescate Ecológico	Poblados Rurales	1926756.70	3
18	Rescate Ecológico	Poblados Rurales	1232363.46	3
19	Rescate Ecológico	Poblados Rurales	214594.88	3
20	Preservación Ecológica	Poblados Rurales	497975.43	3
21	Preservación Ecológica	Agroecológico	61737.41	3
22	Programa Parcial	Agroecológico	117166.34	3
23	Equipamiento	Forestal de Protección	225254.52	3
24	Programa Parcial	Forestal de Protección	48922.38	3
25	Programa Parcial	Agroecológico	65645.25	3
26	Preservación Ecológica	Agroecológico	110816.95	3
27	Rescate Ecológico	Agroecológico	470167.00	3
28	Programa Parcial	Agroecológico	88015.21	3
29	Programa Parcial	Forestal de Conservación	72288.16	3
30	Preservación Ecológica	Programas Parciales	47769.86	3
31	Preservación Ecológica	Programas Parciales	60835.21	3
32	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal Especial	140981.76	3
33	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal Especial	150188.22	3
34	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal Especial	305639.35	3
35	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal Especial	1585858.59	3
36	Rescate Ecológico	Agroecológico	123539.54	3
37	Preservación Ecológica	Agroecológico	74600.99	3
38	Preservación Ecológica	Agroecológico	383523.72	3
39	Preservación Ecológica	Agroecológico	186545.80	3
40	Preservación Ecológica	Agroecológico	713619.50	3
41	Rescate Ecológico	Agroecológico	44493.44	3
42	Programa Parcial	Agroecológico	61014.43	3
43	Rescate Ecológico	Agroecológico	47972.83	3
44	Rescate Ecológico	Agroecológico	821872.60	3
45	Habitacional Rural con Comercio y Servicios	Agroecológico	95784.31	3
46	Rescate Ecológico	Agroecológico	88988.96	3
47	Rescate Ecológico	Agroforestal	67208.56	3
48	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal Especial	2753449.83	3

49	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	312663.03	3
50	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	99818.25	3
51	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	508564.71	3
52	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal	332377.53	3

Figura 113. Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada en este trabajo para la Delegación Tlalpan

De la figura 113 y del cuadro dentro de ella, destaca, en primera instancia, que los usos habitacionales urbanos, lo mismo que el equipamiento, ocupan superficies reducidas en comparación con las otras delegaciones anteriormente descritas, pero ellas están sobre zonas forestales, sobre un ANP (Parque Nacional Ajusco), sobre áreas agroecológicas; como se aprecia en la figura 114 que es una vista más específica de este fenómeno y el mayor equipamiento está dentro del Parque Bosque de Tlalpan.

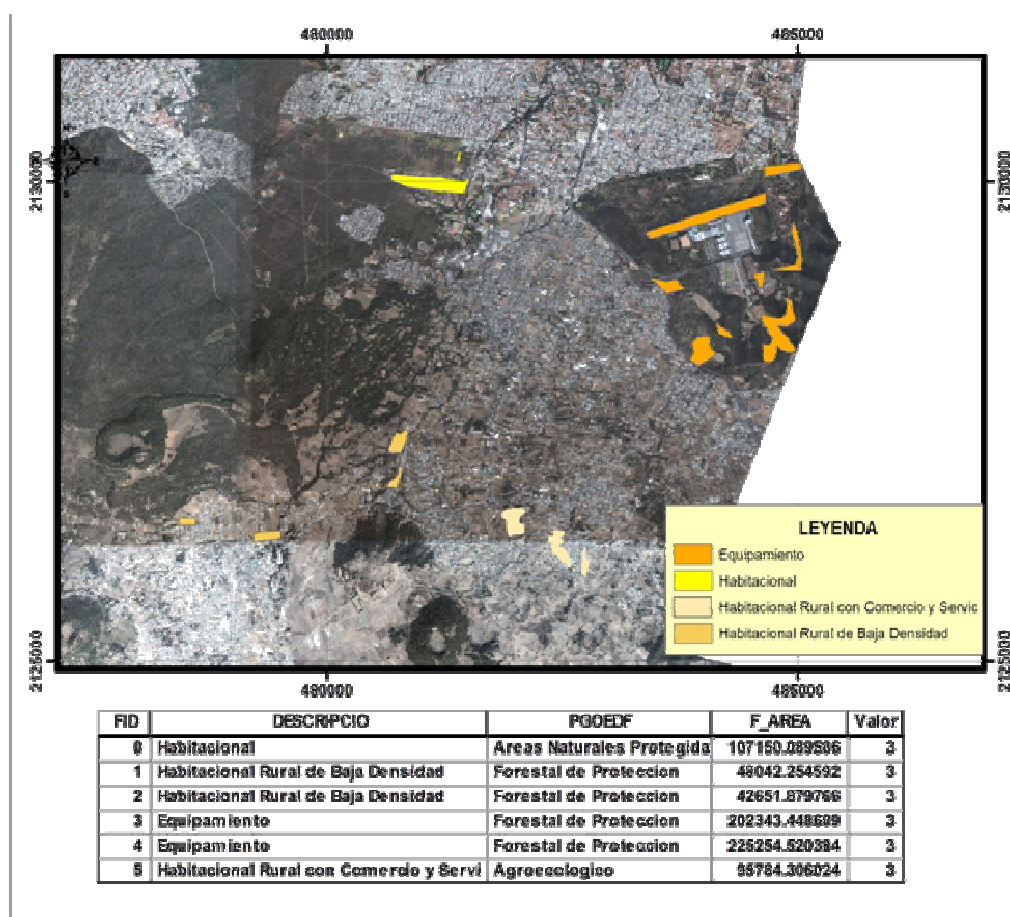


Figura 114. Áreas Incompatibles Habitacionales y Equipamiento en la Delegación Tlalpan



Los usos del suelo incompatibles más abundantes determinados por el PDDU Delegacional, son los de Preservación Ecológica, Rescate Ecológico y Producción Rural Agroindustrial, pues ellos ocupan 35 de los 51 polígonos identificados. Ellos están establecidos sobre usos del suelo determinados por el PGOEDF como Poblados Rurales, Agroecológicos y Forestales de conservación principalmente. En la en la imagen Quickbird estas zonas corresponden con zona rurales, con casas habitación de baja o media densidad y campos de cultivo, en menor medida se tiene suelos con arbolado. La figura 115 muestra su ubicación de forma más particular y la tabla XXIII muestra los datos obtenidos al respecto por sobreposición cartográfica de los Programas analizados.

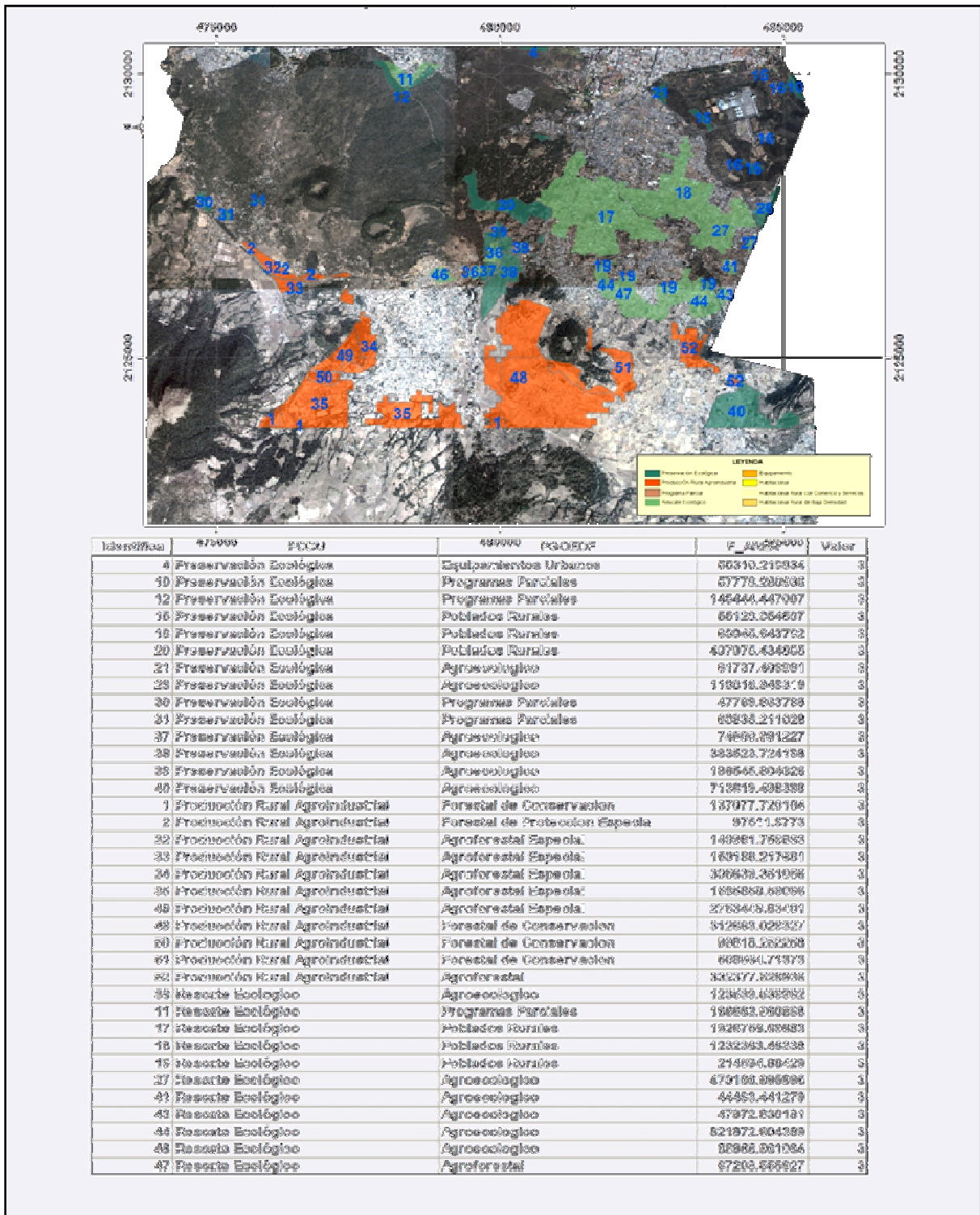


Figura 115. Áreas Incompatibles Preservación Ecológica, Producción Rural Agroindustrial y Rescate Ecológico dentro en la Delegación Tlalpán

Tabla XXIII. Datos de áreas de usos incompatibles entre los programas de Desarrollo Urbano del la Delegación Tlalpan y el PGOEDF

PDU	PGOEDF	AREA
Programa Parcial	Forestal de Protección Especial	41,868.58
Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	55,310.22
Programa Parcial	Áreas Naturales Protegidas	184,446.16
Habitacional	Áreas Naturales Protegidas	107,150.09
Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Protección	48,042.25
Habitacional Rural de Baja Densidad	Forestal de Protección	42,651.88
Programa Parcial	Forestal de Protección	81,234.92
Preservación Ecológica	Forestal de Protección	57,778.28
Preservación Ecológica	Forestal de Protección	145,444.45
Equipamiento	Forestal de Protección	202,343.45
Programa Parcial	Forestal de Protección	58,132.48
Preservación Ecológica	Poblados Rurales	55,128.95
Preservación Ecológica	Poblados Rurales	60,945.64
Preservación Ecológica	Poblados Rurales	497,975.43
Preservación Ecológica	Agroecológico	61,737.41
Programa Parcial	Agroecológico	117,166.34
Equipamiento	Forestal de Protección	225,254.52
Programa Parcial	Forestal de Protección	48,922.38
Programa Parcial	Agroecológico	65,645.25
Preservación Ecológica	Agroecológico	110,816.95
Programa Parcial	Agroecológico	88,015.21
Programa Parcial	Forestal de Conservación	72,288.16
Preservación Ecológica	Programas Parciales	47,769.86
Preservación Ecológica	Programas Parciales	60,835.21
Validad Primaria	Agroforestal Especial	84,962.69
Preservación Ecológica	Agroecológico	74,600.99
Preservación Ecológica	Agroecológico	383,523.72
Preservación Ecológica	Agroecológico	186,545.80



Preservación Ecológica	Agroecológico	713,619.50
Programa Parcial	Agroecológico	61,014.43
Habitacional Rural con Comercio y Servicios	Agroecológico	95,784.31
Habitacional Rural de Baja Densidad	Agroecológico	169,527.21
Total en m <sup>2</sup>		4,306,482.74

### Delegación Xochimilco

El traslape entre la Delegación Xochimilco y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal es casi total, por lo que en ella se dan las mayores superficies de incompatibilidades de uso entre estos dos instrumentos de planificación territorial (véase figura 116); así, la superficie de traslape es de 9,852,65 ha de un total de 12,758.51 ha que tiene esta Delegación, lo que equivale el 77.22% de la superficie total de la Delegación de Xochimilco.

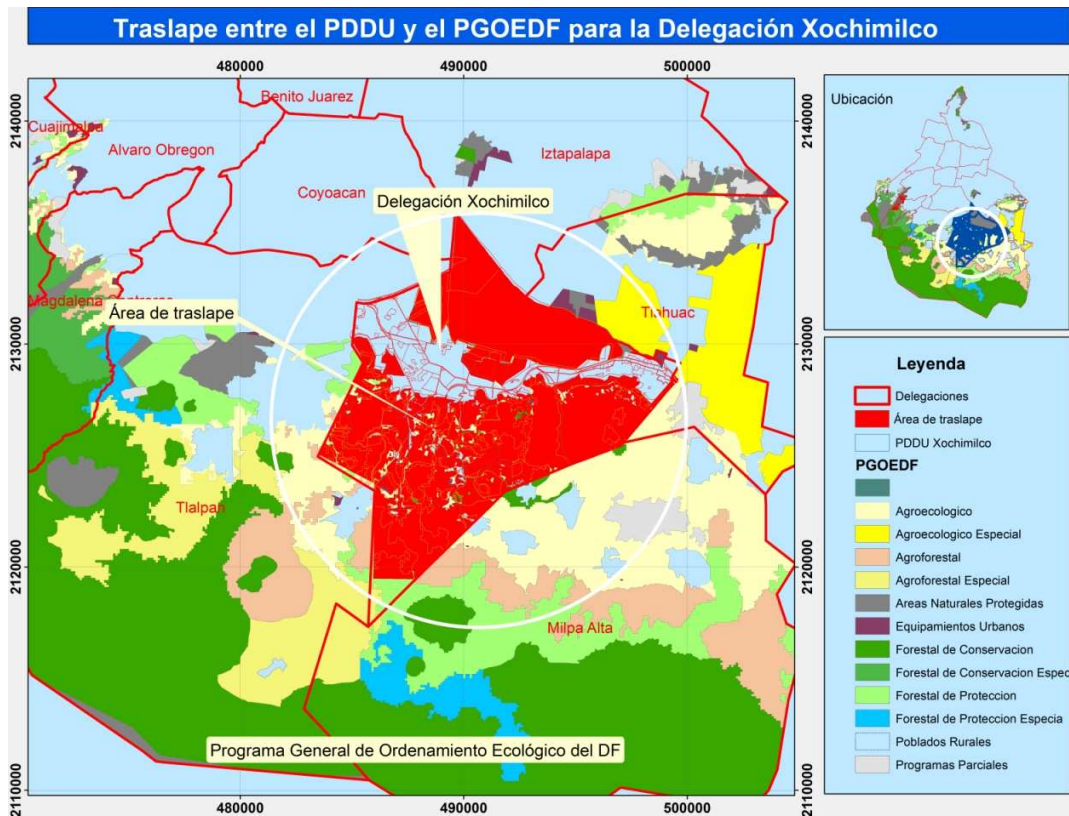


Figura 116. Área de traslape entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Xochimilco y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

Al igual que en las Delegaciones anteriores, a la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección para considerar las incompatibilidades de uso del suelo entre el PDDU y el PGOEDF: El primero fue considerar a los polígonos mayores de 40 ha como susceptibles de análisis, y el grado de incompatibilidad de acuerdo a la tabla XXIV de criterios elaborados con este propósito.

Tabla XXIV. Área de traslape entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Xochimilco y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

PDDU	PGOEDF								
	Áreas Naturales Protegidas	Forestal de Conservación	Forestal de Protección	Agroforestal	Agroecológico	Agroecológico Especial	Poblados Rurales	Equipamientos Urbanos	Programas Parciales
Preservación Ecológica	1	1	1	1	3	3	3	3	3
Rescate Ecológico	1	1	1	1	3	3	3	3	3
Producción Rural Agroindustrial	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Habitacional Rural de Baja Densidad	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Equipamiento Rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural con comercio y servicios	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Espacio Abierto	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Centro de Barrio	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Mixto	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional con comercio en planta baja	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos.	3	3	3	3	3	3	1	1	1

La figura 117 muestra las zonas incompatibles en cuanto a los usos que establecen cada uno de los instrumentos de uso del suelo analizados, en color rojo están las zonas con incompatibilidad alta (3), asimismo la figura 118 muestra estas mismas zonas sobre una imagen Quickbird, en donde se puede ver sobre que tipo de suelo se encuentran establecidas.

Además, en esta última figura se han coloreado los polígonos de acuerdo a los usos del suelo establecidos por el PDDU Delegacional, y la tabla 6 muestra los datos de cada uno de ellos con su clasificación para el PDDU y el PGOEDF para un total de 91 polígonos, donde las superficies más importantes están en tres categorías:

- Producción Rural Agroindustrial.
- Preservación Ecológica.
- Aplica Normas de Ordenación Particular para Asentamientos Sujetos a Estudios Específicos.

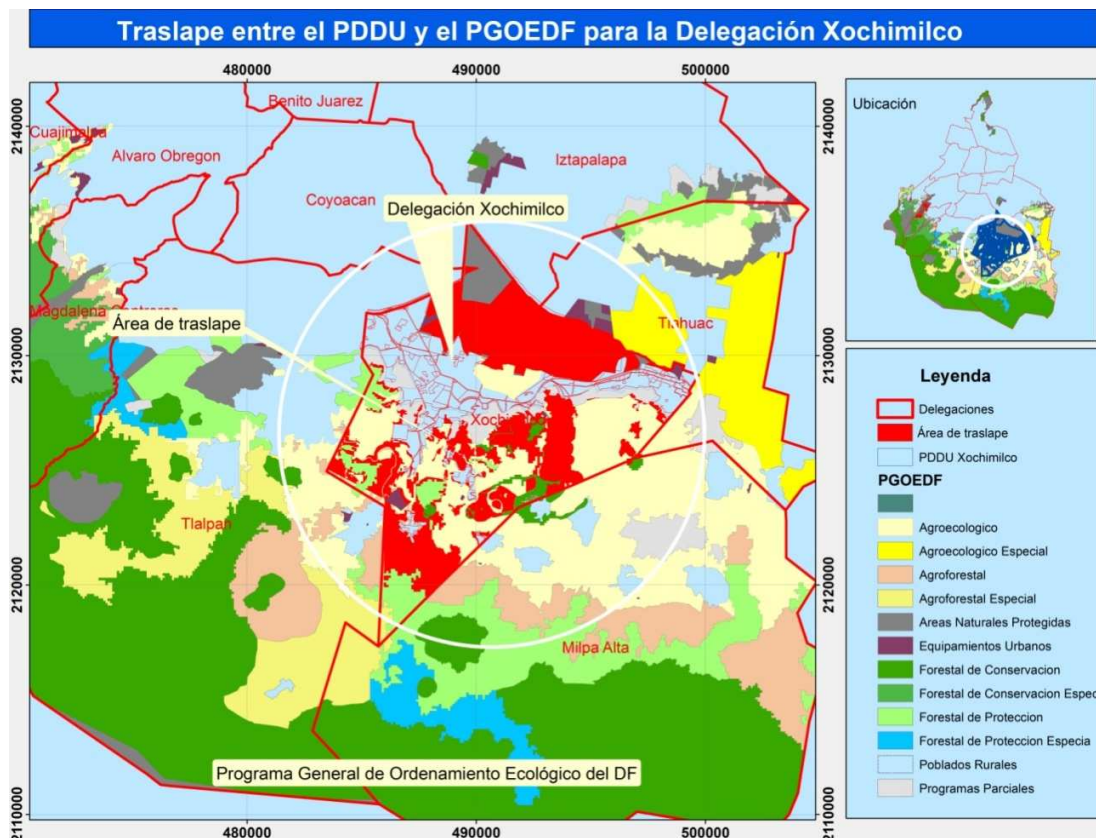


Figura 117. Zona de incompatibilidad (en color rojo) dentro del área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Xochimilco y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal

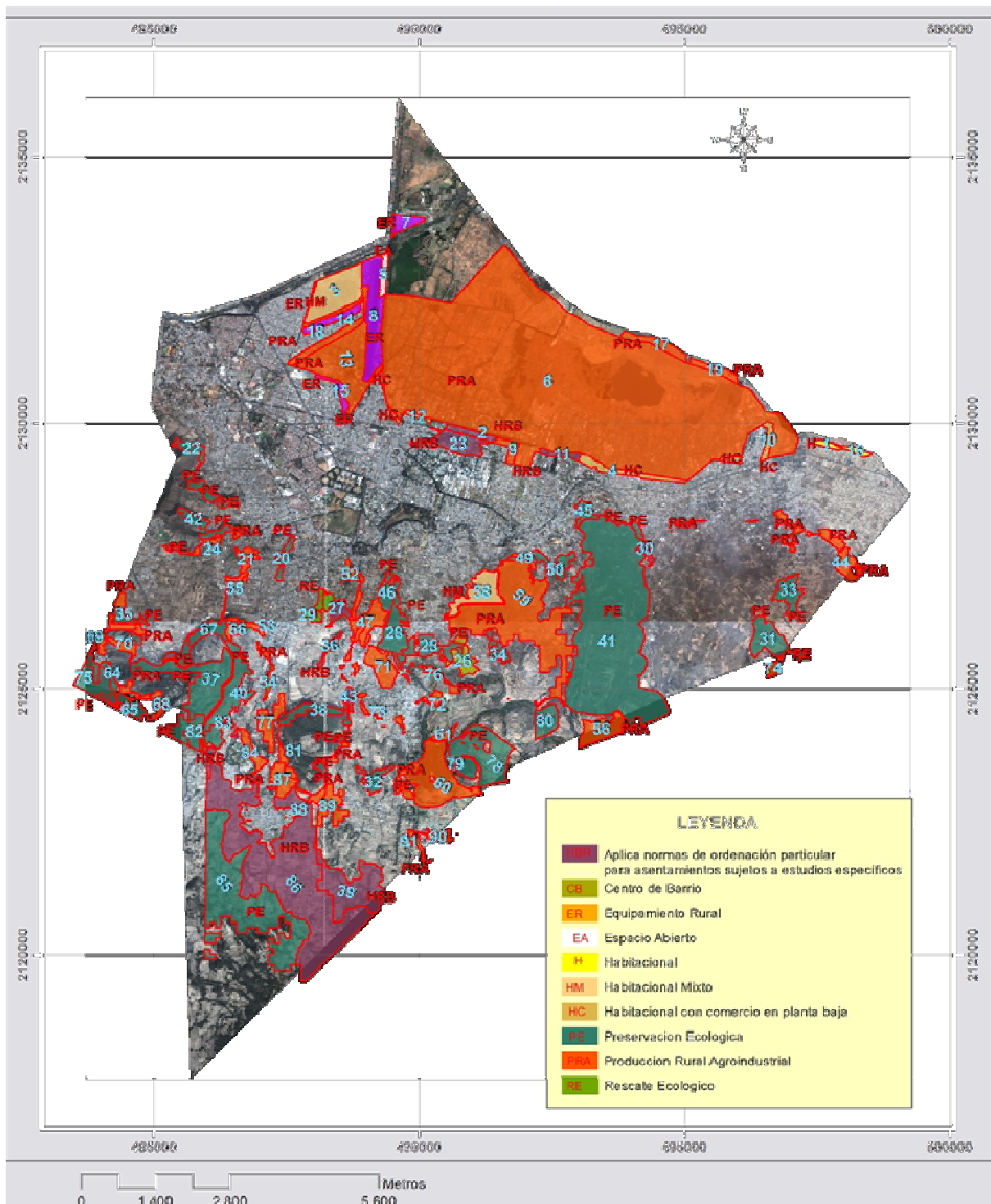


Figura 118. Áreas incompatibles en sus usos, según la técnica de análisis empleada en este trabajo

Tabla XXV. Polígonos clasificados con usos incompatibles para la Delegación Xochimilco

ID	PDDU	Clave	PGOEDF	AREA M <sup>2</sup>
1	Habitacional	H	Áreas Naturales Protegidas	46881.98
2	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Áreas Naturales Protegidas	114581.72
3	Habitacional Mixto	HM	Áreas Naturales Protegidas	683338.69
4	Habitacional con comercio en planta baja	HC	Áreas Naturales Protegidas	211798.96
5	Espacio Abierto	EA	Áreas Naturales Protegidas	98244.96
6	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Áreas Naturales Protegidas	17550710.28
7	Equipamiento Rural	ER	Áreas Naturales Protegidas	132703.10
8	Equipamiento Rural	ER	Áreas Naturales Protegidas	678756.24
9	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Áreas Naturales Protegidas	98827.49
10	Habitacional con comercio en planta baja	HC	Áreas Naturales Protegidas	132381.40
11	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Áreas Naturales Protegidas	89142.59
12	Habitacional con comercio en planta baja	HC	Áreas Naturales Protegidas	78089.27
13	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Áreas Naturales Protegidas	1188431.03
14	Equipamiento Rural	ER	Áreas Naturales Protegidas	155116.44
15	Equipamiento Rural	ER	Áreas Naturales Protegidas	90721.21
16	Habitacional	H	Agroecológico Especial	55493.12
17	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Equipamientos Urbanos	185362.62
18	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Equipamientos Urbanos	189105.68
19	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Equipamientos Urbanos	114752.94
20	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	88785.91
21	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Programas Parciales	122658.17
22	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	239764.54
23	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	319558.37
24	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	56878.35
25	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	314335.99
26	Centro de Barrio	CB	Agroecológico	206534.73
27	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	117786.97



28	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	368558.17
29	Rescate Ecológico	RE	Agroecológico	110126.42
30	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	66681.17
31	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	378101.30
32	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	148660.96
33	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	228765.57
34	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	98639.53
35	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	73952.35
36	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	61629.34
37	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	912958.09
38	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	275682.14
39	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	931792.72
40	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	665165.52
41	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	4804294.25
42	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	188722.03
43	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroecológico	53898.73
44	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Programas Parciales	371621.53
45	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	181936.68
46	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	192387.38
47	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Programas Parciales	268869.39
48	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Programas Parciales	59090.65
49	Producción Rural Agroindustrial	HM	Programas Parciales	47079.49
50	Preservación Ecológica	HM	Programas Parciales	188626.07
51	Rescate Ecológico	RE	Poblados Rurales	45139.96
52	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	67587.65
53	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	95144.17
54	Rescate Ecológico	RE	Poblados Rurales	42097.63
55	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	41804.49
56	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	301884.42

58	Habitacional Mixto	HM	Forestal de Conservación	390781.81
59	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	2156165.76
60	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	955872.40
61	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	54857.29
62	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Agroforestal	47163.86
63	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Agroforestal	62339.55
64	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	181568.19
65	Preservación Ecológica	PEHRVH	Agroecológico	279771.25
66	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Agroforestal	70382.43
67	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	148555.15
68	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	125596.05
69	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	80752.28
70	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	83399.93
71	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	334377.95
72	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	49602.24
73	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Poblados Rurales	87849.12
74	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	70282.16
75	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	282193.11
76	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	81052.79
77	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	236889.41
78	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	750182.14
79	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	127899.72
80	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	223671.96
81	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	128904.46
82	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	146200.40
83	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	108314.32
84	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Equipamientos Urbanos	137369.34
85	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	2234598.61
86	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB/PRA	Agroforestal	3963037.03
87	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Agroforestal	204959.16
88	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Conservación	67961.04

89	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Forestal de Protección	243287.24
90	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Pobladors Rurales	75562.49
91	Producción Rural Agroindustrial	PRA	Pobladors Rurales	55870.66

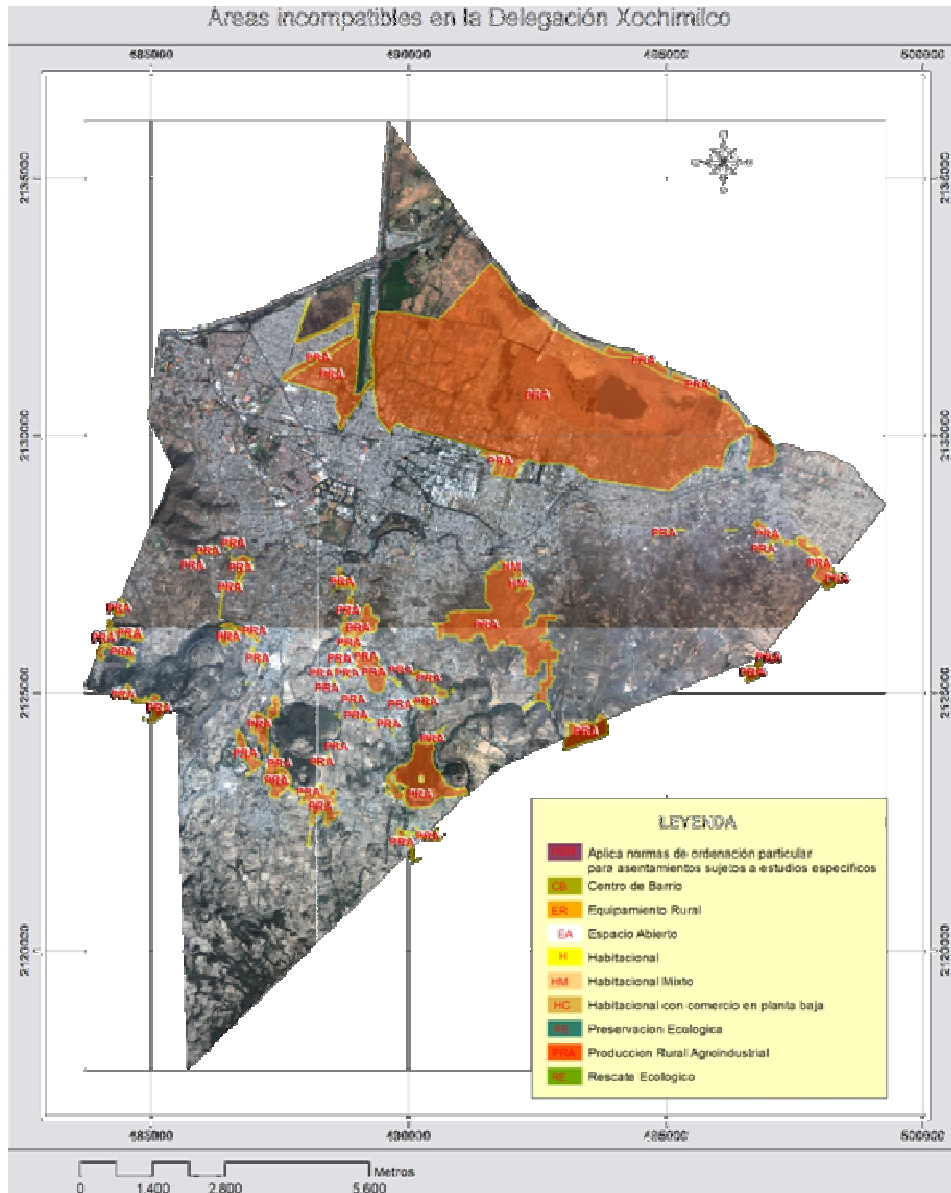


Figura 119. Áreas incompatibles de Producción Rural Agroindustrial para Xochimilco

La producción Rural Agroindustrial, ocupa la superficie más importante en la zona de traslape entre los programas Delegacionales de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. La zona de traslape debiera estar acorde a las zonas establecidas en el PGOEDF con usos agroecológicos o agroforestales; sin embargo, se encuentra sobre zonas muy heterogéneas tales como Áreas Naturales Protegidas (Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco), Zonas Forestales de Protección y Conservación, Equipamiento Urbano, Programas Parciales de Desarrollo Urbano, zonas de Equipamiento Urbano y Poblados Rurales, de donde se deduce que para su establecimiento poco se tomó en cuenta las disposiciones reglamentarias del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal. Lo anterior se aprecia en la figura 119 y tabla XXVI.

Tabla XXVI. Polígonos clasificados Producción Rural Agroindustrial de la Delegación Xochimilco

ID	PDDU	PGOEDF	AREA m <sup>2</sup>	Clave
6	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	17,550,710.28	PRA
9	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	98,827.49	PRA
13	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	1,188,431.03	PRA
17	Producción Rural Agroindustrial	Equipamientos Urbanos	185,362.62	PRA
18	Producción Rural Agroindustrial	Equipamientos Urbanos	189,105.68	PRA
19	Producción Rural Agroindustrial	Equipamientos Urbanos	114,752.94	PRA
21	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	122,658.17	PRA
24	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	56,878.35	PRA
44	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	371,621.53	PRA
47	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	268,869.39	PRA
48	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	59,090.65	PRA
49	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	47,079.49	HM
52	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	67,587.65	PRA
53	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	95,144.17	PRA
55	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	41,804.49	PRA
56	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	301,884.42	PRA
59	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	2,156,165.76	PRA
60	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	955,872.40	PRA
61	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	54,857.29	PRA

62	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal	47,163.86	PRA
63	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal	62,339.55	PRA
66	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal	70,382.43	PRA
68	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	125,596.05	PRA
69	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	80,752.28	PRA
70	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	83,399.93	PRA
71	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	334,377.95	PRA
72	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	49,602.24	PRA
73	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	87,849.12	PRA
74	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	70,282.16	PRA
76	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	81,052.79	PRA
77	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	236,889.41	PRA
81	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	128,904.46	PRA
84	Producción Rural Agroindustrial	Equipamientos Urbanos	137,369.34	PRA
87	Producción Rural Agroindustrial	Agroforestal	204,959.16	PRA
88	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Conservación	67,961.04	PRA
89	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	243,287.24	PRA
90	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	75,562.49	PRA
91	Producción Rural Agroindustrial	Poblados Rurales	55,870.66	PRA

Los otros usos del suelo relevantes que el Programa de Desarrollo Urbano establece se constituyen en los de Preservación Ecológica, donde aplican Normas de Ordenación Particular para Asentamientos Sujetos a Estudios Específicos. Los primeros, en la imagen Quickbird de la figura 120, están preferentemente sobre zonas forestales y los segundos sobre zonas agrícolas.



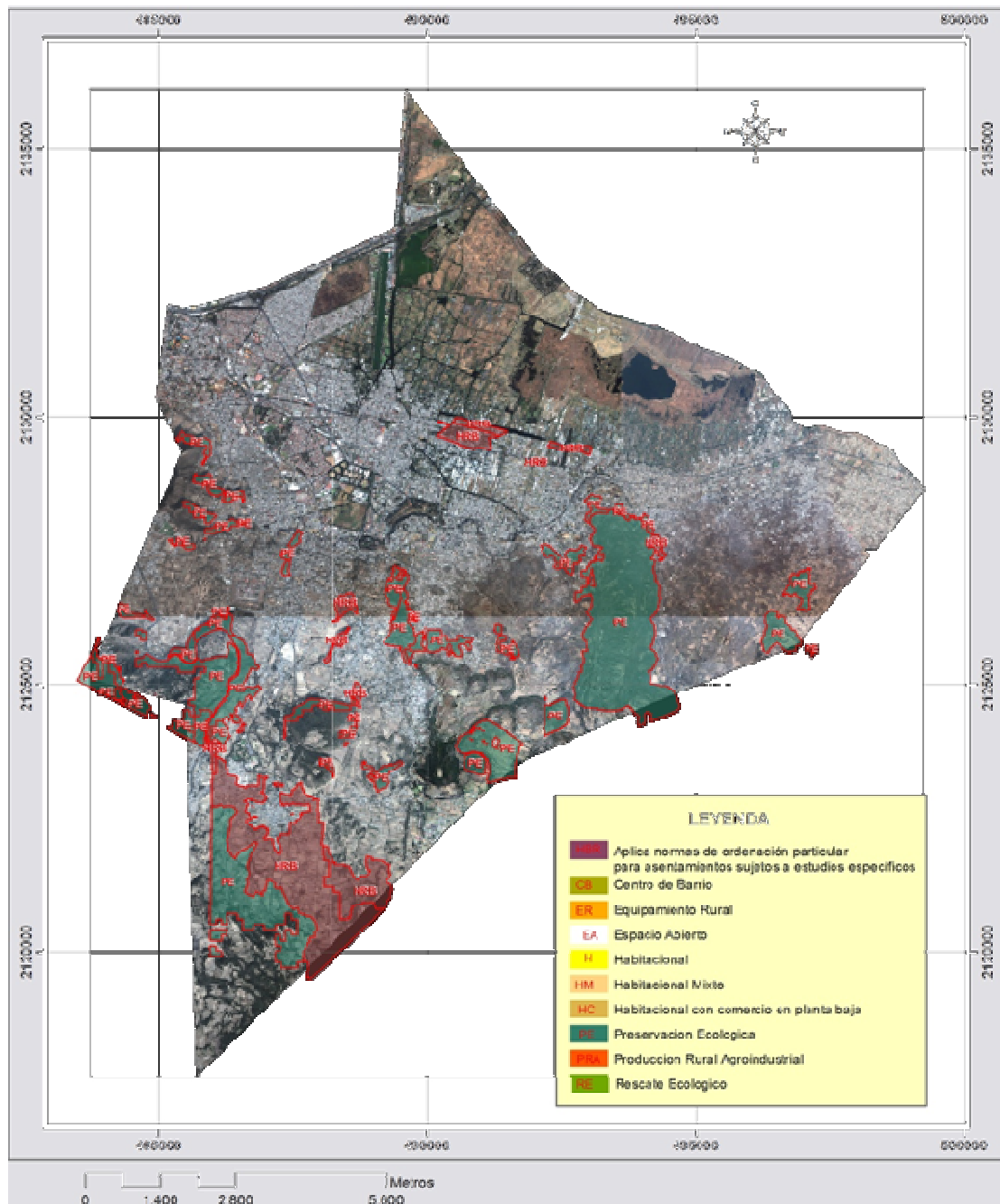


Figura 120. Áreas incompatibles de Preservación Ecológica y Normas de Ordenación Particular para Asentamientos Sujetos a Estudios Específicos en Xochimilco

Tabla XXVII. Polígonos clasificados con normas de ordenación particular y Preservación Ecológica de la Delegación Xochimilco

Identificador*	PDDU	Clave	PGOEDF	ÁREA M <sup>2</sup>
2	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Áreas Naturales Protegidas	114,581.72
11	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Áreas Naturales Protegidas	89,142.59
23	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	319,558.37
27	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	117,786.97
30	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	66,681.17
36	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	61,629.34
39	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	931,792.72
43	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroecológico	53,898.73
86	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	HRB	Agroforestal	3,963,037.03
20	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	88,785.91
22	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	239,764.54
25	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	314,335.99
28	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	368,558.17
31	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	378,101.30
32	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	148,660.96
33	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	228,765.57
34	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	98,639.53
35	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	73,952.35
37	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	912,958.09
38	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	275,682.14
40	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	665,165.52
41	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	4,804,294.25
42	Preservación Ecológica	PE	Agroecológico	188,722.03
45	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	181,936.68
46	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	192,387.38
50	Preservación Ecológica	PE	Programas Parciales	188,626.07

64	Preservación Ecológica	PE	Agro ecológico	181,568.19
65	Preservación Ecológica	PE	Agro ecológico	279,771.25
67	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	148,555.15
75	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	282,193.11
78	Preservación Ecológica	PE	Agro ecológico	750,182.14
79	Preservación Ecológica	PE	Agro ecológico	127,899.72
80	Preservación Ecológica	PE	Agro ecológico	223,671.96
82	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	146,200.40
83	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	108,314.32
85	Preservación Ecológica	PE	Agroforestal	2,234,598.61

### Delegación Tláhuac

El traslape entre la Delegación Tláhuac y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, cubre la mayor parte de la Delegación por lo que la superficie es considerable. (Véase figura 121).

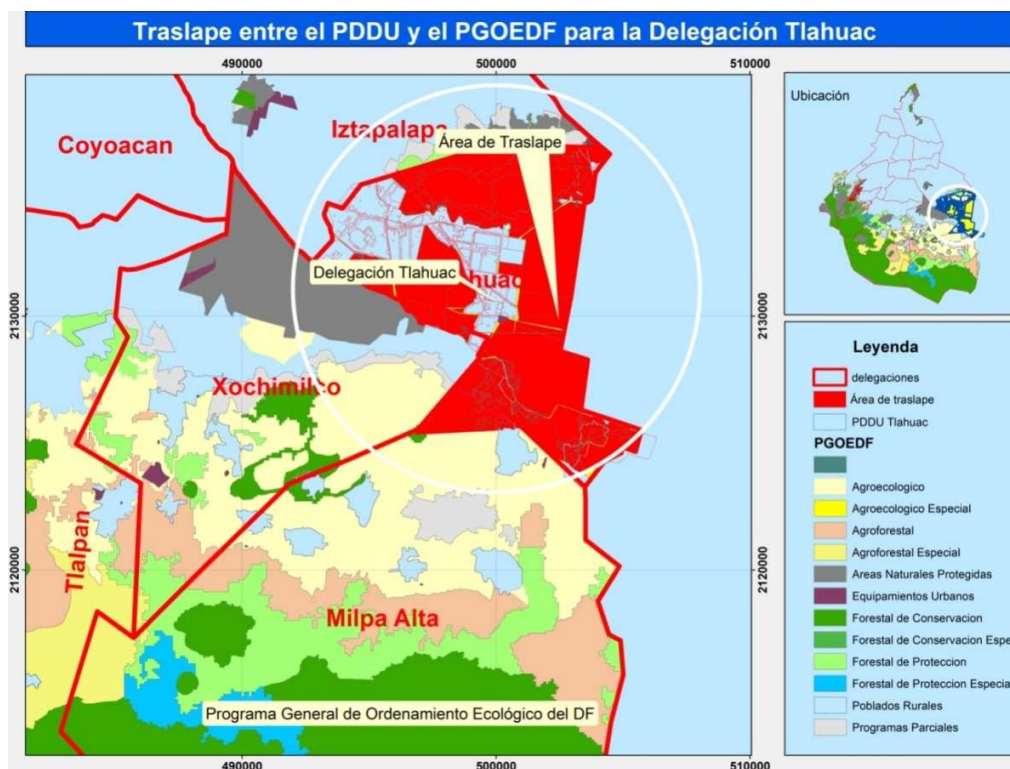


Figura 121. Área de traslape entre el Programa de Desarrollo Urbano y el Programa de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Tláhuac

Al igual que en las Delegaciones anteriores, a la superficie de traslape se le aplicaron dos criterios de selección para considerar las incompatibilidades de uso del suelo entre el PDDU y el PGOEDF: El primero fue considerar a los polígonos mayores de 40 ha como susceptibles de análisis, y el grado de incompatibilidad de acuerdo a la tabla 10 de criterios elaborados con este propósito.

Tabla XXVIII. Incompatibilidad de usos para la delegación de Tlahuac

PDDU	PGOEDF								
	Áreas Naturales Protegidas	Forestal de Conservación	Forestal de Protección	Agroforestal	Agroecológico	Agroecológico Especial	Pobladitos Rurales	Equipamientos Urbanos	Programas Parciales
Preservación Ecológica	1	1	1	1	3	3	3	3	3
Rescate Ecológico	1	1	1	1	3	3	3	3	3
Producción Rural Agroindustrial	3	3	3	3	1	1	3	3	3
Habitacional Rural de Baja Densidad	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Equipamiento Rural	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Rural con comercio y servicios	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Espacio Abierto	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Centro de Barrio	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional Mixto	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Habitacional con comercio en planta baja	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos.	3	3	3	3	3	3	1	1	1

La figura 122 muestra las zonas incompatibles en cuanto a los usos que establecen cada uno de los instrumentos de uso del suelo analizado en la Delegación de Tláhuac.

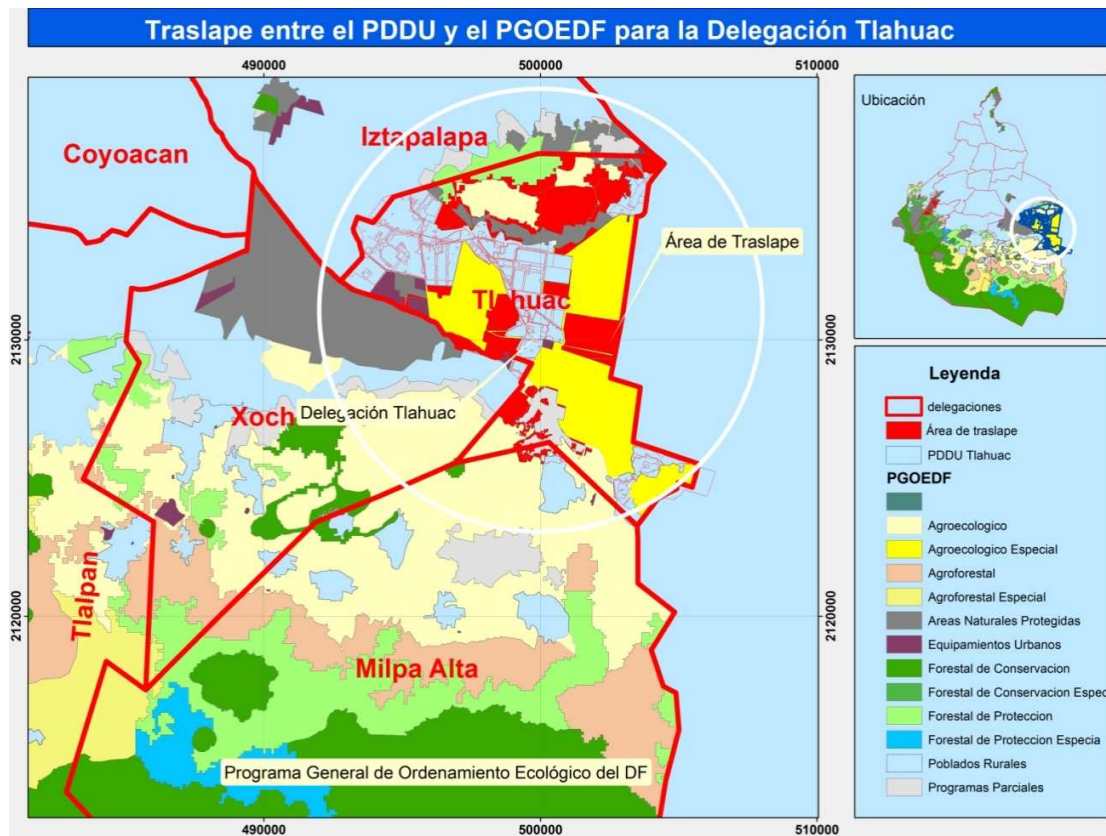


Figura 122. Zona de incompatibilidad dentro del área de traslape (color rojo) entre el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la Delegación Tlahuac

La figura 123 y la tabla XXIX, es un desglose de los usos del suelo incompatibles en esta Delegación.



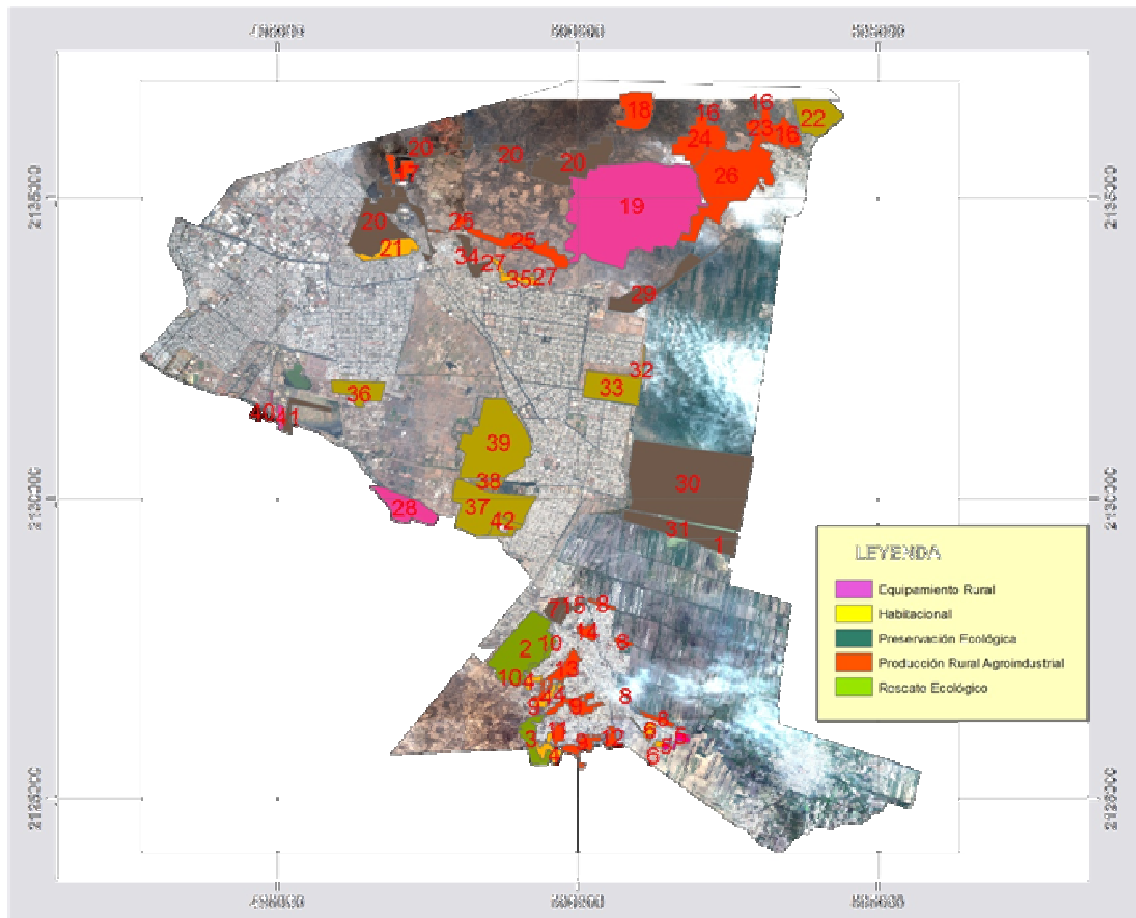


Figura 123. Áreas incompatibles en sus usos según la técnica de análisis empleada en este trabajo

Tabla XXIX. Datos de incompatibilidad de programas para la Delegación Tiáhuac

ID	PDDU	PGOEDF	CLAVE	Área	Valor
1	Preservación ecológica	Agroecológico Especial	PE	127835.63	3
2	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	716103.70	3
3	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	188962.89	3
4	Habitacional rural	Agroecológico	HR	177553.02	3
5	Equipamiento rural	Agroecológico	ER	53478.50	3
6	Habitacional rural	Agroecológico	HR	60482.70	3
7	Preservación ecológica	Agroecológico	PE	110408.50	3
8	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	96958.84	3
9	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	296011.93	3

10	Rescate Ecológico	Programas Parciales	RE	50679.32	3
11	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	53815.90	3
12	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	45046.43	3
13	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	143180.77	3
14	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	51374.25	3
15	Preservación ecológica	Programas Parciales	PE	50253.29	3
16	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	166307.52	3
17	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	118928.30	3
18	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	314429.17	3
19	Equipamiento Rural	Agroecológico	ER	3025507.42	3
20	Preservación Ecológica	Agroecológico	PE	1642497.92	3
21	Habitacional	Agroecológico	H	191334.09	3
22	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	368285.53	3
23	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	PRA	140470.00	3
24	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	409941.62	3
25	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	332733.37	3
26	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	1199278.31	3
27	Habitacional	Áreas Naturales Protegidas	H	43594.18	3
28	Equipamiento Rural	Áreas Naturales Protegidas	ER	320476.58	3
29	Preservación Ecológica	Agroecológico Especial	PE	345508.62	3
30	Preservación Ecológica	Agroecológico Especial	PE	2347659.70	3
31	Preservación Ecológica	Agroecológico Especial	PE	382038.78	3
32	Habitacional	Agroecológico Especial	H	47139.48	3
33	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	413426.85	3
34	Preservación Ecológica	Agroecológico	PE	124702.33	3
35	Habitacional	Agroecológico	H	65050.21	3
36	Rescate Ecológico	Agro ecológico Especial	RE	260296.90	3
37	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	746211.79	3
38	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	65686.16	3
39	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	1138795.42	3
40	Equipamiento Rural	Áreas Naturales Protegidas	ER	42464.04	3
41	Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	PE	102483.65	3
42	Rescate Ecológico	Equipamientos Urbanos	RE	109362.58	3

Si se organizan los datos anteriores, se pueden encontrar cinco categorías como en la tabla XXX y de ellos se desprenden las siguientes reflexiones:

1. El equipamiento rural del PDDU se instala sobre suelos de uso agroecológico y Áreas Naturales Protegidas.
2. El uso Habitacional del PDDU está sobre suelos de usos Agroecológico y Áreas Naturales Protegidas.
3. La Preservación Ecológica del PDDU también se da sobre usos agroecológicos del PGOEDF.
4. La Producción Rural Agroindustrial en el PDDU se da sobre Programas Parciales, Suelos Forestales de protección y ANP, de manera heterogénea.
5. El Rescate Ecológico del PDDU se da en suelos Agroecológicos del PGOEDF de manera preferencial.

Tabla XXX. Datos Reorganizados de incompatibilidad para la Delegación Tláhuac

ID	PDDU	PGOEDF	CLAVE	Área	Valor
5	Equipamiento rural	Agroecológico	ER	53478.5	3
19	Equipamiento Rural	Agroecológico	ER	3025507.42	3
28	Equipamiento Rural	Áreas Naturales Protegidas	ER	320476.58	3
40	Equipamiento Rural	Áreas Naturales Protegidas	ER	42464.04	3
21	Habitacional	Agroecológico	H	191334.09	3
27	Habitacional	Áreas Naturales Protegidas	H	43594.18	3
32	Habitacional	Agroecológico Especial	H	47139.48	3
35	Habitacional	Agroecológico	H	65050.21	3
4	Habitacional rural	Agroecológico	HR	177553.02	3
6	Habitacional rural	Agroecológico	HR	60482.7	3
1	Preservación ecológica	Agroecológico Especial	PE	127835.63	3
7	Preservación ecológica	Agroecológico	PE	110408.5	3
15	Preservación ecológica	Programas Parciales	PE	50253.29	3
20	Preservación Ecológica	Agroecológico	PE	1642497.92	3
29	Preservación Ecológica	Agroecológico Especial	PE	345508.62	3
30	Preservación Ecológica	Agro ecológico Especial	PE	2347659.7	3
31	Preservación Ecológica	Agroecológico Especial	PE	382038.78	3
34	Preservación Ecológica	Agroecológico	PE	124702.33	3

41	Preservación Ecológica	Equipamientos Urbanos	PE	102483.65	3
8	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	96958.84	3
9	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	296011.93	3
11	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	53815.9	3
12	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	45046.43	3
13	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	143180.77	3
14	Producción rural agroindustrial	Programas Parciales	PRA	51374.25	3
16	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	166307.52	3
17	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	118928.3	3
18	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	314429.17	3
23	Producción Rural Agroindustrial	Programas Parciales	PRA	140470	3
24	Producción Rural Agroindustrial	Forestal de Protección	PRA	409941.62	3
25	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	332733.37	3
26	Producción Rural Agroindustrial	Áreas Naturales Protegidas	PRA	1199278.31	3
2	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	716103.7	3
3	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	188962.89	3
10	Rescate Ecológico	Programas Parciales	RE	50679.32	3
22	Rescate Ecológico	Agroecológico	RE	368285.53	3
33	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	413426.85	3
36	Rescate Ecológico	Agro ecológico Especial	RE	260296.9	3
37	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	746211.79	3
38	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	65686.16	3
39	Rescate Ecológico	Agroecológico Especial	RE	1138795.42	3
42	Rescate Ecológico	Equipamientos Urbanos	RE	109362.58	3

Nota: El sombreado gris del cuadro es sólo para separa las categorías de uso del suelo

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La figura 124 reúne para toda el área considerada en este trabajo la superficie incompatible entre los Programas de Desarrollo Urbano y el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en las seis delegaciones analizadas. La superficie con este tipo de problemática representó un total de 6,735.02 ha.

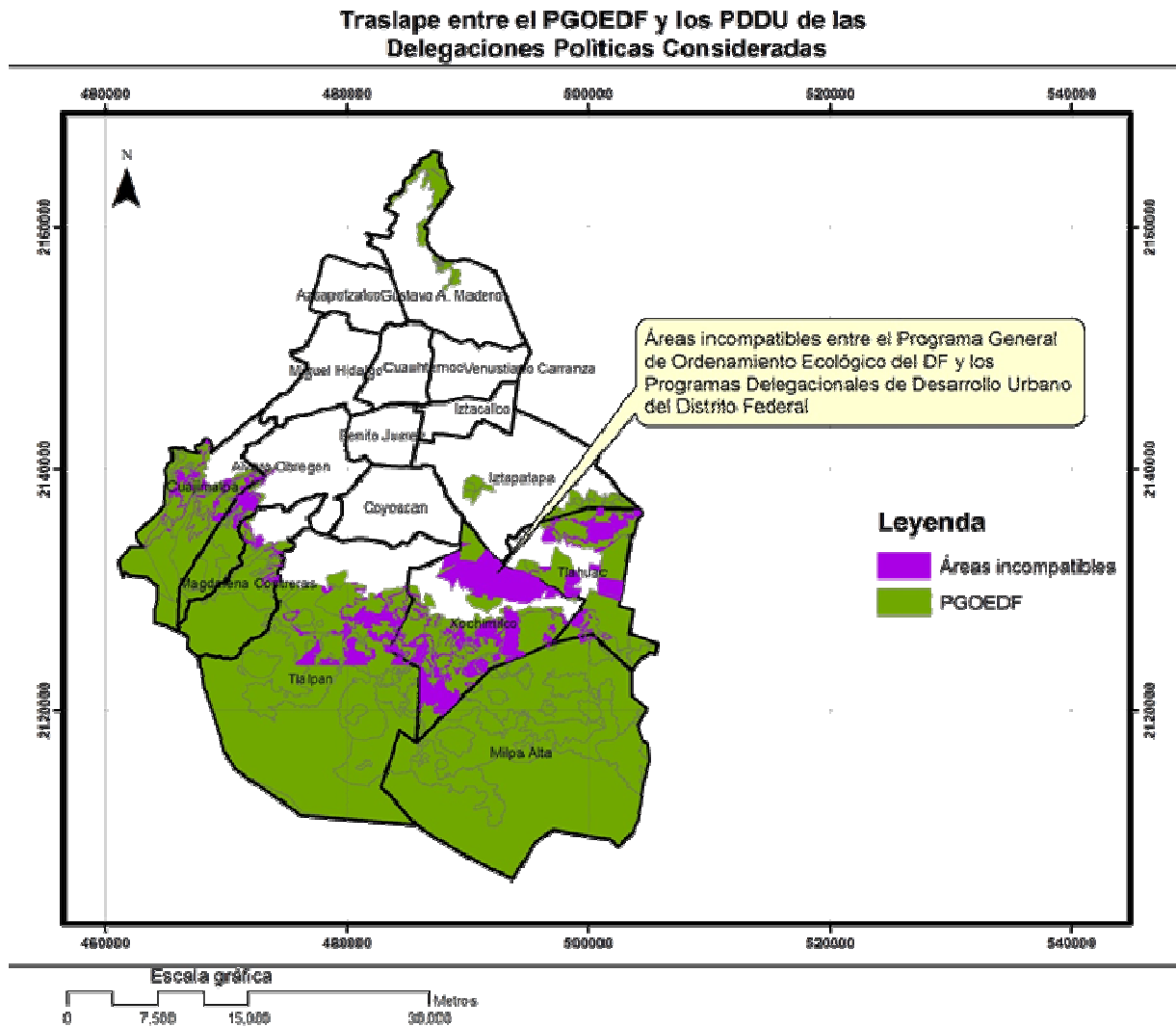


Figura 124. Total de superficies incompatibles de usos del suelo entre el PGOEDF y los usos del suelo de los PDDU de las Delegaciones consideradas en este trabajo

Por otra parte, teniendo todos los datos en un sólo mapa fue posible hacer dos cuadros de análisis dentro del Sistema de Información Geográfica implantado, el primero consistió en ordenar las categorías de usos del suelo del Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal que tienen una mayor superficie incompatible por usos de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano y descubrir que la categoría de Área Natural Protegida es la que presentó una mayor superficie con usos incompatibles. (véase tabla XXXI).



Tabla XXXI. Superficie de las categorías de usos del suelo de PGOEDF ordenadas de acuerdo a la superficie que ocupan

Orden	PGOEDF	Hectáreas
1	Áreas Naturales Protegidas	3,894.73
2	Agroecológico	1,207.05
3	Agroforestal	754.99
4	Forestal de Conservación	399.78
5	Programas Parciales	200.06
6	Forestal de Protección	103.68
7	Poblados Rurales	89.50
8	Equipamientos Urbanos	74.13
9	Agroecológico Especial	11.10

También se estableció cuales de las categorías de usos del suelo de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano fueron los que presentaron mayor incompatibilidad con el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal en la tabla XXXII.

Tabla XXXII. Superficie de las categorías de usos del suelo de los PDDU de acuerdo a la superficie que ocupan

Orden	PDDU	Hectáreas
1	Producción Rural Agroindustrial	4,383.58
2	Preservación Ecológica	1,453.58
3	Aplica normas de ordenación particular para asentamientos sujetos a estudios específicos	571.81
4	Habitacional Mixto	107.41
5	Equipamiento Rural	105.73
6	Habitacional con comercio en planta baja	42.23
7	Centro de Barrio	20.65
8	Habitacional	20.48
9	Rescate Ecológico	19.74
10	Espacio Abierto	9.82

De los datos anteriores, se podría decirse que los usos del suelo de los PDDU para la producción rural agroindustrial son los que mayormente invaden y están de forma incompatible sobre zonas destinadas para la conservación ecológica. También, se observó que zonas para la preservación Ecológica de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano no concuerdan con las áreas establecidas por el PGOEDF con este propósito de conservación ecológica.

Si bien es cierto que es probable que se tenga algún error en estas estimaciones, dada la técnica empleada de manejo de información digital con validez cartográfica de hasta 600 metros de error en la ubicación, los datos mostrados y la ubicación de las áreas a la escala de trabajo de 1:50,000 se consideró válida y con suficiente objetividad para tomarlas en cuenta, pues sólo aquellas superficies mayores de 40 ha se tomaron en cuenta en el presente trabajo.

Según el reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal los PDDU de las Delegaciones tienen que ser publicados en escala 1:20,000 y el PGOEDF está publicado con base un mapa elaborado a escala 1:50,000, por lo que esta diferencia de precisión es otra variable que limitó el trabajo. Si se quiere llegar a nivel de predio en la ubicación de las incompatibilidades sería del todo conveniente que se elaboraran para estos sitios planos de ordenamiento ecológico a la misma escala que la de los programas de desarrollo urbano.

## LITERATURA CONSULTADA

1. Gaceta oficial del Distrito Federal, Decreto de Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, del 1 de agosto del 2000.
2. Gaceta oficial del Distrito Federal, Decreto de Ley Ambiental del Distrito Federal del 24 de febrero de 2004.
3. Gaceta oficial del Distrito Federal, Decreto del Reglamento de la ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, Publicada el 29 de enero de 2004).
4. Imágenes Quickbird (de la empresa DigitalGlobe) de febrero de 2007 y diciembre de 2008 para la zona urbana del Distrito Federal.
5. Imágenes Quickbird (de la empresa DigitalGlobe) para la zona de suelos de conservación, para la parte oriente fueron de febrero de 2008, para la parte centro 2009 y para la parte oriente fueron de 2007.
6. Programa ArcGis versión 9.3.
7. Programas de Desarrollo urbano de las Delegaciones de Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco y

Tláhuac de la Secretaría de Desarrollo Urbano del Gobierno del Distrito Federal.

8. Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal en formato shp de ESRI.

## PRESENTACIÓN BARRANCAS

Las barrancas de la Ciudad de México forman parte del complejo sistema hidrológico que sostiene y abastece a la capital del país. El relieve en donde está asentada la Ciudad de México cuenta con una superficie plana rodeada de montañas con barrancas por donde bajan ríos, con una importante diversidad biológica, servicios paisajísticos y la regulación de flujos pluviales de la cual se derivan el abastecimiento de los mantos acuíferos, la regulación del clima y la prevención de inundaciones. Actualmente, las barrancas enfrentan una fuerte presión urbana y graves problemas de contaminación ambiental que amenazan con degradarlas irremediablemente como son: los drenajes a cielo abierto, la mezcla de aguas pluviales con aguas negras domiciliarias, los residuos sólidos, el depósito de basura y una fuerte presión de cambio de uso de suelo.

Para empezar se tiene que dar una sola definición de barranca, ya que para las diversas instancias gubernamentales existen diferentes conceptos en función a su experiencia y atribuciones como por ejemplo; para los de la Comisión Nacional del Agua, las poligonales que delimitan este tipo de relieve, son importantes por los niveles de agua, ordinarios y máximos, sin embargo hay modificaciones por el Cambio Climático; por otro lado para el Gobierno del Distrito Federal (GDF), en la norma 21, las pendientes de las laderas determinan hasta donde es la barranca; pero para los geomorfólogos, la definición de barranca tiene un significado más funcional como el de una depresión elongada, con laderas, por donde hay escurrimientos y es sinónimo de valle.

Las barrancas están definidas en la Ley Ambiental del Distrito Federal como los lugares que permiten que el Valle reciba aportaciones hidrológicas que contribuyen a la recarga de agua, aunque en el caso de las barrancas urbanas el agua que llega está contaminada. Afortunadamente también se cuenta con grandes sistemas de barrancas en la Zona de Conservación, gracias a las cuales la recarga de acuíferos está cubierta hasta ahora.

### Causas del deterioro de las barrancas

- La problemática más importante en el deterioro de las barrancas urbanas, es el crecimiento anárquico de la mancha urbana en una superficie relativamente pequeña, ya que las 16 delegaciones con las que cuenta el Distrito Federal suman una extensión de 1 485 km<sup>2</sup> que representa apenas el 0.1% del territorio nacional. Lo anterior se puede ejemplificar con el incremento anual de la densidad de población, para el año 2000 se contaba con una población de 8.6 millones de habitantes, por lo que su densidad de población era de 5,791 hab/km<sup>2</sup> y para el 2008 la población proyectada se estimó en 8.8 millones de habitantes con una densidad de población de 5,925 hab/Km<sup>2</sup>. Lo cual indica que el crecimiento promedio anual de la densidad de población es de 16.84 hab/ km<sup>2</sup>.

- Debido a la sobreexplotación de los acuíferos, se tienen fracturas y fallas en el oriente de la Cuenca de México. Las grietas de disecación se ubican en la zona limítrofe del antiguo lago y cuanto más agua se pierda, estas estructuras irán apareciendo en el centro de la ciudad.
- La contaminación y entubamiento del agua ha propiciado que varias de las especies endémicas de flora y fauna de la Cuenca de México, se encuentren en peligro de extinción.
- Aunado a lo anterior se han introducido especies exóticas que modifican los ecosistemas de la microcuencas denominadas barrancas, tal es el caso de los eucaliptos provenientes de Australia y que se encuentran en todo el poniente de la ciudad. Algunos de los efectos de esta especie es que impiden que el agua se infiltre debido a que absorben la más superficial, compiten con las especies endémicas y pueden caerse fácilmente, provocando accidentes.
- A lo largo de todos los cauces, no se cuenta con un inventario forestal ni con un análisis fitosanitario, necesarios para determinar las especies se deben retirar, conservar y cuales sanear.
- Las barrancas juegan un papel estratégico en la conservación de la vida silvestre y humana, así como en la filtración de agua hacia los mantos acuíferos de la Cuenca de México.
- Las presas funcionan como vasos comunicantes, lo que sucede en una, afecta a las otras. Todas cumplieron ya con su vida útil, varias están fracturadas, no tienen capacidad para regular las avenidas extraordinarias y por lo tanto son riesgos latentes para las colonias aledañas.
- Algunas barrancas son fronteras entre clases sociales. La invasión no la realizan sólo las clases más pobres, los nuevos desarrollos urbanos, construyen sobre los cauces o en las inmediaciones del mismo e impactan al medio ambiente ya que no se comprometen con la conservación y recuperación de las barrancas
- El agua residual proveniente de las viviendas ubicadas en las laderas de las barrancas, se drena directamente en los cauces.
- Cada año, sobre todo durante la época de lluvias, se amplía la superficie de barrancas por erosión así como también por deforestación.
- Reducida cultura ambiental.



## Ubicación geográfica

A modo de contexto geográfico se describe el ámbito regional donde se encuentran inmerso el sistema de barrancas del Distrito Federal.

El valle de Ciudad de México incluye el Distrito Federal, y una parte de los estados de México, Hidalgo y Morelos. Se sitúa el límite meridional del mesa central, entre los meridianos 98° 15 ' y 99° 30 ' y los paralelos 19° 00' y 20° 15'.

De forma irregular, el Valle de México se extiende de norte a sur. Desde Xochimilco, al sur, hasta las regiones semiáridas de Pachuca al norte, cuya distancia es de aproximadamente 110 Km.; por otro lado, desde la sierra de las Cruces, al oeste, hasta el Iztaccíhuatl al este, la distancia es de aproximadamente 80 km. Al incluir la región de Apan, Tochac y Tecumulco, situada al norte de la Sierra de Calpulalpan, la Ciudad de México ocupa una superficie de aproximadamente 9600 km<sup>2</sup>. El valle central está rodeado por montañas y tiene una altitud mínima de 2240 msnm al sur, y 2390 msnm al norte.

Este Valle incluye distintos lagos, el de Texcoco, el más ancho, seguido en importancia por la laguna de Zumpango y por el lago de Chalco. Estos lagos representan los últimos vestigios de numerosos lagos, que probablemente constituían un único lago de gran extensión y profundidad limitada.

El noreste del Valle, es una zona plana interrumpida por volcanes aislados; en esta planicie se encuentran pequeñas lagunas como la de Apan, Tochac y Tecumulco, las cuales desaparecen en los periodos de estiaje.

El Valle de México se puede dividir en tres partes: la zona meridional, la septentrional y la septentrional-oriental.



Figura 125. Ubicación regional del sistema hidrológico Valle México

La zona meridional o sur se delimita al este por la Sierra Nevada de Río Frío, al oeste por la Sierra de Cruces, al sur por la Sierra de Chichinautzin y al norte por la Sierra de Guadalupe, Cerro de Chiconautla y la Sierra Patlachique. Esta parte está caracterizada por la zona de minas y la de mayor altitud. Aquí, las lluvias son las más abundantes del Valle y contribuyen a la formación de una abundante vegetación. En el período de las lluvias, la gran cantidad de torrentes que descienden de las sierras situadas al este y al oeste, llevan sus aguas a la planicie central, desembocando en los lagos, que constituyen grandes superficies de evaporación en los períodos secos. La planicie central es interrumpida por distintas montañas aisladas y por volcanes jóvenes, como los de la Sierra de Santa Catarina.

Como antecedente de estudios realizados en las barrancas del distrito Federal, se presenta a continuación una descripción del estudio *"Análisis del comportamiento hidrológico de cuatro cuencas del poniente del valle de México"* (Domínguez M. R, et al. 2004). Dicho documento se enfoca al comportamiento hidrológico de cuatro barrancas delimitadas basándose en la estructura de las microcuencas.

### Caracterización de las cuencas hidrológicas

El sistema de barrancas de la zona poniente de la Ciudad de México, en su mayoría pertenece a cuatro cuencas con distintas características. Estas cuencas

producen escurrimientos muy importantes, susceptibles a crear problemas de avenidas aguas abajo.

Estas cuencas son, de los ríos Magdalena, Mixcoac, San Ángel Inn y Puerta Grande, conocidas como Cuencas del Poniente, y forman parte de la zona poniente del Valle de México que está caracterizada por fuertes lluvias estacionales y una cobertura vegetal importante.

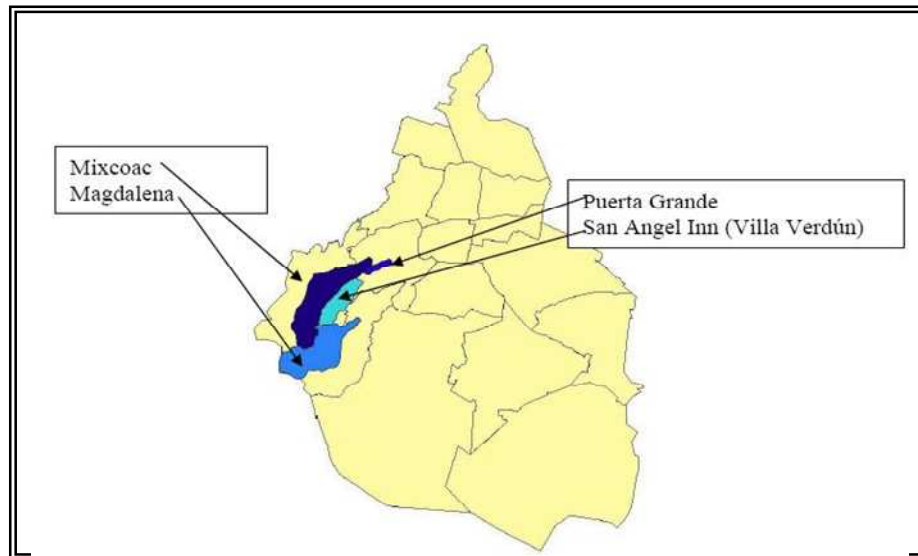


Figura 126. Ubicación sistema barrancas (Domínguez, M.R. 2004)

### Origen

Las barrancas del poniente de la Ciudad se localizan en la Sierra de las Cruces. Estas montañas volcánicas se formaron durante el pliocuaternario debido al emplazamiento de magma en fracturas corticales con dirección NW-SE (noroeste-sureste), los materiales arrojados, posiblemente desde los volcanes de La Palma y El San Miguel, ubicados en la parte más alta del Desierto de Los Leones, fueron flujos de lava y de piroclásticos, acompañados de cenizas de caída libre, también conocidos como “tepetate” y pumicitas (Domínguez M. R, et al. 2004).

### Valor ambiental

Las características principales de las cuatro cuencas, desde el punto de vista fisiográfico.

Cuencas	Área total	Longitud del cauce	Pendiente del cauce	Tiempo de concentración	Tiempo de retraso
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[ ]	[h]	[h]
Mixcoac	32.15	15.59	0.075	1.49	0.89
Magdalena	28.95	14.27	0.077	1.38	0.83
Puerta Grande	2.29	3.99	0.047	0.63	0.38
San Angel Inn	11.35	8.39	0.100	0.83	0.50

Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

Con la finalidad de entender el comportamiento hidrológico del sistema de barrancas, es necesario contar con la caracterización física de estas cuencas, las cuales pertenecen a toda una serie de estructuras geomorfológicas complejas dentro del contexto regional del valle de México.

Los esquemas que a continuación se presentan son meramente ilustrativos de los atributos físicos y biológicos de las barrancas ya mencionadas. La escala de la información con la que se construyeron los mapas originales es 1: 50,000, y las fuentes originales principalmente son de INEGI.

Una variable geomorfológica importante para cuantificar los escurrimientos es el de *Orden de la Red de Drenaje*. La red de drenaje de una cuenca está integrada por un cauce principal y una serie de tributarios cuyas ramificaciones se extienden hacia las partes más altas de la cuenca. La clasificación de la red de drenaje usada en este estudio fue la propuesta por Horton-Strahler, la cual clasifica a las corrientes según el procedimiento siguiente:

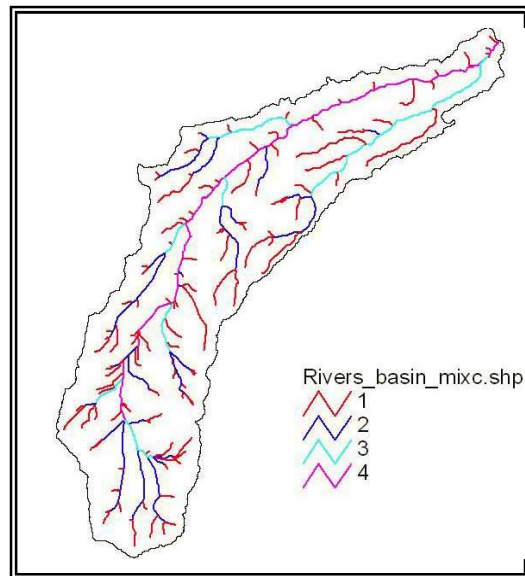
- 1.- Los cauces que se originan en una fuente son definidos como corrientes de primer orden.
- 2.- Cuando dos corrientes de orden  $\omega$  se unen, se crea una corriente de orden  $\omega + 1$
- 3.- Cuando dos corrientes de diferente orden convergen, el segmento de corriente inmediatamente aguas abajo se toma como la continuación de la corriente de mayor orden.
- 4.- El orden  $\Omega$  de la cuenca es el de a corriente de mayor orden.

Los esquemas que representan la red de drenaje y que presentamos en esta caracterización para las barrancas bajo estudio, corresponden a la jerarquización de ordenamiento de corrientes que le atribuyen la clasificación correspondiente.

## Cuenca Mixcoac

La cuenca del río Mixcoac empieza en la parte alta del Parque Nacional Desierto de los Leones. Con el paso de los años, la parte más baja de la cuenca se ha ido poblando de forma intensiva, sobre todo a los alrededores de la estación hidrométrica del mismo nombre.

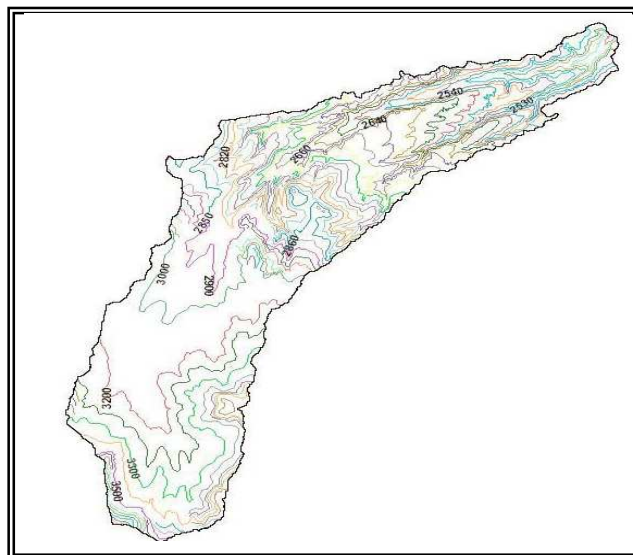




Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004  
 Figura 127. Parteaguas Cuenca Mixcocac

**Topografía**

La cuenca Mixcoac presenta una elevación de 2400 msnm a la salida y de 3800 msnm en su parte más alta.

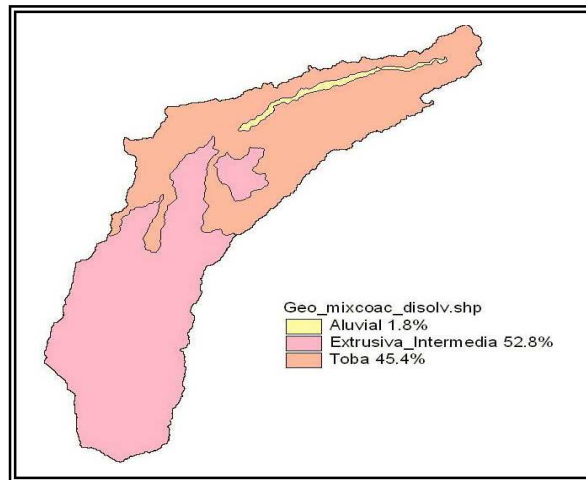


Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004  
 Figura 128. Curvas a nivel, Cuenca Mixcocac



## Geología

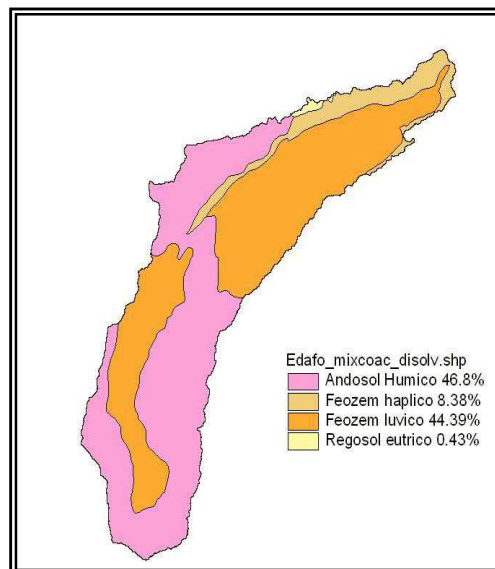
La cuenca Mixcoac está constituida principalmente por roca ígnea extrusiva y por Toba.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Edafología

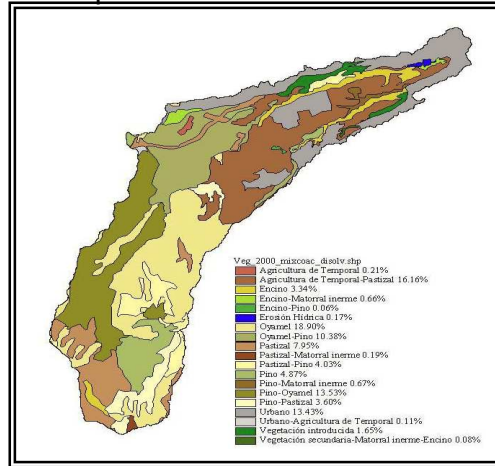
La edafología de la cuenca Mixcoac está caracterizada por la presencia de Feozem y Andosol.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Uso de suelo

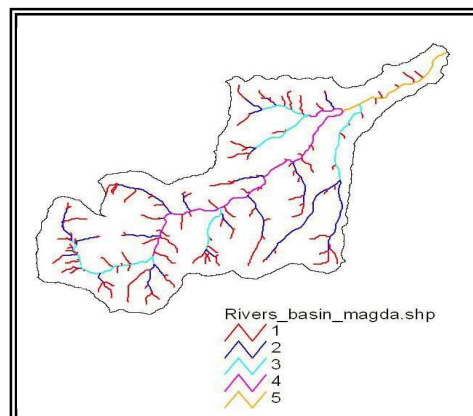
La cuenca Mixcoac casi completamente rural y su uso de suelo es sobretodo de tipo pastizales y bosques de especies altas.



Fuente: Domínguez M. R., et al. 2004

## Cuenca del río Magdalena

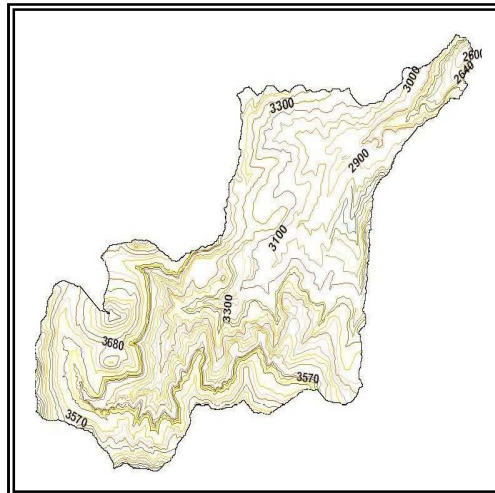
La cuenca del río Magdalena, está delimitada por la estación hidrométrica Río Magdalena, es casi completamente natural, está situada en el interior del Parque Nacional de Los Dínamos, en la delegación Magdalena Contreras. El cauce nace en la parte oriental de la sierra del Ajusco. El río Magdalena presenta pendiente importante y una cobertura vegetal abundante.



Fuente: Domínguez M. R., et al. 2004

## Topografía

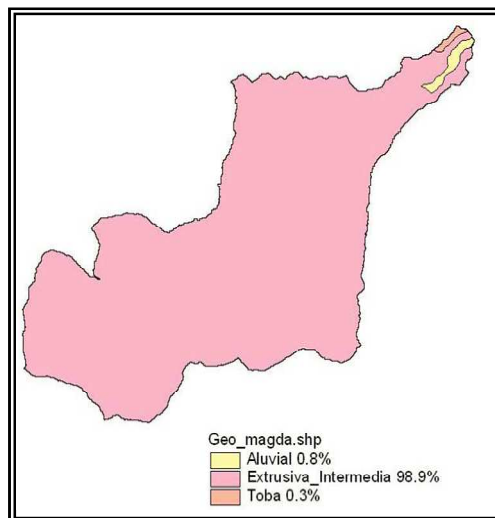
La cuenca Magdalena presenta una elevación de 2600 msnm a la salida y de 3800 msnm en su parte más alta.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Geología

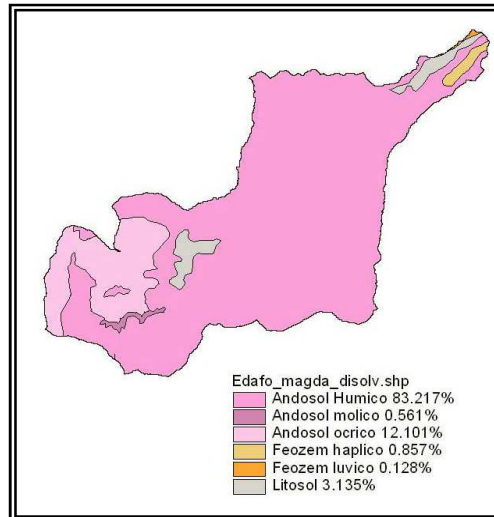
La cuenca Magdalena está constituida casi totalmente por roca ígnea extrusiva.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Edafología

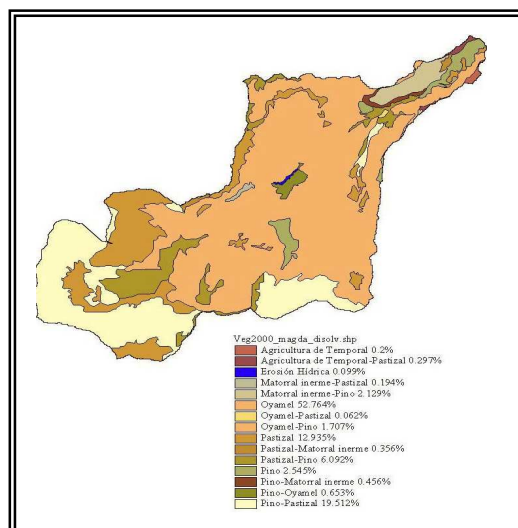
La gran mayoría del suelo de esta cuenca está constituido por Andosol.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Uso de suelo

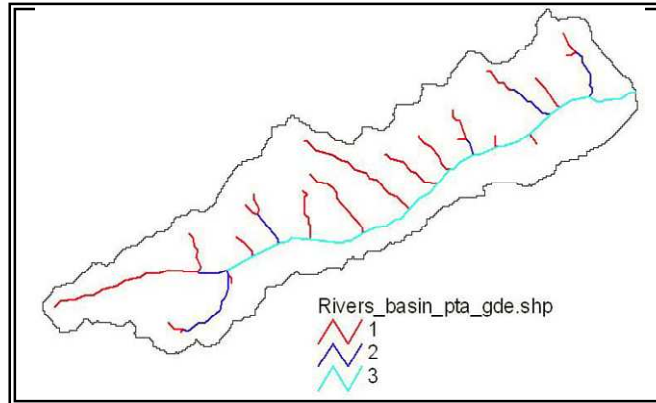
La cuenca Magdalena es casi completamente natural y su uso de suelo es sobretodo de pastizales y bosques de especies altas.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Puerta Grande

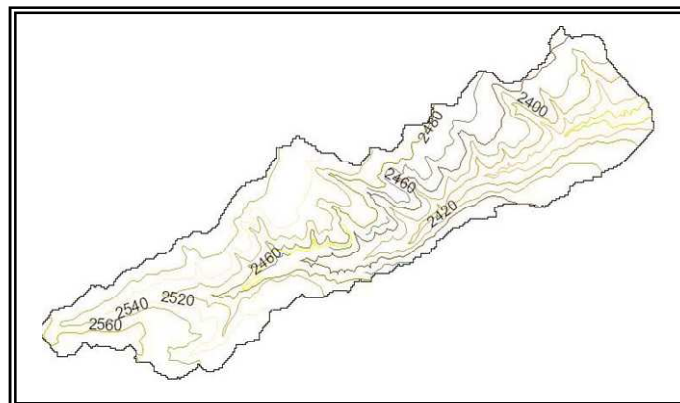
La cuenca de Puerta Grande es la que más pequeña de las cuencas consideradas para este estudio. Está casi completamente urbanizada y recibe agua de la cuenca de Tequilasco.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Topografía

La cuenca Puerta Grande presenta una elevación de 2400 msnm a la salida y de 2600 msnm en su parte más alta.

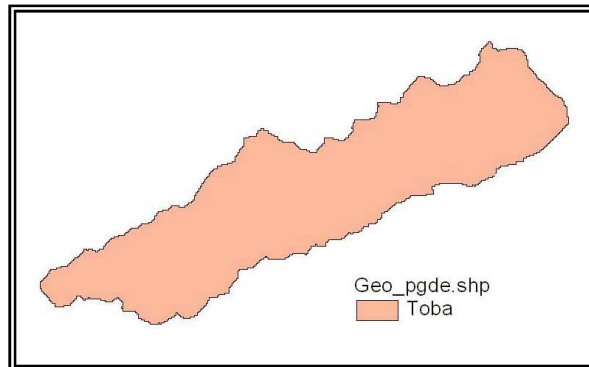


Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004



## Geología

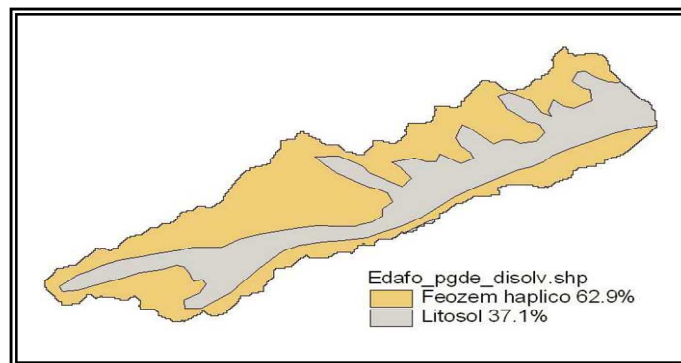
Toda la cuenca Puerta Grande está formada por roca volcánica tipo Toba.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Edafología

La cuenca está formada sobre todo por Feozem y Litosol.



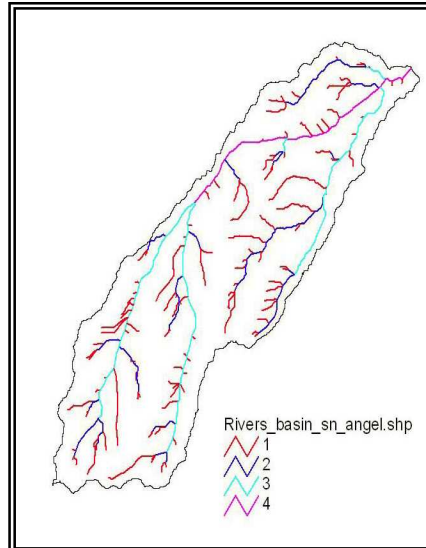
Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Uso de suelo

La cuenca Puerta Grande está casi totalmente urbanizada.

## San Ángel Inn (Villa Verdún)

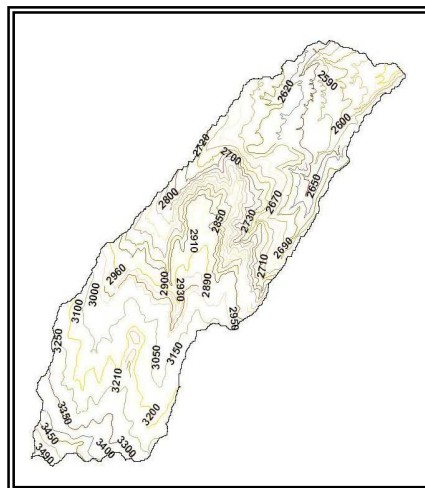
El parteaguas de la cuenca San Ángel Inn y su red de drenaje.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Topografía

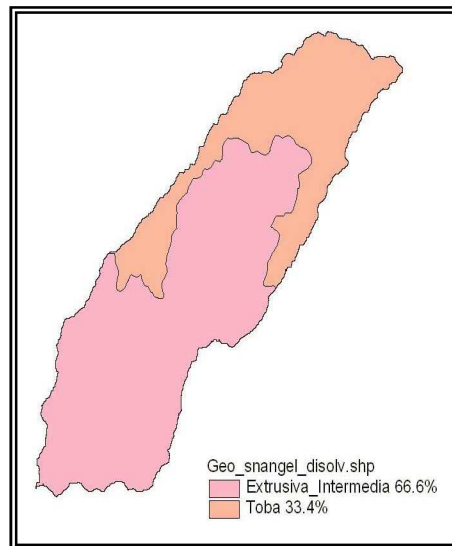
La cuenca de San Ángel Inn presenta una elevación de 2500 msnm a la salida y de 3500 msnm en su parte más alta.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Geología

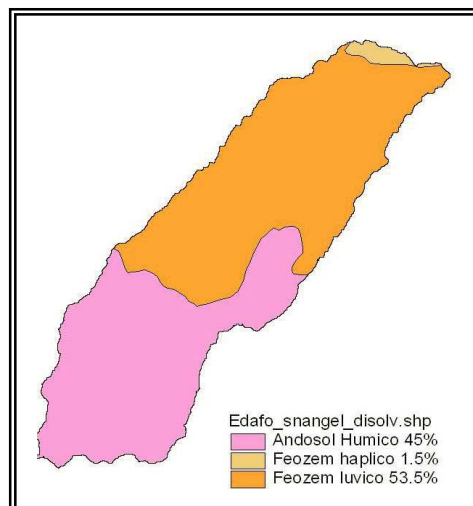
La cuenca San Ángel Inn está formada por roca ígnea extrusiva y por roca volcánica tipo Toba.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

### Edafología

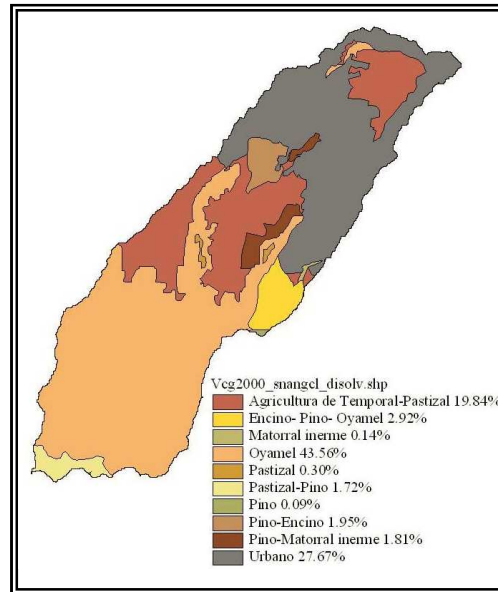
La cuenca presenta una distribución de suelos principalmente de Feozem y Andosol. En la siguiente figura se presenta la edafología de la cuenca San Ángel Inn.



Fuente: Domínguez M. R, *et al.* 2004

## Uso de suelo

La cuenca San Ángel Inn está parcialmente urbanizada y la parte rural está ocupada principalmente por bosques y agricultura.



Fuente: Domínguez M. R., et al. 2004

Los servicios ambientales sustentables que nos proporcionan la barrancas tienen funciones que sirven como reservorios, para especies de flora y fauna silvestre, retienen partículas suspendidas, fijan carbono, captación de agua y regulan el ciclo hidrológico.

## Caracterización de barrancas

En el sitio WEB de la Secretaría del Medio Ambiente denominado “**Sistema de Información de Barrancas**”, presenta diferentes definiciones de barrancas, que sirven de base para la delimitación y caracterización de estas. Por ejemplo:

La Ley de Aguas Nacionales publicada el 1º de diciembre de 1992 y reformada el 29 de abril de 2004, presenta dos definiciones íntimamente relacionadas con el de barranca, el de cuenca hidrológica y cauce de una corriente, veamos solo la que corresponde a cauce:

*"Cauce de una Corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo*

*sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley, la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.*

Por otro lado, en el reglamento de la Ley de Aguas Nacionales publicada el 12 de enero de 1994, se define a las barrancas profundas, como:

*“hendidura pronunciada que se forma en el terreno, por el flujo natural del agua, en que la profundidad es mayor a 5 veces la anchura”*

Recientemente se propuso una metodología que sirviera de base para la delimitación de la barrancas en el poniente del D.F. (Sistema de Análisis y Directrices para el Manejo de las Barrancas Urbanas, 2008), estas directrices establecen un orden jerárquico hidrológico deductivo, y se fundamenta en el proceso general de escurrimientos superficiales debidos a la función principal del “parte aguas”, que es la de dividir los flujos temporales en las diferentes unidades hidrológicas desde la cuenca general del Valle de México, hasta las microcuencas insertas en el complejo topográfico, donde a su vez se localizan los drenajes naturales superficiales que fueron objeto de la delimitación de las “barrancas”. Debido a que la Ciudad de México se encuentra en el Valle de México, se ha generado una clave serial para identificar a las barrancas que se encuentran en ella.

La zonificación se divide de la siguiente forma:



- Nivel 1 de Cuenca (N1C-01). Lo cual corresponde a la Cuenca del Valle de México



Figura 129. Primer nivel de clasificación de barrancas N1C-01

La cuenca del Valle de México abarca cuatro estados de la República y están delimitadas en un gran parte aguas que alojan en gran medida zonas lacustres centrales con aportaciones importantes de agua de lluvia. El Distrito Federal se encuentra en los límites meridionales extremos de la cuenca. Donde las características geohidrológicas dominantes en la zona de barrancas correspondientes a la parte poniente del Distrito Federal, es de materiales consolidados con bajas posibilidades de infiltración de agua, sólo en la parte norponiente hay una pequeña zona con posibilidades medias. Esto trae como consecuencia que la mayoría de los escurrimientos superficiales sean conducidos por la red hidrológica en grandes cantidades.

- Nivel 2 de Cuenca (N2C01). Vertientes que drenan a sus valles-Vertiente Poniente del Anahuac

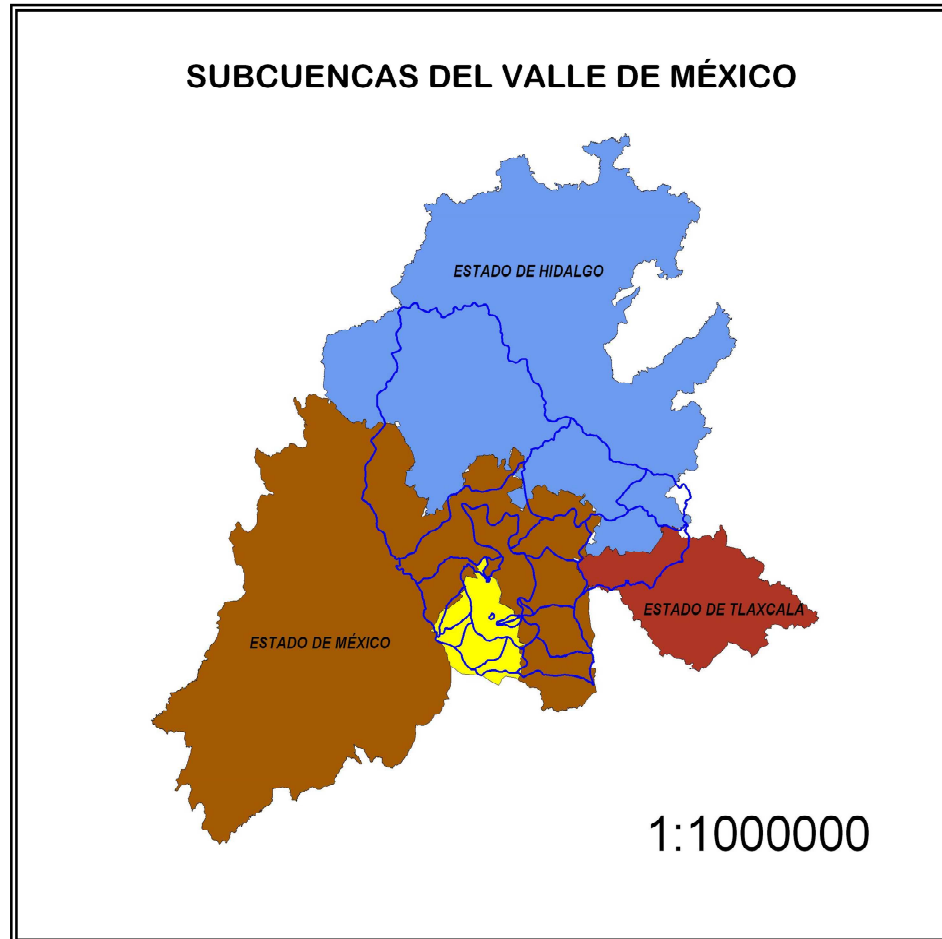
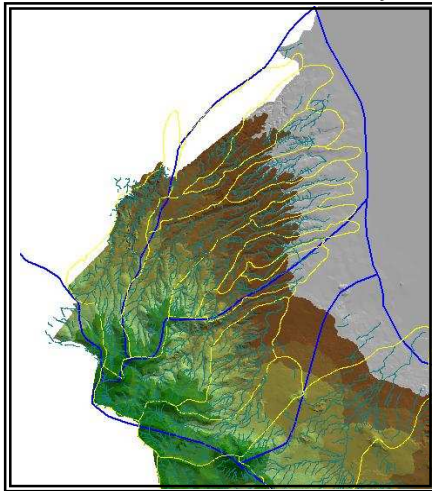


Figura 130. Segundo nivel de clasificación de barrancas N1C-01

Las subcuencas con vertientes al poniente del Distrito Federal y que drenan hacia los valles centrales, son tres principales, en estas se encuentran situadas la mayoría de las barrancas.



En el proceso de definición de las barrancas, una vez que contamos con el nivel sub-cuenca que define en sí misma las direcciones de flujo regionales, establecemos entonces dentro de cada subcuenca, las microcuencas que componen el patrón de flujo de escurrimientos superficiales considerando como fundamento los patrones de drenaje y cauces principales, los cuales de manera natural están delimitados topográficamente por un parte aguas.

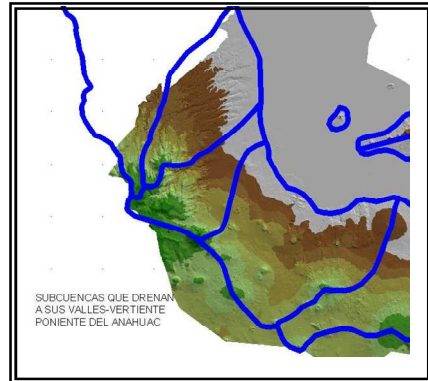


Figura131. Microcuencas (amarillo) y red de drenaje

Los niveles ya mencionados están determinados por la delimitación de cuencas hidrográficas superiores, si sabemos que una cuenca está definida así: *Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado.*

*Entonces las cuencas hidrográficas son unidades morfológicas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones, también conocido como parteaguas. El parteaguas es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativa entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios.*

Estos niveles de referencia nos ayudan a conocer como las fuerzas de gravedad y los estratos geológicos generan patrones de escurrimientos en subcuencas secundarias.

- Nivel 3 de Cuenca (N3C). Área de ubicación de barrancas

Para cada nivel tres de cuenca (N3C) se ha generado la siguiente información:

- Área de barranca mayor a 30° de pendiente
- Ocupación territorial

- Caracterización general de áreas

#### Materiales cartográficos

- Datos vectoriales Toponímicos de INEGI, escala 1: 50,000, con Datum ITRF 92, zona UTM 14N
- Modelo de elevación Digital, escala 1:50,000, con precisión de 30 metros
- Polígonos de barrancas delimitados en PAOT. Datum WGS 84, zona UTM 14N
- Cuenca del Valle de México y Sub cuencas hidrológicas, escala 1:1000,000, Este mapa presenta las subcuencas hidrológicas extraído de los Boletines Hidrológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, en escala 1:1000'000.
- Microcuencas. Delimitación realizada por la SARH (1980), elemento clave para una primera aproximación a la definición de las barrancas.

La condición natural de las barrancas y la dinámica urbana a la que se encuentran sometidas implica que para su análisis se diagnostiquen, evalúen y monitoreen constantemente algunas de sus características fundamentales tales como: pendiente, relieve, caudal, expansión urbana, densidad de población, uso de suelo, entre otras.

#### Delimitación y caracterización de barrancas

Dentro de las atribuciones que tiene la Procuraduría del Ambiente y Ordenamiento del Territorio (PAOT), se destacan por su aplicación a este tema de barrancas las actuaciones en materia de vigilancia y la promoción del cumplimiento de la legislación, en cuanto a:

*La información que se genere como resultado de este trabajo servirá para realizar de manera efectiva las atribuciones establecidas en la Ley Orgánica de la PAOT, mismas que se enlistan a continuación:*

#### Art. 5º de la LOPAOT

- “I. **Recibir y atender las denuncias referentes a la violación**, incumplimiento o falta de aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial;
- “IV. **Conocer e investigar sobre actos, hechos u omisiones que puedan ser constitutivos de violaciones**, incumplimientos o falta de aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial;
- “XI **Llevar a cabo conforme a lo dispuesto en (la LOPAOT) investigaciones de oficio, respecto del cumplimiento y aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y del ordenamiento territorial**, así como de hechos que generen o puedan producir desequilibrios ecológicos, daños o deterioro grave a los ecosistemas del Distrito Federal o sus elementos;



“XIV. **Formular y validar dictámenes técnicos y periciales respecto de daños ambientales** y, en su caso, de la restauración o compensación ambiental de los mismos, o de los efectos adversos en el ambiente y los recursos naturales generados por violaciones, incumplimiento o falta de aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental y el ordenamiento territorial;”

Por lo que se estableció que el presente estudio: El estatus de calidad ambiental-territorial de las depresiones orográficas del terreno (barrancas). Se realizara una delimitación y caracterización de seis barrancas (La Diferencia, Mimosa, Hípico de la Sierra, Atzayopan, Coconetla y La Angostura) objeto de interés de parte del personal técnico de la PAOT. Adicionalmente, se realizó la delimitación de todo el sistema de barrancas.

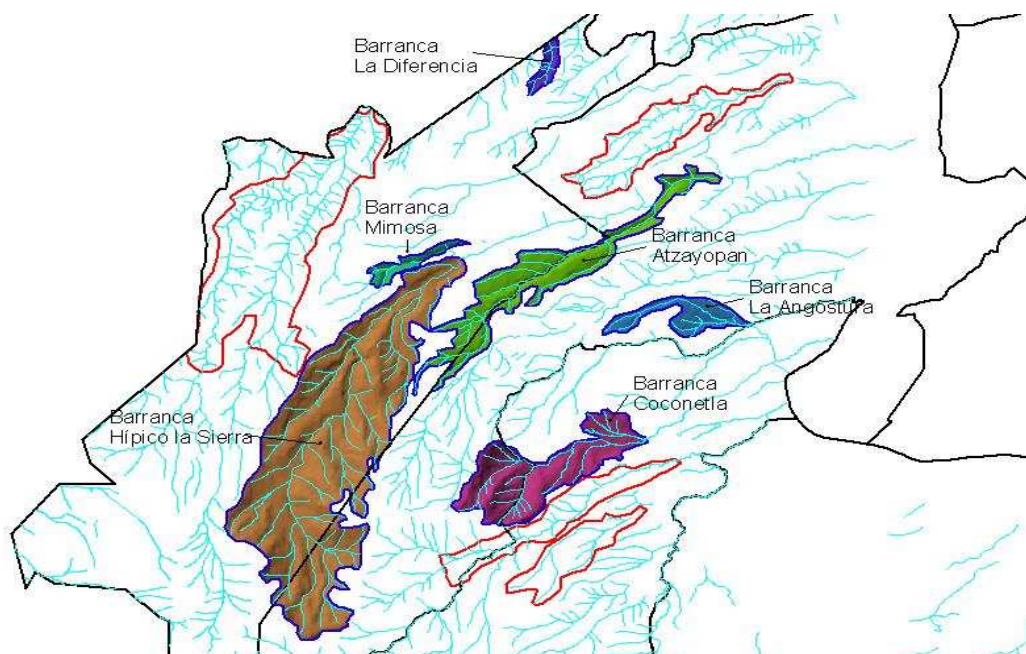


Figura 132. Barrancas delimitadas y caracterizadas

Siguiendo las recomendaciones del Sistema de Análisis y Directrices para el Manejo de las Barrancas Urbanas (SMA, 2008). Se delimitaron todas aquellas barrancas del Distrito Federal hasta el nivel tres. De las barrancas definidas seis de estas fueron seleccionadas. Su delimitación fue hecha en primer término ubicando las unidades hidrológicas mayores, y las microcuencas (Figura 133).



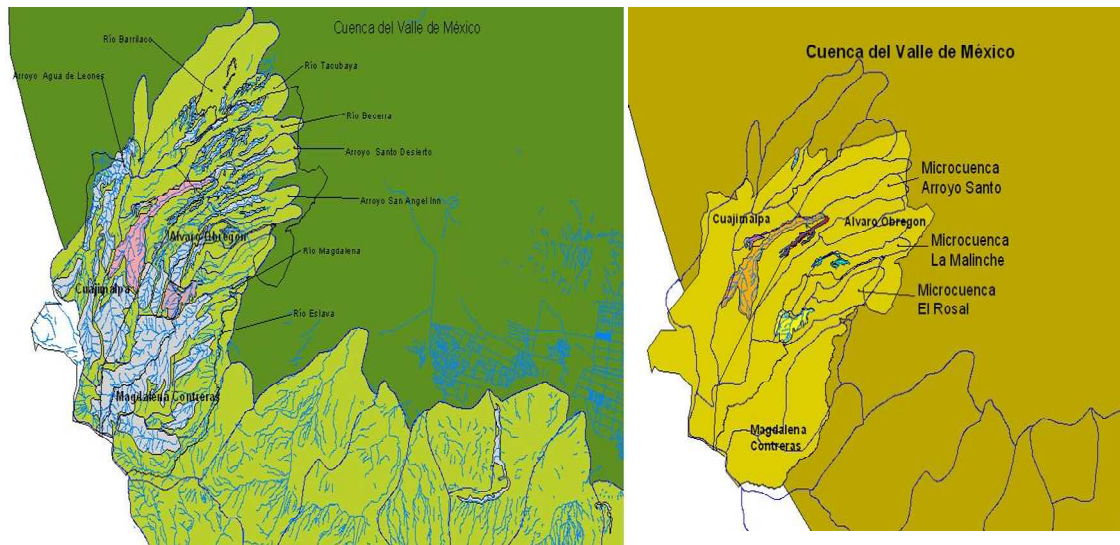


Figura 133. Proceso de Definición de barrancas, D.F. Ubicación nivel microcuenca

Posteriormente se calcularon las pendientes en grados, siguiendo la recomendación que las barrancas se delimitan a partir de pendientes mayores a los 30°. (Figura 134).

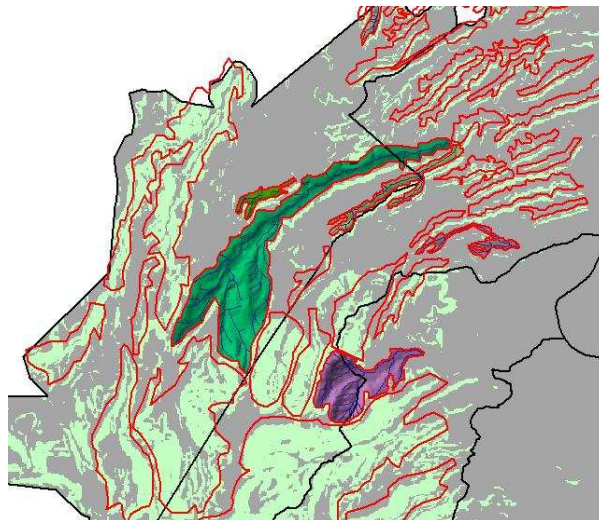


Figura 134. Pendientes calculadas en pendientes mayores a 30 grados

El trazo de las barrancas fue guiado principalmente por los límites de las subcuencas y microcuencas, una vez enmarcada la superficie hidrológicamente homogénea se utilizaron las pendientes, curvas de nivel, y la red hidrológica superficial, para el trazo final de las barrancas. Los nombres que adoptaron pertenecen al nombre de la corriente cercana (Figura 135).

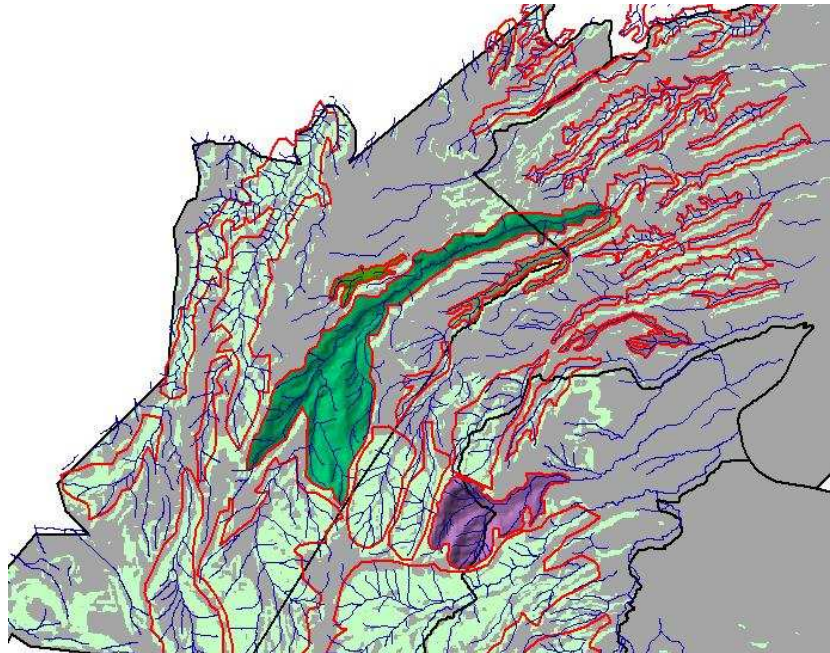
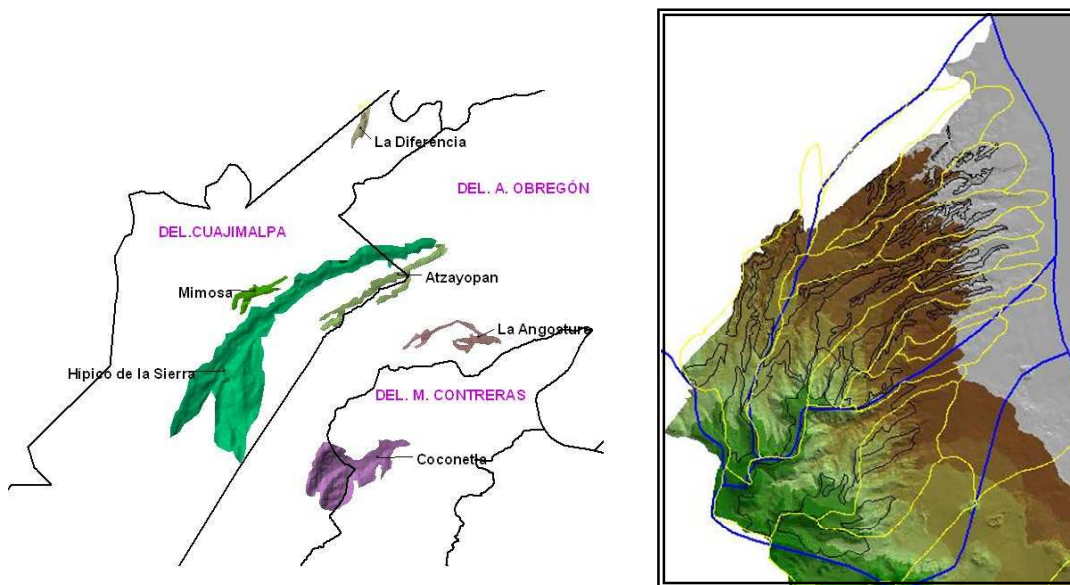


Figura 135. Delimitación en base a red hidrográfica



El realizar esta definición categórica por cuencas, subcuencas y microcuencas, permite realizar una definición más precisa del sistema de barrancas. Debido a que los flujos de agua superficial en época de lluvias son elevados y continuos, es preciso conocer la topología de las barrancas, ya que de este modo conoceremos su comportamiento de manera individual y como sistema, ya que al pertenecer a las mismas unidades hidrológicas, es muy probable que podamos entender la dinámica de los escurrimientos y su repercusión en áreas de riesgo, y así poder

obtener buenos resultados en los programas de manejo que se establezcan en cada una de estas barrancas.

Una vez definidas las barrancas se planeó realizar visitas de campo con la finalidad de evaluar de forma visual su estado de deterioro y caracterizarlas físicamente.

### Características Morfométricas de las barrancas

El sistema hidrológico del Distrito Federal ha sido afectado en el tiempo por los cambios continuos del uso del suelo. Las modificaciones en el patrón de escurrimientos superficiales, las tasas de infiltración y precolación, han sido minimizadas y transformadas, de tal forma que en eventos de lluvia fuertes, las tasas de escurrimiento serán más grandes y de gran velocidad, y por otro lado las capacidades del suelo desnudo o con vegetación se saturaran de forma inmediata, esto convierte las zonas de barrancas en áreas vulnerables de derrumbes y deslaves, así mismo los excedentes en los escurrimientos se depositarán irremediablemente en las zonas bajas (áreas muy urbanizadas), trayendo problemáticas de azolves e inundaciones cada vez de mayor intensidad.

Conocer las características morfo-métricas de las barrancas y sistemas de drenaje superficial podrán darnos información pertinente de las condiciones de vulnerabilidad, así como aquellas necesarias para realizar acciones de prevención y manejo del suelo.

Se trazaron perfiles longitudinales a través del cauce de las barrancas seleccionadas y se midió, su longitud, puntos altos y bajos, pendientes medias, mínimas y máximas, así como el desnivel de la misma. En la tabla se resumen dichas mediciones en las seis barrancas seleccionadas.

Tabla XXXIII. Características morfo-métricas de las barrancas

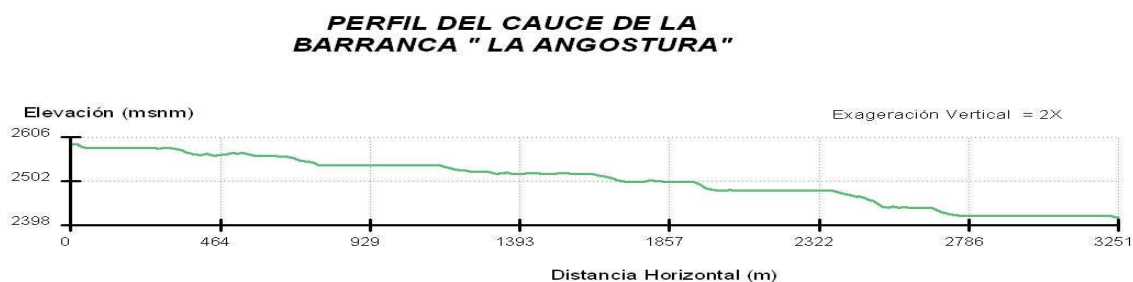
Nombre	Longitud (m)	Pendiente med (%)	Pendiente Min(%)	Pendiente Max.(%)	Elevación punto bajo	Elevación punto alto	Elevación promedio	Rango Elevación
Angostura	3275.2	7.1	0.0	52.0	2415.6	2588.9	2504.0	173.3
Coconetla	3617.5	16.6	0.0	85.9	2580.1	3121.9	2779.2	541.8
Hípico	10371.8	7.3	0.0	90.7	2460.0	3022.3	2675.8	562.3
La Diferencia	1398.8	10.2	0.0	75.4	2476.6	2572.9	2512.9	96.3
Atzoyapan	4252.2	8.8	0.0	90.1	2460.0	2656.3	2546.6	196.3
Mimosa	932.8	15.5	0.0	77.2	2683.4	2776.5	2727.5	93.1

## Barranca “La Angostura”

Se encuentra en las partes bajas de la zona de conservación, muy cercana a la zona urbana, es un drenaje superficial estrecho y relativamente corto, un poco mas de 3.0 km, no obstante su corto cauce tiene un desnivel de 173 m. y un promedio de 7% en pendiente, lo que significa que aunque su desnivel es importante las pendientes se distribuyen homogéneamente y las velocidades de escurrimiento no son tan altas. De acuerdo al perfil que a continuación se muestra la suavidad que presenta también se distingue por partes altas intermedias, que pueden actuar como remansos de escurrimientos de alta velocidad.

## Barranca “Coconetla”

Barranca ubicada en el sur oeste del D.F. pertenece a las delegaciones políticas de la M. Contreras y A. Obregón, tiene un sistema de drenaje bifurcado, ya que



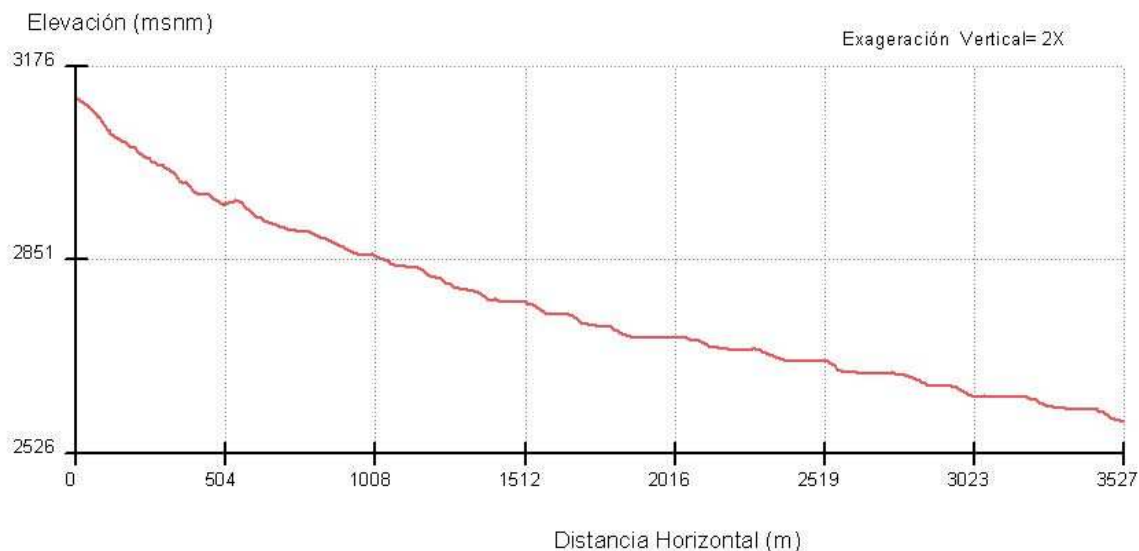
delimitación las características de pendientes y categoría de cuenca y red hidrográfica se conjuntaron.

Su longitud de cauce, un poco más de tres kilómetros, tiene una diferencia en alturas en más de 500 metros, y una pendiente promedio, de casi 17%, esto le confiere características hidrológicas contrastantes con la anterior barranca.

Se puede deducir que las velocidades del agua de escurrimiento son altas, aunque presenta diferencias importantes en pendientes, el perfil nos muestra que hay homogeneidad en el curso del cauce, no presentando cambios abruptos que pudieran afectar el patrón de escurrimiento.



**PERFIL DEL CAUCE DE LA  
BARRANCA "COCONETLA"**



Barranca con afectaciones en urbanización y agricultura, muestra una importante cobertura vegetal que mantiene características estables de los taludes.

COCONETLA		
Uso y Cobertura	Superf.. (ha)	Porcentaje
Agricultura	14.9	5.5
Bosque de Oyamel	185.3	68.8
Bosque de Pino	16.8	6.2
Otras comunidades vegetal	5.0	1.8
Urbano	47.5	17.6
<b>Total</b>	<b>269.4</b>	<b>100.0</b>

### Barranca Hípico de la Sierra

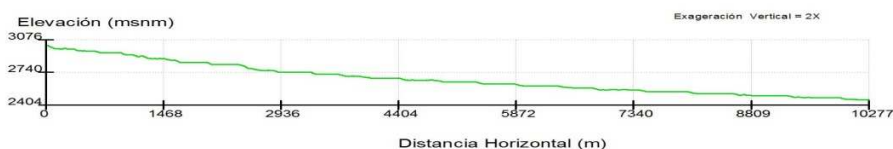
Esta presenta una longitud y dimensiones superiores a las demás, está ubicada al sur oeste del D.F., y abarca las delegaciones políticas de A. Obregón y Cuajimalpa. A pesar de sus más de 10 Km. de longitud, tiene apenas una diferencia de alturas de 560 m, y una pendiente media de 7%, es una barranca estable en su cauce, su reducida variabilidad nos muestra condiciones de flujos continuos lentos, donde obstáculos físicos pueden afectar el patrón general de la barranca.



Barranca con signos de afectaciones de actividad agrícola y pecuaria, la cobertura vegetal apenas cubre el 70% de la superficie.

HÍPICO SIERRA		
Uso y Cobertura	Superf. (ha)	Porcentaje
Agricultura	49.6	3.3
Bosque de Encino	8.7	0.6
Bosque de Oyamel	920.8	60.8
Bosque de Pino	200.5	13.2
Matorral Inerme	4.5	0.3
Otras comunidades vegetal	0.5	0.0
Pastizal	275.7	18.2
Urbano	54.7	3.6
<b>Total</b>	<b>1514.9</b>	<b>100.0</b>

**PERFIL DEL CAUCE DE LA BARRANCA "HÍPICO DE LA SIERRA"**

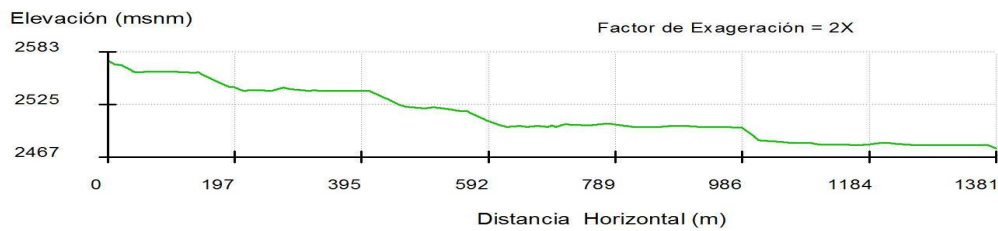


## Barranca La Diferencia

Su ubicación es al occidente del D.F. además es la más pequeña de todas las barrancas seleccionadas. No obstante su longitud de apenas 1.3 km, y un desnivel de 96 m y una pendiente media del 10%, le confiere características de escurrimientos medias a altas, tiene la particularidad de estar en los límites con otras cuencas fuera del área de estudio.

Su cauce tiene formas escalonadas constantes que actúan como remansos a lo largo del escurrimiento, esto trae periodos de tiempo largos en cuanto a los escurrimientos de salida.

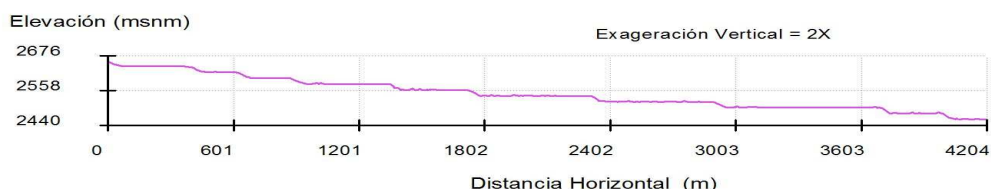
**PERFIL DEL CAUCE DE LA  
BARRANCA "LA DIFERENCIA"**



## Barranca Atzoyapan

Su ubicación es al este de la barranca Hípico, su forma es alargada muy estrecha y con bifurcación en la parte alta, su longitud de más de 4 Km, y pendientes promedio de 8%, le permite tener escalonamientos muy continuos, que controlan la velocidad de flujo y los tiempos de salida.

**PERFIL DEL CAUCE DE LA  
BARRANCA "ATZAYOPAN"**



Las superficies ocupadas por diferentes usos nos muestran en esta barranca que a pesar de estar alejada de la zona urbana presenta áreas afectadas por agricultura y pastizal, que posteriormente son susceptibles de urbanizarse.

ATZAYOPAN		
Uso y Cobertura	Superf.(ha)	Porcentaje
Agricultura	14.2	16.0
Bosque de Oyamel	28.5	32.3
Matorral Inerme	29.5	33.4
Pastizal	13.2	14.9
Urbano	3.0	3.4
<b>Total</b>	<b>88.4</b>	<b>100.0</b>

## Barranca Mimosa

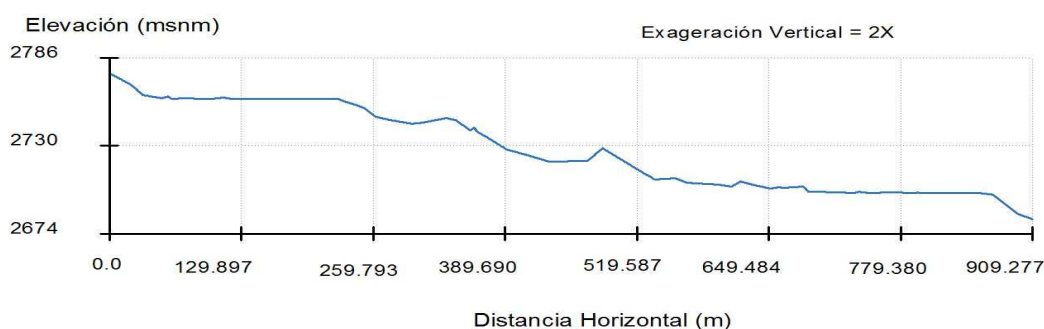
Su ubicación esta al Oeste del D.F. es una barranca pequeña con bifurcaciones tanto en la parte alta como en la baja, de todas es la que presenta una gran variabilidad en su morfometría.

En una longitud de más de 900 m tiene un desnivel de más de 90 m, y una pendiente promedio de 15%, una de las más altas de las barrancas seleccionadas, su estreches y acentuada inclinación, permite que los flujos sean muy continuos de manera parcial en algunos segmentos del cauce y de gran velocidad. Puede tener rasgos de inestabilidad, en los taludes, mientras que en la parte inferior presenta remansos que vuelven continuo el flujo.

Barranca muy conservada en cuanto a cobertura vegetal, no obstante existe una fracción urbanizada y una superficie de pastizal importante, que sería apropiado conservar.

MIMOSA		
Uso y Cobertura	Superf. (ha)	Porcentaje
Agricultura	0.1	0.5
Bosque de Oyamel	27.2	92.2
Pastizal	1.3	4.5
Urbano	0.8	2.8
<b>Total</b>	<b>29.5</b>	<b>100.0</b>

### **PERFIL DEL CAUCE DE LA BARRANCA "MIMOSA"**



En general observamos que cada una de las barrancas bajo estudio, son singulares en cuanto sus formas, y por lo tanto de sus patrones de comportamiento hídrico. Cada una debe ser tratada en forma diferente considerando las coberturas vegetales, y sus características edáficas y geológicas.

En el proyecto cartográfico (ArcGis) perteneciente a este escrito, se muestran dentro de cada barranca las manchas urbanas que se encuentran dentro de las laderas de éstas, y que su extensión puede implicar en algunas ocasiones la invasión del cauce mismo.

### **Visitas de campo**

Para corroborar la información cartográfica de las barrancas se realizaron visitas de campo con formatos para descripción, con la finalidad de obtener en diferentes puntos de observación rasgos y condiciones del estatus actual de estas. Las condiciones principales a evaluar en las visitas de campo son: (Figura 136).

- Condición edáfica: combinación de variables físicas y químicas



- Condición de sitio: parámetros fisiográficos y de cobertura-uso del suelo
- Condición de degradación edáfica: Tipos y grados de erosión hídrica
- Problemáticas ambientales y ecológicas sobresalientes

Fecha		Microcuenca o Región		Coordenadas Utm X Utm Y Altitud	
Asesor Técnico		N° de Estación			
Suelo		Profundidad		Color: En seco En húmedo	Textura
% Pedregosidad		Vegetación	Tipo: Especies Dominantes: Diámetros y alturas Dominantes:		
Pendiente		% Cobertura		N° de foto	
Uso del suelo		Agua		Fauna	
Descripción de los principales sistemas de producción					
Problemática Principal Productiva/ Ambiental					
Oportunidades de Desarrollo					
Tipo, grado y formas de erosión					
Fisiografía					
Observaciones					

Figura 136. Formato de campo

## Barranca Coconetla

Su ubicación está en la privada San Francisco, Colonia Lomas Quebradas, en la Delegación Magdalena Contreras.

La ubicación geográfica del punto de observación fue: X = 474447, Y = 2435150  
Condiciones edáficas y geológicas: Barranca profunda aproximadamente 10 metros de profundidad, y 40 a 45 metros de anchura en su parte superior.

Está compuesta por material aluvial, rocas y cantos rodados de tamaño medio a pequeño, dicho material está expuesto en las partes bajas de las paredes de la barranca, lo cual le da cierta inestabilidad en el talud, debida al proceso erosivo de la corriente de agua continua. Los taludes de la barranca son muy escarpados, en ellos se encuentra principalmente vegetación arbustiva, y el arbolado poco



frecuente poblado con especies como el sauce. La corriente de agua es continua con buen aforo, es patente los malos olores, ya que se verten las aguas residuales de los asentamientos residenciales a lo largo del cauce que están construidos a lo largo de la barranca, estos son de nivel económico muy alto, no obstante los olores y el arrastre de basura y cadáveres de animales en estas zonas, no hay indicios de tener un programas de limpieza o reforestación en laderas. La vegetación se encuentra en buen estado y con buena cobertura sobre los taludes de la barranca, lo que otorga estabilidad hidráulica. (Ver fotos)



### **Barranca La Angostura**

Se ubica en Avenida Toluca, hasta llegar a la Calzada Olivar de los Padres, en la Colonia La Angostura. En la Delegación Álvaro Obregón. Se tuvo acceso a la barranca mediante el parque Ecológico "La Loma".

Coordenadas: X= 475303, Y= 2137545

Su condición es de conservada, ya que en el parque ecológico se protege el bosque mediante prácticas de manejo como podas, desrrames, aclareos, etc. Las características edafológicas de la barranca se consideran buenas, ya que presentan suelos profundos, de texturas franco-arcillosas, donde el material parental es de tobas. A lo largo de la barranca no se perciben procesos de degradación del suelo por erosión hídrica, aunque las pendientes arriba de la barranca son ligeramente inclinadas, la cobertura del suelo mediante el bosque es buena, principalmente de encinos y cedro blanco. La conformación de la barranca es profunda con taludes rocosos muy escarpados, donde al fondo pasa una corriente de agua que no emite olores. Sin embargo, existe la problemática de asentamientos humanos irregulares en el fondo de una porción de la barranca, son asentamientos grandes que invadieron la zona ya hace más de 10 años.



**Barranca La Angostura, suelos franco arcillosos**

## **Barranca Atzayopan**

Se encuentra ubicada por Avenida Centenario, por Colonia Bosques de Tarango  
 Coordenadas de punto de observación; X=472832, Y= 2138930.

Barranca muy conservada, con buena cobertura del suelo y vegetación con buen estado de salud. Es una barranca vieja, estable que ha sido conservada pero que en sus márgenes esta muy poblada de zonas de alto nivel económico. Las condiciones físicas del suelo presentan suelos poco profundos, hasta 45 cm, encontrándose material parental intemperizado, en la superficie se encuentra de manera persistente hojarasca en diferentes grados de descomposición, lo que indica una constante actividad microbiana, lo que implica condiciones de humedad en el suelo y temperatura adecuada para que los microorganismos estén activos en este proceso de descomposición. Debido a que es una zona de desarrollo urbano de alto nivel económico, se han realizado actividades de protección a la vegetación mediante mallas ciclónicas en los márgenes de la corriente de la barranca. Es digno de mención, que esta barranca es de las más grandes en la ciudad, y que debido a sus características edáficas y geológicas, puede sufrir un revés, sino se protege de la deforestación.





## Barranca Atzayopan

## Barranca Mimosa

Se localiza a lo largo de la carretera federal a Toluca.

Coordenadas de sitio de observación: X= 469296, Y= 2139423.

Suelos de origen volcánico, poco profundos, con bajo contenido de materia orgánica, es una barranca muy sedimentada, ya que a lo largo de ésta se construyeron muros de gaviones que han cumplido su cometido, y están sumamente azolvados, No parece haber corriente de agua continua, pero si es evidente una gran inestabilidad de los taludes de la barranca, ya que la vegetación arbórea es escueta, y esta en su mayoría afectada por procesos erosivos muy fuertes, ya que la mayoría de los árboles están torcidos del fuste e inclinados, muchos de ellos están caídos, y muchos otros tienen ya las raíces expuestas.

La apariencia de la vegetación en este lugar es de enfermedad y descuido.

Hay presencia de erosión remontante, lo que implica, más árboles caídos en años subsiguientes.

**Barranca Mimosa, con presas de gaviones**



## Barranca Hípico de la Sierra

Sitio que se encuentra a un costado de la carretera México-Toluca, en la Delegación Cuajimalpa.

Coordenadas: X= 468425, Y= 2138849.

La condición edáfica es buena, suelos en equilibrio aunque su origen los hace vulnerables, son superficiales, de texturas francas, poco estructurados, y con contenidos de materia orgánica medios. Son de color pardo oscuro en húmedo y de consistencia friable. Muy susceptibles a la erosión por escurrimientos superficiales. Cuentan con una buena cobertura vegetal, con árboles de porte grande entre 7 a 9 metros, de fustes medios. Las especies encontradas son: encinos, cedros, y pinos con menos frecuencia.

El gradiente de las pendientes es muy inclinado ( $> 30^\circ$ ), desde el hombro de la barranca. Las laderas son escalonadas, pero con gradientes en aumento hacia abajo. El cauce de la barranca es muy escarpado y rocoso, con disminución de la vegetación en sus paredes. En la parte alta de la barranca hay abundantes pastos amacollados, y arbustos.

Es notable, que en las laderas superiores se hayan formado escalones con escurrimientos de la lluvia, esto indica un alto índice de erodabilidad del suelo, ya que su estructura y consistencia permiten, aun con presencia de la vegetación, la deformación superficial del suelo en forma de escalones, hay fuerte evidencia de escurrimientos mediante canalillos.

La barranca no presenta daños significativos en la estructura de la vegetación, hay evidencia de derrumbes o deslizamientos, en época de lluvias estos se presentan de manera severa. Esta muy bien conservada y requiere de fuertes medidas de conservación, ya que los asentamientos humanos están avanzando hacia estos sitios y existe un gran riesgo.

**Barranca Hípico de la Sierra, suelos erosión**





Las diferencias encontradas en las barrancas nos informan sobre como estas, tienen distintas afectaciones principalmente causadas por la tenencia de la tierra, dinámica del cambio de uso de la tierra y la inclinación del terreno.

### Situación actual

La complejidad de los problemas que enfrentan las instituciones que salvaguardan la integridad de las barrancas en el Distrito Federal es grande, sin embargo, hay que considerar que el conocimiento científico generado referente a las dinámicas hidrológicas, geomorfológicas, climáticas, urbanas y de cambios del uso de la tierra son lo suficientemente abundantes como para tecnificar métodos que sirvan para detener la erosión y conservar de manera activa la vegetación y la fauna, así como restaurar y depurar los sistemas hidrológicos.

Por ejemplo, la erosión del suelo es continua hasta en condiciones naturales, pero en las zonas de barrancas por estar constituidas por suelos derivados de cenizas volcánicas, sus características físicas le atribuyen bajas densidades que facilitan su acarreo por fuerzas de gravedad y por la misma fuerza cinética de la lluvia, por lo tanto la remoción de la cobertura vegetal es un factor crítico que acelera en sumo grado el proceso de acarreo de partículas del suelo hacia las partes bajas.

Entonces inicia el proceso de toma de decisiones que implica desde qué obras de conservación y restauración hacer, hasta dónde ubicarlas; estos primeros pasos parecen sencillos, pero en realidad tienen una implicación social y económica, ya que dependiendo del tipo de obras a realizar, están los costos de operación y mantenimiento, que les son otorgados a las personas que viven alrededor de estas áreas.

Otro ejemplo relacionado con la erosión, es el de los deslaves y derrumbes ocasionados por los ya conocidos procesos de saturación hidráulica en la matriz del suelo, que por ausencias de cobertura vegetal y una baja capacidad de saturación del suelo, se promueven remociones en masa que resultan mortales para las comunidades cercanas. Aquí están relacionados los procesos de remoción de vegetación y cambios en el uso de la tierra, donde además se tiene que cuantificar la capacidad de carga de los suelos cercanos a estas barrancas debido a la rápida urbanización e instalación de servicios públicos.



De acuerdo a lo anterior, podemos concluir que, la composición físico biológica de las barrancas es frágil, y aun más, de una mediana regeneración debido a las condiciones cambiantes del clima, y un creciente movimiento de actividades antropogénicas.

La caracterización hidrológica, donde se evaluaron los coeficientes de escurrimiento, mostró índices altos en las barrancas denominadas La Magdalena y Mixcoac.

¿Qué significa lo anterior?

Nos indica que las barrancas ubicadas al sur oeste del Distrito Federal son más susceptibles de llevar caudales de agua en demasías, y que habría que mantener los cauces lo más liberados posibles, así como la construcción de zonas de remanso principalmente en secciones de pendientes muy inclinadas. Al mismo tiempo es imperante, realizar pozos de infiltración, en áreas de captación y con cualidades de absorción.

Otro aspecto a discutir, es el de los procesos de cambio de uso del suelo, el que un área sea manifestada como de conservación, no implica que no se deba tocar, esto por muchos años ha propiciado que la vegetación natural no tenga intervención humana alguna, y entran en juego procesos naturales de regeneración y catastróficos, que afectan las masas forestales, y que son procesos lógicos. La desventaja que tenemos en estas áreas “conservadas” es un degradación inducida por afectaciones clandestinas que de manera violenta saquean dichas áreas.

La propuesta es que el término Conservación, tenga otra acepción, y sea la de aprovechar conservando, dando estímulos monetarios a los vecinos a quienes se tiene que capacitar para que puedan usar los recursos cuidándolos tal es la experiencia con el pago de servicios ambientales, para la captura de carbono, aquí se tienen que realizar proyectos de aprovechamientos continuos de la vegetación y del suelo con miras a conservar de manera activa.

Finalmente ningún proyecto puede ser exitoso si no se aplican las leyes que tienen que ver con el Ordenamiento del Territorio, y los Programas de Desarrollo Urbano en las Delegaciones.

La acción humana ha provocado una grave perturbación de estas zonas naturales, y de ahí se tiene la tarea de identificar y realizar todos los estudios necesarios para poder recuperar en el mediano plazo la mayoría de las barrancas ubicadas en el poniente de la Ciudad, con la finalidad de lograr la restauración y conservación así como el rescate ambiental que permita mejorar la calidad de vida de la zona urbana.

Debería realizarse un manejo para atender cada una de las barrancas con objetivos y alternativas con atención al deterioro ambiental, tomando en cuenta:



1. **Caracterización:** Conocer los atributos sobresalientes de las barrancas que tengan relación con los objetivos a seguir por proyecto, por ejemplo, los procesos de derrumbes y deslizamientos, se necesita saber la variabilidad e intensidad de la lluvia, características hidráulicas de los suelos y monitorear los cambios del uso del suelo y vegetación.
2. **Conservación:** Enlistar aquellas zonas que estén definidas como, sitios con especies endémicas de flora, vegetación y fauna, así como áreas frágiles geológicamente o edaficamente, para que se promuevan practicas de mantenimiento y manejo de la vegetación así como obras de retención del suelo.
3. **Restauración:** Existen zonas donde la recuperación de la cobertura vegetal con especies nativas, conjuntamente con obras y acciones de restauración de suelos son necesarias y urgentes, estas se denominan, como áreas críticas que suelen equilibrar áreas de riesgo.
4. **Rescate ambiental:** generalmente cuando se afecta cierta área con usos urbanos o agrícolas, los procesos de degradación de los diferentes recursos inician uno detrás del otro, por ejemplo, la compactación del suelo debido a la urbanización, trae consigo, la disminución de la infiltración del agua en el suelo, se incrementan los escurrimientos superficiales y áreas de acumulación, se disminuye la densidad de vegetación o desaparece, por lo que las temperaturas locales se elevan, el efecto del viento es más fuerte, la ausencia de fauna nativa hace que aparezca fauna nociva, etc, todo este conjunto de consecuencias pueden ser atenuadas con acciones integradas de planificación.
5. **Rescate urbano.** Los efectos negativos de alterar hábitats como se describe arriba, trae consigo una ausencia de servicios ambientales que los propios recursos naturales otorgan de manera natural, dado que una mancha urbana es un uso artificial de la tierra, se requiere contar con infraestructura que amortigüe los efectos constantes de la contaminación del aire y agua, así como la circulación de desechos sólidos, contar con servicios médicos seguros y con medidas de prevención contra elementos naturales muy comunes en nuestros días.

## RECOMENDACIONES

Para rescatar una barranca, es urgente la participación de la Sociedad Civil, en coordinación con las áreas de gobierno correspondientes y especialistas en el área.

Dicha tarea se puede llevar a cabo por medio de convenios. Algunos de los actores principales deben ser las comunidades que viven en las inmediaciones de las barrancas.

Es urgente implementar sitios de monitoreo para medir los escurrimientos y los avances en la urbanización. Construir bases de datos de áreas afectadas por



derrumbes y deslaves, así como la actualización de datos meteorológicos y su proceso para medir en tiempo real los volúmenes escurridos en las zonas clave ya detectadas.

Ubicar cercos ecológicos a las orillas de las barrancas con riesgo a urbanizarse, estos cercos deben tener un uso específico como el de esparcimiento y/o áreas de investigación.

Finalmente, es urgente que se implemente capacitación en educación Ambiental a los vecinos de las barrancas, para que a ellos se les otorgue la facultad de ser usuarios y a la vez vigilantes de los recursos naturales ofreciendo estímulos económicos constantes por tareas realizadas.

## **LITERATURA CONSULTADA**

Domínguez Mora R, et al. 2004. Análisis del comportamiento hidrológico de cuatro cuencas del poniente del valle de México, programa de visualización de isoyetas y asesoría sobre dos programas de infiltración. Informe Final para: Sistema de Aguas de la Ciudad de México.

Sistema de Análisis y Directrices para el Manejo de las Barrancas Urbanas del poniente del Distrito Federal. 2008. Vol 1. 229 p. Secretaría del Medio Ambiente (SMA), D.F.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. Realizar inventarios de Áreas Verdes tiene que ser una actividad que contemple un proceso de control de calidad al levantar la información de campo, así como en su proceso de captura, y contar con medidas que minimicen los errores (estandarizar técnicas de medición de árboles, rangos de error, identificación taxonómica precisa, y formatos amigables).
2. Se requiere monitorear la condición del arbolado mediante muestreos en parques, avenidas y camellones, considerando esquemas de muestreo eficiente, económico y rápido.
3. Los indicadores de la condición del arbolado tienen la versatilidad de ser ajustados en función de que aspecto se quiere evaluar, y se pueden añadir parámetros como: resistencia a la contaminación del aire, nutrición edáfica, plagas y enfermedades, etc.
4. Para lo anterior se construyó el sistema MUEGARDF (Muestreo Vegetación-Arbolado del D.F.) que está diseñado para realizar la captura de campo tanto de inventarios como de muestreos. Además se pueden hacer consultas dinámicas sobre las diferentes variables medidas y su relación con obras y su ubicación geográfica.
5. El sistema MUEGARDF está diseñado para implementar un Sistema de Información Geográfico mediante la visualización de archivos imagen con Shapes, así que su potencial como un sistema independiente con una interfase amigable podrá ser de mucha utilidad si se construye esta.
6. El inventario del arbolado y pastos/arbustos, confirma la misma tendencia que se mostró en el inventario del 2000. En primer lugar las Delegaciones Iztapalapa, Iztacalco, B. Juárez, Cuauhtemoc y V. Carranza tienen superficies arboladas reducidas, y algunas de ellas sin posibilidades de incrementar su superficie con vegetación. Aunado a esto, la condición del arbolado es regular a bueno, pero con una baja diversidad de especies que en su mayoría exóticas, lo cual ha tenido un impacto negativo en cuanto a la propagación de enfermedades y plagas, así como no tener aptitud para conformar un área verde.
7. Las Delegaciones como Coyoacan, M. Hidalgo, Tlalpan y A. Obregón muestran las mejores condiciones en cuanto a la superficie arbolada y de parques y jardines. Con índices muy altos de superficie verde por habitante.

Aunque la condición de su arbolado es excelente, no deja de mostrar algunas deficiencias en cuanto a su mantenimiento.

8. Ciertamente el índice general de arbolado es de  $13.7 \text{ m}^2 / \text{habitante}$ , lo cual rebasa el sugerido por la OMS de  $9.0 \text{ m}^2 / \text{habitante}$ , es cierto también que es muy desequilibrada la distribución de la vegetación, y se concentra en la parte sur – centro y poniente de la ciudad.
9. Lo anterior puede mejorar mediante programas de planeación estratégica del diseño de parques y jardines, ya que la mayoría de los árboles contabilizados, son de calles y propiedad privada, y muy poca superficie corresponde a las áreas verdes como parques, jardines y camellones. Otra forma es el de iniciar programas de mantenimiento de áreas verdes ya existentes que sean permanentes con apoyo de los ciudadanos, lo cual es mas barato que construir parques y jardines.
10. Las zonas de incompatibilidad son pequeños núcleos que crecen en poco tiempo, y que por falta de regularidad tienden a incrementarse rápidamente. El crear acuerdos entre las dependencias encargadas de ejercer y aplicar el ordenamiento ecológico y los planes de desarrollo urbano, al construir tablas de uso del suelo que armonicen en ambos sentidos, y también implica conceptualizar los usos propuestos en ambos casos.
11. Estas incompatibilidades fueron evaluadas en lo que se llama la zona limítrofe entre la zona de conservación y la zona urbana, pero esta tendencia de invadir áreas protegidas con vegetación sucede a menudo en las barrancas. Estos sistemas de drenaje natural están siendo objeto de un proceso de urbanización y compactación del suelo, razón por la que en puntos críticos de estas, hay presencia de derrumbes o deslizamientos, con riesgos inminentes para las poblaciones vecinas. Es urgente que aquellas zonas con mancha urbana en crecimiento sobre barrancas, tengan planes de contingencia, que permitan estar alertas a cualquier desequilibrio hídrico (inundaciones, derrumbes, etc) que se pueda presentar en cualquier época del año.
12. Se hace necesario homogeneizar los criterios de definición de barrancas, ya que estas deben estar enclavadas dentro un sistema hidrológico común, es decir, que pertenezcan al mismo nivel y patrón de escurrimientos, esto permitirá realizar proyectos con congruencia geográfica.
13. El uso de imágenes de satélite de alta resolución espacial y espectral para llevar a cabo estudios de gran detalle son de gran importancia, sin embargo estas imágenes tienen altos costos y requiere de personal calificado para



realizar la extracción de la información. Aunque en fechas recientes se cuenta con tecnología de punta con imágenes de alta resolución espacial y espectral, situación que no se tiene con imágenes como QuickBird, ikonos, etc. Y que de igual forma es tecnología onerosa. Por otro lado las imágenes SPOT multiespectrales cuentan con una resolución de 5 metros, que combinándolas con alguna pancromática de alta resolución espacial se podrán obtener resultados parecidos a los obtenidos con QuickBird multiespectrales.

14. En general los resultados de los tres estudios reflejan de manera precisa la situación que atraviesa la Ciudad de México en materia de la condición de sus recursos vegetales y la ocupación de su territorio. Ahora se requiere saber el grado de afectación que se tiene en suelos de conservación, y monitorear los efectos del agua sobre la superficie y la calidad ambiental de las barrancas.

## **Anexo Técnico. 1**

### **Sistema para la captura del “MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN DISTRITO FEDERAL” (MUVEGARDF)**

## **1. METODOLOGÍA**

La elaboración del Sistema para la captura del “MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN DISTRITO FEDERAL” (MUVEGARDF), se dividió en las siguientes fases:

**1.1. Identificación detallada de las piezas de información que deberán administrarse.**

**1.2. Diseño e instrumentación de la respectiva Base de Datos**

**1.2.1. Diseño del Modelo Relacional**

Esta fase consistió en adecuar la información requerida por el propio Sistema a la metodología del Modelo Entidad - Relación, propuesto por Codd (1970).

**1.2.2. Traslado del Modelo Relacional a Tablas**

Una vez identificadas las entidades y las relaciones existentes entre ellas, se representaron como tablas, en donde una entidad es representada por una tabla y sus atributos son representados como columnas de la misma.

**1.2.3. Normalización de la Base de Datos**

Con el objetivo de evitar redundancia e inconsistencia de datos, se normalizaron a las tablas resultantes del modelo Entidad-Relación.

**1.2.4. Instrumentación de la Base de Datos**

Una vez completado el paso anterior se instrumentaron las tablas resultantes en el motor de la base de datos de C++ Builder Borland 5, donde se definieron las llaves principales, los índices secundarios, las restricciones de integridad y concurrencia, así como las relaciones entre tablas, evitando los posibles errores de captura.

**1.2.5. Diseño e instrumentación de la interfase del usuario**

Para facilitar la comunicación entre el motor de la base de datos y el usuario, se instrumentó dicha interfase en C++ Builder Borland 5. La interfase se modeló e instrumentó utilizando el paradigma denominado Programación Orientada a Objetos. Las consultas a la Base de datos se dividieron principalmente en: Altas,

Bajas y Cambios, realizadas a través de las instrucciones estándares del lenguaje SQL (Structured Query Language).

#### **1.2.5.1. Diseño de formatos de captura**

Se diseñaron e implementaron los formatos de captura y las respectivas bases de datos, correspondientes a los siguientes instrumentos:

PARCELAS PARA ESTIMACIÓN DE BIOMASA MADERA Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

CAMINAMIENTOS PARA DETECCIÓN DE PRESENCIA DE ESPECIES. LINEAS DE MUESTREO

## 2. SISTEMA MUVEGARDF

El producto es un sistema que puede ser ejecutado en Windows XP o superior, en 32 bits. Dicha aplicación así como la respectiva Base de Datos, cumplen con todos los estándares requeridos a nivel internacional por la industria del Software en cuanto a: mantenimiento, conectividad, portabilidad, seguridad y control de concurrencias. El sistema no tendrá ninguna limitante en cuanto al ingreso y manejo de información (datos de campo e imágenes).

### 2.1. Instalación del sistema

Instalación del sistema en usuarios de Windows XP.

Inicialmente, al usuario se le proporcionan un conjunto de archivos los cuales componen el disco de instalación correspondiente. Con la finalidad de instalar y configurar por primera vez al mencionado sistema, se deberá ejecutar el archivo SETUP.EXE (Figura 1).

Nombre	Tamaño	Tipo	Fecha de modificación
INST321.EX	288 KB	Archivo EX_	23/03/1999 07:12 a...
ISDEL.EXE	8 KB	Aplicación	23/03/1999 07:12 a...
SETUP.1	771 KB	Archivo 1	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.2	1,422 KB	Archivo 2	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.3	1,421 KB	Archivo 3	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.4	1,423 KB	Archivo 4	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.5	1,420 KB	Archivo 5	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.6	518 KB	Archivo 6	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.DLL	6 KB	Extensión de la apli...	23/03/1999 07:12 a...
SETUP.LIB	218 KB	Archivo LIB	19/08/2006 03:51 p...
DISK1.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
DISK2.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
DISK3.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
DISK4.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
DISK5.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
DISK6.ID	1 KB	Archivo ID	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.EXE	45 KB	Aplicación	23/03/1999 07:12 a...
SETUP.INI	1 KB	Opciones de config...	19/08/2006 03:51 p...
SETUP.INS	80 KB	Configuración de co...	08/04/1999 09:26 a...
SETUP.PKG	8 KB	Archivo PKG	19/08/2006 03:51 p...

Figura 1. Conjunto de archivos de instalación

Iniciado el proceso, al usuario se le presentarán una serie de ventanas las cuales se comentan a continuación:

Pantalla de bienvenida (Figura 2). En esta ventana se indica al usuario el fin de dicha aplicación, así como los términos comunes con respecto al uso legal del software. En tal caso, se debe presionar el botón siguiente.

Posterior a ello es necesario contestar algunas preguntas de rutina. Para el caso específico (Figura 3), se requiere de datos como el nombre del usuario y de la compañía. Se sugiere tomar los datos por defecto (default) que completa automáticamente dicha aplicación y presionar el botón siguiente (Next >).

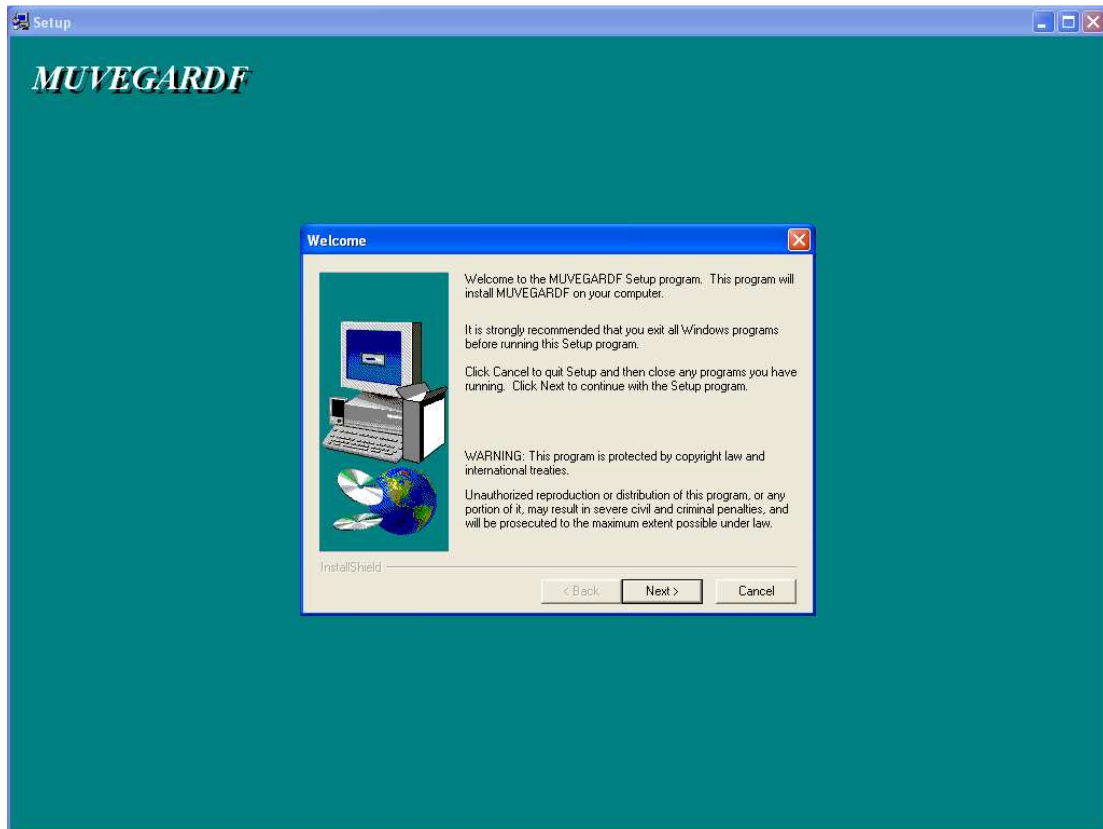


Figura 2. Pantalla de bienvenida



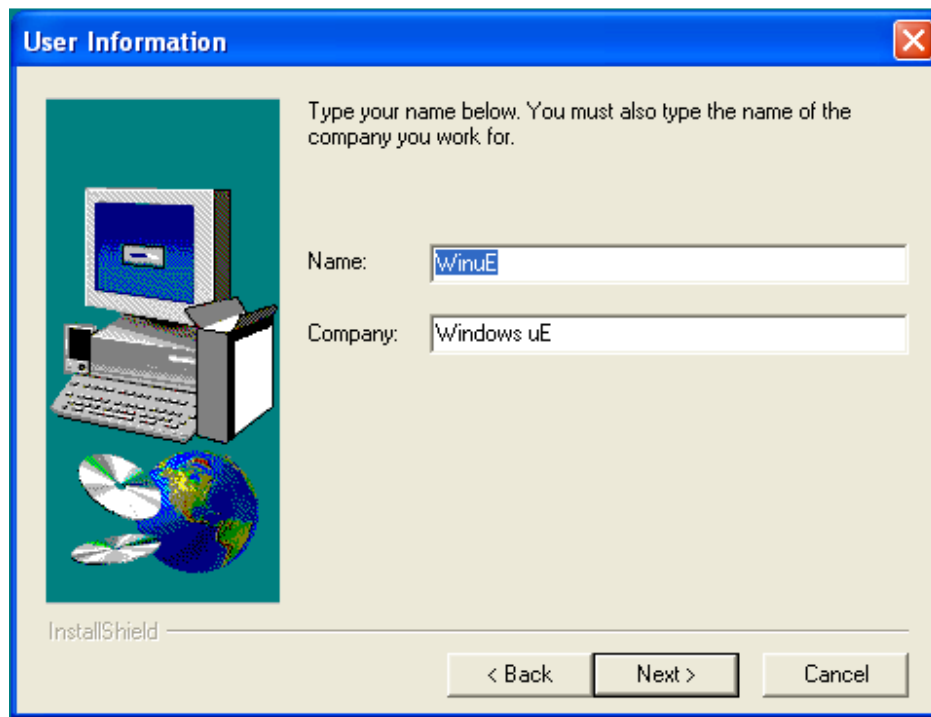


Figura 3. Información referente al usuario

Ahora, en la siguiente ventana (Figura 4) se cuestiona sobre los directorios donde se albergará el sistema en comento (directorio destino). Al igual que el paso anterior se propone tomar los valores por defecto.

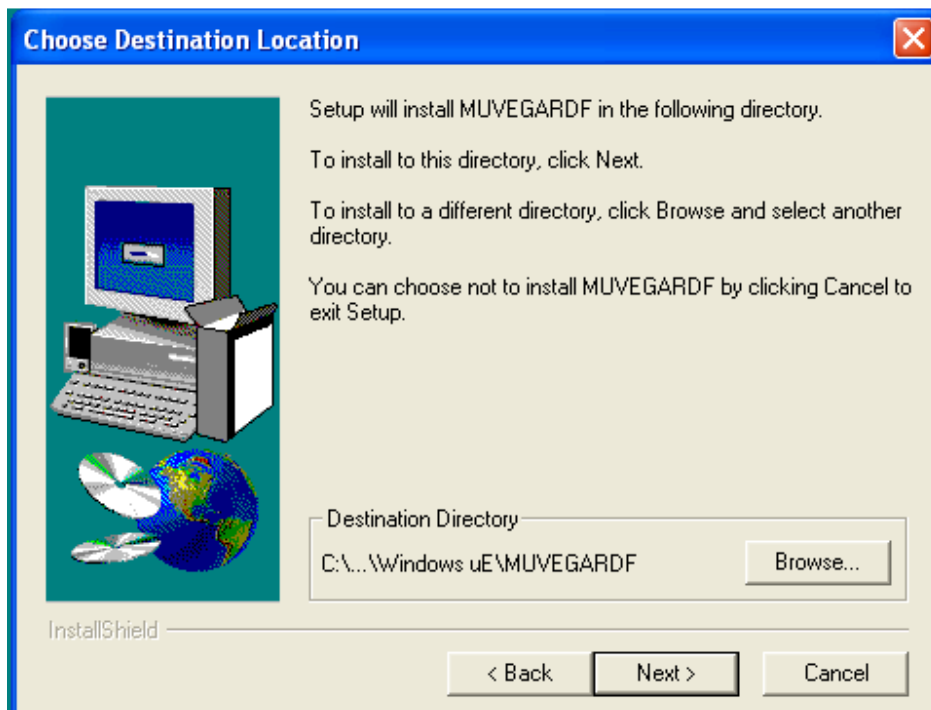


Figura 4. Directorio destino



Figura 5. Selección del grupo de programas

En la Figura 5, se ejemplifica el caso correspondiente a la personalización del grupo de programas donde residirá el sistema. Se sugiere aplicar el procedimiento descrito para casos anteriores.

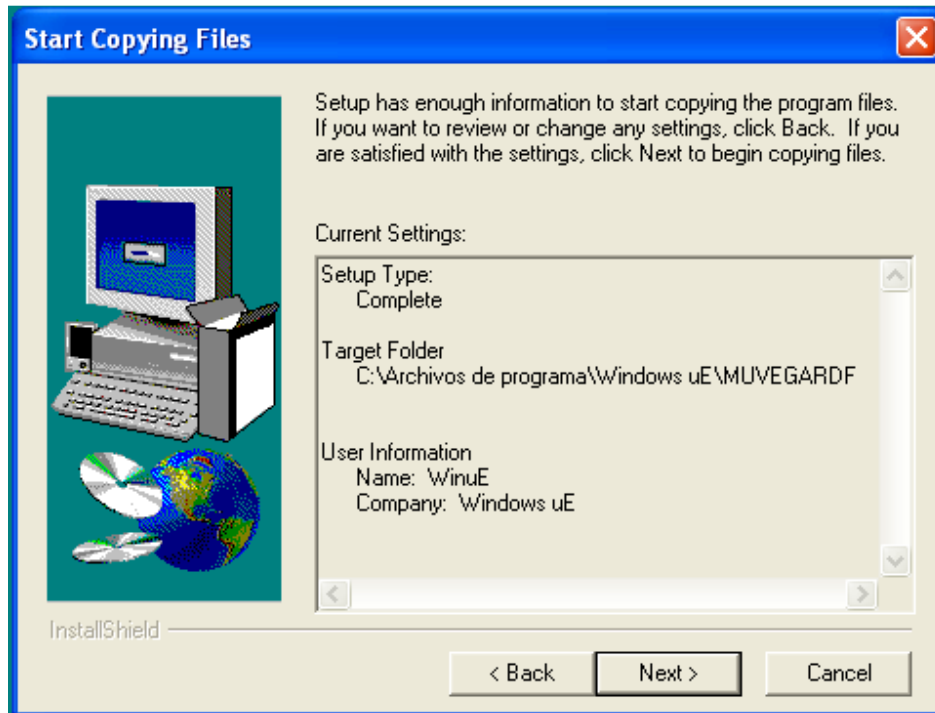


Figura 6. Proceso de inicio de copiado de archivos

Posteriormente, se le confirma a la persona encargada de llevar a cabo la instalación los datos proporcionados previamente, para posteriormente iniciar con el proceso de copiado de archivos del sistema (Figura 6).

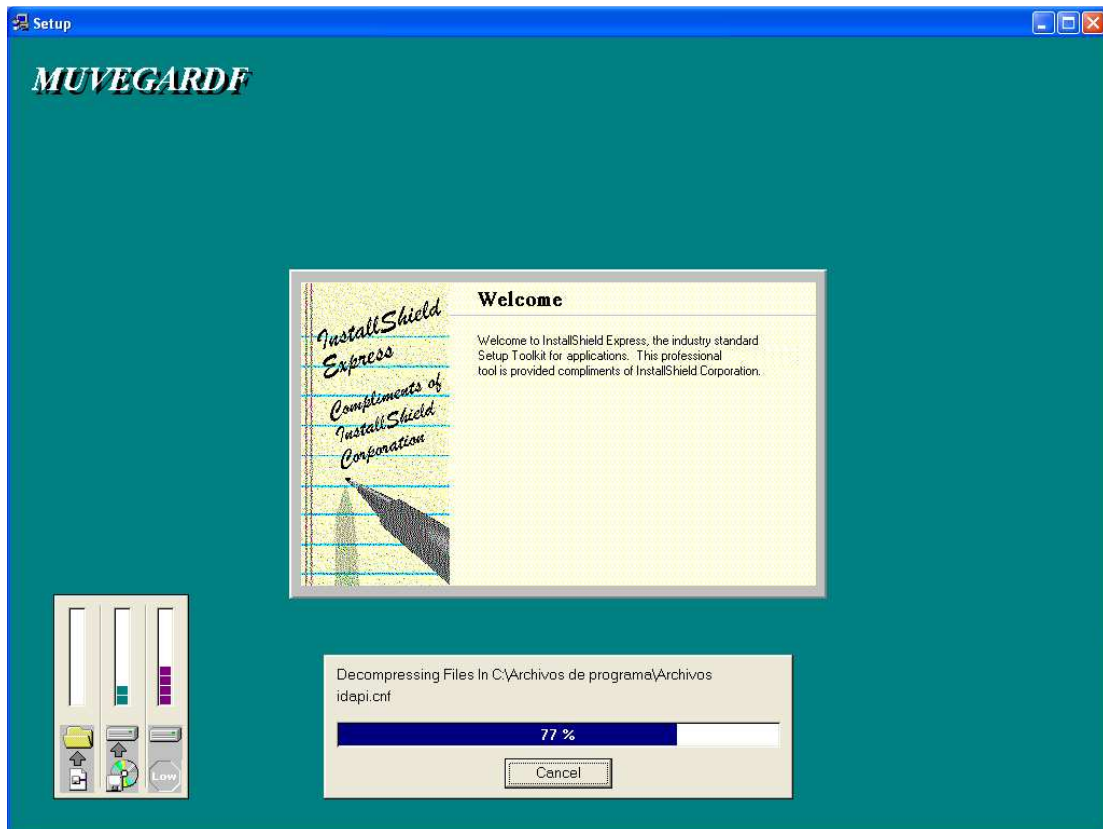


Figura 7. Descompresión y copiado de archivos

En la figura 7, se inicia el proceso de descompresión y copiado de los archivos correspondientes a la aplicación referida. En esta ventana, se debe resaltar la presencia de varios componentes. Se cuenta con una barra de avance, la que tal y como lo sugiere el nombre, proporciona al usuario información visual correspondiente al porcentaje de avance del proceso de instalación. En la esquina inferior izquierda, se muestra la cantidad de espacio disponible, tanto en la unidad fuente como destino.

Una vez completado el paso anterior, se indica (Figura 8) que se ha completado la instalación, para lo cual se sugiere reiniciar el equipo utilizado. Se puede postergar tal propósito, ya que no se considera imprescindible tal acción.

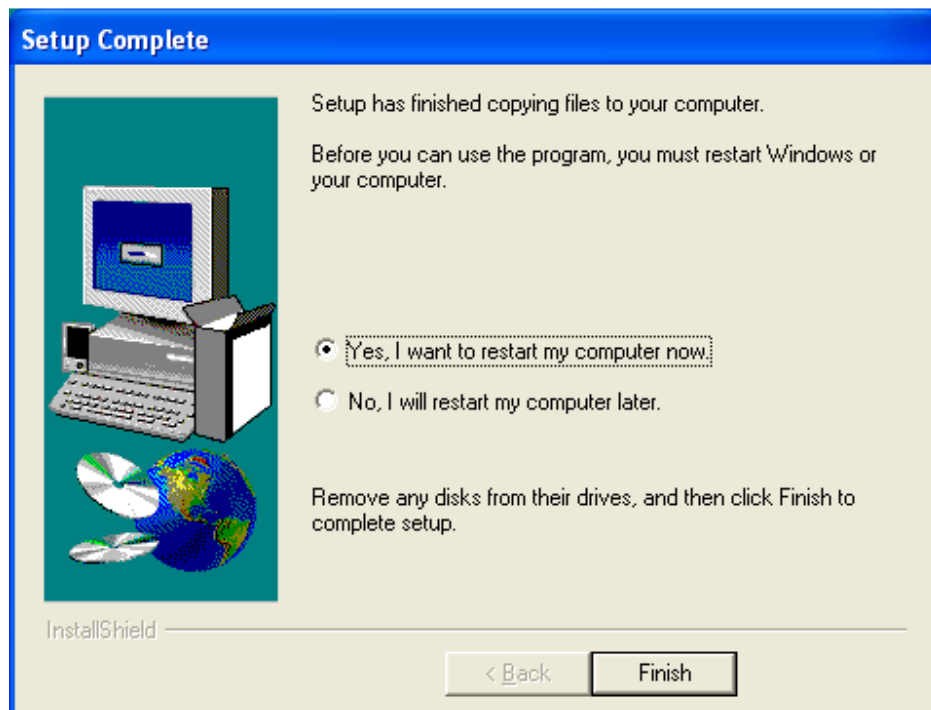


Figura 8. Solicitud de reinicio del equipo

En la figura 9, se indica que el proceso de instalación se ha completado exitosamente, y se propone ejecutar la aplicación.



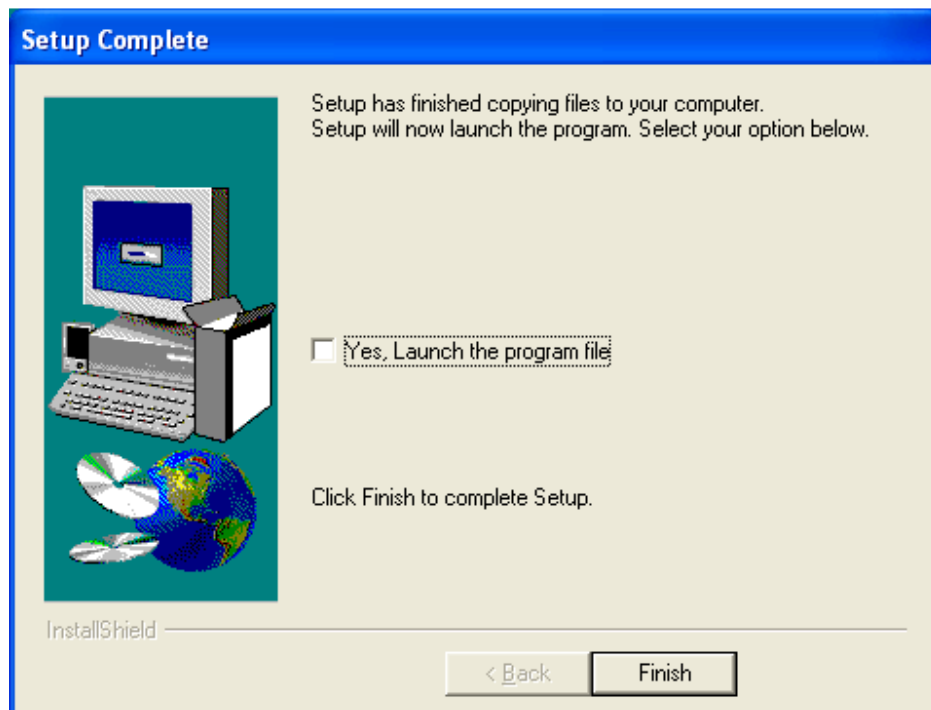


Figura 9. Conclusión del proceso de instalación

### Instalación del sistema en usuarios de Windows Vista 32 Bits

Una vez que se ha concluido el proceso de instalación previamente descrito, para usar el mismo en Sistema Operativo Windows Vista de 32 bits, se requiere seguir los pasos que se describen a continuación:

Dar clic sobre el menú de Inicio de Windows (Figura 10).



Figura. 10

Después hacer clic sobre el panel de control (Figura 11).

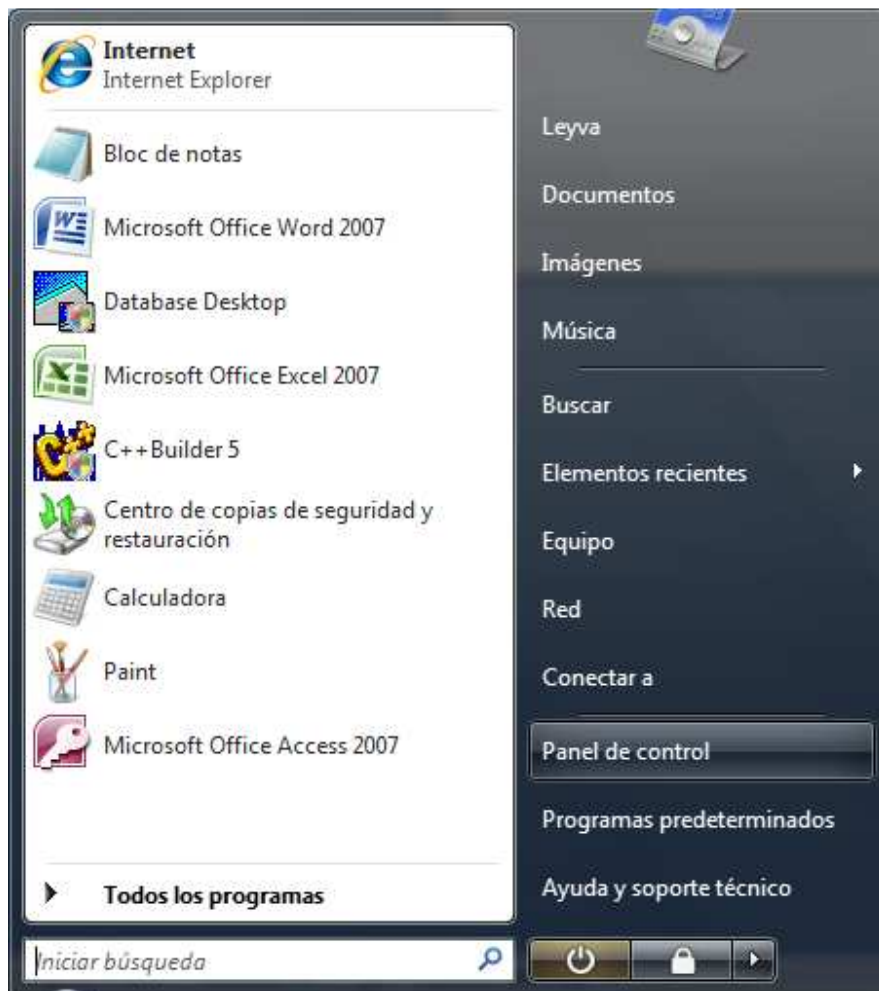


Figura. 11

Al ingresar dicha opción (panel de control), se presentará una ventana similar a la de la figura 12.

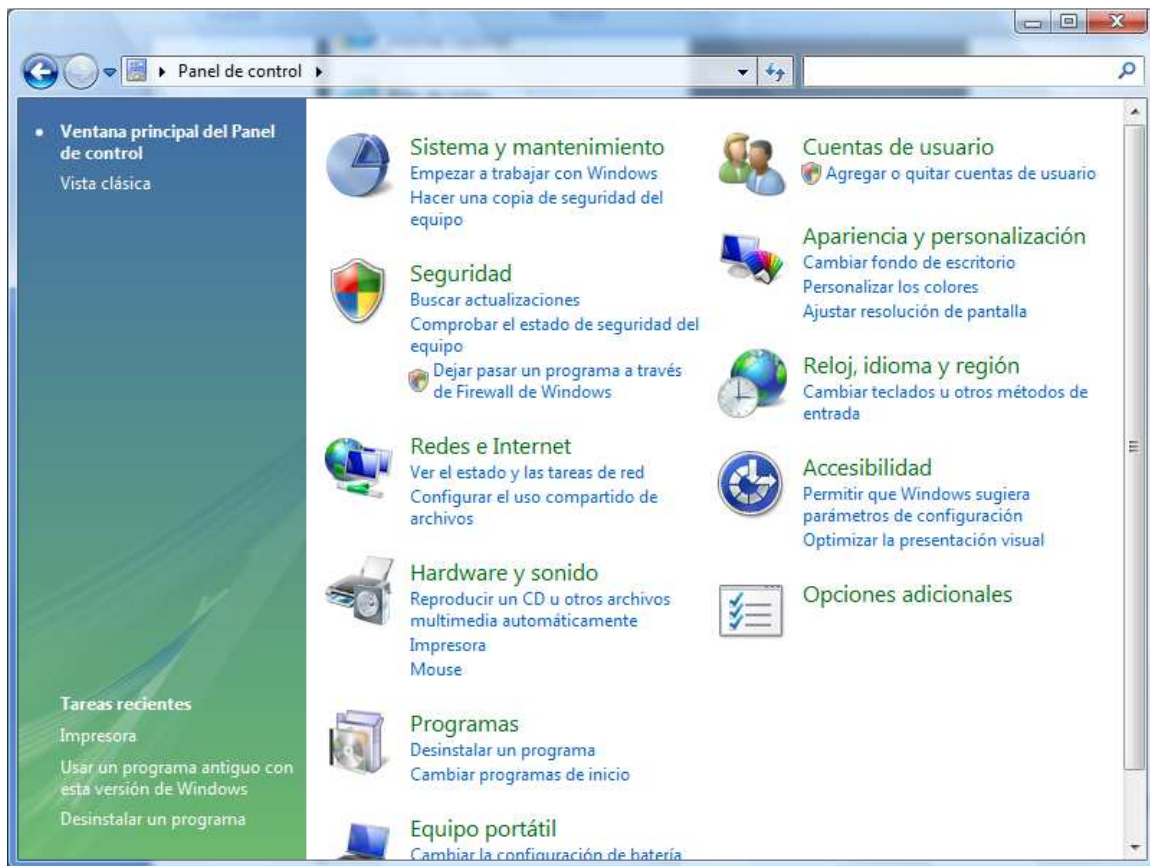


Figura. 12

Aquí el usuario debe cerciorarse que esté activada la opción **Ventana principal del Panel de control** y no la opción **Vista clásica**.

Posteriormente, se debe ingresar a la opción **Programas**.

Una vez hecho esto, dentro del grupo **Programas y características**, se elegirá la opción **Usar un programa antiguo con esta versión de Windows**.

Hecho lo anterior, se mostrará un asistente adhoc al proceso de instalación (Figura 13). A continuación se deberá hacer clic en el botón **Siguiente >**.

Acto seguido, se elegirá la opción  **Deseo elegir en una lista de programa**, y presionar **Siguiente >**

A continuación, se mostrará una lista de los programas que se han instalado previamente en el equipo actual, debiendo elegir de manera manual el programa que contestará la pregunta:

¿Cuál es el programa que desea ejecutar con configuración de compatibilidad? y dar clic en **Siguiente >**.

En este caso será **MUVEGARDF**.

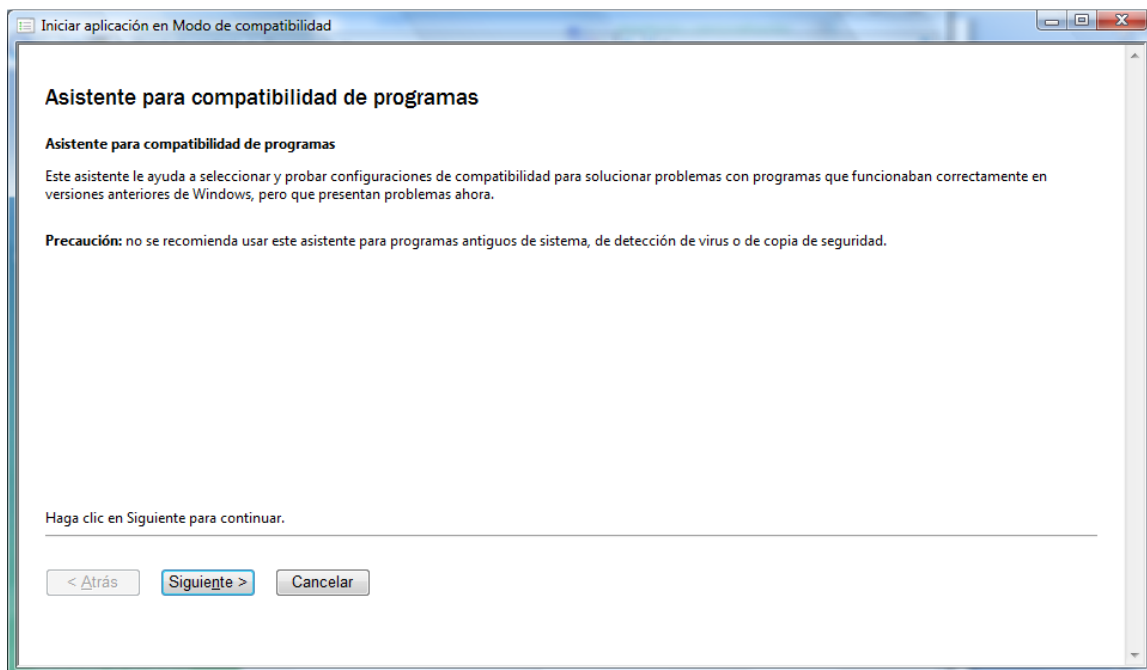


Figura. 13

Posterior a esto, se seleccionará la opción  **No aplicar ningún modo de compatibilidad** y elegir **Siguiente >**. En la opción **Seleccione un modo de compatibilidad para el programa**, no se debe seleccionar ninguna configuración y presionar **Siguiente >**.

Sobre si **¿Se requieren privilegios de administrador para el programa?**, es indispensable seleccionar  **Ejecutar este programa como administrador** y luego **Siguiente >**.

Ahora para **Probar la configuración de compatibilidad**, se hará clic en **Siguiente >**. Inmediatamente se ejecutará el programa en cuestión, prueba de que el sistema ha sido configurado adecuadamente.

En caso de requerirse, Windows preguntará si se debe permitir la ejecución del programa, a lo que sin duda el usuario debe acceder.

En el siguiente paso, se preguntará al usuario **¿Funcionó correctamente el programa?**. De no haber notado ningún comportamiento anormal en el sistema, se elegirá  **Sí, establecer que este programa siempre use esta configuración de compatibilidad**



Finalmente, sobre **Datos de compatibilidad de programas**, se sugiere elegir  **No**, de otra forma deberá tener habilitada una conexión a internet y tal vez sea infructuoso el esfuerzo de enviar ésta información a Microsoft, ya que la presente es una aplicación independiente, no convencional y muchos menos comercial. Al final presionar **Siguiente >**. Únicamente resta finalizar el asistente y con esto se concluirá el proceso de compatibilidad.

De ahora en adelante, el usuario está en posibilidades de ejecutar en cualquier momento el sistema. De ocurrir algún error inesperado, se deberá seleccionar el acceso directo o icono de acceso al sistema, al hacer clic con el botón derecho del mouse y elegir **Ejecutar como administrador** (Figura 14).

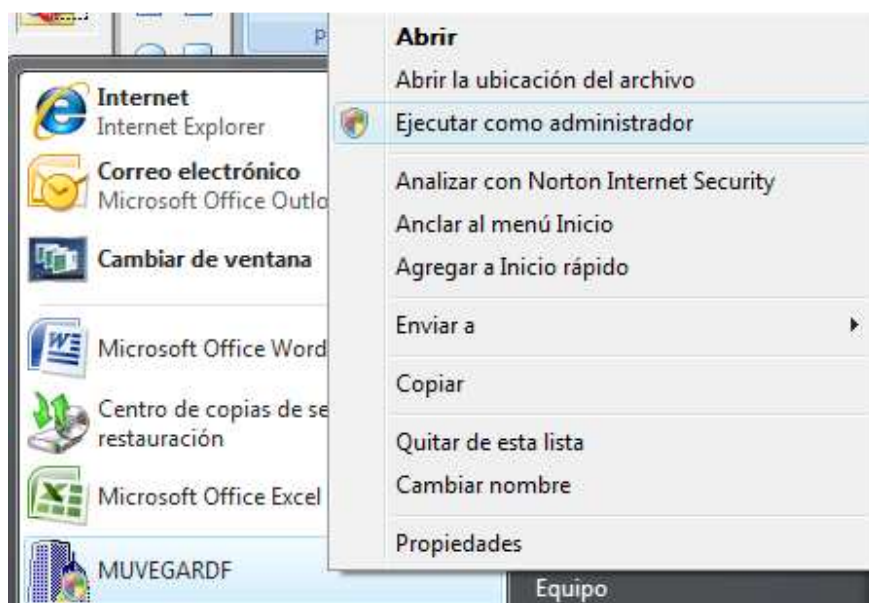


Figura. 14

Instalación del sistema en usuarios de Windows Vista 64 Bits.

El sistema no está diseñado para correr en Windows Vista de 64 Bits.

El procedimiento descrito con anterioridad de manera resumida ha tenido como fin el instalar los archivos ejecutables y de sistema, requeridos por Windows, así como la configuración de la base de datos y los iconos de acceso requeridos.

## 2.2 Uso del Sistema.

Para agilizar la captura de los siguientes instrumentos:

PARCELAS PARA ESTIMACIÓN DE BIOMASA MADERA Y PATRONES DE DISTRIBUCIÓN

CAMINAMIENTOS PARA DETECCIÓN DE PRESENCIA DE ESPECIES. LINEAS DE MUESTREO, se generó una interface adhoc para el caso.

En la figura 15, se puede observar la pantalla principal del sistema MUVEGARDF.

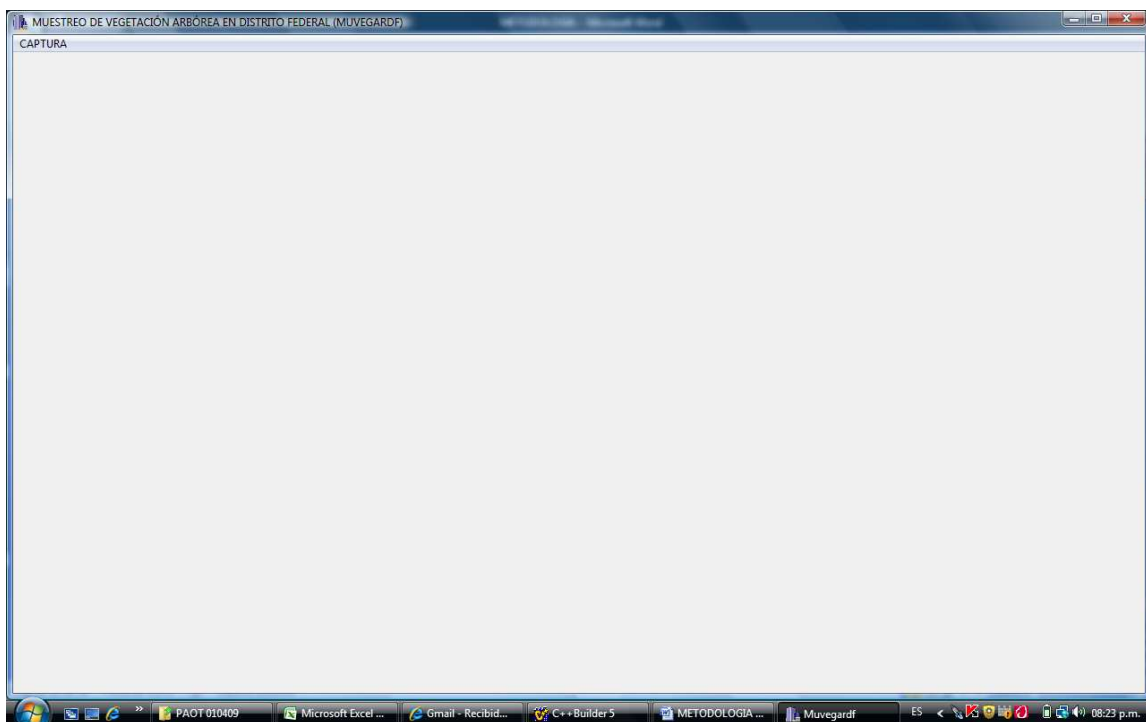


Figura. 15

El menú principal, muestra al usuario (Figura 16) las dos opciones principales para capturar cualquiera de los instrumentos antes mencionados.

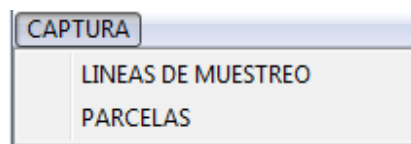


Figura. 16

Si se elige la opción **LINEAS DE MUESTREO**, se mostrará al usuario una pantalla similar a la figura 17.

### 2.2.1. Ingreso de datos

Para facilitar y agilizar la captura de datos, se han incorporado varios catálogos.

En el caso de la columna CALLE, al hacer doble clic el usuario sobre de ella, se despliega el catálogo correspondiente (Figura 17).

LINEA	CAT_COLONIA	COLONIA	CAT_CALLE	CALLE
	6	Buena Vista	19	S/D
1	5	Bosques de Chapultepec	16	Oriente
2	5	Bosques de Chapultepec	16	Porfirio Diaz e Insurgentes
3	5	Bosques de Chapultepec	16	Prolongación Anillo Periferico
				Reforma
				Salonica y Camarones
				Zaragoza
				S/D

Figura. 17

En este punto, el usuario puede seleccionar la calle deseada. Al lado de la misma, se indica la clave que utiliza la descripción seleccionada, de tal forma que al capturar se puede hacer uso de dicho catálogo o bien, ingresar directamente la clave correspondiente. Los campos catálogos son: CALLE, DELEGACION, COLONIA, DELEGACION, ESPECIE, ORIGEN, CONDICION, SANIDAD, DESARROLLO, LESIONES Y SUSTITUCION.

La tabla que ocupa dicho catálogo, contiene la información fundamental de cada línea de muestreo o también llamada tabla Maestro. Los datos de dicha Tabla, se ubican en una hoja de cálculo, donde la primera columna corresponde a la Clave la línea actual de muestreo. El resto de columnas corresponden a cada una las preguntas integradas en cada instrumento, siguiendo el mismo orden definido en la encuesta escrita. Una vez que se ingresa la información correspondiente a cada línea de muestreo, se procede a ingresar la información particular de cada línea, como: distancia, género, especie, origen, entre otros, de los individuos muestreados en cada línea. Dichos datos se registran en la segunda hoja de cálculo (Figura 18) que aparece en la pantalla en comentario, ó también conocida como tabla detalle. Para evitar errores de captura, basta con que el usuario ingrese la información particular de cada línea en la tabla maestro, y automáticamente el sistema solo permitirá el ingreso de información en la tabla detalle, correspondiente al número de línea previamente ingresado

Línea	Distancia	GENERO	Cat_Especie	ESPECIE	N_COMUN	ORIGEN
1	0	Fraxinus	15	Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	Exótica
1	100	Jacaranda	18	Jacaranda mimosifolia D. Don	Jacaranda	Exótica
1	12	Fraxinus	15	Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	Exótica
1	28	Jacaranda	18	Jacaranda mimosifolia D. Don	Jacaranda	Exótica

Figura. 18

En otras palabras, en la figura 19 se puede observar que se ha ingresado información correspondiente a la línea de muestreo 2 en la tabla maestro, y por lo

tanto en la tabla detalle, únicamente se pueden ingresar datos correspondientes también a la línea número 2.

LINEA	CAT_COLONIA	COLONIA
		6 Buena Vista
1	5	Bosques de Chapultepec
2	5	Bosques de Chapultepec
3	5	Bosques de Chapultepec

Linea	Distancia	GENERO	Ca
2	0	Fraxinus	
2	15	Liquidambar	
2	6	Fraxinus	
2	2	Liquidambar	

Figura. 19

Para el caso específico del diámetro de los individuos, al usuario se le permite ingresar esta característica de dos formas (Figura 20):

Diámetro

Circunferencia

Diametro Normal

Figura. 20

Indicando la circunferencia del árbol censado, para lo cual el sistema automáticamente mostrará el campo relativo ha dicho dato (Figura 21) ó bien el control para el valor correspondiente al Diámetro normal. Dicho dato se puede tomar directamente del arbolado, al dividir la circunferencia o perímetro en el valor de  $\pi$  (pi) o usar cinta diamétrica, la cual en su escala tiene considerado tal conversión (Figura 22).

Diámetro

Circunferencia

Diametro Normal

CIRCUNFERENCIA

Figura. 21

Figura. 22

Se tiene el mismo caso para la variable altura, donde de manera alternativa, se permite al usuario el ingreso de la altura total de un individuo (Figura 23) ó bien las lecturas tomadas usando un clinómetro (Figura 24).

Figura. 23

LSR	LIR	LPA
	-5	-15
		110

Figura. 24

### 2.2.2. Barras de Navegación.

En la parte inferior de cada hoja de cálculo (tabla), el usuario encontrará una serie de botones, los cuáles le permitirán realizar Altas, Bajas y Cambios a la correspondiente Base de Datos. En la figura 25, se muestra la barra de navegación, así mismo se observa el despliegue de ayuda contextual, la cual se muestra cuando se posiciona el cursor sobre alguno de los botones, sin ejecutar ninguna acción

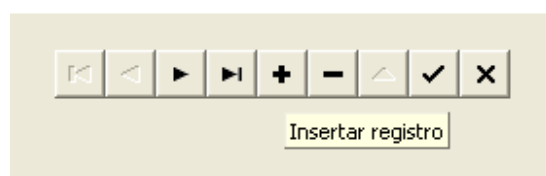




Figura 25. Barras de Navegación




Dicha barra permite las siguientes acciones específicas:


Avanzar al siguiente registro o encuesta 


Retroceder al registro anterior 


Ir al primer registro 

Ir al último registro 

Además, en las ventanas se cuenta con los siguientes controles adicionales:

Agregar un nuevo registro 

Eliminar un registro 

Actualizar o almacenar los cambios a un registro 

Si se elige la opción **PARCELAS**, se mostrará una pantalla similar a la figura 26, donde se ingresa la información correspondiente a líneas de muestreo.

Básicamente, el funcionamiento de ésta es muy similar al de la interface de líneas de muestreo.

PARCELA	AREA VERDE	CAT. COLONIA	COLONIA	CLAVE DELEGACION	DELEGACION	COORD. N
1	Parque	5	Bosques de Chapultepec	11	MIGUEL HIDALGO	
2	Parque	5	Bosques de Chapultepec	11	MIGUEL HIDALGO	
3	Parque	5	Bosques de Chapultepec	11	MIGUEL HIDALGO	
4	Parque	5	Bosques de Chapultepec	11	MIGUEL HIDALGO	

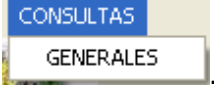
  

Parcela	GENERO	ESPECIE	NCOMUN	ORIGEN
1	Cupressus	Cupressus lusitanica Mill.	Cedro blanco o Ciprés	Exótica
1	Cupressus	Cupressus lusitanica Mill.	Cedro blanco o Ciprés	Exótica
1	Cupressus	Cupressus lusitanica Mill.	Cedro blanco o Ciprés	Exótica
1	Cupressus	Cupressus lusitanica Mill.	Cedro blanco o Ciprés	Nativa

Figura. 26

## 2.2.3. Consultas dinámicas.

### 2.2.3.1. Consultas Generales

Con la finalidad realizar consultas dinámicas, sobre los dos instrumentos integrados al sistema, el usuario puede acceder al menú .

Al ingresar a dicho menú, se presenta una pantalla similar a la Figura 27

CONSULTAS

**INSTRUMENTO**

NOMBRE

LINEAS DE MUESTREO

PARCELAS

**VARIABLE**

DESCRIPCION

COLONIA

CALLE

DELEGACION

GENERO

ESPECIE

ORIGEN

CONDICION

SANIDAD

DIAMETRO NORMAL

DESARROLLO

LESIONES

SUSTITUCION

ALTURA

**OPERADOR**

DESCRIPCION

Igual a (=)

Distinto (<>)

**VALORES**

DESCRIPCION

Ampliación Emiliano Zapata

Ampliación Veracruzana

Angel Zimbrón

Bosque de Tlalpan

Bosques de Chapultepec

Buena Vista

Centro Urbano Benito Juarez

Ciudad Universitaria

Cuauhtemoc

Cuchilla Agricola Oriental

Chimalistac

Guadalupe del Moral

Guadalupe Insurgentes

La Regadera

AGREGAR CONDICION

REGISTROS SELECCIONADOS 0

INSTRUMENTO	VARIABLE	CONDICION	VALOR

PROCESAR CONSULTA

Figura. 27

Las opciones mostradas en ventana INSTRUMENTO, se refiere a los instrumentos insertos dentro del sistema: Líneas de muestreo y parcelas.

Dependiendo del instrumento seleccionado, se mostrará de forma automática las variables que compone a cada uno de ellos (Figura 28).



Figura. 28

En la ventana OPERADORES, se refiere al conjunto de operadores aplicables a cada variable, en donde existe una clara diferenciación en los desplegados para variables que se refieren a un catálogo (Figura 29) o aquellos que son de tipo numérico (Figura 30). En los operadores aplicables a catálogos se ha incluido la opción “Todos”, es decir, el usuario no desea hacer una discriminación específica de valor, por lo que recurre a todos los posibles.

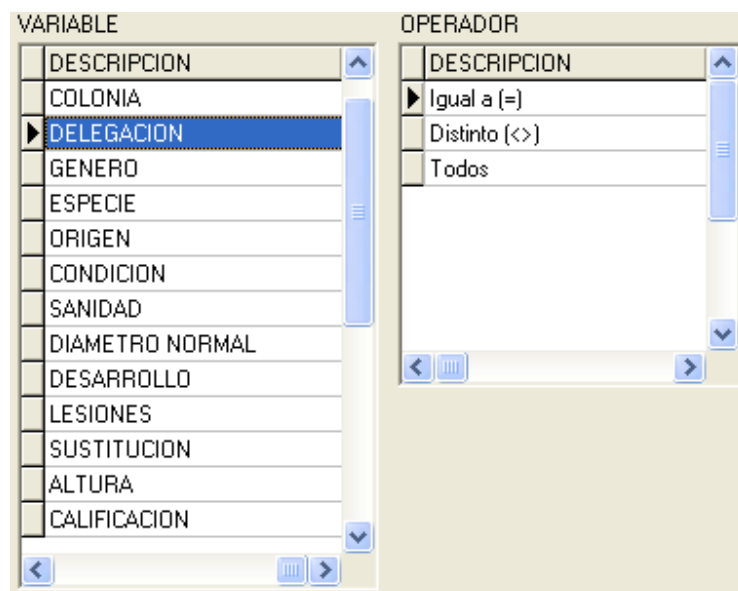


Figura. 29



Figura. 30

En el caso de variables que se remiten a un catálogo, se desplegará automáticamente el conjunto de VALORES que puede tomar dicho catálogo (Figura 31).



Figura. 31

Así mismo, para caso de variables numéricas, los valores se ajustan de forma dinámica, de tal forma que para este caso se muestra al usuario un conjunto de estadísticas básicas que auxilian al usuario en la elección de valores (Figura 32).

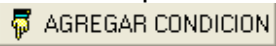


VARIABLE	OPERADOR	VALORES		
DESCRIPCION	DESCRIPCION	MINIMO	MEDIA	MAXIMO
COLONIA	Igual a (=)	1.90985485103132	22.9064899302284	128.278584160937
DELEGACION	Distinto (<>)			
GENERO	Mayor que (>)			
ESPECIE	Mayor o Igual que (>=)			
ORIGEN	Menor que (<)			
CONDICION	Menor o Igual que (<=)			
SANIDAD				
▶ DIAMETRO NORMAL				
DESARROLLO				
LESIONES				
SUSTITUCION				
DISTRIBUCION				
ALTURA				
		VALOR		
		<input type="text"/>		

Figura. 32

Para iniciar la construcción de una consulta dinámica, es necesario elegir en la siguiente secuencia los elementos de la misma: Variable, operador y valores.

Por ejemplo, si se desea conocer los árboles de las líneas de muestreo de la colonia Ángel Zimbrón, la consulta se ejemplificaría tal y como se muestra en la Figura 33.

Una vez que se ha construido parte de dicha consulta, se presiona el botón , de tal forma que en la tabla inferior, se resume la consulta diseñada hasta el momento (Figura 34).

Es necesario hacer notar que, como un auxilio en la construcción de condiciones de cada consulta, se ha agregado el control denominado **REGISTROS SELECCIONADOS**, que para el ejemplo actual, indica que el resultado de correr dicha condición es de 41 individuos (árboles).

Con la finalidad de evitar errores en la confección de cada consulta, al elegir alguna variable en específico, está automáticamente es borrada del listado correspondiente (VARIABLE), para evitar ser seleccionado más de una vez (Figura 29 y 30).

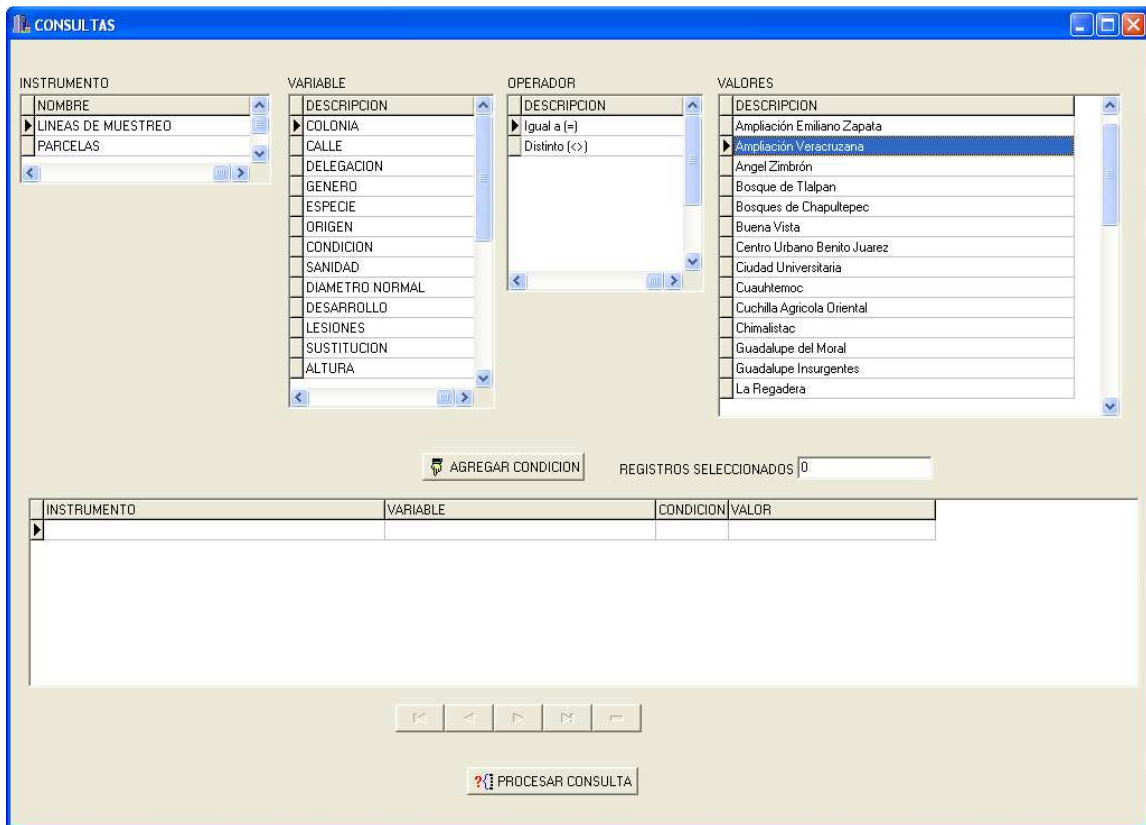


Figura. 33

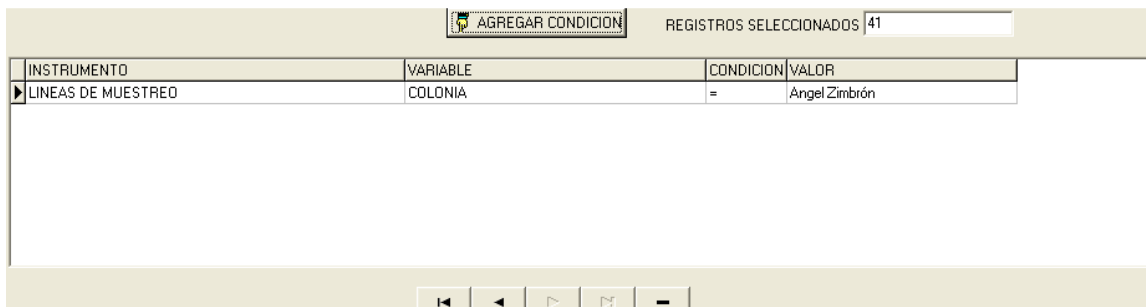


Figura. 34

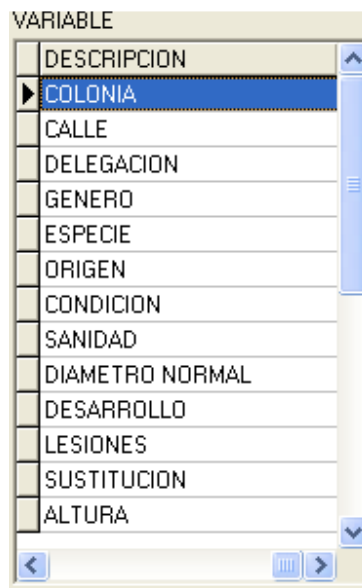


Figura 35. Listado de variables previo a la selección colonia

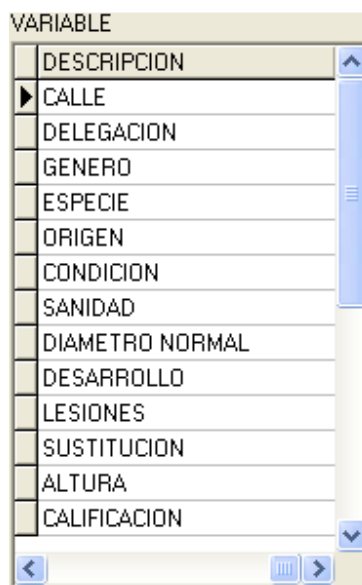


Figura 36. Listado de variables después de la selección colonia

Para continuar con el ejemplo, se puede añadir la siguiente condición, mostrar aquellos individuos que cumplan con la variable sanidad y que tengan la condición de enfermos. La consulta, quedaría como se muestra en la figura 37.

INSTRUMENTO		VARIABLE	CONDICION	VALOR
▶	LINEAS DE MUESTREO	SANIDAD	=	Enfermo
▶	LINEAS DE MUESTREO	COLONIA	=	Ángel Zimbrón


Figura. 37

Como se podrá observar, la última condición ha sido agregada a la consulta previamente construida, mediante el operador lógico Y (AND), por lo que el número de registros seleccionados (individuos), se ha restringido a 2, ya que sólo 2 árboles cumplen con ambas condiciones.


Cabe aclarar que en todo momento, el usuario puede recurrir a la barra de navegación correspondiente, para borrar cualquier condición (Figura 38). El comportamiento es el mismo que se ha descrito anteriormente para dicho control.



Figura. 38

También el usuario puede borrar toda la consulta construida, al hacer click en el botón  BORRAR CONSULTA.

De requerirse, pueden incluirse todas las condiciones necesarias, tomando como guía el control **REGISTROS SELECCIONADOS**, con la finalidad de considerar la factibilidad y posible resultado de la consulta construida.

Una vez que se han incluido todas las restricciones de búsqueda y **REGISTROS SELECCIONADOS** da un valor mayor que cero (0), el usuario deberá presionar el botón  PROCESAR CONSULTA.


En la figura 39, se muestra el resultado de ejecutar la consulta que se ha venido trabajando de ejemplo.

ID	LINEA	COLONIA	CALLE	DELEGACION	DISTAN
833	60	Angel Zimbrón	Aquiles Serdan	AZCAPOTZALCO	
1121	80	Angel Zimbrón	Aquiles Serdan	AZCAPOTZALCO	

INDIVIDUOS SELECCIONADOS: 2

IMPRIMIR REPORTE

Figura. 39

Con la finalidad de generar el reporte correspondiente, el cual permite la impresión del mismo o la exportación a cualquier aplicación seria (p.ej. Microsoft Office), se ha incluido el botón  IMPRIMIR REPORTE.

La figura 40, muestra el resultado de dicha acción.

Print Preview

MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN EL DISTRITO FEDERAL  
CAMINAMIENTOS PARA DETECCIÓN DE PRESENCIA DE ESPECIES. LINEAS DE MUESTREO

LINEA	COLONIA	CALLE	DELEGACION	DISTANCIA	GENERO	ESPECIE	ORIGEN	CONDICION	SANIDAD	DIAMETRO	DESARROLLO	LESIONES	SUSTITUCION	ALTURA TOTAL	CALIFICACION
60	Angel Zambón	Aguiles Serdan	AZCAPOTZAL	17	Fraxinus	Fraxinus Uhdei (Wenz.) Lingelsch.	Exótica	Vivo	Enfermo	14.1	Jóven	Desramo, Desmoche	Seis o más años	9.57	Bueno
80	Angel Zambón	Aguiles Serdan	AZCAPOTZAL	0	Populus	Populus deltoides Bartram ex Marsh	Exótica	Vivo	Enfermo	41.16	Adulto	S/D	Tres años	28.8	Bueno
TOTAL DE INDIVIDUOS:															

Page 1 of 1

Figura. 40

En este punto se le permite al usuario 5 opciones fundamentales, descritas en la barra de herramientas correspondiente (Figura 41).






Figura. 41


El primer grupo de opciones ( ), tiene que ver con el ajuste (zoom) o acercamiento de la pre visualización que se muestra al usuario, previo a realizar cada opción, es decir, se muestra la apariencia de cómo se vería el conjunto de datos antes de generar la impresión de los mismos hacia algún dispositivo en particular (impresora o archivo).

El segundo grupo corresponde a la barra de navegación que permite hacer un desplazamiento entre las distintas hojas del documento que se hayan generado (



() , teniendo el mismo comportamiento que la barra de navegación citada con anterioridad.

El tercer conjunto permite configurar la salida hacia algún dispositivo de impresión (). En este caso se invoca al objeto (diálogo) estándar de impresión del Sistema Operativo Windows, por lo que se debe proceder al igual que en cualquier aplicación que corre en dicho sistema. En este mismo conjunto, una vez configurado el dispositivo, se puede imprimir de manera parcial o total el conjunto de datos generados () , debiendo seguir el procedimiento normal de impresión para cualquier aplicación que corre sobre Windows.

La última opción () , corresponde a grabar lo visualizado en pantalla a un archivo con cierto formato específico. En la figura 42, además de ejemplificar el uso del diálogo (objeto) estándar para guardar archivos, se muestra que es posible almacenar la salida en: un formato propio de C++ Builder (\*.QRP), formato de texto (\*.txt) o bien en formato HTML (\*.HTM para HyperText Markup Language). Los dos últimos formatos son estándares en la industria del cómputo, siendo posible utilizarlos por cualquier aplicación seria del mercado (hojas de cálculo o procesadores de texto).

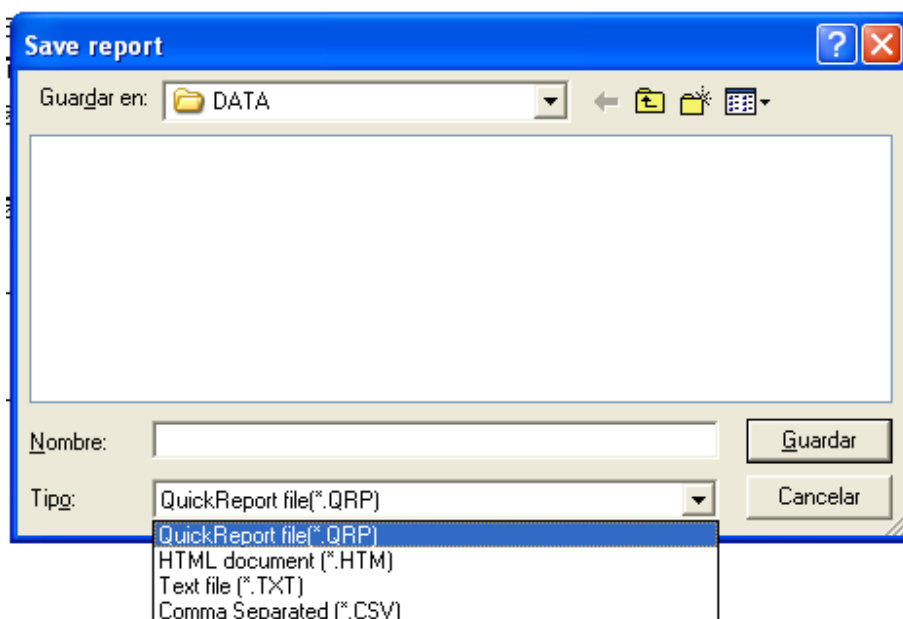


Figura. 42

Al cerrar las ventanas que originan la consulta de ejemplo, se regresa a la ventana de consultas generales. Por último, es necesario mencionar que el procedimiento para construir búsquedas específicas para Parcelas, es exactamente el mismo que se indicó con anterior, con la salvedad de que se puede construir en paralelo consultas para ambos instrumentos, con distintos parámetros de búsqueda y sin que se interfiera o modifique el resultado entre cada una de ellas.

### 2.2.3.2. Estadísticas.

Continuando con la construcción de consultas dinámicas, la siguiente opción del menú (Figura 43), corresponde a la generación de estadísticas para cualquiera de los Instrumentos previamente mencionados.

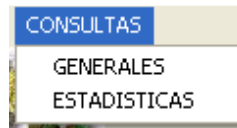


Figura. 43

Al ingresar a dicha opción, se presenta una ventana similar a la de la Figura 44.

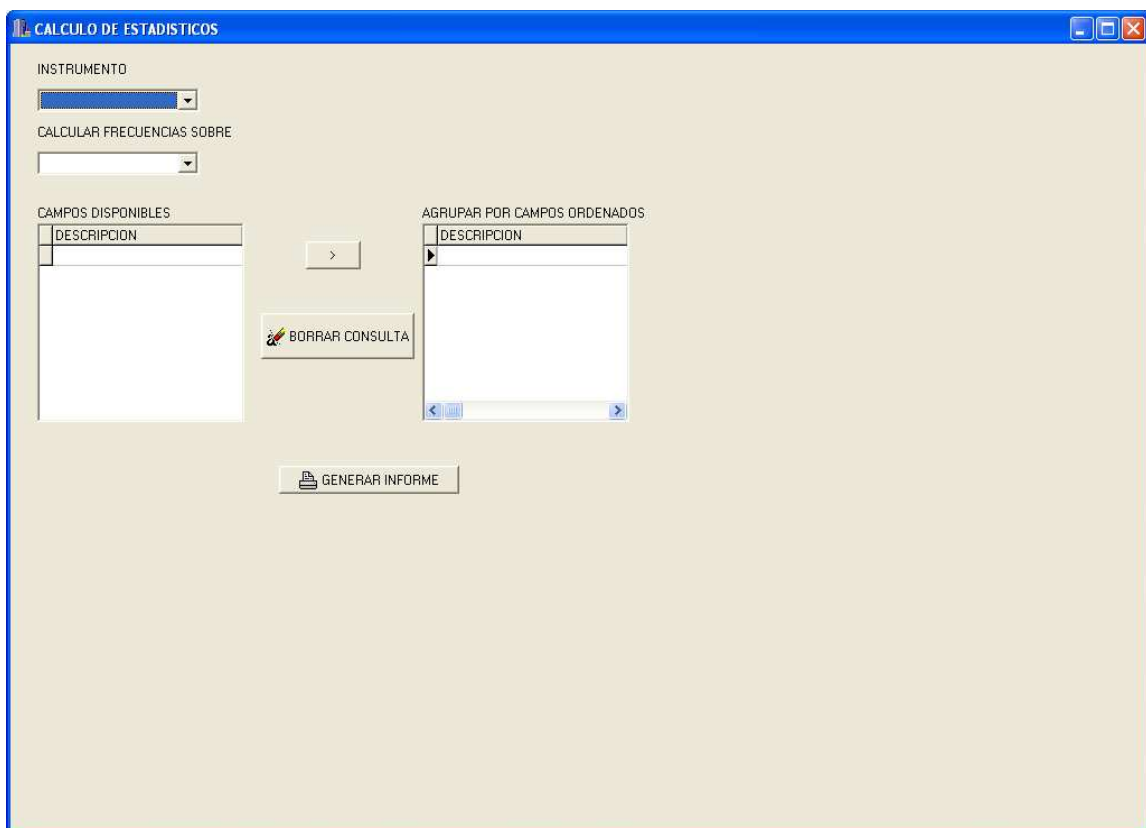


Figura. 44

Primeramente, el usuario debe seleccionar el instrumento sobre el cual se calcularán frecuencias (Figura 45).

INSTRUMENTO

LINEAS DE MUESTREO

PARCELAS

Figura. 45

Después, la variable sobre la que se calculará la frecuencia (Figura 46).

CALCULAR FRECUENCIAS SOBRE

ESPECIE

ORIGEN

CONDICION

SANIDAD

DESARROLLO

LESIONES

SUSTITUCION

CALIFICACION

Figura. 46

Como en el caso de las consultas anteriores, al seleccionar una variable en este control, automáticamente ésta se elimina del listado de campos disponibles (Figura 47).

INSTRUMENTO

LINEAS DE MUESTREO

CALCULAR FRECUENCIAS SOBRE

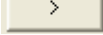
ESPECIE

CAMPOS DISPONIBLES

DESCRIPCION
COLONIA
CALLE
DELEGACION
ORIGEN
CONDICION
SANIDAD
DESARROLLO
LESIONES

Figura. 47

Para completar la consulta, es necesario que el usuario seleccione de dicho listado aquellas variables que se utilizarán para agrupar la búsqueda así

confeccionada. Al presionar el botón , se agregarán uno a uno los campos disponibles. Como en otras interfaces, el seleccionar un campo e insertarlo dentro del conjunto de variables utilizadas para agrupar, éste automáticamente desaparecerá del listado de CAMPOS DISPONIBLES, con la finalidad de elegir más una vez a un mismo campo (Figura 48).

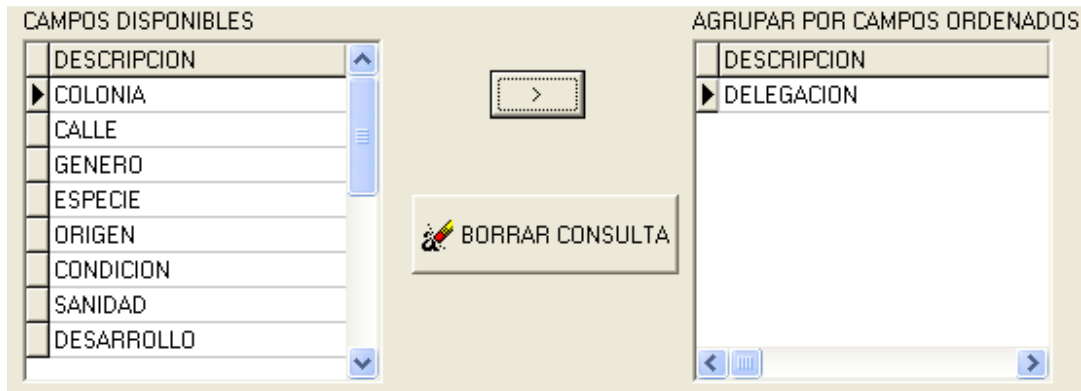


Figura. 48

En este punto, se pueden agregar todos los campos necesarios, para la construcción de grupos. El orden de selección corresponderá al orden en el que se generen los grupos, es decir, el primer campo formará el primer gran grupo, y los demás campos constituirán los subgrupos. Con fines de ejemplo, se ha elegido como instrumento a las Líneas de Muestreo, calculando frecuencias sobre la especie y agrupando por Delegación y Condición (Figura 49).

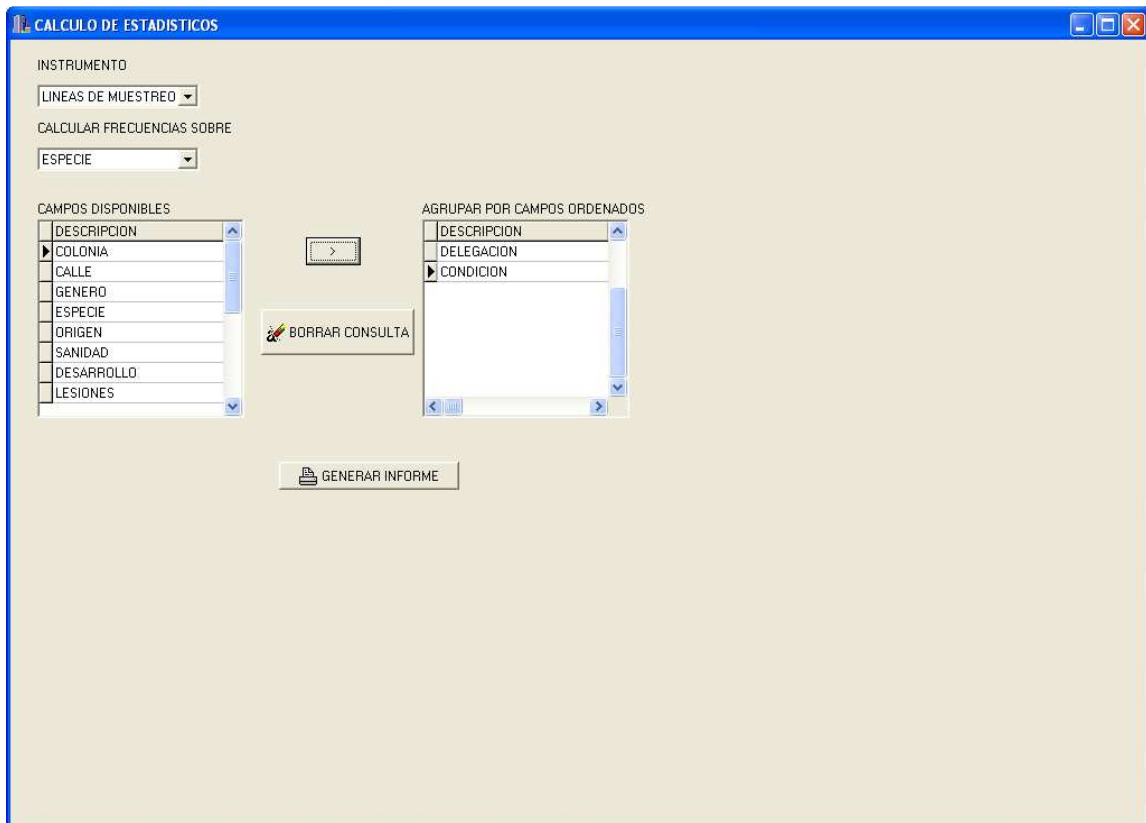



Figura. 49

En cualquier momento, el usuario puede suprimir los campos sobre los cuales se deban hacer los grupos correspondientes, al hacer click sobre el botón



Al presionar sobre , se genera el informe correspondiente a las condiciones de ejemplo (Figura 50).

Print Preview

MUESTREO DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN EL DISTRITO FEDERAL  
ESTADÍSTICAS POR VARIABLE

DELEGACION	CONDICION	ESPECIE	FRECUEN
ALVARO OBREGÓN	Vno	Cupressus lusitanica Mill.	4
ALVARO OBREGÓN	Vno	Ficus benjamina L.	6
ALVARO OBREGÓN	Vno	Fraxinus uhdei (Wenz.) Lingelsh.	9
ALVARO OBREGÓN	Vno	Jacaranda mimosifolia D. Don	10
ALVARO OBREGÓN	Vno	Ligustrum lucidum W. T. Aiton	3
ALVARO OBREGÓN	Vno	Liquidambar styraciflua L.	1
ALVARO OBREGÓN	Vno	Phoenix canariensis Hort. ex Chaba	2
ALVARO OBREGÓN	Vno	Schinus molle L.	1

Page 1 of 11

Figura. 50

Las diversas acciones y manipulaciones que se pueden efectuar sobre dicho reporte, corresponde a las ya citadas en casos similares.

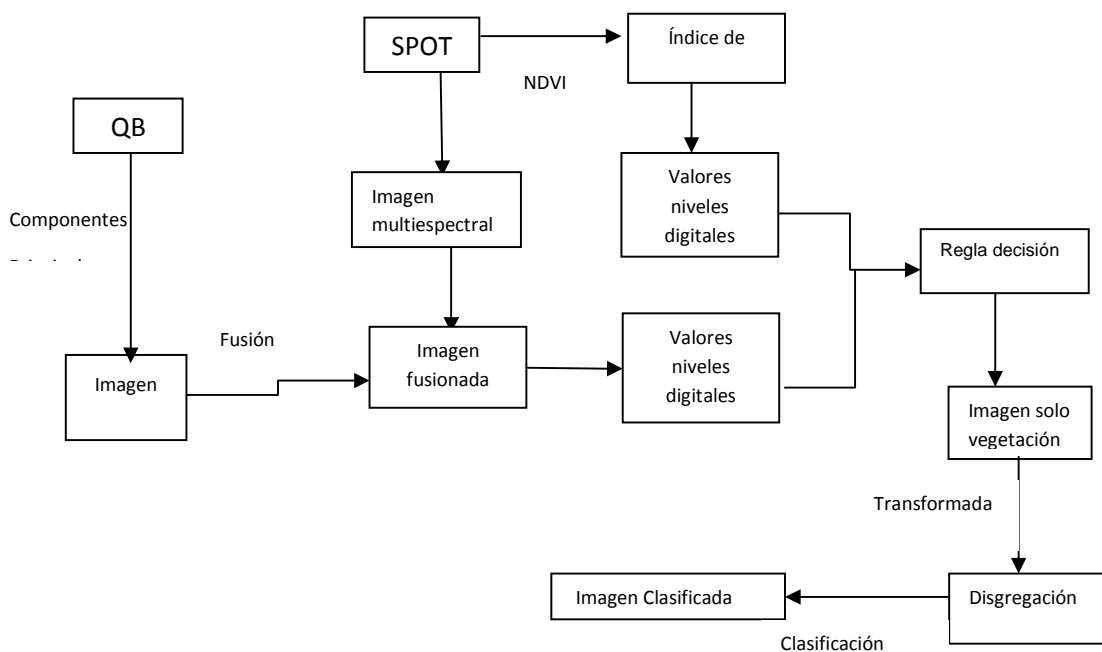


## Anexo Técnico. 2

### Procedimiento para la Identificación y Cuantificación de Áreas Verdes en Zonas Urbanas

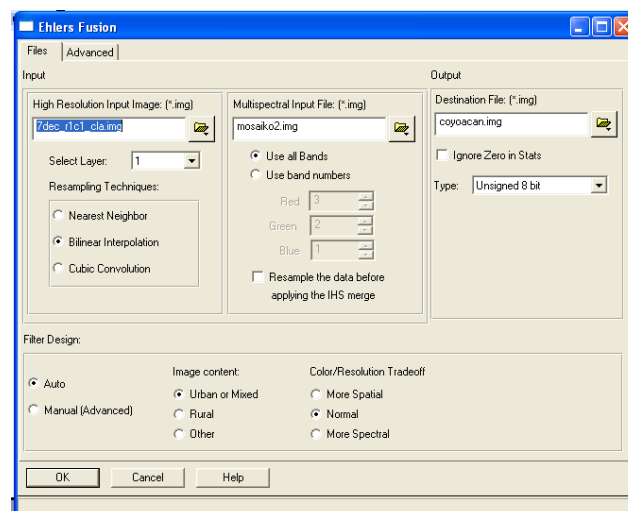
El proceso de análisis de imágenes contempla los siguientes procesos:

- Ortorectificación de imágenes QuickBird y SPOT
- Construcción de mosaicos controlados
- Recortes de imágenes por delegaciones
- Cálculo de Componentes principales en imágenes QuickBird
- Fusión de imágenes entre el Componente principal con mayor información y las imágenes SPOT
- Cálculo de Índices de Vegetación Normalizada (NDVI) sobre la imagen fusionada y sobre la imagen SPOT
- Determinar la regla de decisión sobre que valores de los NDVI serna considerados para generar una imagen que muestre en una buena proporción la vegetación presente.
- Una vez que se determinaron los valores umbrales, estos se definirán mediante una mascara que eliminara todos aquellos valores que no son vegetación
- La imagen generada con la mascara, tiene que ser tratada mediante un proceso que separe valores espectrales finos entre la vegetación, esto se realiza mediante el algoritmo llamado *Transformada de Fourier*, y su inversa para construir la imagen nuevamente
- Finalmente la imagen obtenida, se clasifica mediante procesos no supervisados, y hacer categorías por tipos de vegetación

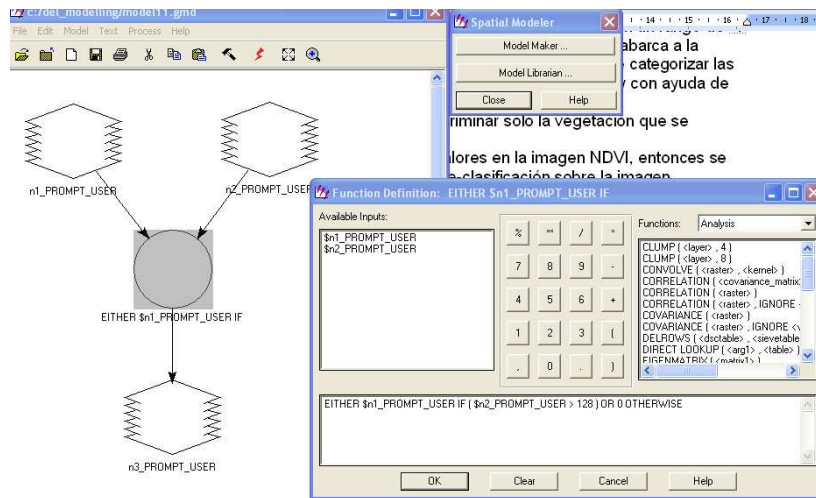


## El procedimiento se llevo a cabo en el sistema ERDAS IMAGINE 9.1

1. Se procedió en primer termino a realizar la síntesis de datos en imágenes QUICKBIRD mediante Componentes Principales, se selecciono el componente con mas información, generalmente es el Componente #1
2. Fusión Ehlers: Este procedimiento se efectuó con las imágenes SPOT (RGB) y el componente principal 1 (CP1). Con la finalidad de que las imágenes SPOT aporten sus valores en la zona del Infra Rojo, y el CP1 sus características espaciales. Este método de fusión, no altera los colores originales y mantiene su uniformidad de valores digitales (ND)



3. Calculo del Índice de Vegetación (NDVI), Con las imágenes SPOT se calcula este índice normalizado, que produce una imagen con valores en un rango de -1 a 1. Se tiene que determinar cuales es el rango de valores que abarca a la vegetación en diferentes estados de “verdor”, con la finalidad de categorizar las especies arbóreas y las herbáceas. Esto se realiza por escena y con ayuda de inspecciones de campo de sitios representativos.
4. La metodología esta diseñada para discriminar solo la vegetación que se encuentra en un ámbito urbano.
5. Una vez que se han determinado los valores en la imagen NDVI, entonces se tiene que realizar un procedimiento de re-clasificación sobre la imagen fusionada, utilizando la herramienta MODELER. Se construye la expresión de clasificación y asignación de nuevos valores que recibirán tanto las especies arbóreas como pastos, arbustos y cultivos en general.



6. La expresión de clasificación-asignación implica a dos imágenes, a la fusionada y el NDVI: “EITHER \$n1\_PROMPT\_USER IF ( \$n2\_PROMPT\_USER > 128 ) OR 0 OTHERWISE” Sólo hay que determinar los valores umbrales que deseamos clasificar sobre la imagen fusionada.
7. La imagen obtenida es entonces disgregada en subregiones espectrales mediante la Transformada rápida de Fourier.
8. La imagen obtenida en el procedimiento anterior es entonces clasificada mediante un método no supervisado. Generalmente se piden de 3 a 5 clases de resultado en esta clasificación, pero dependerá si el área bajo estudio tiene áreas agrícolas o cuerpos de agua con vegetación acuática. Si es el caso, entonces 5 clases son sugeridas.
9. Una vez clasificada la imagen se asignan atributos a cada clase, y se calculan las superficies.

### **Anexo Técnico. 3**

#### **CATEGORÍAS DE USOS DEL SUELO DEL PGOEDF SEGÚN EL DECRETO DEL 1 DE AGOSTO DEL 2000 DE LA GACETA OFICIAL DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**

SÉPTIMO.- Considerando las características físicas, biológicas y socioeconómicas del Suelo de Conservación, el uso actual del suelo y los impactos ambientales que las actividades humanas ejercen sobre los recursos naturales, se estableció la zonificación del territorio rural en la que se distinguen ocho zonas homogéneas, denominadas unidades ambientales, cuyas características se relacionan con respecto a la capacidad de cada localidad para sostener actividades productivas, recargar el acuífero y conservar la biodiversidad.

Con el fin de aplicar las políticas ambientales señaladas, a continuación se describen las áreas clasificadas en la zonificación del Suelo de Conservación para instrumentar las acciones de gestión ambiental necesarias para mantener los servicios ambientales y fomentar el desarrollo rural:

#### **I. Forestal de Conservación.**

Zonas que se caracterizan por tener las mayores extensiones de vegetación natural, favorables por su estructura y función para la recarga del acuífero y la conservación de la biodiversidad. Son áreas que por sus características ecogeográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales que proporcionan a la población hacen imprescindible su conservación. Requieren que su uso sea planificado, controlado y racional para evitar su deterioro y asegurar su permanencia.

Las áreas clasificadas con esta zonificación corresponden a la parte boscosa de las Delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Gustavo A. Madero. Abarcan 33,155.5 ha (36.4% del Suelo de Conservación) y están constituidas principalmente por bosques de oyamel, pino y encino.

Por sus características, en los terrenos que poseen esta zonificación se debe aplicar una política de conservación a través de la identificación y decreto de nuevas Áreas Naturales Protegidas, la instrumentación de sus programas de manejo, y su inscripción en el Sistema de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal, fomentando la participación activa de comunidades, ejidos y pueblos de la zona para su manejo y administración, estableciendo la figura de Reserva Campesina para que en la protección y manejo del Área Natural Protegida participen en forma corresponsable.

Con el objetivo de asegurar la permanencia de los ecosistemas presentes en esta zonificación, se promoverán estudios, programas y proyectos para la conservación y restauración de los recursos naturales. Asimismo, se deberán diseñar y aplicar

programas de manejo para la conservación de las especies de flora y fauna silvestre; está estrictamente prohibido el desmonte y la caza.

## II. Forestal de Conservación Especial.

Ocupa una extensión de 3,210.7 ha que representan 3.6% del Suelo de Conservación. En esta área se desarrollan actividades productivas y turísticas que generan recursos económicos para los pueblos, ejidos y comunidades de estas zonas. Estas actividades deben ser reguladas para hacerlas compatibles con la importancia biológica y ambiental de la zona.

Los terrenos con esta zonificación se localizan y corresponden a las partes bajas de la Sierra de las Cruces, en las Delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras. Asimismo, se fomentará y apoyará el desarrollo de actividades productivas y de recreación compatibles con la conservación de las características naturales de la zona, compatibilizando su desarrollo con la conservación del bosque; se evitará el establecimiento de asentamientos humanos, así como la introducción de servicios e infraestructura que afecten los valores ecológicos de la zona.

### I. Forestal de Protección.

Esta zonificación abarca 6,985.5 ha (7.9% del Suelo de Conservación) y se distribuye principalmente en las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta, aunque existen pequeñas extensiones en casi todas las delegaciones rurales del sur del Distrito Federal. En la Delegación Milpa Alta, estas áreas constituyen la frontera forestal con las zonas en que se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias. En las demás delegaciones del surponiente, estas áreas tienen una relación territorial directa con el área urbana.

En estos terrenos se deberá evitar las prácticas que alteren la estructura y función del suelo y de los ecosistemas naturales; optimizar las condiciones de las áreas que forman parte de ecosistemas con altos valores ecológicos; fomentar el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, proteger y restaurar las subcuencas y cauces de los ríos, los sistemas de drenaje natural, así como prevenir y controlar la erosión de los suelos; evitar el desarrollo de la agricultura y ganadería en zonas con pendientes pronunciadas; fomentar e instrumentar técnicas de conservación de suelo y agua en las áreas que se desarrollen actividades agrícolas y pecuarias.

### II. Forestal de Protección Especial.

Esta zonificación ocupa 2,006.1 ha (2.3% del Suelo de Conservación) y se ubica principalmente en la Delegación Milpa Alta, así como en una pequeña parte de las delegaciones Tlalpan y Magdalena Contreras. Terrenos preferentemente forestales, con áreas que contienen vegetación natural en buen estado de conservación. En esta zonificación se desarrollan actividades productivas en mayor intensidad que requieren una regulación que permita su desarrollo en



función de los valores ambientales y ecológicos, que induzcan actividades de restauración ecológica y recuperación de la frontera forestal.

En estos terrenos, debido a la presencia de especies endémicas del Distrito Federal y al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, se requiere asegurar su permanencia a través de un manejo ambiental racional y planificado de los recursos naturales. Es imprescindible la conservación de los hábitat donde se encuentran distribuidas las especies endémicas y con otros estatus de protección; con el fin de evitar que las actividades pecuarias afecten pastizales se debe asignar sitios adecuados para el pastoreo, fomentando sistemas intensivos de pastoreo con semiestabulación y estabulación, mejorar los pastos para forraje ganadero e incrementar el cultivo de plantas nativas que consume el ganado; el cultivo de forraje para ganado se debe realizar en las partes planas de estos terrenos.

#### V. Agroforestal

Esta zonificación se ubica en todas las delegaciones, aunque la mayor parte se encuentra en las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan. La categoría abarca una superficie de 6,141.8 ha (6.9% del Suelo de Conservación), y es una zona de transición entre el bosque y las tierras de cultivo, con terrenos considerados preferentemente forestales, donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias con mayor intensidad. En estas zonas se deberá practicar usos intensivos que permitan desarrollar actividades productivas a través del uso múltiple del suelo, sin ocasionar impactos ambientales significativos. La regulación establecida orienta las actividades productivas en función de los valores ambientales y ecológicos de la zona; asimismo, fomenta la reconversión hacia uso forestal, propicia medidas para restituir el valor ecológico de áreas que han sufrido alteraciones por actividades productivas no planificadas; también, permite incorporar estos terrenos a la producción, con restricciones moderadas, fomentando el uso múltiple del suelo a través de sistemas agrosilvipastoriles acordes a la capacidad de uso del suelo; en el desarrollo de las actividades productivas se induce el desarrollo de acciones para evitar la contaminación del suelo y subsuelo; con el fin de abatir el deterioro y elevar la productividad de estos terrenos, se promoverá la utilización de desechos orgánicos para la producción de composta para uso como abono, se fomentará e instrumentará la reforestación de las áreas degradadas con especies nativas o propias de la zona.

#### VI. Agroforestal Especial

Zonificación localizada principalmente en la delegación Tlalpan, en las inmediaciones de la Sierra del Ajusco y el Volcán Pelado, ocupa una extensión de 5,084.3 ha (5.7% del Suelo de Conservación). Algunas áreas son de gran importancia ecológica, debido a la presencia de especies endémicas distribuidas principalmente en zacatonales. Esta categoría posee lugares que son preferentemente forestales, donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias con mayor intensidad.





Por estar ubicadas en los límites con la zona Forestal de Conservación, se establece una normatividad ambiental específica para hacer compatibles las actividades productivas que se desarrollan, con las funciones naturales del territorio. Asimismo, se deben conservar las áreas de distribución de las especies endémicas y bajo otro estatus de conservación e inducir acciones de restauración ecológica.

En esta zonificación se deberán ejecutar acciones y obras para la conservación de suelo y agua; promover el uso de desechos orgánicos en la producción de composta para abono; asignar sitios adecuados para el pastoreo, fomentando sistemas intensivos de pastoreo efectuando prácticas para la estabulación y semiestabulación del ganado; y evitar el establecimiento de asentamientos humanos.

#### VII. Agroecológica.

La zonificación Agroecológica está distribuida sobre las áreas de cultivo existentes, principalmente sobre las áreas bajas con poca pendiente. Ocupa 14,056.2 ha, lo que representan 15.9% del Suelo de Conservación y se encuentra distribuida en todas las delegaciones con Suelo de Conservación, especialmente en las Delegaciones Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan.

Esta categoría agrupó aquellas áreas con alto potencial para el desarrollo de actividades productivas agrícolas y pecuarias; en éstas áreas se deberá evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo y de los recursos naturales; en el desarrollo de las actividades productivas se deberán ejecutar técnicas de conservación del suelo y agua; se promoverá el uso de composta y abonos orgánicos, evitando al máximo el uso de productos químicos.

#### VIII. Agroecológica Especial.

Esta zonificación abarca 3,114.5 ha (3.5% del Suelo de Conservación y se distribuye sobre las zonas chinamperas de Xochimilco y Tláhuac, así como en los humedales de ambas delegaciones. Debido a su vulnerabilidad, estas áreas se aplica una regulación especial a fin de conservar estos terrenos por sus valores ecológicos, tradicionales y culturales. Se debe fomentar su conservación a través de la continuidad de los sistemas de manejo tradicionales; el mantenimiento de la hidrodinámica prohibiendo la interrupción del flujo y comunicación de los canales, y la reducción al máximo del uso de productos químicos para evitar la contaminación del suelo y agua.

Adicionalmente a las zonificaciones descritas anteriormente, se señalan e identifican en la zonificación normativa del PGOEDF a las Áreas Naturales Protegidas y a los Programas de Desarrollo Urbano vigentes, ya que en sus ámbitos de competencia son los Programas de Manejo y los Programas Parciales de Desarrollo Urbano, respectivamente, los instrumentos que define su regulación específica.

