

ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE TECHO



ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE TECHO

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN

**SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
BOGOTÁ D.C, 2023**

TABLA DE CONTENIDO

2.	EVALUACIÓN.....	13
2.1	CRITERIO BIOFÍSICO	13
2.1.1	Agua superficial	13
2.1.2	Calidad del agua	19
2.1.3	Caudal ecológico	25
2.2	CRITERIO ECOLÓGICO	25
2.2.1	Diversidad biológica.....	25
2.2.2	Conectividad ecológica.....	28
2.2.3	Conectividad estructural	29
2.2.4	Conectividad hídrica estructural	37
2.2.5	Rareza.....	42
2.2.6	Fragilidad	45
2.2.7	Naturalidad.....	51
2.2.8	Representatividad	78
2.2.9	Análisis a partir de la oferta ambiental	78
2.2.10	Análisis a partir del potencial biótico	83
2.3	CRITERIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.....	85
2.3.1	Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos.....	85
2.3.2	Recreación pasiva, educación e investigación	87
2.3.3	Participación y gobernanza	94
2.3.4	Desarrollos ilegales al interior del humedal de Techo	97
2.3.5	Caracterización del componente predial	98
2.3.6	Infraestructura y equipamientos	112
2.4	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	116
2.3.1	Servicios de provisión.....	116
2.3.2	Servicios de regulación.....	117
2.3.3	Servicios de soporte	119

2.3.4	Servicios culturales	126
2.5	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MANEJO	126
2.5.1.	Evaluación ecológica	130
2.5.2	Evaluación socioeconómica y cultural.....	134
2.5.3.	Planificación y gestión	137
2.5.4	Problemática ambiental	145
2.5.5	Resultados	162
2.6	REFERENCIAS.....	164

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM.	20
Tabla 2. Descripción de los índices ecológicos utilizados para la evaluación hidrobiológica.....	22
Tabla 3. Índices de diversidad humedal de Techo.	26
Tabla 4. Índices de diversidad para aves, humedal de Techo.	27
Tabla 5. Índices de diversidad para entomofauna, humedal de Techo.	27
Tabla 6. Coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras presentes en el humedal de Techo.....	29
Tabla 7. Elementos del paisaje e índices de conectividad.	33
Tabla 8. Matriz topológica de conectividad directa del humedal de Techo.....	40
Tabla 9. Escala de valoración de la conectividad directa para los nodos de la red.	41
Tabla 10. Matriz de rareza para el humedal de Techo.	42
Tabla 11. Clasificación de categorías de rareza de aves para el humedal de Techo.	44
Tabla 12. Clasificación del índice de vulnerabilidad y rangos de rareza para las aves del humedal de Techo.	44
Tabla 13. Especies de flora amenazadas para el humedal de Techo.	46
Tabla 14. Flora invasora del humedal de Techo.	47
Tabla 15. Especies amenazadas en el humedal de Techo. LC: Preocupación menor, VU: Vulnerable, EN: En peligro.	48
Tabla 16. Especies de fauna incluidas en apéndices CITES en el humedal de Techo.....	49
Tabla 17. Especies invasoras de fauna en el humedal de Techo	50
Tabla 18. Escalas de calificación de las variables de flora, fauna y tensionantes considerados en el índice de Naturalidad.	53
Tabla 19. Escalas de calificación para las distintas coberturas consideradas en el índice de Naturalidad.	54
Tabla 20. Datos de biodiversidad de flora y fauna para el cálculo del índice de naturalidad.	55
Tabla 21. Parámetro para medir el índice de naturalidad en el humedal de Techo.	56
Tabla 22. Escalas de naturalidad que permiten evaluar el estado de naturalidad del humedal.	58

Tabla 23. Tipología de niveles de naturalidad.....	61
Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.....	63
Tabla 25. Cálculo de naturalidad del área buffer a partir de información cartográfica.	76
Tabla 26. Cálculo de naturalidad del área legal humedal de Techo a partir de información cartográfica.....	76
Tabla 27. Cálculo de naturalidad del área legal del humedal + área buffer de 50 m de ancho.....	77
Tabla 28. Criterios de calificación para la oferta ambiental en franja acuática.	79
Tabla 29. Oferta ambiental en la franja acuática y semiacuática del humedal de Techo.....	80
Tabla 30. Criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.	81
Tabla 31. Calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.	82
Tabla 32. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de Techo. Comparación entre SDA (2008) y la presente actualización del PMA.	83
Tabla 33. Escala de calificación para el potencial biótico de aves acuáticas para humedales.	84
Tabla 34. Criterios de evaluación del número de eventos y participantes en el humedal de Techo.	86
Tabla 35. Resultado de evaluación del número de eventos y de participantes representativos por año en el humedal de Techo.	87
Tabla 36. Escala de calificación para recorridos interpretativos en el humedal/año.	89
Tabla 37. Relación de recorridos interpretativos en el humedal en 2018, 2019 y 2021.....	89
Tabla 38. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.	90
Tabla 39. Relación de acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019 y 2021.	90
Tabla 40. Escala de calificación para acciones pedagógicas en colegios/año.	90
Tabla 41. Relación de acciones pedagógicas en colegios en 2018, 2019 y 2021....	91

Tabla 42. Escala de calificación para participantes en acciones pedagógicas en colegios /año.....	91
Tabla 43. Relación de participantes en acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019 y 2021.	92
Tabla 44. Escala de calificación para monitoreos participativos en el humedal/año.	92
Tabla 45. Relación de monitoreos participativos en el humedal en 2018, 2019 y 2021.....	93
Tabla 46. Escala de calificación para proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha/año.	93
Tabla 47. Relación de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha en 2018, 2019 y 2021.	94
Tabla 48. Rangos de evaluación del número de mesas territoriales y participantes adelantadas por años en el humedal de Techo.....	95
Tabla 49. Resultados de evaluación del número de mesas y participantes en mesas territoriales en el humedal de Techo.	96
Tabla 50. Cálculos de áreas de afectación por viviendas y tramos viales en el humedal de Techo.	98
Tabla 51. Áreas de afectación por desarrollo urbano para diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo (Acotado por la EAB-ESP (antes EAAB-ESP) bajo la Resolución EAAB 250 de 1994 mediante el cual establece las coordenadas definidas para el humedal de Techo.	107
Tabla 52. Estado de construcción al interior del humedal de Techo durante los años 2001, 2009, 2013 y 2022.	108
Tabla 53. Escala de calificación desempeño de la infraestructura y los equipamientos.	113
Tabla 54. Valoración estado y frecuencia de infraestructura.....	113
Tabla 55. Métricas seleccionadas para la construcción del índice de integridad del hábitat (IIH).	119
Tabla 56. Puntajes de las variables consideradas para la estimación del índice de integridad del hábitat IIH.	120
Tabla 57. Puntajes del IIH. Índice de Integridad de Hábitat.	122
Tabla 58. Valores promedio de variables fisicoquímicas seleccionadas para el cálculo del IIH.	125

Tabla 59. Valoración para las métricas evaluadas en el IIH para el humedal de Techo.....	125
Tabla 60. Matriz base para la evaluación de la efectividad del manejo.....	128
Tabla 61. Escala de Calificación.....	130
Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.	130
Tabla 63. Integración de los elementos para la evaluación Socioeconómica y Cultural en el humedal de Techo.	134
Tabla 64. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de Techo.	137
Tabla 65. Evaluación del avance en la implementación del plan de acción del PMA vigente para el humedal de Techo.	141
Tabla 66. Parámetro para evaluar los tensionantes.....	146
Tabla 67. Escala de valoración de tensionantes.....	146
Tabla 68. Desarrollos urbanísticos ilegales al interior del humedal de Techo por parte de habitantes del barrio Lagos de Castilla.	148
Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.	156
Tabla 70. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022.....	160
Tabla 71. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022.Escala de calificación cualitativa para el resultado general obtenido para el humedal.....	163
Tabla 72. Resultado final evaluación efectividad del manejo en el humedal de Techo	163

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista aérea del área de drenaje del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	15
Figura 2. Variación del índice ONI desde 1990 a enero de 2022. Fuente: https://ggweather.com/enso/oni.htm	16
Figura 3. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo un evento ENSO - Niña. Fuente: Elaboración propia.	16
Figura 4. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo un evento ENSO – Niño. Fuente: Elaboración propia.	17
Figura 5. Cambios proyectados en la precipitación para el humedal de Techo en el periodo 2011 - 2040 en Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.	18
Figura 6. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo escenario de cambio climático. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 7. Evolución del Índice de calidad del agua para humedales (ICA-HUM) en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con base en SDA (2021a) y SDA (2022b).	21
Figura 8. Valores del índice de Shannon - Wiener para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).	23
Figura 9. Valores del índice de dominancia de Simpson para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).	23
Figura 10. Valores del índice de equidad de Pielou para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).	23
Figura 11. Contexto general humedal de Techo dentro del conector ecosistémico subcuenca del río Fucha. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021.	31
Figura 12. Disponibilidad de hábitat en el área de influencia del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021 y JBB 2022.	35
Figura 13. Áreas de interés para la conectividad ecológica en el área de influencia del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021 y JBB, 2022.	36
Figura 14. Grafo representativo de la red del humedal de Techo. Se observan las direcciones de flujo del sistema pluvial que aporta al humedal. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 15. Comparación de la escala de naturalidad del humedal de Techo con relación a los datos valorados en el sitio Ramsar complejo de humedales urbanos del Distrito Capital	

de Bogotá SDA y CAR (2023). Siglas: COR (humedal Córdoba), CON (humedal La Conejera), JAB (humedal Jaboque), VAC (humedal de La Vaca), TUN (humedal del Tunjo), BUR (humedal del Burro), TIBJA (humedal Tibabuyes – Juan Amarillo), TORGUA (humedales de Torca y Guaymaral), CAP (humedal de Capellanía), SML (humedal de Santa María del Lago). Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 16. Geomorfología empleada para la naturalidad del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 17. Suelos empleados para la naturalidad del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 18. Tratamiento urbanístico del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	67
Figura 19. Coberturas de la tierra humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	69
Figura 20. Mapa de naturalidad del humedal de Techo y su área de influencia directa. Fuente: Elaboración propia.	74
Figura 21. Escala de naturalidad del humedal de Techo y su área de influencia directa. Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 22. Número de eventos y participantes en eventos en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	87
Figura 23. Gráficas de evaluación del número de Mesas Territoriales por año. Fuente: Elaboración propia.	95
Figura 24. Polígono de afectación por ocupación predial y tramos viales sobre el humedal de Techo. Fuente: Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.	97
Figura 25. Fotografía aérea 320, 369, vuelo 1131, año 1990 – humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída del Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.	99
Figura 26. Fotografía aérea 0080, vuelo 1183, año 1992 – humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída del Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.	100
Figura 27. Fotografía aérea 0080, vuelo 1183, año 1992. Inicios de construcción de tramos viales al interior del actual humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.	100
Figura 28. Ortofoto mapa, año 1998 – humedal de Techo. Análisis Año 2001 (Imagen Satelital). Fuente: Imagen extraída Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.	101
Figura 29. Identificación de predios construidos al interior del humedal de Techo para el año 2001. Fuente: Elaboración propia.	103
Figura 30. Ortofoto mapa año 2009 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	104
Figura 31. Ortofoto mapa año 2013 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	105
Figura 32. Ortofoto mapa año 2022 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	106

Figura 33. Predios en proceso de construcción. Fuente: Elaboración propia.	107
Figura 34. Ocupación de lotes en los diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	108
Figura 35. Desarrollo ilegal para los para diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 36. Altura de las construcciones en el año 2022 al interior del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 37. Relación número de predios afectados por el humedal de Techo sobre número de pisos construidos en cada predio. Fuente: Elaboración propia.	111
Figura 38. Tramos viales al interior del humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída de Google Street View 2022.	111
Figura 39. Construcciones al interior del humedal de Techo. Fuente Elaboración propia.	112
Figura 40. Valoración del estado de la infraestructura. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 41. Valoración frecuencia uso de infraestructura. Fuente: Elaboración propia.	114
Figura 42. Valoración estado de equipamientos. Fuente: Elaboración propia.	115
Figura 43. Valoración frecuencia uso de equipamientos. Fuente: Elaboración propia.	115
Figura 44. Cambios en la cobertura del cuerpo de agua en el humedal de Techo entre los años 2009 y 2021. Fuente Elaboración propia.	122
Figura 45. Coberturas impermeables en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	123
Figura 46. Cobertura de materia orgánica dentro del humedal de Techo. Fuente Elaboración propia.	124
Figura 47. Avance en la implementación del plan de acción del humedal de Techo PMA aprobado en 2009. Fuente: Elaboración propia.	144
Figura 48. Porcentaje de ejecución de las estrategias definidas en la Política Pública Distrital de Humedales del Distrito Capital a través del plan de acción del PMA del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.	145
Figura 49. Tensionantes reportados en el humedal de Techo durante el periodo comprendido entre octubre de 2021 y octubre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	147
Figura 50. Registro fotográfico de algunas construcciones ilegales reportadas al interior del humedal de Techo en 2021. Fuente: Fotografías tomadas por SDA, 2021.	149
Figura 51. Elementos fragmentadores reales y potenciales al interior del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia, modificado de Google Maps.	150
Figura 52. Ubicación de conexiones erradas corregidas (puntos verdes en el mapa) reportadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Fecha de consulta: 28/11/2022). Fuente: https://eabsigue.maps.arcgis.com/apps/dashboards/817b6d29a1c24135bf9a3777933750d4	151

Lista de Siglas

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

EAAB: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá

EEP: Estructura Ecológica Principal

ICA: Índice de Calidad de Agua

PMA: Plan de Manejo Ambiental

PMAE: Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes

RDH: Reserva Distrital de Humedal

SDA: Secretaría Distrital de Ambiente

SIGAU: Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano

SPPA: Subdirección de Políticas y Planes Ambientales

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

VOC: Valor Objeto de Conservación

2. EVALUACIÓN

Según los lineamientos y directrices enmarcadas en la Convención de Ramsar y en la normatividad nacional vigente, como la Resolución MADS 196 de 2006 y en lo establecido en el PMA del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá aprobado mediante la Resolución Conjunta CAR-SDA No. 37 de 2023, el proceso de evaluación para la actualización del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del área protegida humedal de Techo, se adelantó mediante la aplicación de criterios (biofísico, ecológico, socioeconómico y cultural) y parámetros concernientes a diferentes aspectos relevantes del humedal, así como la evaluación de los servicios ecosistémicos y de la efectividad del manejo, mediante la construcción y aplicación de indicadores que permitieron generar una valoración del estado actual del humedal de Techo.

2.1 CRITERIO BIOFÍSICO

En la presente sección se evaluó el componente hídrico del humedal de Techo mediante una aproximación a la disponibilidad de agua que tiene para la conservación de sus componentes, procesos y servicios ecosistémicos.

2.1.1 Agua superficial

De acuerdo con la caracterización hidrográfica del humedal de Techo, la sectorización del humedal hace que cada uno de los sectores dependan independientemente de diferentes fuentes. El sector noroeste depende principalmente del aporte de aguas subterráneas y de la escorrentía directa que cae sobre el área del sector. El sector suroeste depende únicamente de la escorrentía directa sobre el área del sector, mientras que el sector sureste depende de las aguas de escorrentía captadas por el sistema de alcantarillado pluvial que ingresa a través de dos colectores que captan el agua de un área aferente de 1,01 km².

En términos del ciclo hidrológico, el agua que precipita principalmente se convierte en escorrentía teniendo en cuenta que cerca del 95% del área de aporte está impermeabilizada (tejido urbano continuo – ver Figura 1), escorrentía que se canaliza por el sistema de alcantarillado, por lo que el balance hídrico en el humedal, representado por las cantidades de precipitación y evapotranspiración constituyen una representación aproximada de la disponibilidad de agua.

Teniendo en cuenta el efecto que tienen los fenómenos de variabilidad climática y de cambio climático en el comportamiento de la precipitación y la evapotranspiración a continuación se realiza un análisis sobre el efecto de ambas condiciones para la disponibilidad hídrica en el humedal de Techo.

2.1.1.1 Efecto de la variabilidad climática

Como bien expone Poveda (2004), la variabilidad climática global a una escala interanual está fuertemente controlada por la ocurrencia del evento El Niño / Oscilación del Sur (ENSO, por sus siglas en inglés), el cual tiene una fase cálida llamada El Niño, en la que se presenta un aumento de las temperaturas superficiales del mar, en particular sobre el centro y el oriente del Pacífico tropical, lo cual conduce a alteraciones en los patrones de circulación de vientos, de presiones atmosféricas superficiales y de precipitación sobre todo el Océano Pacífico. La Niña por su parte, es la fase fría del ENSO.

El efecto del ENSO en Bogotá está representado por la reducción en los niveles de precipitación con una probabilidad de reducción de hasta el 80% cuando ocurre un evento Niño, a diferencia del evento Niña cuando ocurre un aumento notorio en los niveles de precipitación con una probabilidad de aumento de alrededor del 80% (Ruiz & Escobar, 2012).

El índice Niño Oceánico (ONI en inglés) es una medida de la condición del ENSO, el cual es la principal medida para hacer seguimiento y predecir un evento ENSO, y se compone de tres fases: Valores positivos del ONI mayores o iguales a $+0.5^{\circ}\text{C}$ durante tres meses continuos representa la ocurrencia de un evento Niño; la Niña, caracterizada por valores negativos del ONI menores o iguales a -0.5°C durante tres meses continuos; y la fase neutra que presenta valores del ONI entre -0.5°C y $+0.5^{\circ}\text{C}$ (Trenberth, 1997).

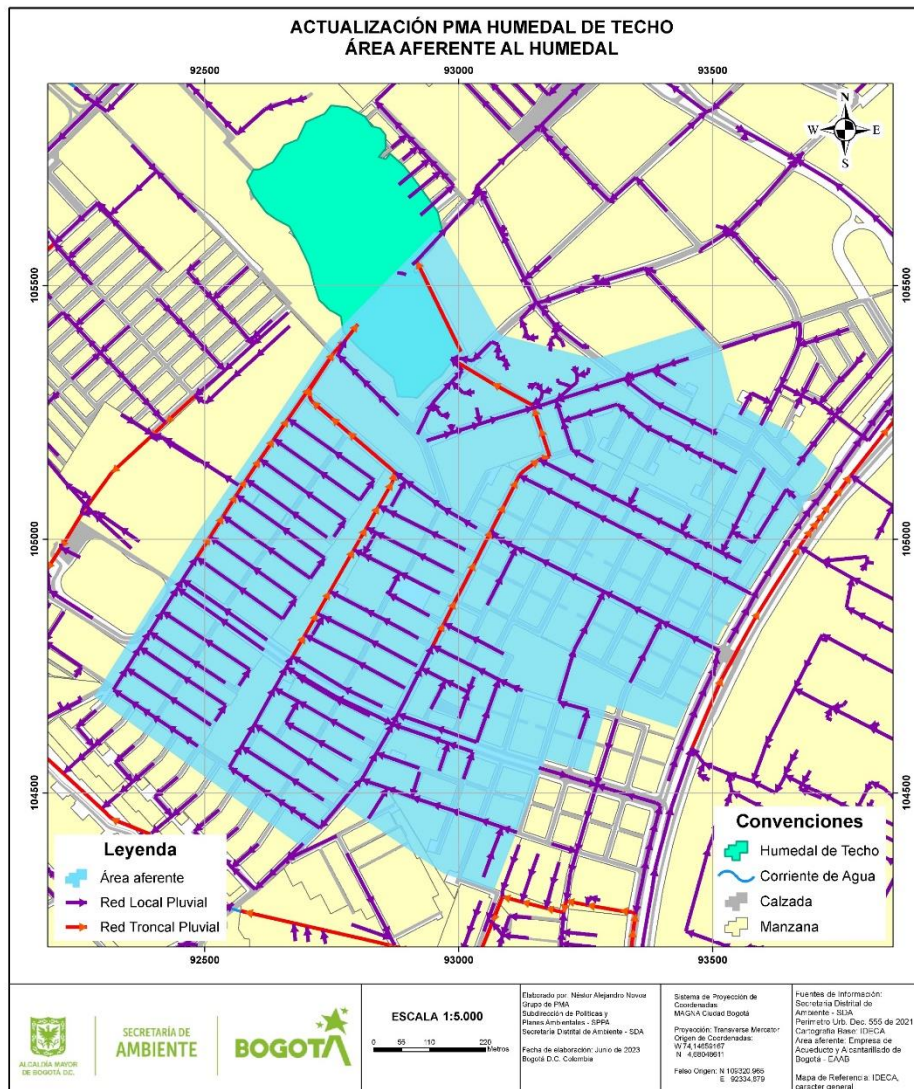


Figura 1. Vista aérea del área de drenaje del humedal de Techo. Fuente:
Elaboración propia.

De acuerdo con los reportes que realiza la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), desde 1990 se han presentado eventos alrededor de seis eventos Niño de importancia, entre los que se destacan los ocurridos entre 1991-1992, 1997-1998 y 2015-2016. Para los casos de los eventos Niña se tienen igualmente reportes de seis de importancia, de los que se destacan los ocurridos entre 1998-1999, 1999-2000, 2007-2008 y 2010-2011 (Figura 2).

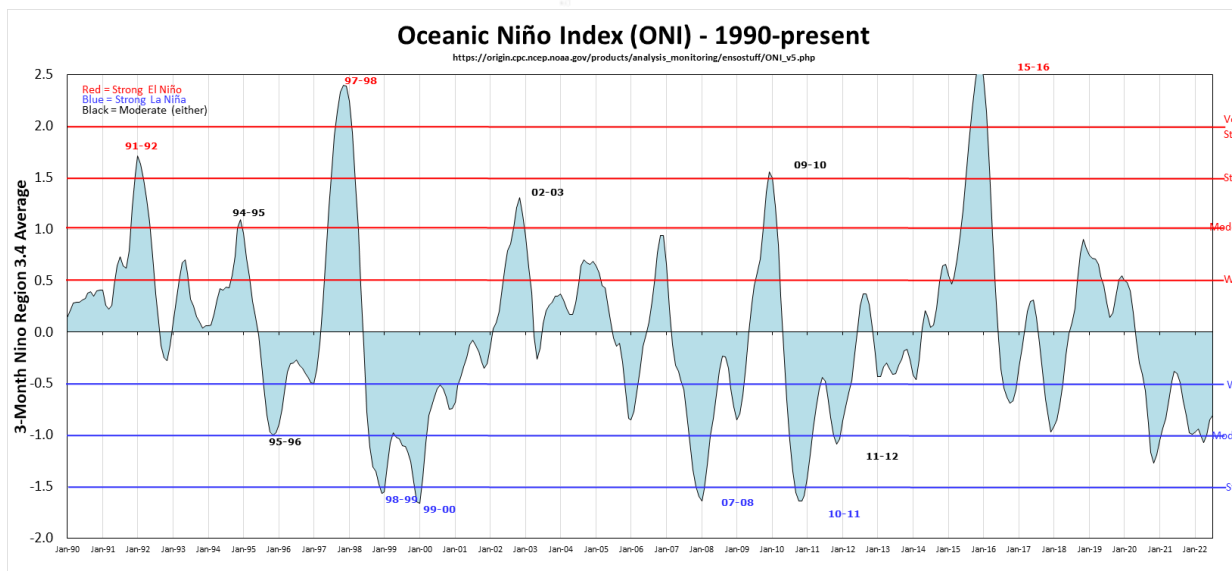
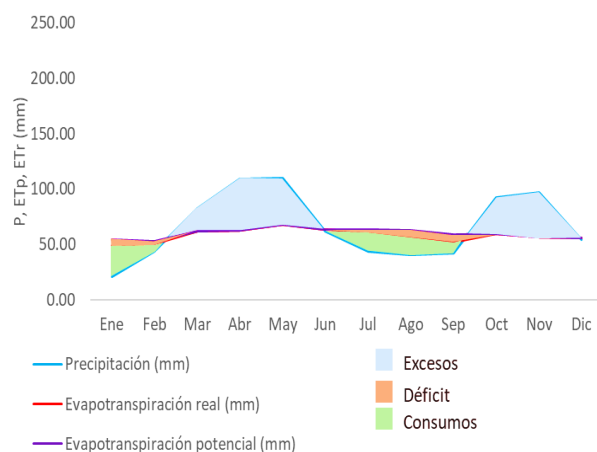
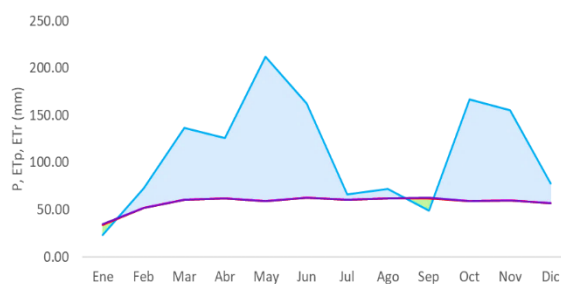


Figura 2. Variación del índice ONI desde 1990 a enero de 2022. Fuente: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>

Tomando como referencia el balance hídrico promedio realizado en el capítulo de descripción, y al compararlo con años Niño y Niña respectivamente se evidencia el impacto representativo en el comportamiento de la precipitación, generando altos excesos de agua en casi todo el año para el evento Niña, y mayores periodos de déficit y una reducción significativa en los excesos para los años en los que se presentan eventos Niño, como se muestra respectivamente en la Figura 3 y en la Figura 4.



a) Año normal



b) Año Niña (2008)

Figura 3. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo un evento ENSO - Niña. Fuente: Elaboración propia.

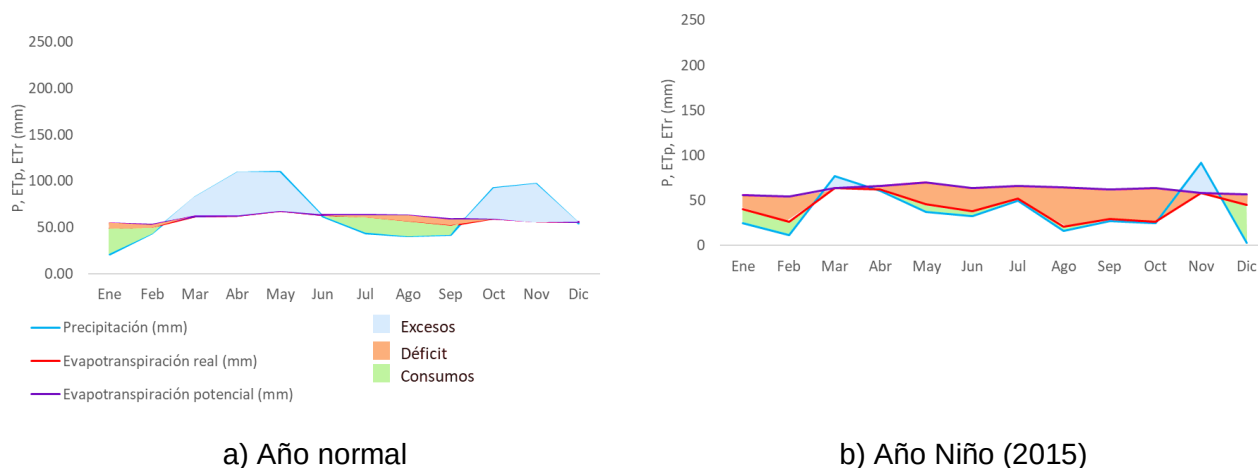


Figura 4. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo un evento ENSO – Niño. Fuente: Elaboración propia.

El efecto de esta amplia variabilidad que se presenta por un fenómeno que ha mostrado tener una recurrencia entre 4 – 5 años, muestra la necesidad de garantizar un adecuado manejo de los eventos extremos en un humedal como Techo, cuya dependencia principal de las aguas lluvia, hace relevante su papel de amortiguador de crecientes, cuando se evidencian excesos tan considerables en eventos Niña, y a su vez la supervivencia de las diferentes especies que habitan en el humedal bajo eventos de sequía asociados a eventos niño tan fuertes como el ocurrido en 2015.

2.1.1.2 Análisis de impacto de cambio climático

La disponibilidad de agua puede verse igualmente afectada por los efectos del cambio climático de las próximas décadas, tanto en las condiciones promedio, como en la frecuencia de ocurrencia y magnitud de los eventos extremos.

Para evaluar esta amenaza se utilizó la información de los escenarios¹ de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] et al. 2015) para Bogotá y la sabana de Bogotá en el periodo 2011-2100. Estos fueron elaborados siguiendo metodologías propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), con base en los escenarios de forzamiento radiativo² dados por los Caminos Representativos de Concentración de

¹ Descripción coherente, internamente consistente y convincente de un posible estado futuro del mundo. No es un pronóstico, sino una imagen alternativa de cómo el futuro puede revelarse” (IDEAM et al., 2015).

² “Cambio impuesto en el balance radiactivo de la Tierra, dado por cualquier cambio en la radiación entrante o saliente de un sistema climático” (IDEAM et al., 2015).

Emisiones de GEI (RCP, por sus siglas en inglés) 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5, y tomando como clima de referencia (clima presente) el periodo 1976-2005 (IDEAM et al. 2015).

Para Bogotá, en cuanto a la variación de la temperatura media anual, se espera que para 2040 se incremente en 0,25°C en la zona rural y 0,65°C en el área urbana (SDA, 2022d). Con respecto a las precipitaciones, también se prevén aumentos en el porcentaje de cambio principalmente, con variaciones a lo largo del territorio ocasionadas por la misma orografía de la ciudad, pronosticando un aumento en el porcentaje de las lluvias de hasta en un 35% para 2040 hacia el occidente, mientras que en los cerros orientales se prevé un importante descenso de hasta 15% (Figura 5).

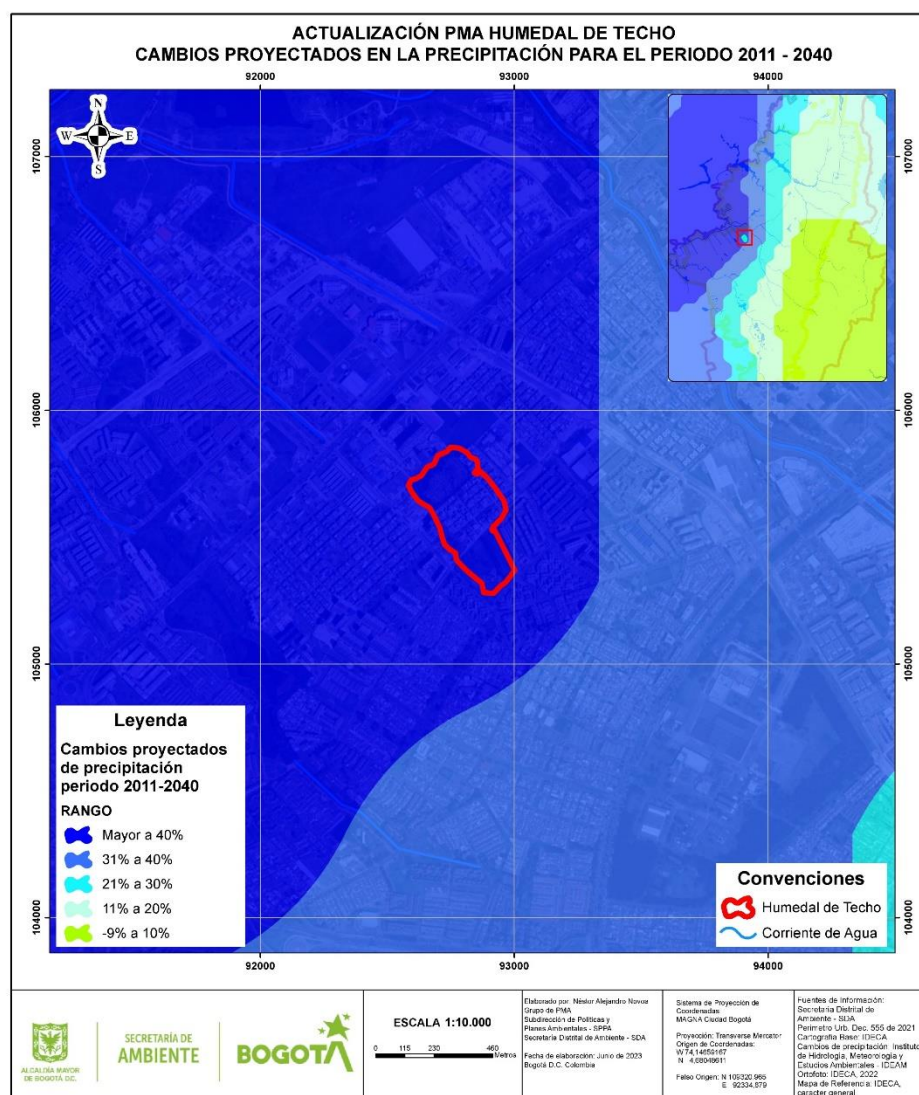
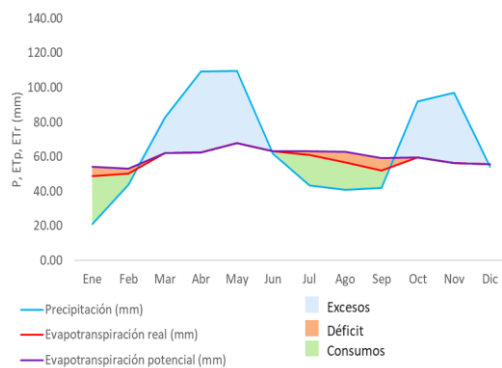
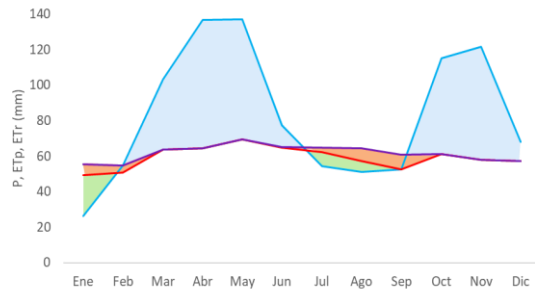


Figura 5. Cambios proyectados en la precipitación para el humedal de Techo en el periodo 2011 - 2040 en Bogotá. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al., 2015.

Teniendo en cuenta este escenario, para el humedal de Techo, se estima un aumento en la temperatura de $0,65^{\circ}\text{C}$ y en la precipitación del 25%, con lo que se estimó el efecto sobre el balance hídrico del humedal, evidenciando una importancia relevante en los excesos de agua ocasionados por el aumento en la precipitación, y un déficit más notorio en los meses más secos del año, comparado con las condiciones actuales, asociado a una reducción en la evapotranspiración real esperada en el humedal, como se muestra en la Figura 6.



a) Condición actual



b) Escenario de cambio climático temperatura $+0.65^{\circ}\text{C}$ y precipitación +25%

Figura 6. Variación del balance hídrico en el humedal de Techo bajo escenario de cambio climático.
Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Calidad del agua

2.1.2.1 Calidad del agua superficial del humedal

La evaluación del parámetro de calidad del agua se realizó teniendo en cuenta tanto las condiciones fisicoquímicas como hidrobiológicas, buscando aprovechar la información disponible para reflejar en forma integral el estado del humedal.

Desde el punto de vista fisicoquímico se presenta una aproximación desde la información disponible sobre la calidad del agua del sistema hídrico urbano del Distrito Capital, con base en el análisis del Índice de Calidad del Agua desarrollado para los humedales del distrito (ICA-HUM) empleado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA, 2019). Desde el punto de vista hidrobiológico se presenta una aproximación basada en la bioindicación a partir de la información existente sobre composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas presentes.

2.1.2.2 Condiciones fisicoquímicas

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), junto con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) mediante el convenio interadministrativo No SDA-SECOPII-712018 adelantó el monitoreo fisicoquímico del agua superficial en catorce (14) humedales del distrito, durante los años 2019 y 2020, con muestreos en épocas de baja precipitación en la ciudad.

Los resultados del muestreo fueron presentados mediante informe final en mayo de 2021 (SDA, 2021a), a partir de los cuales se realizó el cálculo del índice ICA-HUM, desarrollado para los humedales en Bogotá (SDA, 2019), los cuales se complementaron mediante la estimación del índice para los monitoreos realizados en el año 2021 en el marco del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE) de la SDA (SDA, 2022a).

El índice considera los parámetros de: porcentaje de saturación de oxígeno, pH, temperatura del agua, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), conductividad, fósforo total, sustancias activas al azul de metileno (SAAM), y nitrógeno total de Kjeldahl (NTK). El ICA-HUM establece cinco categorías de calidad acorde con los quintiles de los datos recopilados para su desarrollo. En la Tabla 1, se muestra la clasificación de la calidad del agua que varía de 0 a 100, según el índice:

Tabla 1. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM.

Calidad	Valor WQI	Definición
Excelente	$80.65 < \text{ICA-HUM} < 100$	El agua no presenta contaminación, las condiciones son altamente favorables para el ecosistema
Buena	$69.33 < \text{ICA-HUM} < 80.64$	El agua satisface el uso para conservación de fauna y flora, presenta niveles de contaminación bajos.
Aceptable	$60.38 < \text{ICA-HUM} < 69.32$	Algunos de los parámetros se hallan en el límite o exceden los criterios de calidad, sin embargo, las condiciones son parcialmente favorables para el desarrollo de la fauna y flora.
Pobre	$49.23 < \text{ICA-HUM} < 60.37$	El humedal presenta un grado medio de contaminación, el agua debe ser potencialmente tratada, se presume que existen vertimientos de aguas residuales al ecosistema.
Muy Pobre	$0 < \text{ICA-HUM} < 49.22$	El agua presenta niveles de contaminación altos y muestra condiciones que no son favorables para la vida acuática.

Fuente: Elaboración propia. Información obtenida de: SDA (2019).

De acuerdo con el cálculo del ICA-HUM para cada uno de los puntos de monitoreo del humedal de Techo, los cuales solamente han sido aplicados en el sector nororiental del humedal, las condiciones de calidad se muestran según la escala de colores empleada en la Tabla 1, para los últimos años en la Figura 7.



a) Año 2017



b) Año 2019



c) Año 2020



d) Año 2021

Figura 7. Evolución del Índice de calidad del agua para humedales (ICA-HUM) en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con base en SDA (2021a) y SDA (2022b).

Puede evidenciarse que las condiciones de calidad en el humedal han venido mejorando en los últimos años, presentando el menor las peores condiciones de calidad en el monitoreo realizado en el año 2017, donde la caracterización de los parámetros fisicoquímicos arrojó unas condiciones calidad muy pobre, las cuales mejoraron considerablemente para el año 2021, manteniendo condiciones apropiadas de calidad del agua para garantizar la conservación de flora y fauna.

2.1.2.3 Parámetros hidrobiológicos

Las comunidades bióticas acuáticas se valoran con el objetivo de conocer el estado del cuerpo de agua, ya que las alteraciones en los sistemas acuáticos se ven reflejadas en daños sobre la condición y el funcionamiento de dichas comunidades, entre ellos están la pérdida de grupos sensibles y los cambios en la estructura y composición de las comunidades (Fundación Omacha e Instituto Humboldt, 2015). Algunos grupos biológicos particulares son

capaces de tolerar alteraciones a distintos niveles, estos grupos son importantes porque se convierten en bioindicadores de la calidad del agua.

Teniendo en cuenta lo anterior, la evaluación de la calidad del agua del humedal de Techo presenta el análisis de la información sobre las 4 comunidades hidrobiológicas caracterizadas en la sección de Limnología del capítulo de Descripción: fitoplancton perifiton, zooplancton y macroinvertebrados, incluyendo índices ecológicos, composición y bioindicación de los diferentes grupos. Los datos analizados provienen de SDA (2021a).

Los índices ecológicos utilizados fueron la diversidad de Shannon-Wiener (H'), la equidad de Pielou (J') y la dominancia de Simpson (D). El rango de valoración de cada uno, así como su respectiva interpretación se consignan en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los índices ecológicos utilizados para la evaluación hidrobiológica.

Índice	Rango	Interpretación	Referencia
Shannon-Wiener (H')	0 – $\ln S$, donde S es el número de especies. Normalmente se encuentra entre 1 y 5	Valores menores a 2 indican una diversidad baja, entre 2 a 3,5 media y por encima de 3,5 una alta diversidad. También se considera que cuando es superior a 3, el agua se encuentra limpia, valores entre 1 y 3 indican un agua ligeramente contaminada y por debajo de 1 indica un agua intensamente contaminada.	Margalef (1972) Pinilla (2010)
Equidad de Pielou (J')	0 - 1	Medición de la diversidad observada vs. la máxima esperada, donde 1 es una abundancia igual de todas las especies y 0 es una ausencia de uniformidad.	Magurran (1988) como se cita en Moreno (2001)
Dominancia de Simpson (D)	0 - 1	Valores cercanos a 0 indican poca dominancia por parte de unas pocas especies y por ende mayor diversidad. Valores más cercanos a 1 indican una mayor probabilidad de que la muestra esté dominada por una sola especie	SDA (2021b)

Fuente: Elaboración propia con base en las referencias citadas en la propia tabla.

Los valores obtenidos para cada índice ecológico se muestran en las Figuras 8, 9 y 10, discriminadas por comunidad hidrobiológica, año y punto de muestreo (para ubicar los puntos de muestreo).

Índice de Shannon - Wiener (H')

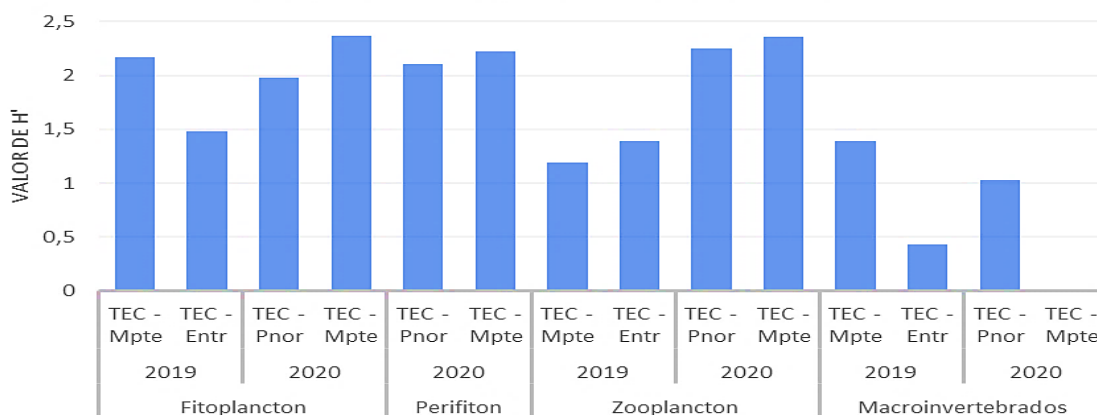


Figura 8. Valores del índice de Shannon - Wiener para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).

Dominancia de Simpson (D)

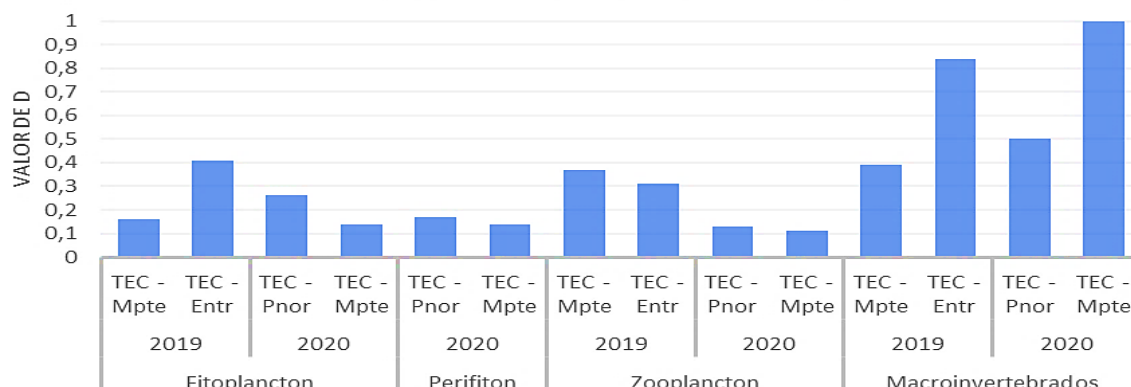


Figura 9. Valores del índice de dominancia de Simpson para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).

Equidad de Pielou (J')

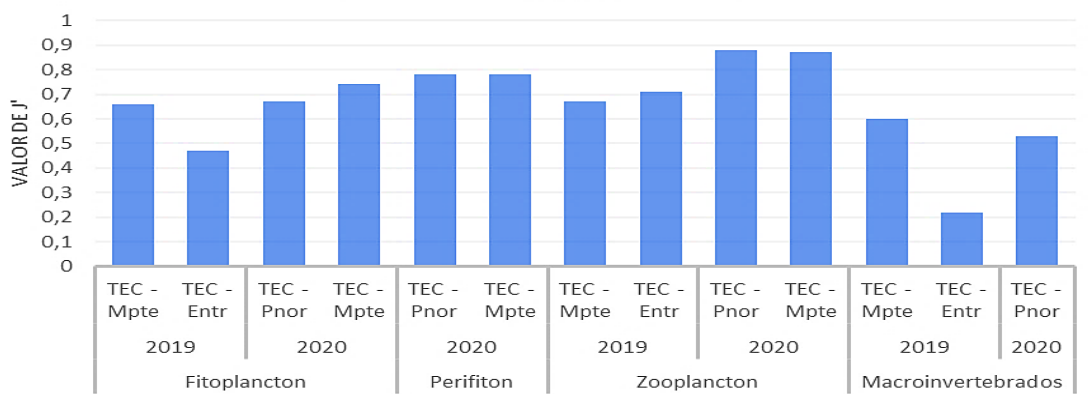


Figura 10. Valores del índice de equidad de Pielou para las comunidades hidrobiológicas del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con datos de SDA (2021a).

El análisis de la composición y bioindicación de las comunidades hidrobiológicas tiene en

cuenta los datos presentados en el capítulo de Descripción, sección Limnología. La composición de las comunidades de fitoplancton, perifiton, zooplancton y macroinvertebrados cambia del año 2019 a 2020 debido posiblemente a cambios estacionales o temporales, a pesar de que en ambos años los muestreos se realizaron en épocas secas. Sin embargo, este cambio de abundancias y riqueza de especies puede deberse también a una variación espacial, al no considerarse exactamente los mismos puntos de muestreo de un año a otro, lo cual remarca la importancia de un monitoreo estandarizado cuyos resultados puedan ser comparables en el tiempo.

En cuanto a la bioindicación, los grupos predominantes del zooplancton y los macroinvertebrados son indicadores de ambientes eutróficos y de alto enriquecimiento con materia orgánica, lo cual concuerda con los parámetros medidos en SDA (2021a) que indican un ambiente eutrófico a hipereutrófico, con alta carga de materia orgánica y un nivel bajo de oxígeno disuelto. Sin embargo, estas condiciones no fueron completamente reflejadas por el fitoplancton debido a que sus grupos más abundantes como *Cryptomonas* y *Fragillaria* reflejan condiciones más de mesotrofia, y grupos como las euglenas que sí son de ambientes eutróficos sólo fueron mayoritarias en puntos con mayor cantidad de materia orgánica. Por su parte, la comunidad del perifiton reflejó una alta mineralización del agua, parámetro que efectivamente fue alto según SDA (2021a).

Respecto a los índices ecológicos, en general se puede observar que la mayoría de los puntos presentaron una diversidad de Shannon-Wiener superior o cercana a 2 (Figura 8), la cual en general se interpreta como una diversidad media e indica que el agua está ligeramente contaminada (Tabla 1), lo cual se corresponde con la calificación del ICA-HUM. De igual manera, para las 4 comunidades la dominancia de Simpson mostró valores bajos (0,1) a moderados (0,5) (Figura 9), indicando que en general no existen especies que dominen a pesar de que a nivel de división o clase sí haya una alta disparidad en las abundancias para algunas comunidades como el perifiton y el zooplancton (Ver capítulo de Descripción, sección de Limnología). En cuanto a los valores de equidad de Pielou, se presentaron valores medios (cerca de 0,5) a altos (cerca de 0,9) (Figura 10) para las 4 comunidades, lo que indica una uniformidad de los individuos en las distintas especies.

En la mayoría de los casos, el punto Entrada (TEC – Ent) representó valores muy diferentes al resto, es decir una alta dominancia y baja diversidad y equidad, este punto también fue el que presentó los valores más bajos en la calidad del agua (SDA, 2021a). El punto Mirador del Puente (TEC – Mpte) sólo presentó una especie de macroinvertebrado para el muestreo de 2020, lo cual es un dato atípico que causó que para esta comunidad la diversidad y equidad

fuera nulas y la dominancia fuera absoluta. A nivel general, en el humedal de Techo existe una aparente relación directa entre la calidad de agua y la estructura de las comunidades, a excepción de los macroinvertebrados, por lo que su monitoreo periódico es importante para detectar alteraciones en el cuerpo de agua.

2.1.3 Caudal ecológico

El mantenimiento del funcionamiento y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y su provisión de servicios ecosistémicos depende directamente del volumen de agua necesario en términos de calidad, cantidad, duración y estacionalidad, lo que define el Decreto Nacional 3930 de 2010 y el Decreto Distrital 050 de 2018 como el caudal ecológico de un cuerpo hídrico.

Desde el año 2019, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) viene adelantando estudios y diseños para la recuperación del caudal ecológico en los humedales Distritales, sin embargo a la fecha de elaboración de la actualización del Plan de Acción del humedal de Techo, no se cuenta con los resultados de la consultoría, por lo que resulta importante garantizar la estimación del caudal ecológico del humedal, con el fin de identificar la necesidad de implementar acciones que garanticen las condiciones de entrada de agua en cantidad, calidad, duración y estacionalidad necesarias para el funcionamiento y resiliencia del ecosistema acuático.

2.2 CRITERIO ECOLÓGICO

En la presente sección se evaluaron los parámetros de diversidad biológica, conectividad ecológica (a través del análisis de la conectividad hídrica estructural), rareza, fragilidad, naturalidad, representatividad, análisis a partir de la oferta ambiental y a partir del potencial biótico.

2.2.1 Diversidad biológica

La diversidad es un término el cual se viene acuñando desde la década de los 80 para referirse a la diversidad biológica, la cual se define como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (CDB, 1992). Este criterio es de gran utilidad en la toma de decisiones con el fin de generar mecanismos concretos de protección de las especies y sus ecosistemas.

2.2.1.1 Índices de diversidad flora

Para el presente análisis de diversidad se tomó como base los datos aportados por el equipo de monitoreo de la biodiversidad de la Subdirección de Ecosistema y Ruralidad en SDA (2021b). Los valores de Diversidad de Margalef indican que la diversidad específica es baja para todas las coberturas, puesto que esta escala indica que para valores inferiores a 2 refiere a ecosistemas muy antropizados y de baja diversidad específica, por el contrario, valores superiores a 5 a ecosistemas más conservados y con gran diversidad. Se observa que las coberturas de pastos enmalezados y plantaciones forestales presentan valores de 2,66 y 2,63 respectivamente, siendo estos los valores más altos encontrados.

Los valores para el índice de *Shannon_H* establecen que la diversidad es baja para todas las coberturas, puesto que este indica que valores inferiores a 2 representa poblaciones con baja diversidad, para valores entre 2 y 3 represente a una población normal y mayores a 3 representa comunidades más diversas, en este caso se encontró que los valores más altos fueron los de las plantaciones forestales con 1,19 y pastos enmalezados con 1,74.

El Índice de Simpson tiene una escala de 0 a 1 en donde valores más cercanos a 0 representa poblaciones con menor diversidad biológica y valores más cercanos a 1 mayor diversidad biológica, se observó que los valores son medios para las Plantaciones Forestales Latifoliadas y Pastos Limpios y alta en los Pastos Enmalezados y Macrófitas, lo cual en términos generales indica que estas poblaciones se encuentran equilibradas y no presentan dominancia marcada por alguna de las especies que las componen, sin embargo el valor de las plantaciones forestales sugieren dominancia de alguna de las especies que componen dicha comunidad (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de diversidad humedal de Techo.

	Plantaciones forestales	Macrófitas	Pastos enmalezados	Pastos limpios
Taxa_S	12	19	20	3
Individuos	66	3280	1271	32
Margalef	2,626	2,223	2,658	0,5771
Shannon_H	1,192	1,359	1,743	0,9163
Simpson_1-D	0,4775	0,6181	0,7512	0,5371

Fuente: SDA, 2021b.

2.2.1.2 Índices de diversidad fauna

Se tuvieron en cuenta para fauna únicamente los índices de diversidad para entomofauna y para avifauna, obtenidos por el Grupo de Monitoreo de la Biodiversidad de la SDA (2021b), por tanto, no se trabaja con la riqueza total descrita en el capítulo de Descripción sino solo con las 29 especies de aves y 52 morfoespecies de entomofauna encontradas en estos muestreos. Sólo se calcularon los índices para los mencionados grupos debido a que son los que cuentan con la mayor cantidad de registros y, por tanto, de una muestra estadística suficiente para este tipo de análisis, cosa que no cumplieron ni herpetos ni mamíferos, estos últimos además representados únicamente por especies exóticas.

A continuación, se presentan en las Tablas 4 y 5 los índices de diversidad de Shannon, Simpson y Equidad de Pielou para invertebrados y aves del 2021.

Tabla 4. Índices de diversidad para aves, humedal de Techo.

Índice	Resultado
Shannon-Wiener	2,27
Dominancia de Simpson	0,20
Margalef	4,87

Fuente: SDA (2021b).

Tabla 5. Índices de diversidad para entomofauna, humedal de Techo.

Índice	Pastos enmalezados	Arbustales	Bosque
Shannon-Wiener (H')	2,32	1,01	2,05
Dominancia de Simpson (D)	0,14	0,47	0,27
Equidad de Pielou (J')	0,82	0,73	0,57

Fuente: SDA (2021b).

Estos índices nos indican que, en cuanto a aves, la diversidad del humedal es media, al situarse el índice de Shannon-Wiener levemente por encima de 2 (Ver Tabla 1 de la sección parámetros hidrobiológicos). Adicionalmente, la dominancia de Simpson es baja y el índice de Margalef está cercano al 5, lo cual es indicador de un área con una buena diversidad y pocas especies dominantes.

Los valores de Dominancia y diversidad de Shannon para la fauna invertebrada son un poco similares a los de las aves, sin embargo, indican para este grupo una dominancia mayor de unas pocas especies o morfoespecies, cuya máxima expresión se da en la cobertura de arbustales en donde la diversidad es muy baja. Adicionalmente, la equidad de Pielou (J') también varía de acuerdo con la cobertura, siendo los pastos enmalezados una comunidad altamente equitativa, mientras que el bosque presenta una equitatividad media, es decir que algunas especies tienen muchos individuos y otras especies pocos individuos.

2.2.2 Conectividad ecológica

Como análisis respecto a la fauna, se tiene una relación directa de la ausencia de conectividad del humedal con otros elementos, con la ausencia de mamíferos nativos, pues muchas especies requieren tanto un espacio grande como un rango amplio de movilidad. El humedal puede mantener poblaciones de reptiles y anfibios tales como *Atractus crassicaudatus*, *Erythrolamprus epinephelus* y *Dendropsophus molitor* debido a que son especies de menor movilidad que los mamíferos, y solamente necesitan un área con estructuras como piedras, troncos u hojarasca que les brinden refugio y microclimas adecuados para vivir y conseguir su alimento.

Con respecto a la avifauna, su abundancia es mayor debido a que son las menos afectadas por la falta de conectividad debido a su desplazamiento más fácil por el aire y no depender de corredores físicos que conecten varios parches. Sin embargo, el humedal alberga especies acuáticas de poco vuelo como las tinguas (*Fulica americana*, *Gallinula galeata* y *Porphyrio martinica*), y la falta de conexión genera poblaciones aisladas de estas especies, lo cual genera endogamia o reproducción entre parientes y de esta manera su supervivencia queda condicionada a la aparición de factores que las puedan diezmar fácilmente, tales como algunas enfermedades.

La conectividad al interior del humedal de Techo es interrumpida por las áreas urbanizadas presentes en él, los cuales lo dividen en tres sectores claramente diferenciados y hacen que la distribución de la fauna sea sectorizada. En el sector occidental es en que se puede apreciar la presencia de un cuerpo de agua léntico, de manera que allí es donde se encuentran las aves acuáticas, anfibios e insectos asociados al agua, mientras que en el sector oriental sólo es posible constatar la presencia de aves de percha, principalmente Passeriformes y Columbiformes, además de algunas otras especies con preferencia por los

pastizales limpios. Existe además un sector sur, mucho más pequeño, en el cual sólo es posible avistar aves asociadas a la vegetación emergente de enea (*Typha latifolia*), tal como la monjita (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*).

2.2.3 Conectividad estructural

Cabe resaltar que la Estructura Ecológica Principal tiene como función primordial ser conductora y productora de servicios ambientales, la cual depende fundamentalmente de la interconexión entre cada uno de sus elementos, el primer componente se determina fundamentalmente por la disposición espacial de cada uno de los hábitats y su continuidad, influenciados directamente por su tamaño, forma y fragmentación; esto determina muchas veces las distancias de dispersión de los diferentes organismos que los habitan; influenciada por la tolerancia a hábitats disturbados, depredadores y competidores (Remolina, 2006).

Se plantea un análisis de conectividad estructural de los elementos del paisaje, el cual permite describir algunos patrones estructurantes (matriz, fragmento y corredor) la cual ofrece información sobre el nivel de intervención antrópica, además esta estudia la configuración espacial de los ecosistemas o elementos constitutivos en cuanto a su composición y distribución de energía, materia y especies (Etter, 1991).

Algunas de las consecuencias de la fragmentación se ven reflejadas en: 1. La reducción de área de los parches, la cual aumenta el efecto borde, propician condiciones para que se establezcan especies invasoras y perturba la dinámica ecológica. 2. Mayor aislamiento el cual dificulta o elimina la polinización o dispersión de semillas, propicia la aparición de patógenos y 3. Reducción del tamaño de las poblaciones, la cual se produce por la erosión genética provocada por procesos endogámicos.

Este análisis se realizó al interior del humedal tomando como referencia la interpretación de coberturas de la tierra, la cual siguió la metodología de CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010) en la cual se clasificaron dichas coberturas en dos grupos denominados como Coberturas Fragmentadoras y Coberturas no Fragmentadoras como se indica a continuación (Tabla 6):

Tabla 6. Coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras presentes en el humedal de Techo.

Código	Coberturas _CLC	Área _ha	Área %	Descripción
121255	Área administrativa, otras	0,02	0,17	Fragmentado
14223	Campo de fútbol	0,05	0,39	

Tabla 6. Coberturas fragmentadoras y no fragmentadoras presentes en el humedal de Techo.

Código	Coberturas _CLC	Área_ha	Área %	Descripción
125	Obras hidráulicas	0,00	0,03	
122124	Separadores viales	0,24	1,96	
111	Tejido urbano continuo	3,17	25,76	
112	Tejido urbano discontinuo	0,01	0,11	
122	Vías	1,51	12,26	
231	Pastos enmalezados	0,28	2,30	
232	Pastos limpios	1,50	12,22	
Total, Coberturas fragmentadoras		6,79	55,19	
321121	Herbazal denso inundable	0,19	1,52	No fragmentado
3211211	Juncal	1,61	13,09	
31531	Mezcla de árboles plantados	0,56	4,52	
31524	Plantación de latifoliadas-acacia	1,30	10,61	
315211	Plantación de latifoliadas-Sauce	0,42	3,45	
323222	Ricino	0,03	0,27	
3211212	Tifales	0,12	0,95	
32321	Vegetación secundaria baja plantada	0,31	2,52	
413	Vegetación acuática	0,78	6,31	
513	Canales	0,19	1,58	
Total, Coberturas No fragmentadoras		5,51	44,81	
Total		12,29	100,00	

Fuente: Elaboración propia con base en SDA 2022b.

Como se pudo establecer nueve de las diecinueve coberturas presentes en el humedal de Techo se configuran como coberturas fragmentadoras, las cuales impiden el tránsito biológico entre espacios internos del humedal. Estas coberturas representan el 55,19% generando gran preocupación en términos de conectividad interna. Cabe resaltar que estas coberturas poseen diferentes tipos de permeabilidad para el tránsito biológico, siendo los pastos limpios y enmalezados las que generan menor oposición, seguidas de los separadores viales y por último el tejido urbano continuo y discontinuo los menos permeables. Es necesario hacer énfasis que estas últimas coberturas, toda vez que se configura como una barrera más consolidada y de menor permeabilidad, puesto que sus procesos de expansión tanto vertical como horizontal no se detienen y en estos momentos abarca el 25.87% del área legal del humedal.

Es necesario recordar que el humedal de Techo es parte fundamental del sistema hídrico del Distrito Capital y la Estructura Ecológica Principal (EEP) establecido en el Decreto Distrital 555 de 2021, adicionalmente este Decreto en su artículo 11 plantea como estrategia de

conectividad los conectores ecosistémicos, estos están conformados por elementos de la EEP y otras áreas que por sus condiciones ambientales son estratégicas a la hora de generar conexiones entre los diferentes atributos del territorio, se plantean 5 conectores ecosistémicos: Cerros Orientales – río Bogotá, Suba- Conejera, Virrey- Chicó, subcuenca río Fucha y la Media Luna del Sur. En el caso específico del humedal de Techo, este se encuentra incluido en el conector ecosistémico de la subcuenca del río Fucha, junto con los humedales del Burro, La Vaca, Capellanía y Meandro del Say como se muestra en la Figura 11.

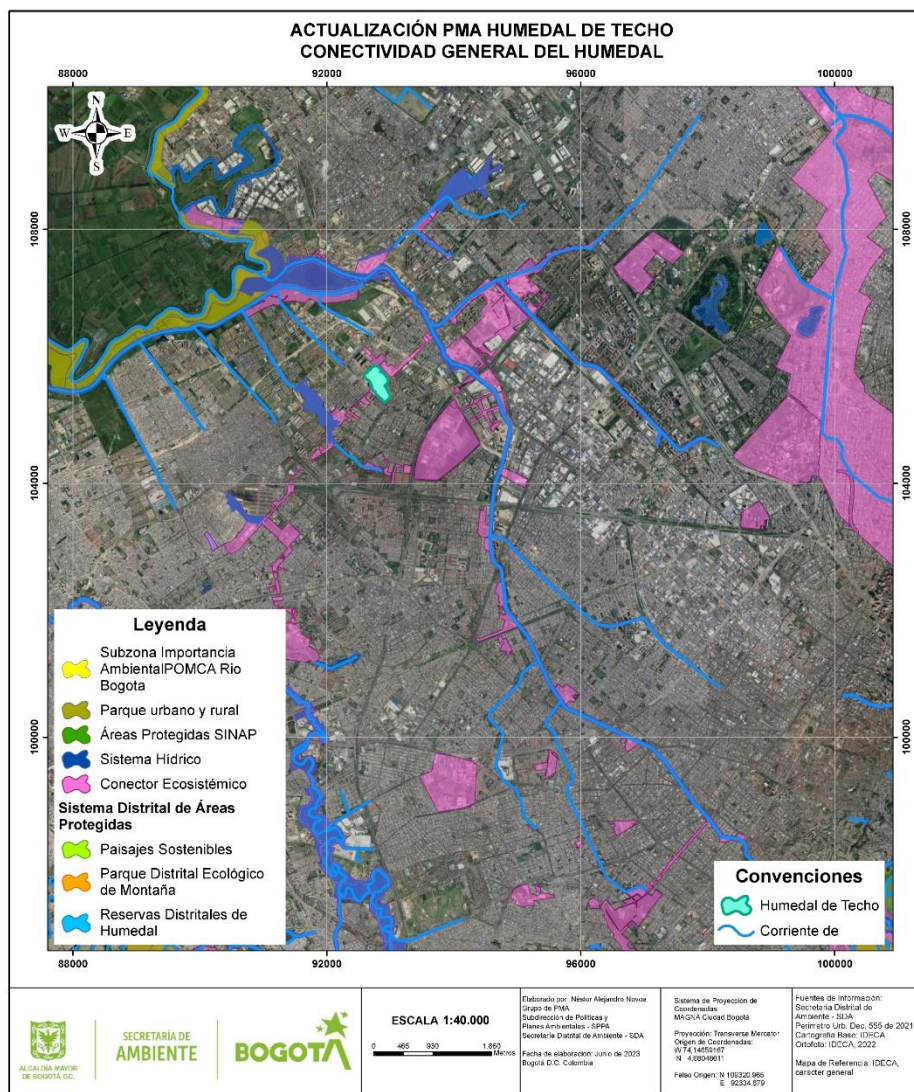


Figura 11. Contexto general humedal de Techo dentro del conector ecosistémico subcuenca del río Fucha. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021.

Teniendo en cuenta el contexto general del humedal de Techo, este se encuentra totalmente inmerso en una densa matriz urbana poco permeable al tránsito biológico, de la cual posee

pequeños parches de vegetación incipiente y dispersa representados en parques zonales, zonas verdes residenciales, algunos corredores viales y bordes de canales. Se encuentra flanqueado en su totalidad por una red vial de alto tránsito vehicular constituida por la calle 10, carrera 86 (Av. Ciudad de Cali) y la futura Av. Tintal Alsacia (actualmente en construcción), esta red refuerza la permeabilidad de dicha matriz urbana, impidiendo casi en su totalidad la dispersión en especial de fauna terrestre.

Con respecto a los corredores pertenecientes a la red del sistema hídrico del Distrito Capital ninguno se encuentra interconectado de manera directa al humedal, tomado como referencia distancias euclidianas el canal Magdalena es el que se encuentra a menor distancias (555,42 m), seguido el canal Alsacia el cual se encuentra a 1.081 m el cual interconecta directamente a la laguna Fucha y río Bogotá; por último, el río Fucha el cual a 1.143 m en su punto más cercano. En el caso de los parches más importantes que circundan al humedal de Techo se encuentran: el humedal de Capellanía o Cofradía, el cual se encuentra a 3.161 m de distancia; el humedal de La Vaca, a una distancia de 2.949 m; la desembocadura de río Fucha, encontrándose a 1.617 m, este parche se integra al humedal Meandro del Say; la antigua planta de Bavaria y el humedal del Burro a una distancia de 1.115 m, siendo este el más cercano.

Posteriormente, se aplicaron el índice de diversidad de forma propuesto por Patton (1975) lo que indica que cuando el índice de diversidad es 1, la forma del fragmento semeja un círculo; a medida que este va en aumento, la forma se torna más compleja e incrementa el efecto de borde de las áreas circundantes o adyacentes. Se considera que índices de diversidad superiores a 2 reflejan formas más complejas.

El índice de Patton se calcula con base a la siguiente fórmula: $DI = P / (2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{A})$ en donde P= al perímetro de cada uno de los parches en metros y A= a el área de cada parche en metros cuadrados. Este índice propone agrupar en cinco intervalos los resultados obtenidos al aplicar la ecuación de la siguiente forma: para resultados < 1,25 redondo, de 1,25 a 1,50 oval- redondo, de 1,50 a 1,75 oval- oblongo, de 1,76 a 2 rectangular y > de 2 amorfo irregular.

En cuanto al índice de compactación propuesto por Unwin en 1979 citado por Alarcón (2017) el cual indica el grado de fragilidad o compactación ca cada uno de los fragmentos con relación a la matriz circundante, al aplicar este índice resultan valores que se encuentran entre 0 y 1, siendo los parches más frágiles los cuales tengan valores más cercanos a 0 y los menos frágiles los más próximos a 1. Este índice se calcula teniendo la siguiente fórmula $IC = 1/DI$ en donde DI= Índice de Forman de Patton (Tabla 7).

Tabla 7. Elementos del paisaje e índices de conectividad.

Elemento	Nombre	Distancia euclidiana (m)	Área (Ha)	Perímetro (m)	Índice de forma	Índice de compactación
Corredor	Canal Magdalena	555 m	NA	NA	-	-
Corredor	Canal Alsacia	1081 m	NA	NA	-	-
Corredor	Río Fucha	1143 m	NA	NA	-	-
Parche	Humedal del Burro	1115 m	19,73	3239	2,057038752	0,486135713
Parche	Antigua planta Bavaria	1302 m	70,9	3487	1,168218011	0,856004607
Parche	Humedal de La Vaca	2949 m	9,27	2740	2,538667152	0,393907488
Parche	Desembocadura río Fucha	1617 m	40,7	2940	1,300005512	0,769227508
Parche	Humedal de Capellanía	3161 m	29,29	3949	2,058365603	0,485822343
Parche	Humedal de Techo	0m	12,29	1620	1,303569351	0,76712451
Parche	Humedal de Techo 2	0m	6,89	1897	2,038697489	0,490509262

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los datos de perímetro y área de los parches más cercanos al humedal de Techo se puede evaluar de estos su índice de forma y compactación. Los humedales del Burro, Capellanía y La Vaca según el índice de Patton poseen las formas más irregulares siendo el caso del humedal de La Vaca el más extremo con un valor de 2,54 haciéndolo el parche más frágil y expuesto a su entorno. Caso contrario sucede con parches como la desembocadura del río Fucha o la antigua planta de Bavaria presentando valores entre 1,16 y 1,30, lo cual da a inferir que, por su forma redondeada, el efecto borde incide en menor forma en su estructura ecológica y podrían presentar menor fragilidad con respecto a los demás.

En el caso específico del humedal de Techo se realizó en primer lugar una evaluación de su grado de fragilidad teniendo en cuenta su área y perímetro legal, dando como resultado que su índice de forma es de 1,30 lo que indica que posee una forma oval redondo y un índice de compactación de 0,76. Es decir, posee un grado de fragilidad bajo, sin embargo al aplicar

estos índices de una manera más realista y eliminando el área de tejido urbano continuo los índices arrojan valores para el índice de forma de 2,3 indicando que su forma es irregular y el de compactación arroja un valor de 0,49 sugiriendo que su fragilidad es media y lo hace muy susceptible la influencia de la matriz circundante.

Posteriormente, se realizó un análisis de densidad del arbolado urbano presente en el área de influencia del humedal de Techo, con el fin de identificar posibles hábitat, refugios o corredores que conecten este humedal con otros elementos de la Estructura Ecológica Principal del Distrito capital, tal efecto se tomó como base la información consignada en el Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano (SIGAU) (JBB, 2022), la cual contiene información de arbolado localizado en espacio público.

Para este análisis se contó con información geográfica de la ubicación exacta de cada uno de los individuos y su especie, la cual se proyectó dentro del área de influencia del humedal de Techo, para posteriormente generar una grilla hexagonal de áreas homogéneas de 0,216 *ha* dentro de las cuales se realizó un conteo del número de individuos para así determinar la densidad del arbolado presente en cada una de estas unidades y así generar un mapeo de la disponibilidad de hábitat presente en el área de influencia del humedal, como se muestra en la Figura 12.

Según el análisis más del 50% de los polígonos no presentan reporte de individuos arbóreos dentro de su área, esto se debe a la densidad del tejido urbano, el cual no contempló arbolado urbano o este se encuentra inmerso en predios privados, lo que en cierta medida dificulta el tránsito biológico por deficiente oferta de hábitat.

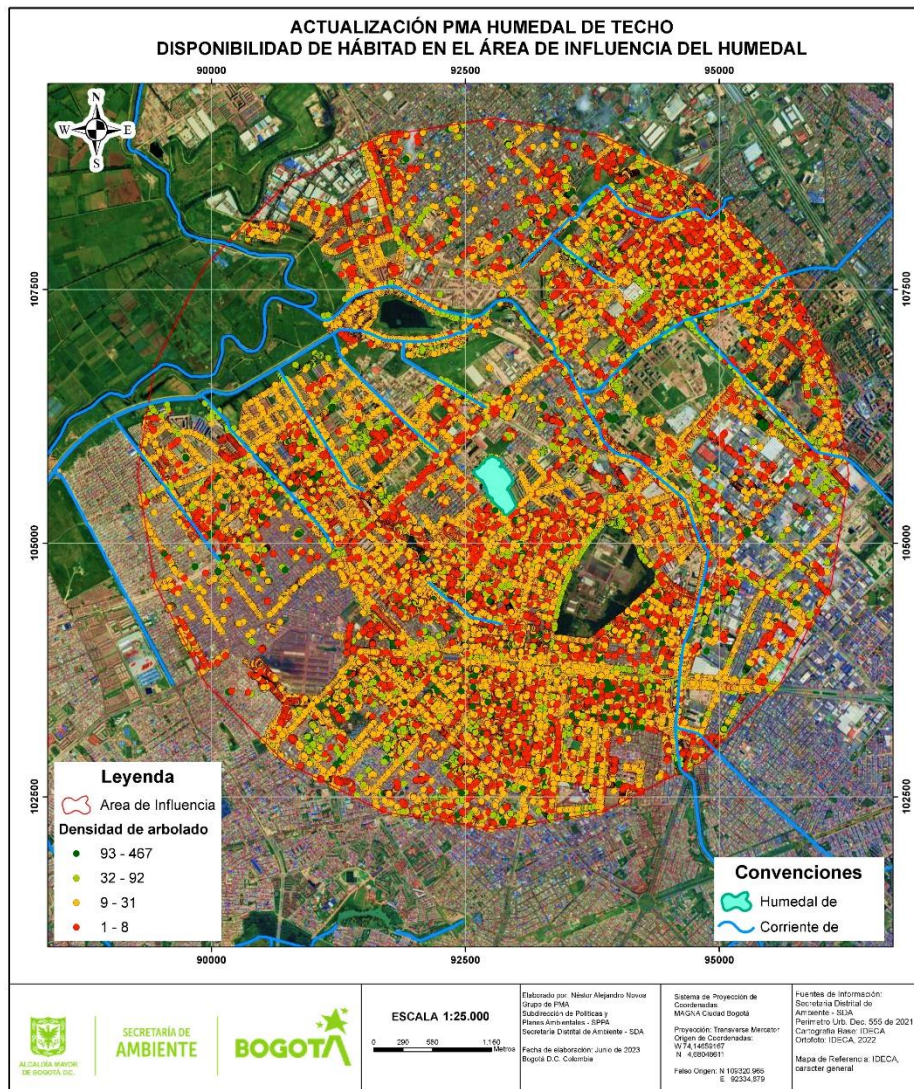


Figura 12. Disponibilidad de hábitat en el área de influencia del humedal de Techo.
Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021 y JBB 2022.

Los polígonos sombreados en color rojo representan áreas con una densidad baja de árboles (Figura 13), con valores entre 5 y 55 árboles por hectárea aproximadamente, lo que se puede considerar como deficiente para generar hábitat o corredores funcionales que provean refugio o alimento a los organismos que potencialmente puedan usarlos, se concluye que estos polígonos cuentan con arbolado disperso o árboles aislados. Los polígonos sombreados en naranja y amarillo representan valores medios de densidad del arbolado urbano, arrojando valores entre 55 y 300 árboles por hectárea, sumado a su aglutinamiento en el espacio los hacen áreas de interés por configurarse como potenciales corredores que interconectan hábitat en restauración como lo son los humedales y otras áreas de importancia de la EEP.

Por último, se encontraron polígonos con valores de densidad entre 300 y 1100 árboles por

hectárea, configurando parches o teselas de gran importancia para la conectividad ecológica, puesto que estas áreas pueden ofertar de algún modo refugios o hábitat con algún grado de oferta alimenticia para los organismos que hagan uso de ellas. Se puede observar que estas teselas coinciden con áreas de interés de la EEP como lo son los humedales de La Vaca, Burro, Capellanía, áreas aferentes al río Fucha y su desembocadura; en otros casos se encuentran polígonos aislados los cuales pueden usarse como *Stepping stones* o refugios de paso para especies de dispersión más limitada. Estas áreas se pueden observar en la Figura 13.

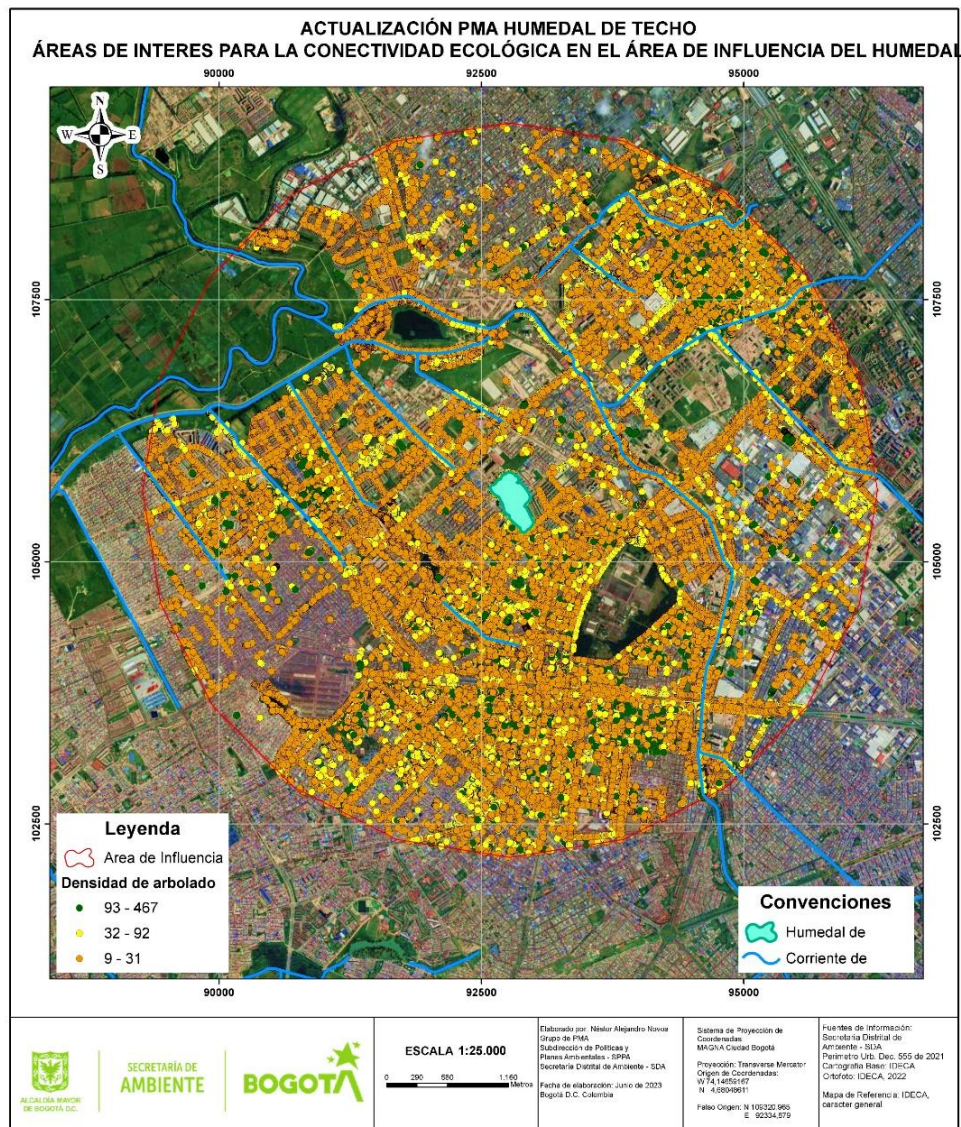


Figura 13. Áreas de interés para la conectividad ecológica en el área de influencia del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021 y JBB, 2022.

Según los datos reportados por el SIGAU (JBB, 2022), el arbolado urbano del área de influencia del humedal de Techo se encuentra constituido por 120.139 individuos pertenecientes a 274 especies, dentro de las cuales las que mayor cantidad de registros presentan son el Sauco (*Sambucus sp*), Jasmín del cabo (*Pittosporum undulatum Vent*), Chicalá (*Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth*), Eugenia (*Eugenia sp*), Holly liso (*Cotoneaster pannosus Franch.*), Falso pimienta (*Schinus molle L.*), Ciprés (*Cupressus lusitánica Mill.*), Guayacán de Manizales (*Lafoensia acuminata (Ruiz & Pav.) DC.*), entre otros, los cuales son importantes por sus características como fuente alimenticia, de refugio, percha y hábitat.

2.2.4 Conectividad hídrica estructural

Se aplicó el método de análisis gráfico de la red, el cual se basa en el concepto de grafo, entendido como “un conjunto de puntos y un conjunto de relaciones entre pares de puntos” (Del Canto, et al. 1993, como se citó en Madrid et al., 2005, pág. 53). Con este se genera una representación simplificada de la estructura del sistema analizado, en forma de un conjunto de puntos (nodos y vértices) y líneas (arcos y aristas) conectados entre sí. Las áreas núcleo se convierten en puntos, mientras que los corredores se convierten en líneas rectas que conectan los puntos correspondientes.

En el análisis gráfico de la red en la que se encuentra inmerso el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá (SDA y CAR 2023), el humedal de Techo aparece como uno de los nodos con menor nivel de conectividad, a la par de otros humedales como Santa María del Lago y La Vaca (sector sur). Estos humedales presentan las conectividades más bajas por encontrarse desconectados físicamente de otros elementos de la Estructura Ecológica Principal (EEP) y completamente aislados dentro de una densa matriz urbana. En dicho análisis se tomaron como puntos (nodos) de la red: los nacimientos de agua, las áreas protegidas, los parques urbanos y las intersecciones entre corrientes y corredores; y como líneas (arcos) se tomaron las diferentes corrientes de agua, los corredores ecológicos de ronda, ríos, quebradas y canales, además de algunas cercas vivas; lo que permitió tener una visión a escala de ciudad de la conectividad hídrica entre los elementos del complejo y entre éstos y la EEP.

Se complementó lo anterior con un segundo análisis gráfico a escala detallada de humedal, tomando como nodo central el humedal de Techo y como red hídrica aportante, la red pluvial troncal y local. Como nodos secundarios se consideraron las intersecciones entre las líneas de la red troncal y entre éstas y las líneas de la red local, en los puntos más alejados del nodo

central. El área de la red pluvial a considerar se acotó siguiendo las direcciones de flujo de las líneas locales y troncales, para seleccionar únicamente aquellas que aportaran hacia el humedal (Figura 14).

Considerando que la representación de la red por medio de líneas rectas que conectan los distintos nodos puede alejarse mucho de la realidad al ignorar el trazado real sobre el terreno, es conveniente conocer cuál es su grado de simplificación aplicando la razón de sinuosidad, que permite también clasificar el tipo de red en relación con su forma real (Madrid y Ortiz 2005, p. 54). Este cálculo se obtiene de dividir la longitud real de la red medida cartográficamente (L_r) sobre la longitud total de los arcos o líneas rectas trazados en el grafo (L_g) (Bosque, 1992, como se citó en Madrid y Ortiz 2005, p. 54).

A partir de la información cartográfica generada (Anexo D1. Nodos_arcos_grafos_Techo), se definió una longitud real (L_r) de 10,56 km y una longitud del grafo (L_g) de 9,52 km; dando como resultado una razón de sinuosidad de 1,11; lo que indica que al no alejarse tanto de 1, la red es de tipo regular y que su nivel de simplificación no se aparta demasiado de la realidad (Bosque, 1992, como se citó en Madrid y Ortiz 2005, p. 57).

Posteriormente, se analizó la estructura de la red a partir del cálculo del índice Beta (β) que permite conocer su grado de conexión (Seguí 1995; y Del Canto 1993; como se citó en Madrid y Ortiz 2005, p. 59). Este cálculo se establece dividiendo el número de arcos sobre el número de nodos, por lo que a mayor número de arcos la red tendrá una mayor conexión y el resultado del índice será igual o superior a 1.

Se definieron para el humedal un total de 22 nodos y 10 arcos (Figura 14), dando como resultado un índice $\beta = 0,45$; lo que indica una baja conexión al interior de la red y la ausencia de circuitos. Visualmente esto se evidencia en el grafo al observar que la mayoría de los nodos se conectan solamente con uno o dos arcos y en pocos casos con tres y cuatro arcos.

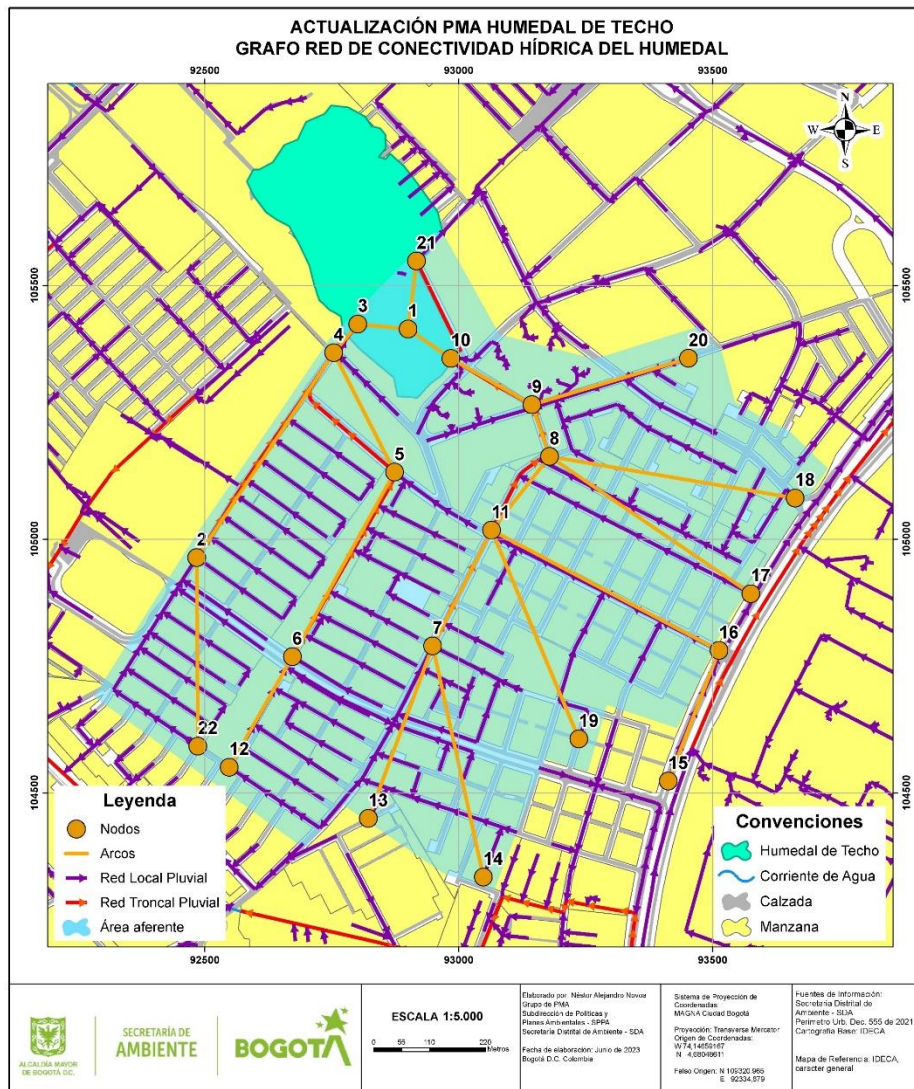


Figura 14. Grafo representativo de la red del humedal de Techo. Se observan las direcciones de flujo del sistema pluvial que aporta al humedal. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, se analizó la cohesión de la red a partir de un análisis dinámico, siguiendo lo propuesto por Seguí (1995) y Del Canto et. al. (1993) (Madrid y Ortiz 2005, p. 61). Este análisis permite diferenciar entre el grado de conectividad de la red y el grado de cohesión, entendiendo el primero como la unión directa entre nodos y el segundo como la relación indirecta entre los mismos, es decir, nodos que, a pesar de no conectarse directamente, se encuentran cohesionados por el hecho de hacer parte de la misma red.

Para este análisis se elaboró una matriz topológica de conectividad directa (Tabla 8), en la cual se observa que del total de posibles conexiones entre los nodos de la red (484), sólo 40 conexiones (= 8,2%) se dan de forma directa. El porcentaje restante de 91,8% se da a partir de relaciones indirectas, lo que significa que la red es más de cohesión que de conexión. Se

calificó cada uno de los nodos según su grado de conexión, tomando como base la escala definida en el PMA del Sitio Ramsar (SDA y CAR, 2023) (Tabla 9).

Tabla 8. Matriz topológica de conectividad directa del humedal de Techo.

No	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total, conexiones	Calificación
1	Humedal Techo			1							1											1		3	Medio alto
2	Red Troncal Pluvial																						1	1	Medio bajo
3	Red Troncal Pluvial				1																			1	Medio bajo
4	Red Troncal Pluvial		1	1		1																		3	Medio alto
5	Red Troncal Pluvial				1		1																	2	Medio
6	Red Troncal Pluvial					1							1											2	Medio
7	Red Troncal Pluvial											1		1	1									3	Medio alto
8	Red Troncal Pluvial									1		1						1	1					4	Medio alto
9	Red Troncal Pluvial								1		1											1		3	Medio alto
10	Red Troncal Pluvial	1								1														2	Medio
11	Red Troncal Pluvial							1	1								1			1				4	Medio alto
12	Red Local Pluvial					1																		1	Medio bajo
13	Red Local Pluvial							1																1	Medio bajo
14	Red Local Pluvial							1																1	Medio bajo
15	Red Local Pluvial																1							1	Medio bajo
16	Red Local Pluvial											1				1								2	Medio
17	Red Local Pluvial								1															1	Medio bajo
18	Red Local Pluvial								1															1	Medio bajo
19	Red Local Pluvial											1												1	Medio bajo

Tabla 8. Matriz topológica de conectividad directa del humedal de Techo.

No	NOMBRE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Total, conexiones	Calificación
20	Red Local Pluvial									1														1	Medio bajo
21	Red Troncal Pluvial	1																						1	Medio bajo
22	Red Local Pluvial		1																					1	Medio bajo
Total conexiones directas																								40	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Escala de valoración de la conectividad directa para los nodos de la red.

Conectividad Directa		
0 nodos	1	Bajo
1 nodo	2	Medio bajo
2 nodos	3	Medio
3 - 4 nodos	4	Medio alto
≥ 5 nodos	5	Alto

Fuente: SDA y CAR, 2023.

De lo anterior se puede concluir que la red hídrica estructural del humedal de Techo tiene una baja conectividad, dada principalmente por relaciones de cohesión (conexiones indirectas), lo que hace depender al humedal de una red hídrica artificial poco compleja y lo mantiene vulnerable ante posibles daños u obstrucciones en las redes pluvial troncal y local aportantes. Cabe resaltar que dichos aportes no interactúan con el ecosistema del humedal, puesto que pasan a través de éste en forma de canal hacia una estación de bombeo, desde la cual se evacua el agua para evitar posibles inundaciones en los barrios aledaños, evitando así que el humedal cumpla con su función regulatoria.

Por otra parte, hasta tanto no se compruebe el aporte de agua subterránea al cuerpo del humedal ubicado en el sector norte, es posible que el mismo dependa únicamente de los aportes de aguas lluvias directos, por lo que existiría un riesgo de déficit hídrico en temporadas secas o de veranos prolongados.

El análisis gráfico realizado y los índices calculados aportarán valor al manejo y conservación del humedal, en tanto sea posible comparar las redes de diferentes humedales entre sí y analizar la evolución de dichas redes con el tiempo (Madrid y Ortiz 2005, p. 61), buscando

identificar cambios y mejoras en la garantía de conectividad y aporte de caudal.

2.2.5 Rareza

2.2.5.1 Rareza flora

Para determinar de una manera más tangible el concepto de rareza, se establece que es una especie rara, la cual se entiende como la especie que presenta una abundancia baja (poblaciones locales pequeñas), una distribución geográfica restringida y una gran especificidad del hábitat en el que se encuentra. Teniendo en cuenta lo anterior se pueden determinar tres tipos de rareza: rareza biogeográfica, rareza de hábitat y rareza demográfica, para realizar esta clasificación se tomaron los siguientes criterios (Rabinowitz et al., 1986 citado por Kattan, 1992):

- Distribución geográfica:
 - a) **Extensa:** para las especies cuyos registros se encuentren distribuidos más allá de las regiones centro y suramericanas.
 - b) **Reducida:** para las especies cuyos registros se encuentren dentro de las regiones centro y suramericanas, para este parámetro se tomaron los datos de distribución geográfica reportados en la plataforma de GBIF.org (2022).
- Especificidad de hábitat:
 - a) **Baja:** especies las cuales no se encuentran asociadas directamente a hábitats acuáticos, inundables o de litoral.
 - b) **Alta:** vegetación directamente asociada a hábitats de humedal (vegetación acuática y palustre), basados en estudios de Schmidt (1998).

Teniendo en cuenta la anterior clasificación se generó la Tabla 10 de correlación de rareza en cada una de las dimensiones arrojando los siguientes resultados.

Tabla 10. Matriz de rareza para el humedal de Techo.

Categorías de rareza					
		Distribución Geográfica			
		Extensa		Restringida	
Especificidad de Hábitat		Baja	Alta	Baja	Alta
Abundancia	Grande	9	7	1	0
	Pequeña	11	6	8	1

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.2 Rareza fauna

La evaluación de rareza se realizó sólo para las aves debido a que otros grupos están limitados por la incertidumbre taxonómica, como es el caso de los invertebrados (clasificación hasta familia u orden en algunos casos) y por la dificultad del registro y abundancias comparativamente mucho más bajas en el caso de los herpetos, mamíferos y peces, sumado a que la mayoría de los registros en GBif provienen de la plataforma EBird, una herramienta de ciencia ciudadana para observadores de aves.

Con base en Kattan (1992), se clasificaron las aves del humedal de Techo de acuerdo con tres dimensiones de la rareza biológica: la distribución geográfica, la especificidad de hábitat y el tamaño local de las poblaciones, representado aquí en la cantidad de registros. Para cada una de las dimensiones, se categorizó a cada especie de manera dicotómica de acuerdo con los siguientes criterios:

- Distribución geográfica:
 - a) **Extensa:** toda Sudamérica o más.
 - b) **Reducida:** norte de Sudamérica (Venezuela y norte de Brasil a norte del Perú), según las distribuciones que aparecen en la página web de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (UICN, 2022).
- Especificidad de hábitat:
 - a) **Baja:** no dependientes de los humedales.
 - b) **Alta:** dependientes de los humedales (aves acuáticas y semiacuáticas según Ruiz-Guerra, 2012).
- Cantidad de registros:
 - a) **Grande:** especies cuyos registros en Gbif suman el 90% de los registros.
 - b) **Pequeña:** especies cuyos registros acumulados pertenecen al 10% restante de los registros.

Para este último criterio, se organizaron las especies de mayor a menor en su número de registros, en caso de no tener registro en GBif, se le asignó a la especie 1 registro, y se toma hasta la especie que corresponda al 90% acumulado. Si es, por ejemplo, una especie con 8 registros, se tomarán como “grande” todas las de 8 registros en adelante, y “pequeña” las de menos de esa cifra.

Después de clasificar las especies en las 3 dimensiones, se genera una tabla con 8 celdas resultantes de la combinación de dichas dimensiones, en este caso las 88 especies de aves del humedal de Techo se distribuyeron de la manera que se muestra en la Tabla 11:

Tabla 11. Clasificación de categorías de rareza de aves para el humedal de Techo.

Categorías de rareza					
		Distribución Geográfica			
		Extensa		Restringida	
Especificidad de Hábitat		Baja	Alta	Baja	Alta
Cantidad de registros	Grande	22	5	1	1
	Pequeña	37	10	10	2

Fuente: Elaboración propia con base en Kattan (1992).

A cada una de las 8 celdas se le asigna un índice de vulnerabilidad (IV) que está relacionado con la cantidad de dimensiones en las que las especies son raras, y estos índices a su vez se agrupan en 4 rangos representados en una escala de colores que representaría una “rareza descendente”, desde las especies más raras hasta las más comunes. Esta escala se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Clasificación del índice de vulnerabilidad y rangos de rareza para las aves del humedal de Techo.

IV	Categorización	Rango	Cant. Especies
1	Restringida-Alta-Pequeña	Raras en todas las dimensiones	2
2	Restringida-Alta-Grande	Raras en 2 dimensiones	21
3	Restringida-Baja-Pequeña		
4	Extensa-Alta-Pequeña		
5	Restringida-Baja-Grande	Raras en 1 dimensión	43
6	Extensa-Alta-Grande		
7	Extensa-Baja-Pequeña		
8	Extensa-Baja-Grande	Comunes	22

Fuente: Elaboración propia con base en Kattan (1992).

En el Anexo D2. *Matriz_rareza_Techo* se puede ver la categorización al detalle de cada especie de ave según esta metodología. Como especies raras en las 3 dimensiones se clasifican la tingua moteada (*Porphyriops melanops bogotensis*) y la caica andina (*Gallinago nobilis*), dos aves acuáticas de distribución restringida, pero sin registros de GBif en los últimos 10 años en el humedal de Techo. Como raras en 2 dimensiones aparece la monjita bogotana (*Chrysomus icterocephalus bogotensis*), un ave acuática endémica pero con buena cantidad de registros, aves acuáticas migratorias como las tringas *Tringa flavipes* y *T. melanoleuca* y la Tingua norteña (*Porzana carolina*), aves acuáticas residentes con pocos registros como el Pato turrio (*Oxyura jamaicensis*) y la tingua de pico amarillo (*Fulica americana*) y aves de franja terrestre residentes en el norte de suramérica con pocos registros en el humedal, como dos especies de turpial (*Icterus icterus*, *I. nigrogularis*) y el Picocono rufo (*Conirostrum rufum*), una especie casi endémica.

La mayoría de aves se registraron como raras en 1 dimensión, esto incluye 1 especie de franja terrestre de distribución restringida pero con buena cantidad de registros: el Tordo llanero (*Quiscalus lugubris*), aves acuáticas residentes comunes como la Tingua de pico rojo (*Gallinula galeata*), el ibis (*Phimosus infuscatus*) y migratorias como Tringa solitaria y el pato canadiense (*Spatula discors*), y aves de franja terrestre de distribución amplia que cuentan con pocos registros, aquí se pueden encontrar aves rapaces como el búho orejudo (*Asio stygius*) y el gavián caminero (*Rupornis magnirostris*) y numerosas migratorias de las familias Parulidae y Tyrannidae. Por último, hay 22 especies clasificadas como comunes, que son aquellas distribuidas ampliamente que no son dependientes de los humedales y cuentan con muchos registros en Techo, muchas de ellas se ven fácilmente en parques urbanos, tales como el Copetón (*Zonotrichia capensis*), el Colibrí chillón (*Colibri coruscans*) y algunas migratorias como el Pibí oriental (*Contopus virens*) y la reinita gorginaranja (*Setophaga fusca*). Algunas también cuentan con registros altos por ser asociadas a zonas urbanizadas como la Paloma (*Columba livia*) y la Torcaza (*Zenaida auriculata*).

2.2.6 Fragilidad

2.2.6.1 Fragilidad flora

Para evaluar la fragilidad en el componente de flora se tomaron las especies reportadas como amenazadas, las cuales son aquellas que presentan algún grado de riesgo a sus poblaciones en estado silvestre, estas fueron evaluadas teniendo en cuenta las bases de datos de la UICN

(UICN, 2022), de acuerdo con esta clasificación los taxones incluidos en las categorías de: extintos en estado salvaje, peligro crítico, en peligro, vulnerables se consideran como taxones amenazados.

Para el caso específico del humedal de Techo se clasificó la especie Nogal (*Juglans neotropica*) dentro de las especies en peligro tanto en los libros rojos de plantas de Colombia (LRC) como en las listas de la UICN, la especie Roble (*Quercus humboldtii*), la cual en los libros rojos para Colombia se encuentra catalogada como taxón vulnerable y por último se reporta el Pino chaquiro (*Retrophyllum rospigliosii*), el cual se reporta en los LRC como casi amenazado y en la UICN como vulnerable, como se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Especies de flora amenazadas para el humedal de Techo.

Especie	LRC	UICN
<i>Juglans neotropica</i> Diels	ES	ES
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	VU	LC
<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	NT	VU

Fuente: Elaboración propia con base en (UICN 2022) y (LRC. vol 4. 2007).

El Nogal (*Juglans neotropica*) es una especie la cual se encuentra generalmente en ecosistemas andinos distribuidos desde Bolivia hasta Venezuela entre los 800 y 3.000 m.s.n.m, esta especie se caracteriza por habitar ambientes moderadamente perturbados, y esta fue catalogada como en peligro, puesto que soporta procesos intensivos de explotación maderera, siendo su madera valiosa para la fabricación de instrumentos musicales y pisos. Esta especie presenta una veda indefinida desde el año 1974 para toda clase de uso o aprovechamiento de poblaciones silvestre a nivel nacional proferida por la Resolución 0316 de 1974 delINDERENA (Cárdenas & Salinas (eds).2007).

El Roble (*Quercus humboldtii*) es una especie la cual se encuentra casi que exclusivamente en el territorio colombiano en sus regiones montañosas, este se distribuye entre los 1.000 y 3.600 m.s.n.m. generalmente conforma rodales denominados robledales, esta especie por lo general prefiere suelos bien drenados y con altos contenidos de materia orgánica. Esta se reporta como una especie amenazada debido a su alto grado de explotación maderera a la que se enfrenta, esta madera es usada principalmente en construcción como madera estructural y en la producción de carbón gracias a su potencial dendroenergético, esta especie presenta una veda indefinida desde el año 1974 para toda clase de uso o aprovechamiento de poblaciones silvestre a nivel nacional proferida por la resolución 0316 de 1974 delINDERENA (Cárdenas & Salinas (eds.). 2007).

El Pino colombiano (*Retrophyllum rospigliosii*) es una especie la cual se encuentra reportada para los Andes desde el Perú hasta Venezuela entre los 1.600 y 2.750 m.s.n.m. Esta especie se encuentra catalogada con algún grado de amenaza por fragmentación de hábitat y presión por aprovechamiento de su madera, la cual es muy valiosa en ebanistería (Cogollo, et al., 2007).

Con respecto a las especies de flora catalogadas como invasoras se tiene un registro de 10 especies (Tabla 14), las cuales en su mayoría se debe a su procedencia exótica o en otros casos aun siendo nativas a factores como la eutrofización de los cuerpos de agua. No obstante, cabe resaltar que algunas de ellas cumplen funciones ecológicas importantes como fuente de alimento y hábitat para algunas especies de fauna que se encuentran en el humedal.

Tabla 14. Flora invasora del humedal de Techo.

Especies invasoras	Procedencia
<i>Acacia decurrens</i> (J.C. Wendl.) Willd.	EX
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	EX
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Chiov.) Morrone	EX
<i>Cucurbita pepo</i> L.	EX
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	Na
<i>Bidens laevis</i> (L.) Britton, Sterns & Poggenb.	Na
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms	Na
<i>Limnobiium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	Na
<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small sin <i>Polygonum punctatum</i> (Ell.) Small	Na
<i>Typha latifolia</i> L.	Na

Fuente: Elaboración propia. Basado en el catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá (Díaz, et al., 2012).

2.2.6.2 Fragilidad fauna

Como criterio de fragilidad para la fauna, se consideró por un lado la cantidad de especies en alguna categoría de amenaza tanto a nivel nacional según la serie “Libros Rojos” (Morales-Betancourt, 2015; Renjifo et al., 2014; Renjifo et al., 2016; Rodríguez et al., 2005, Rueda-Almonacid et al., 2004) como internacional, en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (UICN, 2022), y también aquellas incluidas en algún apéndice de la CITES (CITIES, s.f.). Por otro lado, se consideraron como un factor de fragilidad las especies invasoras catalogadas como tal en la Global Invasive Species Database (GISD).

Para el humedal de Techo se han registrado un total de 3 especies amenazadas, todas aves. Todas se encuentran en categoría “Preocupación Menor” a nivel internacional; sin embargo, sus poblaciones en Colombia sí se incluyen en las categorías de amenaza mostradas en la Tabla 15.

Tabla 15. Especies amenazadas en el humedal de Techo. LC: Preocupación menor, VU: Vulnerable, EN: En peligro.

Nombre científico	Nombre común	Categoría nacional (Libros Rojos)	Categoría global (IUCN)
<i>Icterus icterus</i>	Turpial guajiro	VU	LC
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato turrio	EN	LC
<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada o de pico verde	EN	LC

Fuente: Elaboración propia.

El turpial guajiro (*Icterus icterus*), cuyo estado a nivel nacional es Vulnerable (VU), ha sido catalogado como una especie “escapada reproductiva” (Sua-Becerra y Chaparro-Herrera, 2015), es decir que probablemente algunos individuos fueron traídos a Bogotá desde su área de distribución natural en la Guajira y el norte de Venezuela y allí se escaparon o fueron liberados y lograron establecer una población reproductiva, razón por la cual se les ve frecuentemente desde 2006 en algunos parques y humedales de la ciudad (Espejo et al, 2016). Aun así, no hay que descartar que estos registros fuera de su rango de distribución normal correspondan a una dispersión natural de la especie y una ampliación de su ámbito altitudinal (Zuluaga-Bonilla, 2006, como se citó en Espejo et al., 2016). Es precisamente su captura para el mercado de mascotas lo que está representando una amenaza para la supervivencia de este turpial.

Respecto al pato turrio, es una especie muy asociada a los espejos de agua abiertos. No existe un consenso taxonómico en cuanto a la identificación de la población que hace presencia en los humedales bogotanos, no obstante, se considera mayoritariamente que pertenece a la subespecie *Oxyura jamaicensis andina*. Sin embargo, por sus características de plumaje intermedias entre las subespecies *Oxyura jamaicensis ferruginea* y *Oxyura jamaicensis jamaicensis*, se cuestiona la validez como subespecie de O. j. andina y se ha sugerido que puede ser un híbrido entre las otras dos (Todd, 1979; Fjeldså, 1986, como se

citan en Arteaga-Chávez, 2020).

Otro estudio indica que *O. j. andina* es distinta genéticamente de las otras dos subespecies y podría ser incluso una especie diferente (Lozano-Jaramillo et al., 2018), la cual sería endémica de los humedales de las cordilleras Central y Oriental colombianas. Toda esta controversia revela la unicidad de la población que habita en Bogotá y sus alrededores y recalca la importancia de conservarla, teniendo en cuenta que la contaminación, la cacería, la reducción de espejos de agua y las especies domésticas e invasoras la han puesto en la categoría de “En Peligro” (EN) (Roselli y Benítez-Castañeda, 2016).

Adicionalmente, del total de especies de fauna registradas en el humedal, se registran 15 especies registradas en apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), todas ellas aves (Tabla 16). La convención CITES propende por regular el comercio internacional de especies de flora y fauna, y clasifica algunas de ellas en 3 apéndices de acuerdo con el nivel de control exigido.

De las 15 especies anteriormente nombradas, 14 aves se clasifican en el apéndice II, esto quiere decir que son especies que no están amenazadas, pero que podrían llegar a estarlo por su comercio no regulado, estas son principalmente aves rapaces tanto diurnas (familias Accipitridae y Falconidae) como nocturnas (familias Strigidae y Tytonidae), además de loros (familia Psittacidae) y colibríes (familia Trochilidae). Adicionalmente, el Pisingo (*Dendrocygna autumnalis*) se encuentra en el apéndice III, lo que quiere decir que alguna de las partes de la convención controla su comercio y solicita a las otras partes hacerlo (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre [CITES], s.f).

Tabla 16. Especies de fauna incluidas en apéndices CITES en el humedal de Techo.

Nombre científico	Nombre común	Apéndice CITES
<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán aliancho	II
<i>Elanus leucurus</i>	Gavilán maromero	II
<i>Rupornis magnirostris</i>	Gavilán caminero	II
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pisingo	III
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	II
<i>Amazona ochrocephala</i>	Lora común	II

Tabla 16. Especies de fauna incluidas en apéndices CITES en el humedal de Techo.

Nombre científico	Nombre común	Apéndice CITES
<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	II
<i>Asio clamator</i>	Búho rayado	II
<i>Asio flammeus</i>	Búho campestre	II
<i>Asio stygius</i>	Búho orejudo	II
<i>Megascops choliba</i>	Currucutú	II
<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí pechipunteado	II
<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí chillón	II
<i>Eriocnemis vestita</i>	Calzadito Reluciente	II
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	II

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que en el humedal de Techo no se registra la presión de la captura de fauna silvestre para el comercio, este parámetro se incluye como evaluación de la fragilidad del ecosistema al ser un refugio de especies que podrían llegar a estar en peligro de no controlarse su comercialización.

Por último, se presentan las especies invasoras, las cuales fueron un total de nueve (9), distribuidas, como se ve en la Tabla 17. No se incluyen las que están catalogadas como exóticas o trasplantadas, pero no invasoras, como el Ciempiés (*Lithobius forficatus*), el gusano plano Cabeza de martillo (*Bipalium kewense*), o el Loro común (*Amazona ochrocephala*), al no estar tan clara su nivel de incidencia negativa en el ecosistema.

Tabla 17. Especies invasoras de fauna en el humedal de Techo

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Invertebrados	<i>Cornu aspersum</i>	Caracol de jardín
Aves	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado
Aves	<i>Columba livia</i>	Paloma común

Tabla 17. Especies invasoras de fauna en el humedal de
Techo

Grupo	Nombre científico	Nombre común
Mamíferos	<i>Canis lupus familiaris</i>	Perro
Mamíferos	<i>Felis catus</i>	Gato
Mamíferos	<i>Mus musculus</i>	Ratón casero
Mamíferos	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda
Mamíferos	<i>Rattus rattus</i>	Rata gris

Fuente: Elaboración propia.

Casi todas las especies anteriores están relacionadas a las actividades humanas, como consecuencia de la urbanización y los residuos hay presencia de palomas, ratas y ratones; y como consecuencia de la tenencia irresponsable de mascotas se tiene la presencia de perros y gatos. Éstos últimos son responsables de entre 8 y 29 millones de muertes de vertebrados al año en los Andes de Colombia, en su mayoría aves (3 a 12 millones), y representan un factor de amenaza grande para poblaciones aisladas o con bajas abundancias (Sedano-Cruz, 2022).

2.2.7 Naturalidad

La naturalidad se ha considerado, junto a la diversidad, la rareza y la superficie, como uno de los cuatro parámetros que describen los usos en conservación a partir de una base científica (Margules & Fisher 1981, en Machado et al. 2004) y es uno de los criterios más importantes para valorar un lugar desde el punto de vista de la conservación biológica (Resolución 196 de 2006, MAVDT). Para algunos autores (i.e. Angermeier, 2000 en Machado et al. 2004) la naturalidad es un imperativo en temas de conservación de la naturaleza y se le da preferencia sobre otros valores como la belleza, la complejidad o la productividad (Machado et al. 2004).

El criterio de naturalidad permite describir qué tan natural o artificial es un sitio (Resolución 196 de 2006, MAVDT) en especial el grado de modificaciones hechas a partir del uso de tecnología humana (Hunter 1996, Angermeier 2000, en Machado et al. 2004). No debe confundirse con el concepto de “integridad” (Pimentel et al. 2000 en Machado 2004) ya que un bosque arrasado por un huracán seguirá siendo tan natural como lo era antes del desastre

(Machado et al. 2004).

La naturalidad no es sinónimo exacto de “prístino” (Schmitter-Soto 2014), es un concepto relativo que admite grados (Angermeier 2000 en Schmitter-Soto 2014), pero que no es del todo subjetivo, ya que, se puede llegar a un consenso, entre distintos evaluadores, al admitir que algunos lugares sean más naturales que otros.

Para evaluar la naturalidad del humedal de Techo se emplearon dos metodologías: a) una a partir del cálculo de un índice de naturalidad que combinó las variables de especies endémicas y casi endémicas de fauna y flora, especies nativas distintas a las endémicas y casi endémicas, coberturas de la tierra y cantidad de tensionantes reportados; y b) un análisis de naturalidad a partir del traslape de cuatro capas cartográficas disponibles: geomorfología, geotecnia, coberturas y tratamiento urbanístico. Los resultados obtenidos se describen a continuación:

2.2.7.1 Índice de Naturalidad

Siguiendo la metodología propuesta en el Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedal Urbanos del Distrito Capital (SDA y CAR, 2023), se realizó un ejercicio de naturalidad para el humedal de Techo tomando las mismas variables empleadas en dicho instrumento: riqueza de especies endémicas y casi endémicas de fauna y flora, riqueza de especies nativas no endémicas ni casi endémicas, coberturas existentes (SDA 2021b) y cantidad de tensionantes o perturbaciones de origen antrópico que afectan de forma negativa la naturalidad del ecosistema.

Los resultados de estas variables para el humedal se calificaron tomando como referente la escala de calificación de cinco niveles, de muy bajo a muy alto, definida para el Sitio Ramsar. En esta escala se toma como mayor y menor rango de calificación, a los mayores y menores valores obtenidos en cada variable para todo el conjunto de humedales del complejo; y para los valores intermedios, se calcularon percentiles de igual amplitud. Las escalas de calificación para las variables empleadas se indican en las Tablas 18 y 19.

Tabla 18. Escalas de calificación de las variables de flora, fauna y tensionantes considerados en el índice de Naturalidad.

Escala de naturalidad	Valor	Nivel	Valores de referencia para cada escala de naturalidad				
			Flora		Fauna		TENSIONANTES
			Riqueza de especies y subespecies endémicas y casi endémicas	Riqueza de especies y subespecies nativas no endémicas ni casi endémicas de flora	Riqueza de especies y subespecies endémicas y casi endémicas	Riqueza de especies y subespecies nativas no endémicas ni casi endémicas	
Sistema transformado	1	Bajo	0-1	0-20	0 - 6	0 - 43	>24 tensionantes
Sistema semi-transformado	2	Medio bajo	2	21-40	7 - 11	44 - 84	19 a 24 tensionantes
Sistema semi-natural	3	Medio	3	41-60	12 - 16	85 - 126	13 a 18 tensionantes
Sistema sub-natural	4	Medio alto	4	61-80	17 - 21	127 - 168	7 a 12 tensionantes
Sistema natural	5	Alto	≥ 5	≥ 81	≥ 22	≥ 169	0 a 6 tensionantes

Fuente: SDA y CAR (2023).

Tabla 19. Escalas de calificación para las distintas coberturas consideradas en el índice de Naturalidad.

ESCALA DE NATURALIDAD	Valor	Nivel	COBERTURAS											
			Cuerpo de agua	Vegetación acuática	Arbustales	Bosque de tierra firme	Vegetación secundaria	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Pastos limpios	Cultivos	Plantación de latifolias	Tierras desnudas y degradadas	Tejido urbano discontinuo
Sistema transformado	1	Bajo	<5,2 %	<30,4 %	<3 %	<0,1 %	<0 %	<0 %	<0 %	>26,1 %	>0,8 %	>1,7 %	>2,1 %	>5,9 %
Sistema semi-transformado	2	Medio bajo	5,3-8,7 %	30,5-33,2 %	3,1-4,6 %	0,2-3,21 %	0-0,13	0-1,47	0-3,28 %	20,7-26,0 %	0,59-0,79 %	1,26-1,69 %	1,62-2,09 %	4,19-5,92 %
Sistema semi-natural	3	Medio	8,8-12,2 %	33,3-36 %	4,7-6,2 %	3,22-6,33 %	0,14-0,25 %	1,47-2,94 %	3,29-6,56 %	15,2-20,6 %	0,37-0,58 %	0,84-1,26 %	1,14-1,61 %	2,45-4,18 %
Sistema sub-natural	4	Medio alto	12,3-15,6	36,1-38,7	6,6-7,8 %	6,32-9,44 %	0,26-0,37 %	2,95-4,40 %	6,57-9,85 %	9,61-15,1 %	0,15-0,36 %	0,41-0,83 %	0,66-1,13 %	0,8-2,44 %
Sistema natural	5	Alto	>15,7 %	>38,8 %	>7,84 %	>9,45 %	>0,38 %	>4,41 %	>9,86 %	<9,60 %	<0,14 %	<0,44 %	<0,65 %	<0,7 %

Fuente: SDA y CAR (2023)

Se tuvieron en cuenta los siguientes datos de biodiversidad para calcular el índice: 1) Para las variables de flora se reportaron 83 especies, dentro de las cuales 46 se consideran nativas no endémicas y 3 endémicas las cuales corresponden a las especies Amargoso (*Ageratina aristei*), Cortadera (*Carex luridiformis*) y Tabaquillo (*Verbesina crassiramea*) 2) Para las variables de fauna, 88 especies de vertebrados nativos presentes en el humedal, del total de 96 vertebrados registrados (Ver capítulo descripción). En cuanto a las especies endémicas y casi endémicas de Colombia con registro de presencia en el humedal, corresponden a una (1) especie de serpiente, una (1) especie de rana y cinco (5) especies y dos (2) subespecie

de aves, tal como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 20. Datos de biodiversidad de flora y fauna para el cálculo del índice de naturalidad.

FLORA			
Total de especies nativas (no endémicas ni casi endémicas)			46
Total, de especies endémicas y casi endémicas			3
Nombre científico	Nombre común		Endemismo
<i>Ageratina aristei</i> (BLRob.) R. King & H. Rob.	Amargoso		Endémica
<i>Carex luridiformis</i> Mack. ex Reznicek & S. González	Cortadera		Endémica
<i>Verbesina crassiramea</i> S.F. Blake	Tabaquillo		Endémica
FAUNA			
Total, de especies nativas (no endémicas ni casi endémicas)			88
Total, de especies endémicas y casi endémicas			9
Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
Herpetos	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Culebra sabanera	Endémica
Herpetos	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana sabanera	Endémica
Aves	<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>	Monjita bogotana	Endémica
Aves	<i>Forpus conspicillatus</i>	Periquito de anteojos	Casi Endémica
Aves	<i>Conirostrum rufum</i>	Picocono rufo	Casi Endémica
Aves	<i>Diglossa albilatera</i>	Picaflor flanquiblanco	Casi Endémica
Aves	<i>Gallinago nobilis</i>	Caica paramuna	Casi Endémica
Aves	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada o de pico verde	Endémica
Aves	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Tángara dorsirroja	Casi Endémica

Fuente: Elaboración propia.

El resultado para el humedal de Techo se observa en la Tabla 21, ubicándose en una escala de “Sistema semi-natural” junto con otros humedales del Sitio Ramsar, como los humedales de Tibabuyes, Tibanica, Torca y Guaymaral y Capellanía, pero con la calificación más baja del grupo.

Tabla 21. Parámetro para medir el índice de naturalidad en el humedal de Techo.

Parámetros del índice de naturalidad		Resultado	Calificación
Flora (Nº)	Especies endémicas y casi endémicas	3	3
	Especies nativas (endémicas ni casi endémicas)	37	2
Fauna (Nº)	Especies endémicas y casi endémicas	9	2
	Especies Nativas (no endémicas ni sub endémicas)	88	3
Coberturas (%)	Cuerpo de agua	5,37	2
	Vegetación acuática	1,49	1
	Arbustales	0,6	1
	Bosque de tierra firme	0	1
	Vegetación secundaria	0	1
	Pastos arbolados	4,71	5
	Pastos enmalezados	3,22	2
	Pastos limpios	12,31	4
	Cultivos	0	5
	Plantación de latifoliadas	15,37	1
	Tierras desnudas y degradadas	0,08	5
	Tejido urbano discontinuo	41,65	1
Tensionantes (Nº)	Tensionantes reportados	11	4
RESULTADO TOTAL			43
Valor			3

Tabla 21. Parámetro para medir el índice de naturalidad en el humedal de Techo.

Parámetros del índice de naturalidad	Resultado	Calificación
Escala de Naturalidad		Sistema semi-natural

Fuente: Elaboración propia.

En términos de endemismos de flora y fauna, el humedal obtiene una calificación entre medio (3) y medio bajo (2) en comparación con otros humedales del Sitio Ramsar (SDA y CAR, 2023). Para flora, este resultado podría estar relacionado con la baja riqueza de especies nativas (37 en total; calificación 2 - medio bajo) y una alta presencia de especies invasoras (10 en total; calificación 2 - medio bajo). En el componente de fauna, el total de especies nativas tampoco está bien calificado con un valor medio (3 – medio); aunque en comparación al Sitio Ramsar se registran pocas especies invasoras (8 especies de vertebrados e invertebrados, calificación 4 – medio alto).

Tal como se indica en el capítulo de descripción del presente instrumento, el humedal se encuentra inmerso en una densa matriz urbana, por lo que su conectividad con otros humedales de la zona o con corredores ecológicos de cuerpos lóticos como canales de aguas pluviales arborizados o el corredor del río Fucha, es muy baja. Esta condición limita las posibilidades de flujo de individuos y genes de fauna y flora nativa. Por otra parte, al interior del ecosistema se hace necesario analizar si existe o no una baja representatividad de los hábitats propios que requieren las especies endémicas y casi endémicas para su subsistencia, lo que podría también incidir en los bajos reportes encontrados.

Observando los porcentajes de coberturas del humedal, se puede concluir que se ha realizado un efectivo control sobre coberturas no representativas del ecosistema como pastos limpios (12,3%) y cultivos (0%) y se ha incrementado la cobertura de pastos arbolados (4,6%). Sin embargo, las plantaciones de latifoliadas con especies foráneas e invasoras se encuentran muy extendidas (15,3%) y por esta razón obtienen una baja calificación. Del mismo modo, otras coberturas naturales como vegetación acuática, arbustales, bosques de tierra firme y vegetación secundaria se encuentran también subrepresentadas.

El resultado para el parámetro de tensionantes se ubica en un nivel “medio alto”, lo que indica que en comparación con el total de tensionantes reportados en los humedales del Sitio Ramsar (SDA y CAR, 2023) en el humedal de Techo se presentan pocos tensionantes. Esta

variable mide solamente el número total de tensionantes reportados, pero al analizar el impacto y ocurrencia de estos, del total de tensionantes reportados, cuatro (4) se consideran de alta ocurrencia e impacto: dos (2) de ellos para toda el área del humedal (fragmentación por vías y otras construcciones y ocupación ilegal) y otros dos (2) en puntos localizados (vertimiento de aguas residuales y emisiones de ruido). Este análisis de tensionantes se describe con mayor detalle en el ítem de Evaluación de Efectividad del Manejo, “problemática ambiental” del presente capítulo.

A partir de la escala de naturalidad (Tabla 22) definida para los humedales, se reconoce que, en el humedal de Techo, se presenta un índice de naturalidad de 43, lo que indica que este humedal representa un sistema semi-natural. En la Figura 14 se puede comparar respecto a los humedales del sitio Ramsar Complejo de humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá (SDA y CAR 2023).

Tabla 22. Escalas de naturalidad que permiten evaluar el estado de naturalidad del humedal.

Escala de Naturalidad	Total, sumatoria de calificación de variables	Rango de calificación para cada escala
Sistema natural	85	68,1 - 85
Sistema subnatural	68	51,1 - 68
Sistema seminatural	51	34,1 - 51
Sistema semitransformado	34	17,1-34
Sistema transformado	17	≤ 17

Fuente: Elaboración propia.

Machado et al. (2004) define según una escala de naturalidad con 10 categorías de sistemas: natural virgen, natural, subnatural, cuasi natural, seminatural, cultural autosuficiente, cultural asistido, muy intervenido, semitransformado y transformado. A partir de esta clasificación se definieron para el humedal de Techo cinco tipos de sistemas (Tabla 23) que agrupan y sintetizan las categorías propuestas.

La categoría de “sistema seminatural” empleada para el humedal de Techo, podría equipararse a los descrito por Machado et al (2004) como “sistema seminatural” y “sistema cultural autosostenido”. Es decir, lugares donde la dinámica aún se basa en procesos

naturales con una producción biológica no muy forzada, pero donde podría haber una eventual dominancia de especies exóticas y algunas especies naturales encontrarse alteradas; con presencia de infraestructura antrópica escasa o concentrada y ocurrencia de actividades humanas extensivas, además de presentar poca o ninguna gestión del agua (Figura 15).

Siguiendo Machado et al. (2004), las demás categorías pueden definirse de la siguiente manera:

- Sistema natural: lugares donde priman los procesos y elementos naturales, sin contaminación fisicoquímica proveniente de fuentes humanas, o bien, la presencia de contaminantes no sobrepasa la capacidad de carga del sistema para asimilarla; mínima infraestructura artificial.
- Sistema subnatural: lugares con especies exóticas eventualmente presentes no dominantes, elementos artificiales no extensivos y dispersos, actividades antrópicas de bajo impacto físico, fragmentación interna irrelevante y contaminación que puede ser procesada por el sistema.
- Sistema semitransformado: lugares con infraestructuras y acondicionamientos del medio físico importantes, gran aporte de materiales contaminantes, matriz artificial con elementos naturales dispersos como parches o corredores, alta fragmentación, biodiversidad muy reducida y geomorfología alterada.
- Sistema transformado: predominio de elementos contruidos con eventual desarrollo vertical, dependencia total del aporte externo de materia y energía, elementos naturales muy reducidos o ausentes y elementos exóticos confinados.

Comparación de la escala de Naturalidad del humedal de Techo con relación a los humedales del Sitio Ramsar

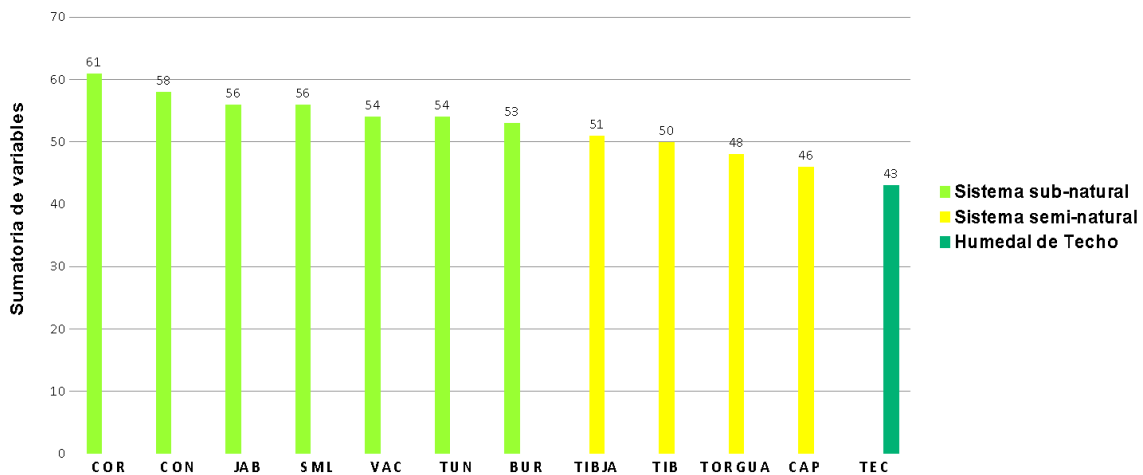


Figura 15. Comparación de la escala de naturalidad del humedal de Techo con relación a los datos valorados en el sitio Ramsar complejo de humedales urbanos del Distrito Capital de Bogotá SDA y CAR (2023). Siglas: COR (humedal Córdoba), CON (humedal La Conejera), JAB (humedal Jaboque), VAC (humedal de La Vaca), TUN (humedal del Tunjo), BUR (humedal del Burro), TIBJA (humedal Tibabuyes – Juan Amarillo), TORGUA (humedales de Torca y Guaymaral), CAP (humedal de Capellanía), SML (humedal de Santa María del Lago). Fuente: Elaboración propia.

2.2.7.2 Análisis de naturalidad a partir de información cartográfica

Se realizó un segundo análisis de naturalidad, empleando la información cartográfica disponible de coberturas de la tierra (SDA 2021b), geotecnia, geomorfología y tratamiento urbanístico. Con base en la metodología propuesta por Arroyo-Molt (2017), se empleó como unidad de análisis el área del humedal, más un buffer de 50 metros alrededor de su perímetro, con el fin de incluir en el análisis de naturalidad, la zona de influencia directa.

Este análisis cartográfico incluye también el cálculo de un índice de naturalidad morfométrico (Rojas et al. 2015, tal como se cita en Arroyo-Molt 2017), que mide el grado de perturbación e intervención en un humedal, dependiendo del nivel de antropización y urbanización de los usos y las coberturas del suelo (Arroyo-Molt 2017). La cuantificación de este índice de naturalidad, inicialmente sólo para la capa de coberturas (Arroyo-Molt 2017), se extrapoló para las otras tres capas consideradas, siguiendo la fórmula:

$$IN = \sum CS_i \times GNi / ST$$

Donde:

CS_i = Superficie total de cada una de las coberturas de suelo i

GNI = Grado de naturalidad definido para cada cobertura i

ST = Superficie total del área

Se asignó un grado de naturalidad (GNI) entre 1 y 10 a cada una de las categorías incluidas en las cuatro capas evaluadas, siendo 1, el valor dado a la categoría más antropizada y 10 a la más natural (Tabla 23 y 24).

Tomando como referencia a Machado et al (2004), estos distintos niveles de naturalidad se describen de la siguiente manera:

Tabla 23. Tipología de niveles de naturalidad.

Nivel	Nombre	Área (ha)	Porcentaje	Descripción
1	Transformado	9,282	44,42	Coberturas con tejido urbano continuo y discontinuo, vías y separadores viales; urbanismo consolidado; geomorfología de terrazas (áreas urbanizadas) y suelos con rellenos de excavación, de rondas de ríos y humedales o suelos blandos.
2	Semi transformado	3,024	14,47	Coberturas con tejido urbano continuo y discontinuo, vías y pastos enmalezados; urbanismo consolidado y en desarrollo; geomorfología de terrazas (áreas urbanizadas) y suelos con rellenos de excavación o suelos blandos.
3	Muy intervenido	1,909	9,14	Coberturas con pastos enmalezados; urbanismo consolidado; geomorfología de terrazas (áreas urbanizadas) y suelos de rondas de ríos y humedales.
4	Cultural intermedio	0,614	2,94	Polígonos intermedios que presentan coberturas mezcladas de zonas transformadas y zonas más naturales, como: coberturas de juncal, vegetación acuática, tifales, herbazal denso inundable, mezcla de árboles plantados, plantación de latifoliadas de sauces y acacias, vegetación secundaria baja plantada, pastos enmalezados, pastos limpios, tejido urbano continuo, parqueadero y vías. Urbanismo en desarrollo, consolidado y de suelos protegidos. Geomorfología de terrazas aluvial (antrópico) y fluvial de planos de inundación de río meándrico. Suelos de arcillas blandas, de rondas de ríos y humedales y rellenos de excavación.
5	Cultural sostenible	0,772	3,70	Polígonos intermedios que presentan semejanzas con las coberturas mezcladas de zonas transformadas y zonas más naturales del nivel 4, pero diferenciándose en que el tejido urbano no es continuo sino discontinuo, que no hay

Tabla 23. Tipología de niveles de naturalidad.

Nivel	Nombre	Área (ha)	Porcentaje	Descripción
				plantaciones de acacias y que se incluyen construcciones que, a pesar de constituir endurecimientos, son compatibles con los usos del humedal, tales como obras hidráulicas y área administrativa. Urbanismo en desarrollo, consolidado y de suelos protegidos. Geomorfología antrópica de terraza aluvial, diques y canales; además de áreas anegables intermitentes y permanentes. Suelos de arcillas blandas, de rondas de ríos y humedales y rellenos de excavación.
6	Semi natural	0,872	4,17	Coberturas con plantación de latifoliadas de sauce y acacia; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable permanente y diques y suelos de rondas de ríos y humedales y con rellenos de excavación.
7	Casi natural	0,377	1,80	Coberturas con mezcla de árboles plantados; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable intermitente y suelos de rondas de ríos y humedales y con rellenos de excavación.
8	Sub natural	2,242	10,73	Coberturas con vegetación acuática; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable intermitente y suelos de rondas de ríos y humedales y con rellenos de excavación.
9	Natural	1,802	8,63	Coberturas con tiales, juncas y herbazal denso inundable; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable permanente y suelos de rondas de ríos y humedales y con rellenos de excavación.
Total		20,898	100	

Fuente: Elaboración propia. Modificado de Machado et al, 2004.

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

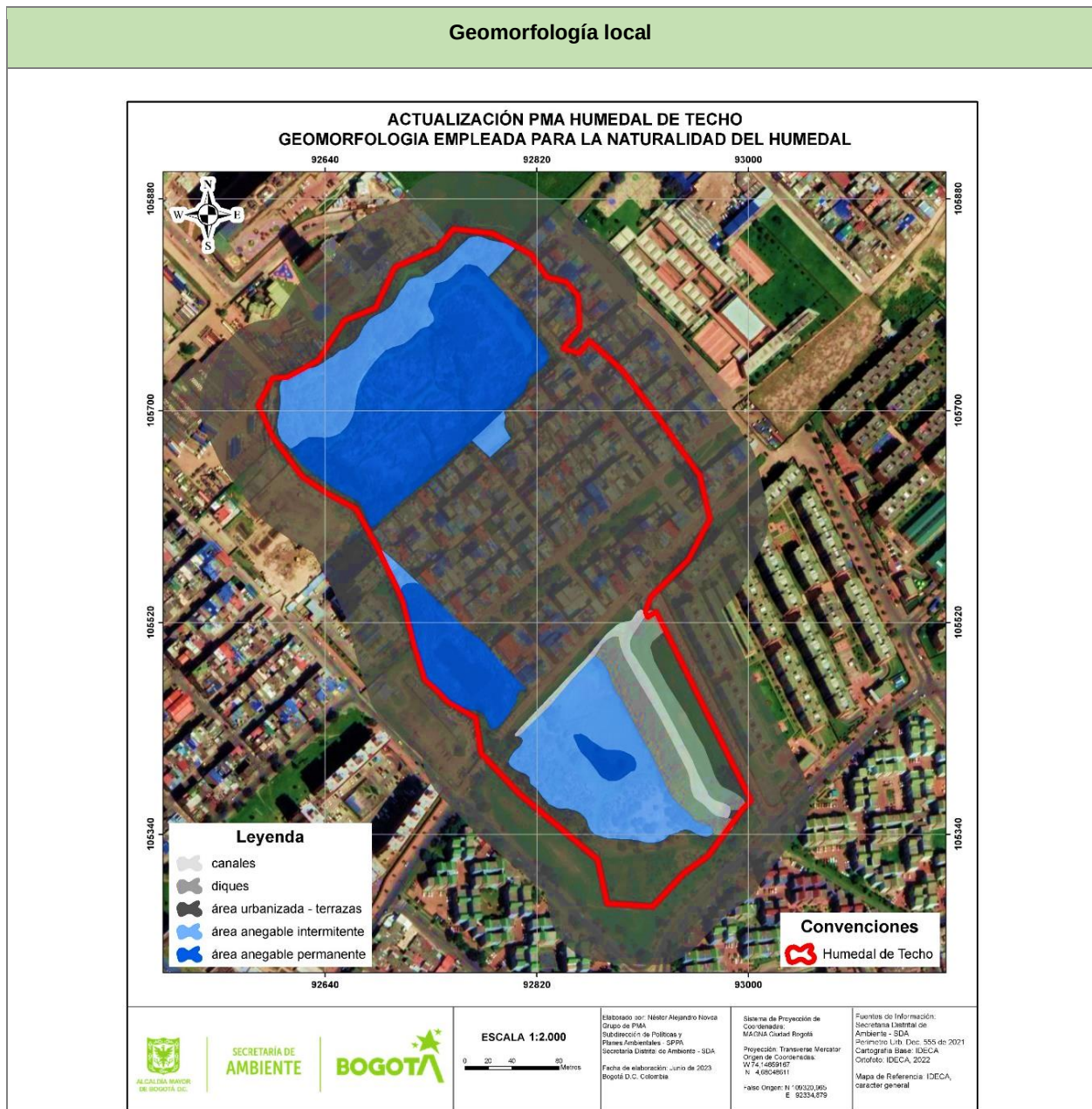


Figura 16. Geomorfología empleada para la naturalidad del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Categorías	Grado de naturalidad	Área (m2)	Descripción
Área legal del humedal			
Canales	1	2.403,24	Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales. Este canal ha sido intervenido y afectado por fuerzas antrópicas las cuales han afectado la consistencia natural del mismo (CAR, 2019).

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Diques	1	6.385,65	Son crestas de 1 – 2 m de alto y 3 – 4 m de ancho que bordean las riberas de las corrientes fluviales mayores. Se constituyen de arenas finas y limos. Ha sido intervenido y afectado por la fuerza de los humanos (CAR, 2019).
Área urbanizada - terrazas	1	65.218,67	Terraza de morfología plana a ligeramente inclinada, caracterizadas por estar limitadas con escarpes de disección. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales, las cuales se han visto fuertemente afectadas por procesos antrópicos, caracterizadas por ser acciones de relleno y aplanado de superficies (CAR, 2019).
Área anegable intermitente	10	20.847,13	Cuerpo natural de agua de aspecto pantanoso, irregular y de poca profundidad, acumulado en artesas de origen tectónico o estructural. Se presenta como planos de material lacustrino fino, localmente colmatados por agua de origen pluvial (CAR, 2019).
Área anegable permanente	10	28.094,54	Franja de terreno plana baja de morfología ondulada, inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial (CAR, 2019).
Buffer 50 m			
Canales	1	1,83	Canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales. Este canal ha sido intervenido y afectado por fuerzas antrópicas las cuales han afectado la consistencia natural del mismo (CAR, 2019).
Diques	1	51,90	Son crestas de 1 – 2 m de alto y 3 – 4 m de ancho que bordean las riberas de las corrientes fluviales mayores. Se constituyen de arenas finas y limos. Ha sido intervenido y afectado por la fuerza de los humanos (CAR, 2019).
Área urbanizada - terrazas	1	86.058,69	Terraza de morfología plana a ligeramente inclinada, caracterizadas por estar limitadas con escarpes de disección. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales, las cuales se han visto fuertemente afectadas por procesos antrópicos, caracterizadas por ser acciones de relleno y aplanado de superficies (CAR, 2019).

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Área anegable permanente	10	6,72	Franja de terreno plana baja de morfología ondulada, inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se constituye de 3 - 5 m de arcillas y limos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial (CAR, 2019).
--------------------------	----	------	---

Zonificación geotécnica (suelos)

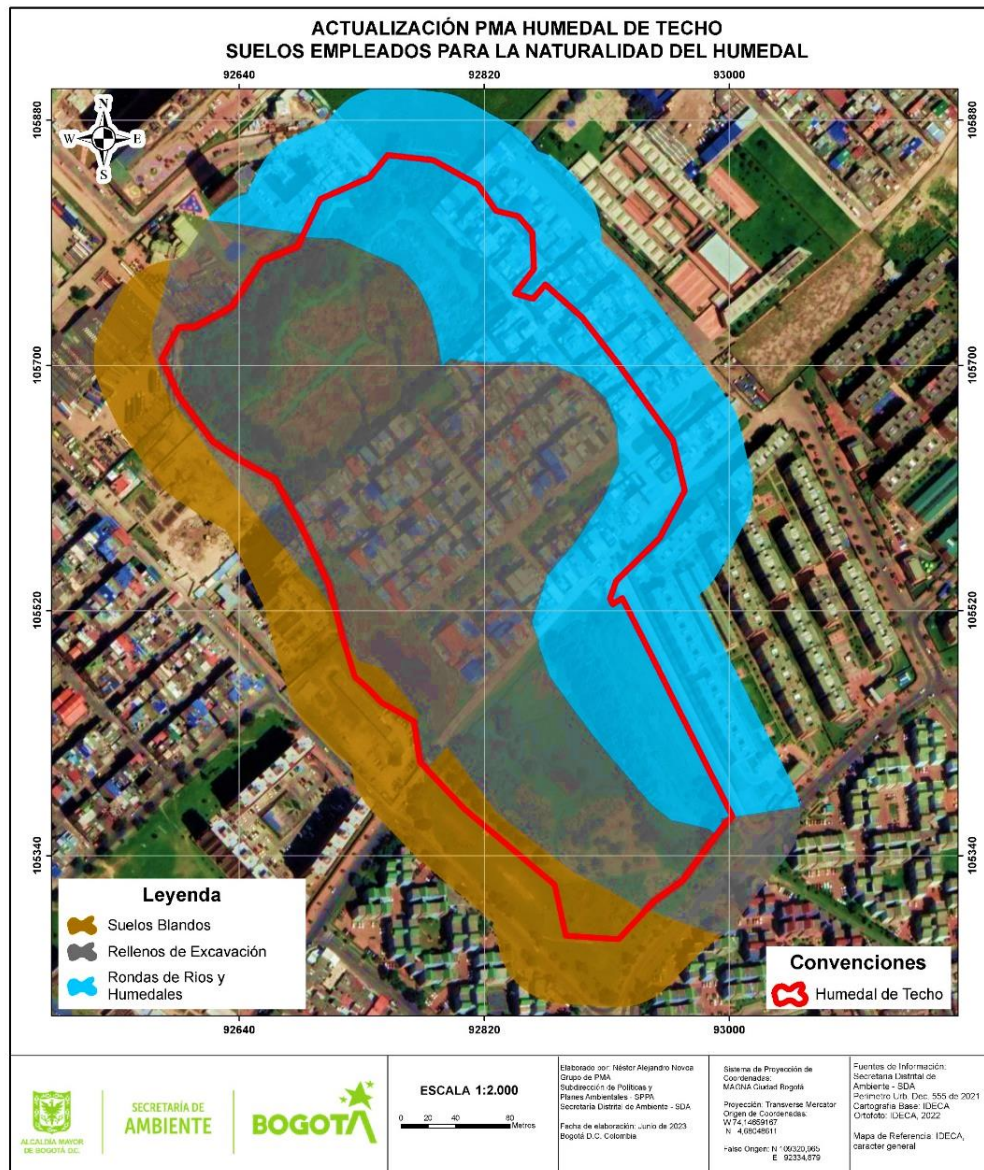


Figura 17. Suelos empleados para la naturalidad del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Categorías	Grado de naturalidad	Área (m2)	Descripción
Área legal del humedal			

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Suelos blandos	8	850,91	Caracterizados por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre (IDIGER, 2010).
Rellenos de excavación	1	58.139,89	Son los depósitos que han resultado de acciones antrópicas para la adecuación de terrenos principalmente en las zonas de humedales deprimidas, estos abundan en varias partes de la ciudad
Rondas de ríos y humedales	10	63.958,43	Pertenecen a esta zona los cuerpos de agua de la ciudad, tales como: humedades, antiguos lagos y zonas de inundación (IDIGER, 2010).
Buffer 50 m			
Suelos blandos	8	33.132,30	Caracterizados por la presencia de arcillas blandas de alta compresibilidad y de origen lacustre (IDIGER, 2010).
Rellenos de excavación	1	43.129,90	Son los depósitos que han resultado de acciones antrópicas para la adecuación de terrenos principalmente en las zonas de humedales deprimidas, estos abundan en varias partes de la ciudad
Rondas de ríos y humedales	10	9.856,94	Pertenecen a esta zona los cuerpos de agua de la ciudad, tales como: humedades, antiguos lagos y zonas de inundación (IDIGER, 2010).
Tratamiento urbanístico - Decreto Distrital 555 de 2021 (POT)			

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

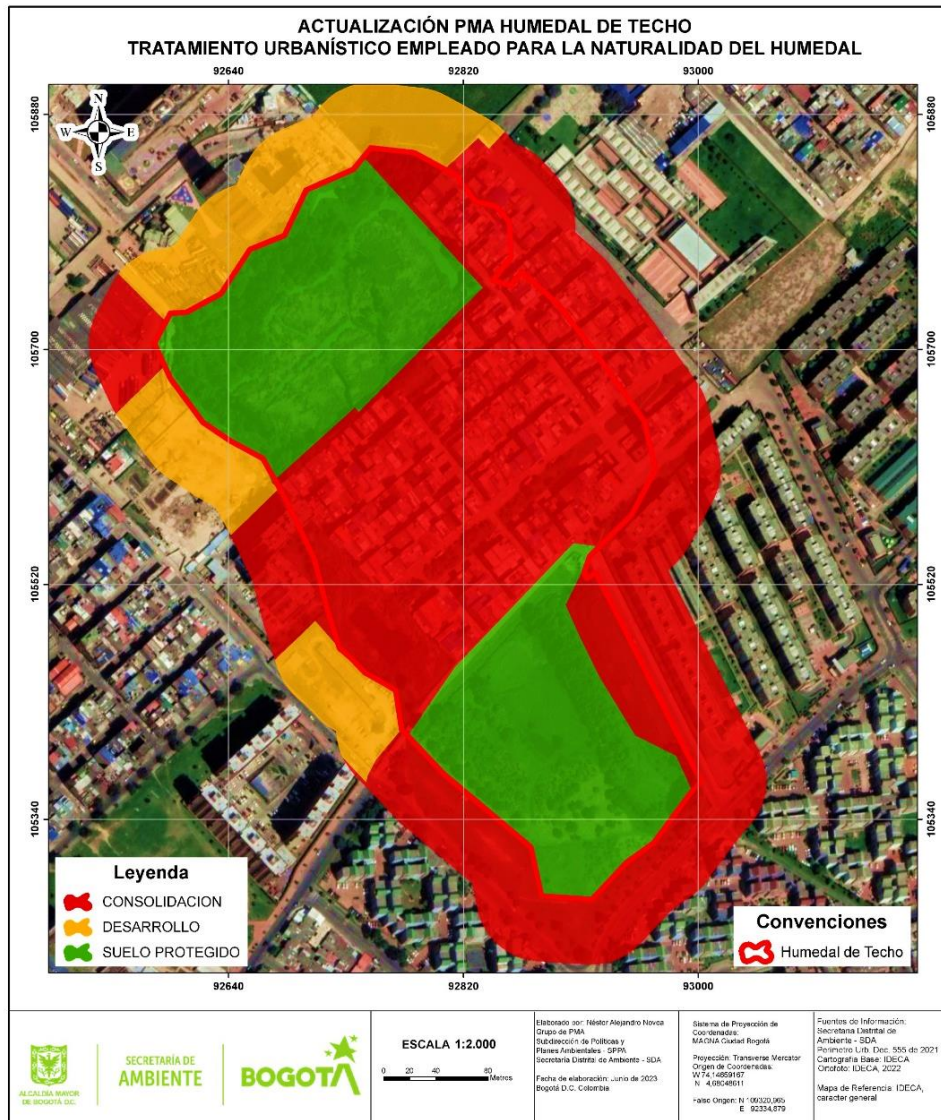


Figura 18. Tratamiento urbanístico del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Categorías	Grado de naturalidad	Área (m2)	Descripción
Área legal del humedal			
Consolidación	1	63.753,61	El suelo urbano consolidado es el que se encuentra en la ciudad y no requiere de transformación urbanística. Es el que tiene la condición de solar y aquellos que para alcanzarla solo necesitan alguna obra a costa del propietario. Las edificaciones en el suelo urbano consolidado se pueden realizar solo con la licencia.

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Suelo protegido	10	59.195,62	Un suelo rústico protegido cuenta con recursos naturales que buscan ser resguardados por la administración de turno. Esto se traduce en que no es legal realizar cambios edificatorios o urbanizadores que alteren su curso natural.
Buffer 50 m			
Consolidación	1	57.966,23	El suelo urbano consolidado es el que se encuentra en la ciudad y no requiere de transformación urbanística. Es el que tiene la condición de solar y aquellos que para alcanzarla solo necesitan alguna obra a costa del propietario. Las edificaciones en el suelo urbano consolidado se pueden realizar solo con la licencia.
Desarrollo	1	28.082,62	Es el conjunto de disposiciones que orienta y regula la urbanización de los predios urbanizables no urbanizados, localizados en suelo urbano o de expansión urbana, y define tanto el potencial edificable de las áreas privadas.
Suelo protegido	10	70,29	Un suelo rústico protegido cuenta con recursos naturales que buscan ser resguardados por la administración de turno. Esto se traduce en que no es legal realizar cambios edificatorios o urbanizadores que alteren su curso natural.
Coberturas de la tierra (SDA, 2022)			

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.



Figura 19. Coberturas de la tierra humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Categorías	Grado de naturalidad	Área (m2)	Descripción
Área legal del humedal			
Área administrativa, otras	1	211,06	Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales (IDEAM, 2010, p. 15).
Campo de fútbol	1	1.064,68	"Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano" (IDEAM, 2010, p. 19).

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Canales	1	1.936,78	"Cauce artificial abierto que contiene agua en movimiento de forma permanente, que puede enlazar o no dos masas de agua. Comprende los canales de navegación y los de los distritos de riego" (IDEAM, 2010, p. 66).
Herbazal denso inundable	8	1.864,63	"Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. Se recomienda el uso de información secundaria de apoyo para complementar el análisis pictórico para la identificación de las áreas inundables" (IDEAM, 2010, p. 50).
Juncal	7	16.095,51	Bajo esta categoría se clasifica la vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Formado principalmente por herbáceas denominadas Juncos, en su mayoría dominados por las especies <i>Juncus effusus</i> y <i>Schoenoplectus californicus</i> .
Mezcla de árboles plantados	7	5.551,30	"Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras)" (IDEAM, 2010, p. 46).
Obras hidráulicas	1	32,98	"Superficies que corresponden a construcciones consolidadas de carácter permanente, destinadas a instalaciones hidráulicas, y aquellas de pequeña magnitud, generalmente asociadas con infraestructura urbana, tales como canales, bocatomas, entre otros en el área de estudio" (IDEAM, 2010, p. 27).
Parqueadero	1	0,48	Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el estacionamiento de vehículos automotores o de tracción animal (IDEAM, 2010).
Pastos enmalezados	3	2.826,53	"Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

			altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m" (IDEAM, 2010, p. 34).
Pastos limpios	2	14.433,89	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, enclavamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010, p. 33).
Plantación de latifoliadas – Acacia	5	13.040,87	"Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras)" (IDEAM, 2010, p. 46).
Plantación de latifoliadas – Sauce	5	4.238,86	
Ricino	5	337,15	Bajo esta categoría se clasifica las asociaciones monoespecíficas de la especie <i>Ricinus communis</i> .
Separadores viales	2	2.404,91	"Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, como espacios arbolados, jardines ornamentales, áreas cubierta por césped" (IDEAM, 2010).
Tejido urbano continuo	1	31.620,93	"Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano." (IDEAM, 2010, p. 14).
Tejido urbano discontinuo	1	131,17	"Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación" (IDEAM, 2010, p.14).
Tifales	7	1.168,02	Bajo esta categoría se clasifica la vegetación que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total, favorecida por el alto grado de colmatación de este. Donde abunda la Enea, especies del género <i>Typha</i> común en los humedales y presente en más del 70%.

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Vegetación acuática	5	7.757,76	"Bajo esta categoría se clasifica toda aquella vegetación flotante que se encuentra establecida sobre cuerpos de agua, recubriéndolos en forma parcial o total. Comprende vegetación biotipológicamente clasificada como <i>Pleustophyta</i> , <i>Rizophyta</i> y <i>Haptophyta</i> . En Colombia, esta cobertura se encuentra asociada con lagos y lagunas andinas en proceso de eutrofización y en las zonas bajas asociada con cuerpos de agua localizados en las planicies de inundación o desborde" (IDEAM, 2010, p. 62).
Vegetación secundaria baja plantada	7	3.101,57	"Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies" (IDEAM, 2010, p. 55). En este caso contempla procesos de restauración asistida.
Vías	1	15.130,17	"Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de algún tipo de vehículo" (IDEAM, 2010).
Buffer 50 m			
Campo de fútbol	1	3.681,79	"Son los terrenos dedicados a las actividades de deporte, incluyendo los parques habilitados para esta actividad, no incluidos dentro del tejido urbano" (IDEAM, 2010 p. 19).
Parqueadero	1	8.777,36	Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el estacionamiento de vehículos automotores o de tracción animal. (IDEAM, 2010).
Pastos limpios	2	12.494,47	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010, p. 33).
Separadores viales	2	695,27	"Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, como espacios arbolados, jardines ornamentales, áreas cubiertas por césped" (IDEAM, 2010).

Tabla 24. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de Techo.

Tejido urbano continuo	1	43.569,28	"Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más de 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano" (IDEAM, 2010, p.14).
Vías	1	16.900,97	"Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, pavimentada o asfaltada, de uso sostenible o privado que permite el tránsito de algún tipo de vehículo" (IDEAM, 2010).

Fuente: Elaboración propia.

El cruce de las cuatro capas analizadas para el humedal de Techo dio como resultado un mapa de unidades homogéneas con polígonos que representan distintos niveles de naturalidad desde 1 (transformado) hasta 9 (natural) (Figuras 20 y 21). Es importante aclarar que el grado de naturalidad indicado en la tabla anterior hace alusión al valor ponderado que se da a cada una de las categorías que hacen parte de cada una de las capas, según si son más o menos naturales.

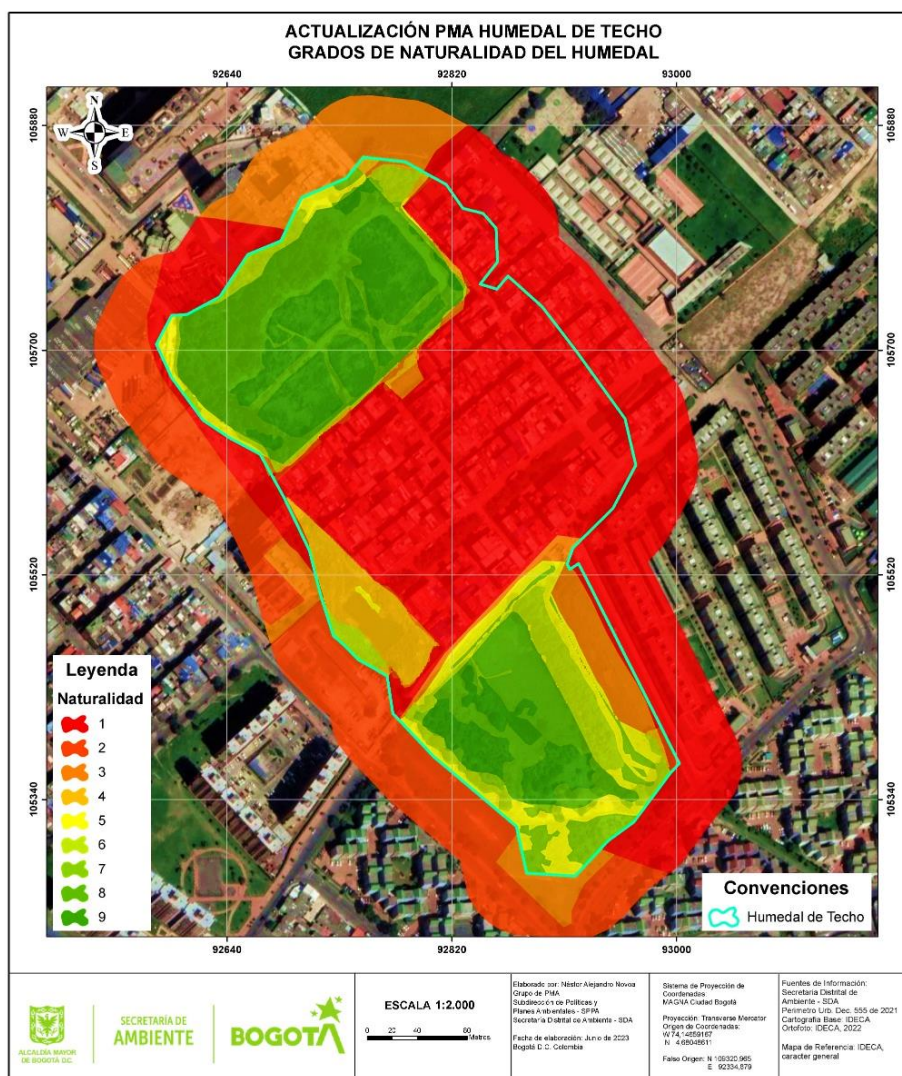


Figura 20. Mapa de naturalidad del humedal de Techo y su área de influencia directa. Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes de naturalidad para el humedal de Techo se pueden observar en la siguiente gráfica (Figura 21):

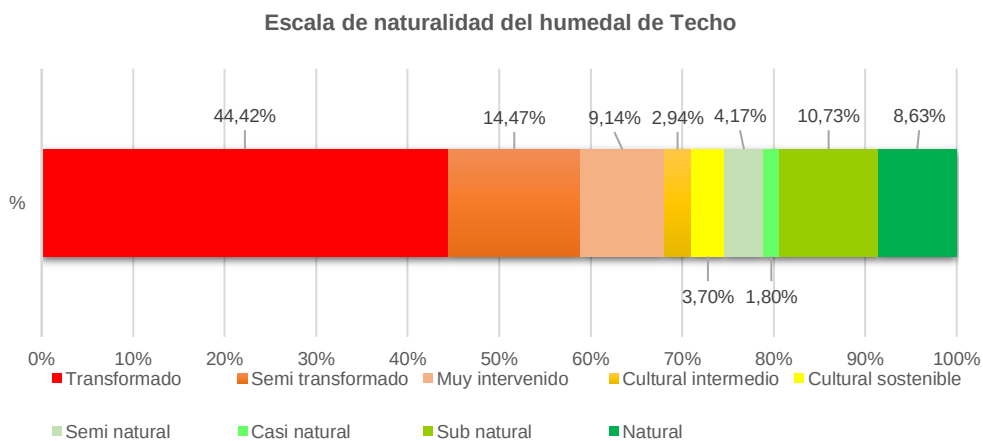


Figura 21. Escala de naturalidad del humedal de Techo y su área de influencia directa.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de naturalidad a partir de información cartográfica permite observar cómo los polígonos con procesos de transformación más avanzados representan los mayores porcentajes (68%) y ubican al humedal en un estado de baja naturalidad. Sin embargo, el primer ejercicio desarrollado a partir del diseño de un indicador, lo ubica en una categoría intermedia denominada “sistema semi-natural”.

Lo anterior podría deberse al enfoque más detallado de este primer análisis, en la presencia/ausencia de elementos de biodiversidad propios de un ecosistema de humedal y, por tanto, en el uso de más variables relacionadas con la flora, la fauna y las coberturas nativas existentes. En este sentido, a pesar de presentar 10 variables calificadas en las escalas más bajas (1 y 2), otras 8 variables se ubicaron en calificaciones altas (3, 4 y 5), permitiendo un equilibrio en el resultado final. Por otra parte, teniendo en cuenta los resultados entregados por el análisis cartográfico anteriormente presentados, se determinó el grado de naturalidad para el área buffer, el área legal del humedal y su conjunto, lo que arrojó los siguientes resultados:

El humedal de Techo al estar inmerso en una matriz urbana altamente consolidada y en consolidación, debido a los proyectos urbanísticos en construcción, posee un área de influencia altamente antropizada. Por lo cual, a partir del cálculo del índice de naturalidad morfométrico y de las tipologías de naturalidad indicadas en la Tabla 25, su área de influencia directa, delimitada a partir de un buffer de 50 m de ancho, arrojó una calificación en el índice de naturalidad bajo de 1,7, tipificándose como una zona transformada a semitransformada, tal como se muestra la Tabla 25.

Tabla 25. Cálculo de naturalidad del área buffer a partir de información cartográfica.

ID	GNI	CSi (m2)	GNI *CSi	IN=ΣCSi*GNI/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
1	1	43019,23	43019,23	1,7	De transformado a semitransformado	
2	2	29439,33	58878,66			
3	3	13504,55	40513,64			
4	4	11,31277	45,25107			
5	5	39,63874	198,1937			
6	6	12,663	75,97797			
7	7	7,444388	52,11072			
8	8	1,114711	8,917688			
ST (m2)		86035,27	142792			

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, el área legal del humedal de Techo se encuentra un 41% cubierta por tejido urbano, siendo uno de los humedales más particulares de Bogotá, por presentar una influencia directa de la matriz urbana no sólo en su área circundante si no en su interior. Lo anterior influye de manera notable en los índices de naturalidad, dando una calificación considerablemente baja para un área protegida, de 4,5. Lo anterior lo tipifica como un humedal de tipo cultural sostenible según la tipología de niveles de naturalidad citada en la tabla 23, sumado a las áreas de plantaciones de especies exóticas y canales antrópicos, como lo indica la Tabla 26.

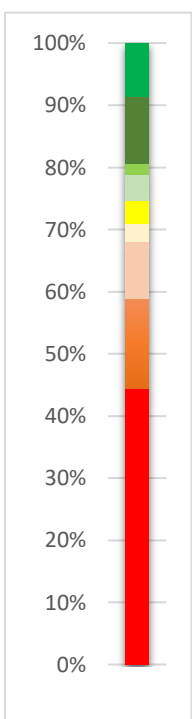
Tabla 26. Cálculo de naturalidad del área legal humedal de Techo a partir de información cartográfica.

ID	GNI	CSi (m2)	GNI *CSi	IN=ΣCSi*GNI/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
9	1	49803,28	49803,28	4,5	Cultural sostenible	
10	2	802,7648	1605,53			
11	3	5594,192	16782,58			
12	4	6135,822	24543,29			
13	5	7689,239	38446,2			
14	6	8711,937	52271,62			
15	7	3763,082	26341,58			
16	8	22420,54	179364,3			
17	9	18028,38	162255,4			
ST (m2)		122949,2	551413,8			

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se consolidaron los datos para el área de influencia directa y el área legal del humedal de Techo, observando que, la naturalidad de todo el conjunto se ve afectada tanto por la presencia de elementos artificiales al interior del humedal, como por la influenciada de su área circundante, haciendo disminuir aún más el índice de naturalidad a 3,3 y tipificándose como un espacio muy intervenido, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27. Cálculo de naturalidad del área legal del humedal + área buffer de 50 m de ancho.

ID	GNi	CSi (m2)	GNi *CSi	IN= Σ CSi*GNi/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
1	1	43019,23	43019,23	3,3	Muy intervenido	
2	2	29439,33	58878,66			
3	3	13504,55	40513,64			
4	4	11,31277	45,25107			
5	5	39,63874	198,1937			
6	6	12,663	75,97797			
7	7	7,444388	52,11072			
8	8	1,114711	8,917688			
9	1	49803,28	49803,28			
10	2	802,7648	1605,53			
11	3	5594,192	16782,58			
12	4	6135,822	24543,29			
13	5	7689,239	38446,2			
14	6	8711,937	52271,62			
15	7	3763,082	26341,58			
16	8	22420,54	179364,3			
17	9	18028,38	162255,4			
ST (m2)		208984,5	694205,8			

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta lo anterior se concluye que, al estar el humedal altamente influenciado por la matriz urbana en la que se encuentra inmerso; las acciones de recuperación del área protegida deberían trascender los límites legales, ya que, el humedal, que ha sido aislado de la EEP de la ciudad, podría estar presentando una gran erosión genética en las poblaciones de especies nativas que lo habitan. Adicionalmente, esta matriz urbana tenderá a antropizarse más con el paso del tiempo, generando así mayor presión sobre el ecosistema.

Sumado a lo anterior, el humedal de Techo se encuentra fragmentado internamente por desarrollos urbanísticos como edificaciones y vías, los cuales impiden la conectividad hídrica y ecosistémica. Es necesario, también regular las construcciones que se encuentran

circundando el área protegida, con el fin de que estas generen espacios amigables con la zonificación propuesta para el humedal.

2.2.8 Representatividad

Para definir qué tan representativo es un humedal dentro de una zona o complejo de humedales (Resolución 196 de 2006, MAVDT), entendiendo la representatividad como el porcentaje mínimo que una unidad de análisis requiere para asegurar el equilibrio de los atributos de la biodiversidad en términos de su composición, estructura y funcionalidad (Andrade y Corzo, 2011, p.73); se requiere conocer en principio, la extensión y ubicación de los ecosistemas de humedal que originalmente existieron en el territorio, es decir, el mapa de ecosistemas o de biomas potenciales.

Si bien existen datos de representatividad en el país, para sistemas de áreas protegidas del orden nacional o regional, para el caso del Distrito Capital, no se cuenta con información cartográfica de los biomas o ecosistemas potenciales, que permita calcular en qué medida los ecosistemas de humedal remanentes son representativos del gran bioma de humedales andinos que alguna vez existió en el territorio; ni en qué porcentaje la ciudad aporta a las metas de conservación del país. Por lo anterior, se propone un análisis de representatividad alternativo, tal como se describe a continuación.

2.2.9 Análisis a partir de la oferta ambiental

Un análisis sustituto de representatividad basado en lo propuesto por (Fandiño-Lozano, 1996 citado en Fandiño & Wyngaarden, 2005) que sugiere una aproximación a la representatividad topológica (arreglo natural vertical), usando como referente los territorios requeridos para permitir poblaciones mínimas viables de especies consideradas sombrilla.

La oferta de hábitat u oferta ambiental de un humedal se entiende como la extensión, el estado y la diversidad de hábitat que ofrece el humedal a la fauna (SDA, 2008). El análisis se realizó tanto para la oferta de hábitat para las aves acuáticas, como para la oferta de hábitat de la franja terrestre del humedal, con base en la metodología propuesta por SDA (SDA, 2008).

A diferencia de este estudio, que tomó como referencia el área aproximada de cada tipo de hábitat, en este caso como unidad de análisis el mapa de coberturas (2021b) actualizado del

humedal, considerando que las coberturas albergan en su interior uno o varios tipos de hábitats. Los resultados obtenidos para el humedal de Techo se explican a continuación:

2.2.9.1 Oferta ambiental de coberturas en franja acuática y semiacuática

Se tuvo en cuenta tanto el número de coberturas presentes en el humedal como la representación de cada una, lo que da una medida de diversidad de las coberturas presentes en el humedal. Se consideraron las coberturas relacionadas con hábitats acuáticos o semiacuáticos, que constituyen el “área efectiva” del humedal, es decir “el área con vegetación acuática propia de un humedal” (SDA 2008, p. 106); y a cada una se le asignó un puntaje según el porcentaje con el que aporta al área efectiva total del humedal, como se muestra en la Tabla 28. Allí mismo se indica también la calificación al área efectiva del humedal dependiendo de su tamaño:

Tabla 28. Criterios de calificación para la oferta ambiental en franja acuática.

Criterio	Puntaje	Cobertura del área efectiva del humedal	Comentarios
Cobertura de cada hábitat	0	0 %	Hábitat ausente
	0,5	< 5%	Hábitat escaso: uno o más parches pequeños, insuficiente para sostener una pareja de aves que lo requiera.
	1	5 – 20 %	Hábitat suficiente para sostener unas pocas parejas del ave que lo requiera
	2	20 – 50 %	Hábitat suficiente para varias parejas (paréntesis si el área efectiva del humedal lo permite)
	3	> 50 %	Hábitat dominante, soporta varias parejas y solamente requieren este hábitat
Área efectiva del humedal	1	<5	Humedal muy pequeño, pocas posibilidades de sostener una avifauna acuática diversa
	2	5 - 10 ha	Humedal pequeño, capaz de sostener poblaciones pequeñas de algunas especies de aves acuáticas con un buen mosaico de ambientes
	3	10 – 20 ha	humedal mediano, capaz de sostener poblaciones de varias especies de aves acuáticas incluyendo algunas especies endémicas y amenazadas, dando un buen mosaico de hábitats
	4	>20 ha	humedal del tamaño capaz de sostener la comunidad completa de aves acuáticas existentes en el distrito dando un buen mosaico de hábitat.

Fuente: SDA (2008).

Para el cálculo final de la oferta ambiental de la franja acuática del humedal se modificó la fórmula de SDA (2008), incluyendo como variables a las coberturas en lugar de los hábitats, como se observa a continuación:

Oferta ambiental = N° total de coberturas + N° de coberturas con valores de 1 y 2 + valor de la cobertura de juncal + valor del área efectiva del humedal

De esta manera, la oferta ambiental de coberturas acuáticas y semiacuáticas del humedal de Techo se califica según se puede ver en la Tabla 29. El total del área es el área efectiva del humedal y el total del puntaje es el valor de oferta ambiental.

Tabla 29. Oferta ambiental en la franja acuática y semiacuática del humedal de Techo.

Código C.L.C	Tipos de Cobertura	Hábitat	Área de Cobertura	% Área Cobertura	Calificación Cobertura hábitat	Área efectiva del humedal
321121	Herbazal denso inundable	Orilla abierta	0,19	6%	1	3
		Vegetación herbácea/emergente de borde				
		Pradera emergida				
3211211	Juncal	Juncal	1,61	56%	3	
		Juncal seco				
3211212	Tifales	Tifales	0,12	4%	0,5	
413	Vegetación acuática	Vegetación flotante	0,78	27%	2	
		Tapete flotante				
		Agua panda / veg.				
		Sumergida				
513	Canales	Agua abierta	0,19	7%	1	
		Totales	2,88	100%	10,5	

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 29 el humedal de Techo tiene un tamaño medio, suficiente para mantener algunas poblaciones de aves acuáticas, y de igual manera el puntaje de la oferta ambiental, 14, según SDA (2008) refleja una limitada oferta de hábitat, aunque al no emplear las mismas categorías usadas en el mencionado documento, los resultados pueden no ser muy confiables en su comparación.

2.2.9.2 Oferta ambiental de coberturas en franja terrestre

Se tuvieron en cuenta las variables de: ancho promedio de la ronda alrededor del humedal, fisionomía de la vegetación con énfasis en la vegetación leñosa, composición de la vegetación (nativa o exótica) y tipo de entorno (favorable o no para las aves terrestres) (SDA, 2008, p. 106).

Estas variables se calificaron a partir de los siguientes valores (SDA, 2008, p. 108):

Tabla 30. Criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.

Criterio	Puntaje	Valor correspondiente
A. Ancho de la ronda	0	< 10 m
	1	10 hasta 20 m
	2	20 hasta 30 m
	3	> 30 m
B. Estructura de la vegetación terrestre	0	Suelo desnudo o cemento
	1	Pasto o vegetación herbácea baja, arbustos y arbolitos aislados
	2	Pastos con arbustos, pocos árboles
	3	Mezcla de vegetación baja, arbustos y árboles bajos y altos
C. Composición de la vegetación terrestre	0	Sin vegetación
	1	Principalmente exótica
	2	Mixta
	3	Principalmente nativa
D. Presión por áreas urbanizadas	0	Aumento de establecimiento de urbanizaciones ilegales
	1	Establecimiento de invasiones ilegales
	2	Invasiones ilegales controladas y temporales
	3	Zonas arborizadas anchas: protección más efectiva
E. Obras de infraestructura que impactan negativamente	0	Presencia alta de obras de infraestructura
	1	Media alta presencia alta de obras de infraestructura
	2	Media baja presencia alta de obras de infraestructura
	3	Presencia baja de obras de infraestructura duras
F. Áreas cultivos	0	Con alto porcentaje de áreas de cultivo sobre la ronda
	1	Media alta presencia de áreas de cultivos sobre la ronda
	2	Media bajo presencia de áreas de cultivos sobre la ronda
	3	Sin presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
G. Suelos desnudos o de cobertura vegetal ausente	0	Con alto porcentaje de áreas de cultivo sobre la ronda
	1	Media alta de suelo desprovisto de cobertura vegetal
	2	Media baja de suelo desprovisto de cobertura vegetal
	3	Sin presencia de suelos desprovistos de cobertura vegetal
H. Áreas vegetales invasiva caso específico: <i>Penisetum clandestinum</i>	0	Baja presencia de áreas con vegetación invasiva
	1	Media baja presencia de áreas con vegetación invasiva
	2	Media alta presencia de áreas con vegetación invasiva

Tabla 30. Criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.

Criterio	Puntaje	Valor correspondiente
(P) y <i>Ulex europaeus</i> (UPA)	3	Con alto porcentaje de áreas con vegetación invasiva
Cálculo de la oferta ambiental de la ronda: puntaje total de A+B+C+D+E+F+G+H		

Fuente: SDA, 2008 p.117.

Para el cálculo final de la oferta ambiental de la franja terrestre del humedal se empleó la fórmula (SDA, 2008):

- **Oferta ambiental** = Valor ancho de la ronda (A) + Estructura de la vegetación terrestre (B) + Composición de la vegetación terrestre (C) + Presión por áreas urbanizadas (D) + Obras de infraestructura que impactan negativamente (E) + Áreas de cultivos (F) + Suelos desnudos o de cobertura vegetal ausente (G) + Áreas de vegetación invasiva casos específicos pasto kikuyo o retamo espinoso (H).

Teniendo en cuenta que la calificación de la oferta ambiental tiene como puntaje máximo 24 puntos, la evaluación para el humedal de Techo aplicando los criterios señalados en la Tabla 31 (criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre) obtuvo 9,64 puntos, de manera que se puede inferir que la oferta ambiental que brinda el humedal es baja. Esta calificación se da debido a que su ancho de ronda es muy limitado, la presión por áreas urbanizadas es muy grande, las obras de infraestructura que impactan negativamente el humedal son muchas y su composición de la vegetación en gran medida es mixta y exótica.

Tabla 31. Calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.

Código	Coberturas_CLC SML	Área_ ha	Área %	Shannon	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
121255	Área administrativa otras	0,02	0,22%	0,01367922	1	0	0	0	0	3	1	0
14223	Campo de futbol	0,05	0,50%	0,02667889		0	1				1	3
125	Obras hidráulicas	0	0,04%	0,00278807		0	0				1	0
122124	Senderes viales	0,24	2,56%	0,09369543		1	2				2	1
111	Tejido urbano continuo	3,17	33,65%	0,36650482		0	0				1	0
112	Tejido urbano discontinuo	0,01	0,14%	0,00916396		0	0				1	0
122	Vías	1,51	16,01%	0,29332631		0	0				1	0
231	Pastos enmalezados	0,28	3,00%	0,1052729		2	2				3	2
232	Pastos limpios	1,5	15,96%	0,29288944		1	1				3	2

Tabla 31. Calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.

Código	Coberturas_CLC SML	Área ha	Área %	Shannon	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.
31531	Mezcla de árboles plantados	0,56	5,90%	0,16694567		3	3				3	1
31524	Plantación de latifoliadas-acacia	1,3	13,86%	0,27384992		3	1				3	1
315211	Plantación de latifoliadas-sauce	0,42	4,50%	0,13962443		3	2				3	1
323222	Ricino	0,03	0,36%	0,02017323		3	1				3	3
32321	Vegetación secundaria baja plantada	0,31	3,30%	0,11245688		3	3				3	1
Total		9,41	100%	1,67	1	1,3 6	1,1 4	0,0 0	0,0 0	3,0 0	2,0 7	1,0 7
Cálculo de la oferta ambiental de la ronda puntaje total de A+B+C+D+E+F+G+H					9,64							

Fuente: Elaboración propia.

2.2.10 Análisis a partir del potencial biótico

2.2.10.1 Potencial biótico desde las aves acuáticas

Siguiendo la metodología utilizada en SDA (2008), se puntúan 25 especies de aves acuáticas y semiacuáticas de manera diferencial, dando mayor peso a especies y subespecies amenazadas y endémicas. En la Tabla 32, se comparan las evaluaciones hechas con este método en 2008 y en la presente actualización de 2022 respecto a las 25 especies, marcando con una X aquellas que se han registrado en el humedal en cada período y marcando con guion (-) aquellas que no, para posteriormente realizar la puntuación de acuerdo con los valores que aparecen en la misma tabla. La lógica de esta metodología se basa en que el potencial biótico guarda estrecha relación con la oferta ambiental de un sitio, dado que la estructura y la diversidad de la vegetación son buenos predictores de la riqueza de aves y otros grupos de fauna. Para este análisis, se considera el nivel de subespecie de *Oxyura jamaicensis* (*O. jamaicensis andina*) y se considera a *Fulica americana* dentro de “otras especies”.

Tabla 32. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de Techo. Comparación entre SDA (2008) y la presente actualización del PMA.

Método de puntuación: especies endémicas y amenazadas: 4 puntos, subespecies endémicas y amenazadas: 3 puntos, otras subespecies endémicas: 2 puntos, otras especies amenazadas: 2 puntos, otras especies: 1 punto		
Especie	SDA, 2008	SPPA, 2022
<i>Rallus semiplumbeus</i>	-	-

Tabla 32. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de Techo. Comparación entre SDA (2008) y la presente actualización del PMA.

Método de puntuación: especies endémicas y amenazadas: 4 puntos, subespecies endémicas y amenazadas: 3 puntos, otras subespecies endémicas: 2 puntos, otras especies amenazadas: 2 puntos, otras especies: 1 punto		
Especie	SDA, 2008	SPPA, 2022
<i>Cistothorus apolinari</i>	-	-
Total puntos spp. endémicas y amenazadas	0	0
<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	-	X
<i>Ixobrychus exilis bogotensis</i>	-	-
<i>Oxyura jamaicensis andina</i>	-	X
Total puntos subespecies endémicas y amenazadas	0	6
<i>Chrysomus icterocephalus bogotensis</i>	X	X
Total puntos otras subespecies endémicas	2	2
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>	-	-
Total puntos otras especies amenazadas	0	0
<i>Podilymbus podiceps</i>	-	-
<i>Fulica americana</i>	-	X
<i>Bubulcus ibis</i>	X	X
<i>Ardea alba</i>	-	X
<i>Butorides striata</i>	-	X
<i>Egretta caerulea</i>	-	-
<i>Nycticorax nycticorax</i>	-	X
<i>Spatula discors</i>	-	X
<i>Porzana carolina</i>	-	X
<i>Gallinula galeata</i>	X	X
<i>Porphyrio martinica</i>	X	X
<i>Actitis macularius</i>	-	-
<i>Tringa solitaria</i>	X	X
<i>Tringa flavipes</i>	-	X
<i>Tringa melanoleuca</i>	-	X
<i>Gallinago nobilis</i>	-	X
<i>Gallinago delicata</i>	-	-
<i>Serpophaga cinerea</i>	-	-
Total puntos otras especies	4	13
Puntaje total	5	21

Fuente: Elaboración propia basada en SDA (2008).

Basado en el puntaje máximo que es 40, es posible establecer una escala de medición sencilla, que se muestra en la Tabla 33:

Tabla 33. Escala de calificación para el potencial biótico de aves acuáticas para humedales.

Puntaje	Calificación Potencial Biótico
0 – 12	Bajo
13 – 26	Medio
27 - 40	Alto

Fuente: Elaboración propia basada en SDA (2008).

De esta manera, se puede apreciar que el humedal de Techo tuvo un cambio drástico desde la evaluación realizada en el año 2008, puesto que de acuerdo con la escala de calificación pasaría de un nivel bajo a un nivel medio de potencial biótico. Esto puede ser debido a la mayor cantidad de fuentes de información que existen actualmente, las cuales permiten dar cuenta de un mayor número de especies registradas en el humedal.

Si esto se analiza de acuerdo con la oferta ambiental y área efectiva de humedal, las cuales indican un valor bajo y medio respectivamente, se podría inferir que el humedal puede brindar recursos para una moderada cantidad de especies de aves acuáticas, pero tiene una limitada capacidad de mantener poblaciones residentes, pues en SDA (2021b) ninguna de estas aves representó en 2021 más del 1% de la abundancia.

2.3 CRITERIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

En esta sección de la evaluación del humedal de Techo se identifica la condición actual de los aspectos sociales y culturales significativos para la planificación del manejo y la conservación del área protegida en los valores sociales y culturales asociados a esta. Se definieron para ello cinco (5) parámetros con base en la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (MAVDT, Resolución 196 de 2006), los cuales se evalúan principalmente a partir de la información cuantitativa generada por el seguimiento a la implementación de las estrategias y proyectos del plan de acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015) y de la ejecución de las estrategias y proyectos derivados de está en el PMA objeto de actualización y su plan de acción.

2.3.1 Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos

Este parámetro busca, a través de diversos indicadores, identificar el sentido de identidad o pertenencia que tienen las comunidades con el humedal y los valores culturales que están asociados a este ecosistema. Para ello se analiza la información sobre el número de eventos representativos llevados a cabo en el humedal, así como los encuentros del intercambio de experiencias y saberes en torno a la conservación del humedal, los cuales evidencian prácticas culturales y de apropiación social de estos espacios por parte de las comunidades.

Los eventos culturales, permiten identificar prácticas culturales de las comunidades asociadas a estos ecosistemas, ya que son actividades con participación representativa de ciudadanos, en las que se conmemoran fechas relevantes del calendario ambiental y reflejan la valoración ambiental otorgada por los habitantes del entorno y líderes ambientales partícipes de los mismo. Entre estos eventos se encuentran las conmemoraciones del día de los humedales, el día de la biodiversidad, el día del agua, el día de la Tierra y el día del río Bogotá, además de jornadas especiales de educación ambiental. La Figura 22 y Tablas 34 y 35 presentan la cantidad de eventos y participantes registrados en el humedal entre los años 2018 a 2021.

Para el cálculo del indicador de número de eventos representativos en el humedal por año se ha promediado los tres años inmediatamente anteriores, a pesar de que en el año 2020 la pandemia por COVID 19 impidió el desarrollo normal de actividades a nivel global, esto no impactó de manera significativa este indicador, haciendo entonces un promedio de los eventos representativos entre los años 2019, 2020 y 2021 para la evaluación del indicador bajo la escala presentada a continuación:

Tabla 34. Criterios de evaluación del número de eventos y participantes en el humedal de Techo.

INDICADOR	4 muy bueno	3 bueno	2 aceptable	1 deficiente
Número de eventos representativos en el humedal por año	6 o más.	Entre 4 y 5	Entre 2 y 3	≤ 1
Número de participantes en eventos representativos en el humedal por año	90 más	Entre 61 a 89	Entre 41 a 60	≤ 40

Fuente: Elaboración propia.

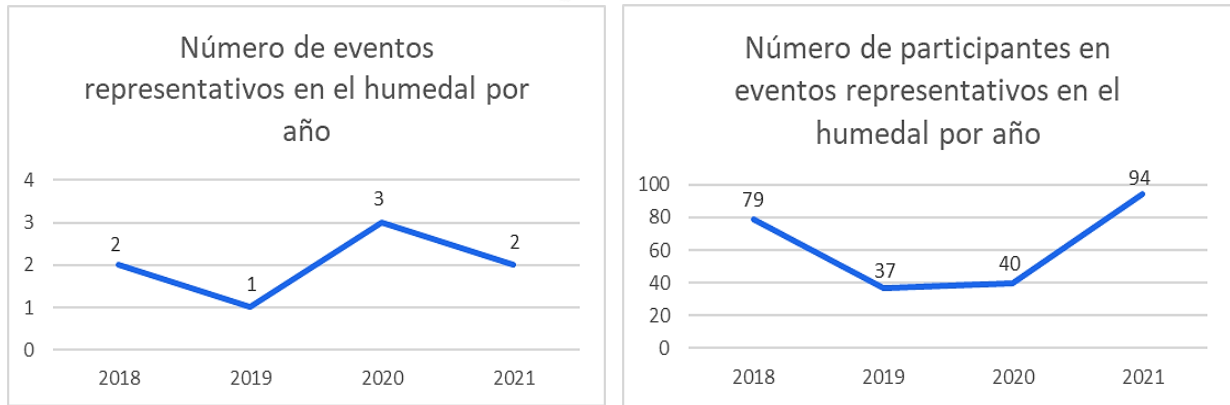


Figura 22. Número de eventos y participantes en eventos en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Resultado de evaluación del número de eventos y de participantes representativos por año en el humedal de Techo.

INDICADOR	2019	2020	2021	Promedio evaluación
Número de eventos representativos en el humedal por año	1	3	2	2
Número de participantes en eventos representativos en el humedal por año	37	40	94	57

Fuente: Elaboración propia.

Se identifica un promedio “Aceptable” en el desarrollo de eventos representativos, lo cual muestra una débil significación del humedal para las comunidades. Adicionalmente, en el año 2019 hubo un resultado deficiente, aspecto a tenerse en cuenta para el capítulo de plan de acción, en donde se deberá fortalecer el desarrollo de los eventos representativos en el humedal, para afianzar la apropiación social y la valoración del humedal. Lo que permite evaluar como aceptable la apropiación social de los humedales como escenarios con valores culturales y, en algunos casos, sin dejar de ser preocupante sus resultados y un llamado a la toma de medidas futuras.

2.3.2 Recreación pasiva, educación e investigación

Para la estimación de los seis (6) indicadores cuantitativos correspondientes a este numeral, metodológicamente se tuvo en cuenta la información reportada y remitida por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad (SER) de la SDA en la denominada 'Base de datos significativos' (2022b). Se incluyó y promedió los valores logrados en 2018, 2019 y 2021, y dadas las condiciones de pandemia que se dieron en el año 2020 no se incluyeron los datos de ese año en el promedio para la evaluación de los siguientes indicadores:

- Cantidad de recorridos interpretativos en el humedal.
- Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal.
- Cantidad de acciones pedagógicas en colegios.
- Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en colegios.
- Cantidad de monitoreos participativos en el humedal.
- Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores en su orden, puntualizando su respectiva escala de calificación de manera discriminada.

2.3.2.1 Cantidad de recorridos interpretativos en el humedal

Este indicador hace referencia a las acciones de visita al humedal por personas individuales y grupos que participaron en recorridos con acompañamiento de intérpretes, por lo cual su registro de asistencia fue posible. A partir de las cifras de la 'Base de datos significativos' (SDA, 2022b), la escala de calificación establecida para el presente indicador se relaciona en la Tabla 36, definida por la SDA basados en los datos históricos del humedal.

Tabla 36. Escala de calificación para recorridos interpretativos en el humedal/año.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 200	200	entre 199 y 160	< = 159

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 16,67 recorridos interpretativos en el humedal, es decir, una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y, por tanto, una valoración, deficiente para esta acción educativa en el área protegida (Tabla 37). Este resultado, permite sugerir reforzar la acogida e importancia que representa el humedal de Techo para la comunidad vecina y no vecina, entre la potencial variedad de población visitante, respetando los usos determinados y buscando la sostenibilidad del ecosistema.

Tabla 37. Relación de recorridos interpretativos en el humedal en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
15	26	9	16,67	Deficiente

Fuente: SDA, 2022b.

2.3.2.2 Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal

Las nombradas acciones pedagógicas en el humedal, principalmente, son actividades de sensibilización dirigidas a diferentes grupos etarios, en las que se involucra a quienes participan en momentos prácticos reflexionando o llamando la atención frente a realidades territoriales enmarcadas en los ejes: gestión de riesgos, manejo integral de residuos sólidos, biodiversidad, agua y EEP y cambio climático. Según las cifras de la 'Base de datos significativos' (SDA, 2022b), la escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 38, definida por la SDA basados en los datos históricos del humedal.

Tabla 38. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.

Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 100	100	Entre 99 y 60	< = 59

Fuente: SDA 2022b.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 20,33 acciones pedagógicas en el humedal, lo cual, representa una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y, por tanto, una valoración deficiente para esta acción educativa en el ecosistema (Tabla 39). Se identifica la necesidad que, en estos eventos, tanto habitantes del sector como visitantes interesados de forma institucional e independiente en la oferta educativa no formal, sean ampliamente acogidos y puedan aportar en la conservación de los bienes y servicios del humedal de Techo, a partir de la convocatoria, conocimiento y entendimiento de sus tensionantes y potencialidades ambientales.

Tabla 39. Relación de acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
49	4	8	20,33	Deficiente

Fuente: SDA 2022c.

2.3.2.3 Cantidad de acciones pedagógicas en colegios

Las acciones pedagógicas en colegios corresponden a eventos de sensibilización, que en su mayoría desarrolló quienes conforman el equipo asignado al área protegida desde la SER y en los que se involucró comunidad de distintos ciclos escolares e Instituciones Educativas (IE) públicas y privadas; en algunas ocasiones, en apoyo a la conmemoración de su Semana Ambiental. Docentes y estudiantes hicieron parte de acciones formativas y reflexivas alusivas a los conceptos: biodiversidad, cuidado del agua, organismos acuáticos, separar para reciclar y fauna de los humedales (aves, principalmente). A partir de lo incluido en la 'Base de datos significativos' (SDA, 2022c), la escala de calificación determinada para este indicador se muestra en la Tabla 40, definida por la SDA basados en los datos históricos del humedal.

Tabla 40. Escala de calificación para acciones pedagógicas en colegios/año.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 50	50	Entre 49 y 30	< = 29

Fuente: Elaboración propia.

Para este indicador, el promedio anual obtenido, fue de 4,33 acciones pedagógicas en

colegios, lo cual, constituye una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y corresponde a una valoración deficiente para esta actividad formativa (Tabla 41). En estos eventos el tema más recurrente fue organismos acuáticos, seguido de separar para reciclar, por lo que los actores educativos partícipes, mediante talleres y, en varias oportunidades, como fortalecimiento a la formación escolar, conocieron y entendieron en relación con: invertebrados acuáticos, anfibios, metamorfosis, plantas acuáticas y separación en la fuente para reciclar.

En vista de la calificación resultante, es válido recalcar que, con estas acciones se pretende el reconocimiento y apropiación territorial, por lo cual deben mejorar y lograr impacto positivo con mayor número, buscando sensibilizar en relación con la importancia de la presencia del humedal de Techo en medio de una red urbana, su cuidado, reparación y conservación; valorar los beneficios ecosistémicos que este ofrece a la ciudad. La escala de calificación se definió por la SDA basados en los datos históricos del humedal.

Tabla 41. Relación de acciones pedagógicas en colegios en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
3	2	8	4,33	Deficiente

Fuente: SDA 2022c.

2.3.2.4 Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en colegios

La escala de calificación para este indicador se muestra en la Tabla 42, contempla la participación de personas en acciones pedagógicas desarrolladas tanto en IE públicas como privadas, diferentes grados escolares involucrados y conceptos ya citados; cuyo registro de participantes fue realizado y consolidado en la 'Base de datos significativos' (SDA, 2022c). Estudiantes y docentes, lograron conocer y entender dinámicas del territorio y apropiaron temas ambientales en acciones teóricas y/o prácticas, principalmente, relacionados a organismos acuáticos del área protegida, incentivando su protección.

Tabla 42. Escala de calificación para participantes en acciones pedagógicas en colegios /año.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 400.	400	Entre 399 y 300	< =299

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 415,33 participantes en acciones pedagógicas en colegios, es decir, una asignación numérica de cuatro (4) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de muy bueno para este ejercicio educativo (Tabla

43). Entre el interés institucional, se rescata la solicitud y el acuerdo con pedagogos del Colegio Gustavo Rojas Pinilla IED, dando por entendido que, desde la misma institución existe inquietud por acercar a su comunidad al humedal. Se invita a fortalecer y propiciar la comunicación con IE partícipes y nuevas, respectivamente, para un mayor impacto territorial: San José de Castilla IED, Gimnasio Moderno Castilla, Tareopolis, Gimnasio Presencia del Divino Niño, entre otras; externas a la localidad de Kennedy.

Tabla 43. Relación de participantes en acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
116	929	201	415,33	Muy bueno

Fuente: SDA 2022c.

2.3.2.5 Cantidad de monitoreos participativos en el humedal

Este indicador hace referencia a las acciones dedicadas a observar la biodiversidad presente en el humedal por parte de la comunidad con apoyo de uno o varios colaboradores capacitados. Evento abierto al público interesado o concertado previamente con un grupo institucional o no, como ejercicio de aprendizaje que aporta en la investigación participativa y aplicada; llevados a cabo en el sector 1 y, en una (1) ocasión, articulado con la Asociación Bogotana de Ornitología (ABO). A partir de las cifras de la 'Base de datos significativos' (SDA, 2022b), la escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 44, definida por la SDA basados en los datos históricos del humedal. Se aclara que, para 2019 no se tiene registro.

Tabla 44. Escala de calificación para monitoreos participativos en el humedal/año.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 10	10	6	< = 5

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de un (1) monitoreo participativo en el humedal, es decir, una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y, por tanto, una valoración deficiente para esta labor en el área protegida (Tabla 45). Se precisa, el promedio es susceptible a cambiar, al no contar con cifras para 2019. Este resultado, puede considerarse efecto de la baja difusión e incitación de fechas propuestas/programadas y de hacer parte en tan relevante actividad, respectivamente. Por lo cual, estudiar posibles acciones de mejora para potenciar las observaciones comunitarias y exaltar la diversidad

biológica propia del área protegida es una necesidad apremiante que, puede explorarse incluyendo sus diferentes sectores.

Tabla 45. Relación de monitoreos participativos en el humedal en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
2	0	1	1,00	Deficiente

Fuente: SDA 2022b.

2.3.2.6 Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha

En referencia a proyectos de investigación en el humedal de Techo, fue posible identificar algunos realizados en articulación con la SDA, tal como lo refiere este indicador. A partir de las cifras sistematizadas y remitidas por la SER (SDA, 2022b), la escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 46. Se aclara que, para 2018 no se tiene registro.

Tabla 46. Escala de calificación para proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha/año.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Más de 4	4	Entre 3 y 2	< = 1

Fuente: Elaboración propia.

Los temas centrales de las investigaciones desarrolladas fueron en 2019 y 2021, respectivamente: estimación de la captura de CO₂ del Sector Norte de la Universidad Internacional Iberoamericana e identificación y caracterización de conflictos ambientales en Kennedy de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. El promedio anual obtenido para este indicador fue de 0,75 proyectos de investigación articulados con la SDA, lo cual, constituye una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de Deficiente para esta acción en el área protegida (Tabla 47). Se precisa, el promedio es susceptible a cambiar, al no contar con cifras para 2018. Se requiere trabajar y poner en marcha un proceso sistemático de investigación que subsane vacíos de información existentes y genere información base para la toma de decisiones respecto al manejo del ecosistema, por ejemplo, en respuesta a sus tensionantes y potencialidades.

Tabla 47. Relación de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha en 2018, 2019 y 2021.

2018	2019	2021	Promedio	Calificación
0	1	1	0,75	Deficiente

Fuente: SDA 2022b.

A partir de la cantidad de actividades evaluadas entre recreación, educación e investigación, es evidente que tanto el ejercicio pedagógico como el ejercicio investigativo debe fortalecerse en el área protegida y su área de influencia. También, es necesario revisar y tomar decisión referida a la determinación de la capacidad de carga que permita el uso sostenible del ecosistema. Adicional, se estima relevante, los intereses y edades sean tenidos en cuenta en las acciones educativas para facilitar la comprensión, hacer evidente un contenido de calidad (variedad de temas y evaluación de impacto).

2.3.3 Participación y gobernanza

Para dar cuenta del estado actual de la participación ciudadana en la conservación del humedal se tomó como referencia la información de seguimiento a las instancias participativas a escala territorial, como lo son las Mesas Territoriales del humedal de Techo. Igualmente, a partir de la información obtenida en las visitas de campo realizadas y en los talleres participativos para la actualización del PMA con comunidades y entidades, se identificaron elementos en relación con las condiciones de gobernanza existentes en el humedal.

En el plan de acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015) se estableció la conformación de Mesas Territoriales como espacios para la participación comunitaria e interinstitucional en cada uno de los humedales del Distrito, con el objetivo de coordinar su gestión integral. Estos escenarios se vienen implementando de manera paulatina y diferencial en cada humedal de la ciudad desde el año 2016. Para su evaluación se promedió el número de mesas territoriales desarrolladas y el número de asistentes a las mismas en los tres (3) años inmediatamente anteriores a la evaluación y se definió la siguiente escala de calificación Tabla 48:

Tabla 48. Rangos de evaluación del número de mesas territoriales y participantes adelantadas por años en el humedal de Techo.

INDICADOR	4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
Número de Mesas territoriales adelantadas por año en el humedal	8 o más.	Entre 6 y 7.	Entre 3 y 5.	≤ 2
Número de Participantes Mesas en las territoriales adelantadas por año en el humedal	57 o más	Entre 41 y 56	Entre 17 y 40	≤ 16

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información secundaria se identificaron los datos de seguimiento al desarrollo de las Mesas Territoriales en el humedal y se construyó la siguiente evaluación (Figura 23):

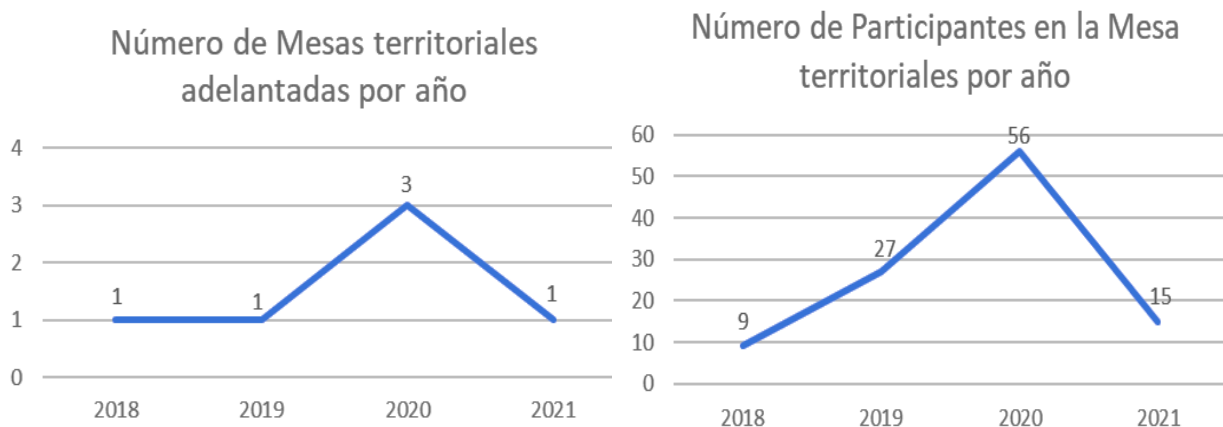


Figura 23. Gráficas de evaluación del número de Mesas Territoriales por año. Fuente: Elaboración propia.

Se identifica un número bajo de sesiones de la mesa territorial, y por ende de sus asistentes, sosteniéndose en una por año en 2018, 2019 y 2021, dando como resultado en esta materia es deficiente. Es de resaltar que en el análisis cualitativo desarrollado en los talleres de participación se identificó, sin embargo, que precisamente por las particularidades del ecosistema, en el marco de la espera por la definición en segunda instancia de la Acción Popular del humedal de techo, está ha afectado la gestión institucional y la incidencia de este escenario para la toma de decisiones frente al humedal (Tabla 49).

Tabla 49. Resultados de evaluación del número de mesas y participantes en mesas territoriales en el humedal de Techo.

INDICADOR	2019	2020	2021	Promedio evaluación
Número de mesas territoriales adelantadas por año en el humedal	0	5	2	2
Número de participantes mesas en las territoriales adelantadas por año en el humedal	0	55	32	29

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la caracterización de la población asistente nos permite identificar que es mayoritariamente población del sector de lagos de Castilla II y organizaciones ambientales de los barrios Santa Catalina y Castilla.

Se identifican dos debilidades que afectan el alcance de los objetivos de la Mesa Territorial. El primero es la baja regularidad en su desarrollo y limitado número de asistentes y una segunda es la “institucionalización” de estos espacios, ya que, si bien es importante la participación de las instituciones competentes, la esencia de estas mesas territoriales es el diálogo con las comunidades querientes de cada uno de los humedales, por lo cual es necesario prevenir que las agendas de trabajo de estas mesas giren en torno a las ejecuciones contractuales en el humedal o su área de influencia.

Se hace necesario superar la concepción de estas Mesas Territoriales como escenarios de socialización de ejecuciones de contratos o actividades de contratistas en los humedales y apostar por una planeación más participativa del quehacer institucional en los territorios, fortaleciendo la participación ciudadana en los ejercicios de planeación y evaluación de los planes, programas y proyectos implementados, permitiendo también el seguimiento a la ejecución de los respectivos planes de manejo.

Sin embargo, es importante reconocer en la mesa territorial del humedal de Techo como el principal espacio de articulación interinstitucional; y entre las entidades y las comunidades a escala territorial, lo que ha permitido la atención de los tensionantes aún presentes en el humedal y desarrollar actividades de participación comunitaria en el humedal.

2.3.4 Desarrollos ilegales al interior del humedal de Techo

A partir del Concepto Técnico No. 13424 del 24 de diciembre de 2015 emitido por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad - (SER) de la Secretaría Distrital de Ambiente – (SDA) mediante el radicado SDA 2015IE261199, el cual se denomina “Afectación ambiental por construcción urbana y tendido de tramos viales ubicados al interior del Humedal de Techo”, se realiza el análisis del crecimiento en una línea de tiempo y una actualización de la información a la fecha.

2.3.4.1 Delimitación del área con presencia de construcciones

Para la delimitación del área con presencia de construcciones y tramos viales al interior del humedal de Techo se realizó la revisión de la cartografía oficial de la Entidad y cruces de información para determinar el polígono de afectación por los predios al interior del área protegida. Este polígono tiene un área aproximada de 5,15 ha, lo que equivale al 44,1% en relación con el área total del humedal de Techo (11,67 ha) (Figura 24, Tabla 50).



Figura 24. Polígono de afectación por ocupación predial y tramos viales sobre el humedal de Techo. Fuente: Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.

Tabla 50. Cálculos de áreas de afectación por viviendas y tramos viales en el humedal de Techo.

	Área		Porcentaje de Afectación (%)	Observaciones
	m ²	Ha		
Área total humedal	123.034,01	12,3		
Polígono de afectación	49.700,66	4,97	40,41	Respecto al área del humedal
Área de predios	32.275,73	3,22	26,18	Respecto al polígono de afectación
Área de vías	17.477,19	1,75	14,23	Respecto al polígono de afectación

Fuente: Elaboración propia.

Al interior del polígono de afectación se tiene un estimado de 483 predios (base predial 2022) los cuales ocupan un área de 3,22 ha (26,18% con relación al área total del polígono con afectación). En relación con la ocupación de los tramos viales, se estima un área de 1,75 ha (14,23% con relación al área total del polígono con afectación).

2.3.5 Caracterización del componente predial

Para la identificación de la afectación por construcciones urbanas y tendidas de tramos viales al interior del humedal de Techo y del crecimiento urbano alrededor del área protegida, se realizó un análisis multitemporal mediante la fotointerpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales correspondiente a los años 1990, 1992, 1998, 2001, 2004, 2009, 2013 y 2022. Este análisis del área objeto de evaluación, fue necesario georreferenciar las fotografías aéreas, y adicionalmente, se utilizaron ortofoto mapas e imágenes satelitales.

2.3.5.1 Análisis Año 1990 (Vuelo R- 1131 F 16 y F 17)

Para el año 1990 no se observó ocupación al interior del humedal de Techo, solo se identifica el trazado de la actual KRA 80. En la Figura 25 se observa la consolidación del barrio oficial Castilla (el cual se señala con flechas rojas), el relleno de lotes al costado norte del humedal de Techo (círculo naranja), donde actualmente están consolidados los barrios oficiales Vergel

Oriental y Nuevo Techo.



Figura 25. Fotografía aérea 320, 369, vuelo 1131, año 1990 – humedal de Techo.
Fuente: Imagen extraída del Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.

2.3.5.2 Análisis Año 1992 (Vuelo R- 1183)

En el año 1992 (Figura 26), se observa al suroccidente del humedal de Techo la delimitación o loteo de los predios que actualmente están consolidados como el barrio oficial Valladolid. Al suroriente del humedal se observa el inicio de la construcción de la actual KRA 79 y la CLL 10 D y algunas áreas inundables al oriente del humedal. Para este año, se observó los inicios de algunos tramos aparentemente viales (Figura 27).



Figura 26. Fotografía aérea 0080, vuelo 1183, año 1992 – humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída del Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.



Figura 27. Fotografía aérea 0080, vuelo 1183, año 1992. Inicios de construcción de tramos viales al interior del actual humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.

Cabe resaltar que para el año 1992 el humedal de Techo no estaba declarado como área protegida, fue hasta el año 1994 que se acotó por parte de la EAAB-ESP, luego se declara *Reserva Ambiental Natural* mediante Acuerdo No. 019 de 1994 y cuyas coordenadas fueron

anexadas en el Decreto Distrital 190 de 2004 *“Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003”*. Con el Decreto Distrital 555 de 2021 se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial y se amplía el área legal del humedal de Techo, declarado como Reserva Distrital de Humedal.

2.3.5.3 Análisis Año 1998 (Ortofoto mapa)

Para el año 1998, se observó la consolidación del barrio Valladolid, el loteo hacia el sector oriental del humedal de Techo (flechas rojas) y el trazado de la Av. Ciudad de Cali, al costado occidental del humedal. De igual manera, se observó los primeros lotes ocupados al interior del límite legal del humedal, obteniendo un polígono de ocupación de aproximadamente 2,08 ha (Figura 28).



Figura 28. Ortofoto mapa, año 1998 – humedal de Techo. Análisis Año 2001 (Imagen Satelital). Fuente: Imagen extraída Concepto Técnico No. 13424. Radicado 2015IE261199 de 2015.

En la Figura 29 se puede observar la consolidación de algunas construcciones y áreas vecinas al humedal (señalados con color azul claro) con características de cuerpo de agua, que en la actualidad se encuentran consolidados conjuntos residenciales. De acuerdo con lo anterior, para el año 2001 se estima un total de cincuenta (50) predios construidos en el humedal de Techo, de los cuales cuarenta y seis (46) predios tienen el 100% de afectación.

En el año 2009, el polígono de afectación se incrementó a 3,77 ha, evidenciando un crecimiento acelerado y desarrollo de los predios que se encuentran al interior del humedal de Techo. No obstante, estando en curso la acción popular de protección del humedal, la comunidad del sector interpuso la Acción de Tutela No. 1846 de 2009, con el fin de proteger los derechos fundamentales a una vivienda digna.

Esta acción de tutela tuvo fallo definitivo el día 25 de marzo de 2010, en el cual el Consejo de Estado ordenó, por una parte, la suspensión de medidas de desalojo y demolición iniciadas bajo el Decreto Distrital 457 de 2008 “Por el cual se declara el estado crítico o alerta naranja en el humedal de Techo, ubicado en jurisdicción del Distrito Capital” por la Alcaldía Local de Kennedy, hasta tanto no se establezca un plan de reubicación de viviendas. Teniendo en cuenta esta decisión, las construcciones al interior del humedal continuaron de manera acelerada, hasta la actualidad, donde se observan construcciones y mejoras a las viviendas (Figura 30).

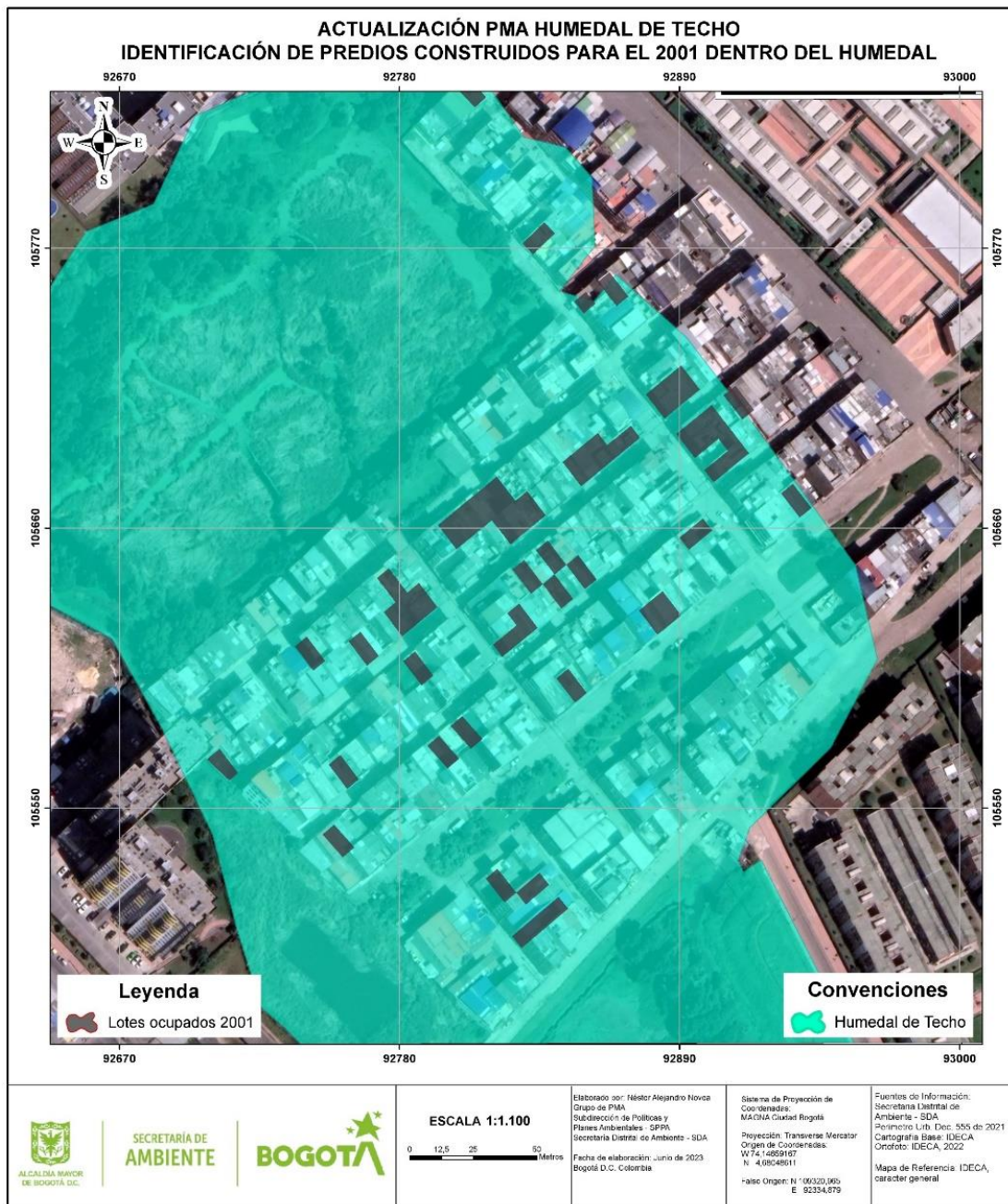


Figura 29. Identificación de predios construidos al interior del humedal de Techo para el año 2001.
Fuente: Elaboración propia.

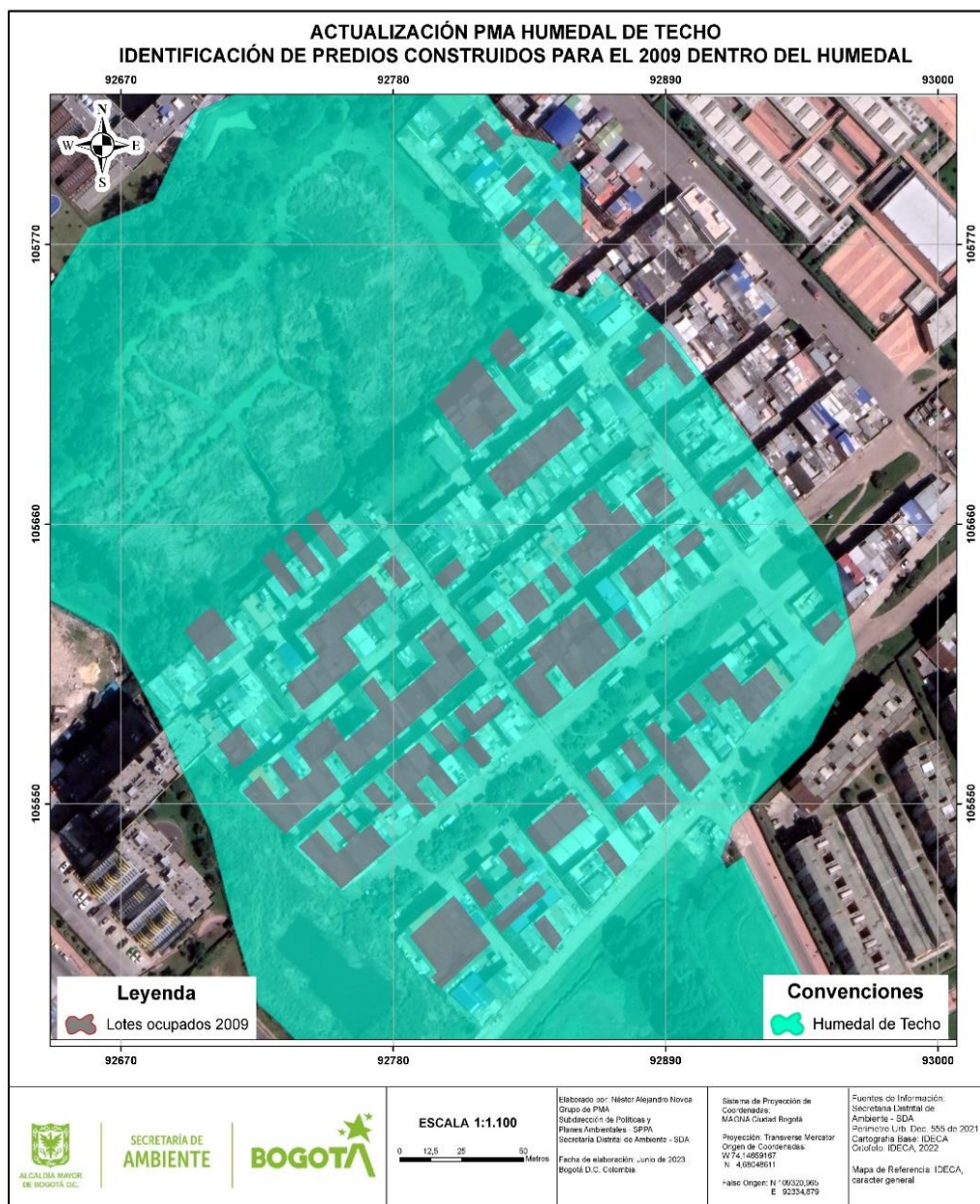


Figura 30. Ortofoto mapa año 2009 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

2.3.5.4 Análisis Año 2013 (Ortofoto mapa)

Para el año 2013, se continúa observando en la Figura 31, que en cuatro años el crecimiento de las construcciones dentro del humedal, evidenciando que el crecimiento disminuyó en velocidad en comparación a lo incrementado en el año 2009, incrementando la construcción en 80 viviendas.

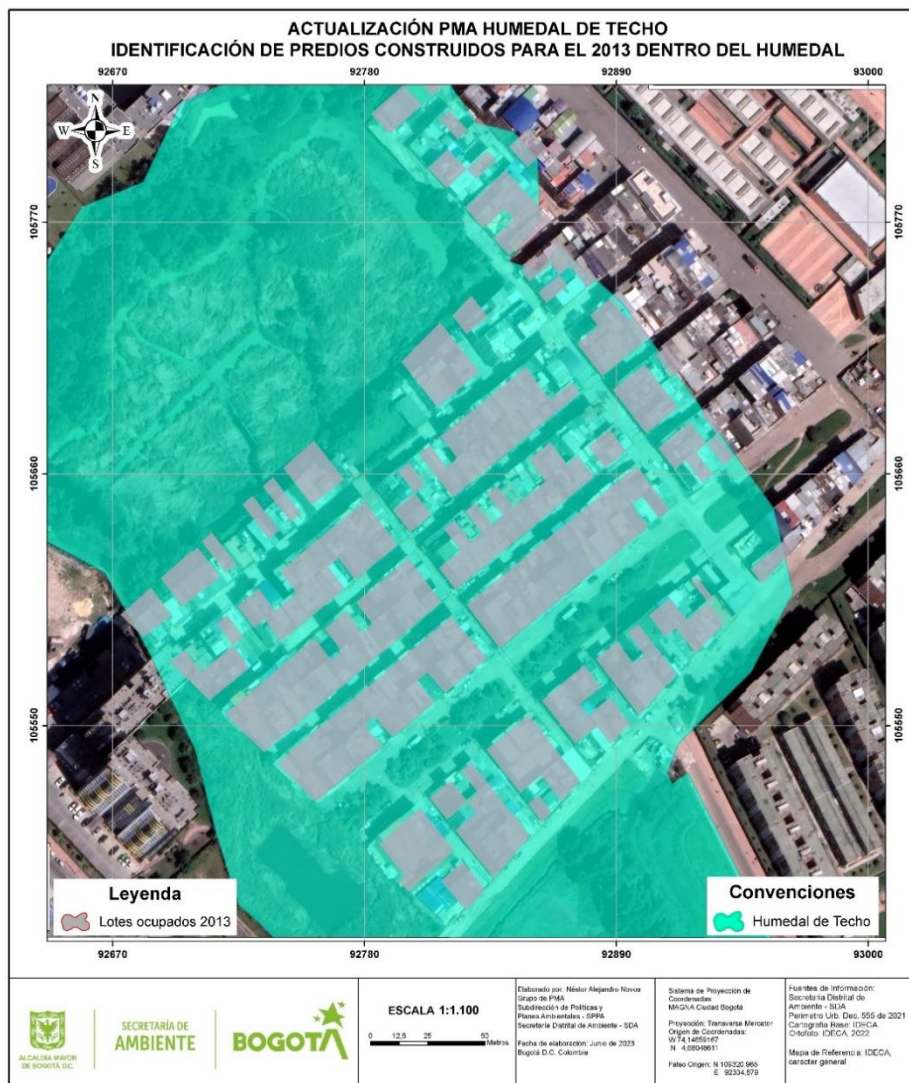


Figura 31. Ortofoto mapa año 2013 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

2.3.5.5 Análisis Año 2022 (Ortofoto mapa)

Para el año 2022, se puede observar en la Figura 32, que en nueve años el crecimiento se incrementó a 461 viviendas, es decir 80 viviendas más que en el año 2009, aunque la ocupación de predios se ha disminuido se puede observar cómo se ha consolidado más las construcciones existentes que han aumentado en altura y mejorado los acabados de construcción.

Actualmente se observa que 66 predios se encuentran en proceso de construcción y ampliación en altura (Figura 33 y Tabla 51) y 22 predios aún no se han ocupado.

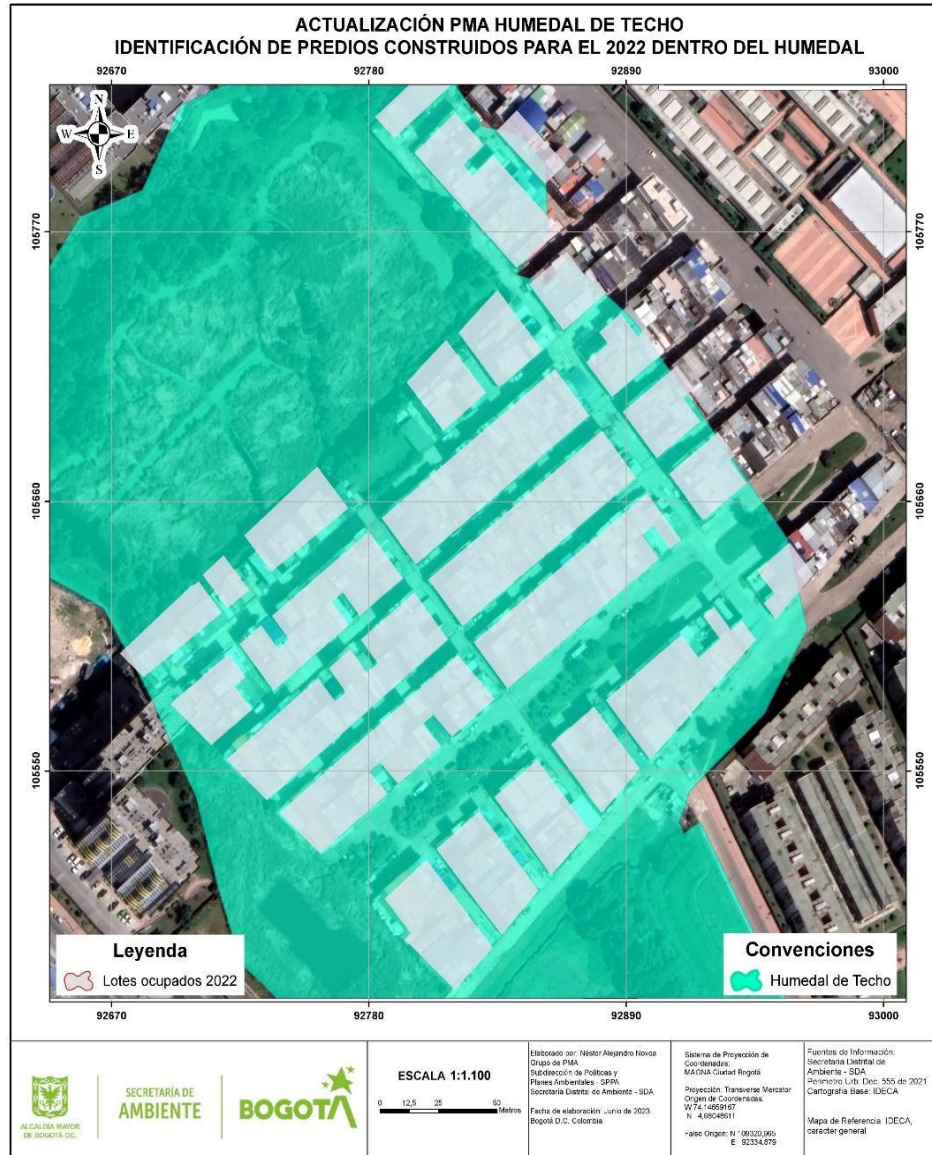


Figura 32. Ortofoto mapa año 2022 humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 33. Predios en proceso de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51. Áreas de afectación por desarrollo urbano para diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo (Acotado por la EAB-ESP (antes EAAB-ESP) bajo la Resolución EAAB 250 de 1994 mediante el cual establece las coordenadas definidas para el humedal de Techo.

Año	Área (m ²)	Área (Ha)
1990	0	0
1992	0	0
1998	20.827,88	2,08
2004	28.674,51	2,87
2009	37.702,80	3,77
2013	51.787,08	5,15
2022	62.671,16	6,26

Fuente: Elaboración propia.

2.3.5.6 Análisis del proceso constructivo en los predios ubicados al interior del humedal de Techo

Con base en la información anterior, se pudo analizar en cuatro periodos de tiempo el cambio en el polígono de afectación y el crecimiento acelerado de los procesos de construcción al interior del humedal de Techo. De acuerdo con la Figuras 34 y 35 y Tabla 52, se puede observar para los años 2001, 2004, 2009, 2013 y 2022 el cambio en la ocupación de los 483 predios analizados. Para el año 2001 se tenía un total de 388 lotes vacíos y 95 predios ya construidos, el resto de los predios corresponden a una zona verde y otros que no fueron determinados. Para el año 2009 se observa un crecimiento de construcciones en 206 predios, para un total de 301 predios construidos y 182 predios aún sin construir; para el año 2013 se observó un crecimiento de 80 predios construidos para un total de 381 predios. Para el año 2022 se observa un crecimiento de construcciones en 80 para un total de 381 predios. Esto representa un crecimiento muy acelerado de ocupación al interior del humedal de Techo, entre el año 2001 a 2009 creció casi 2 veces más que entre el año 2009 y 2022.

Tabla 52. Estado de construcción al interior del humedal de Techo durante los años 2001, 2009, 2013 y 2022.

	Número de predios			
	2001	2009	2013	2022
Lotes totales	483			
Lotes construidos	95	301	381	461

Fuente: Elaboración propia.

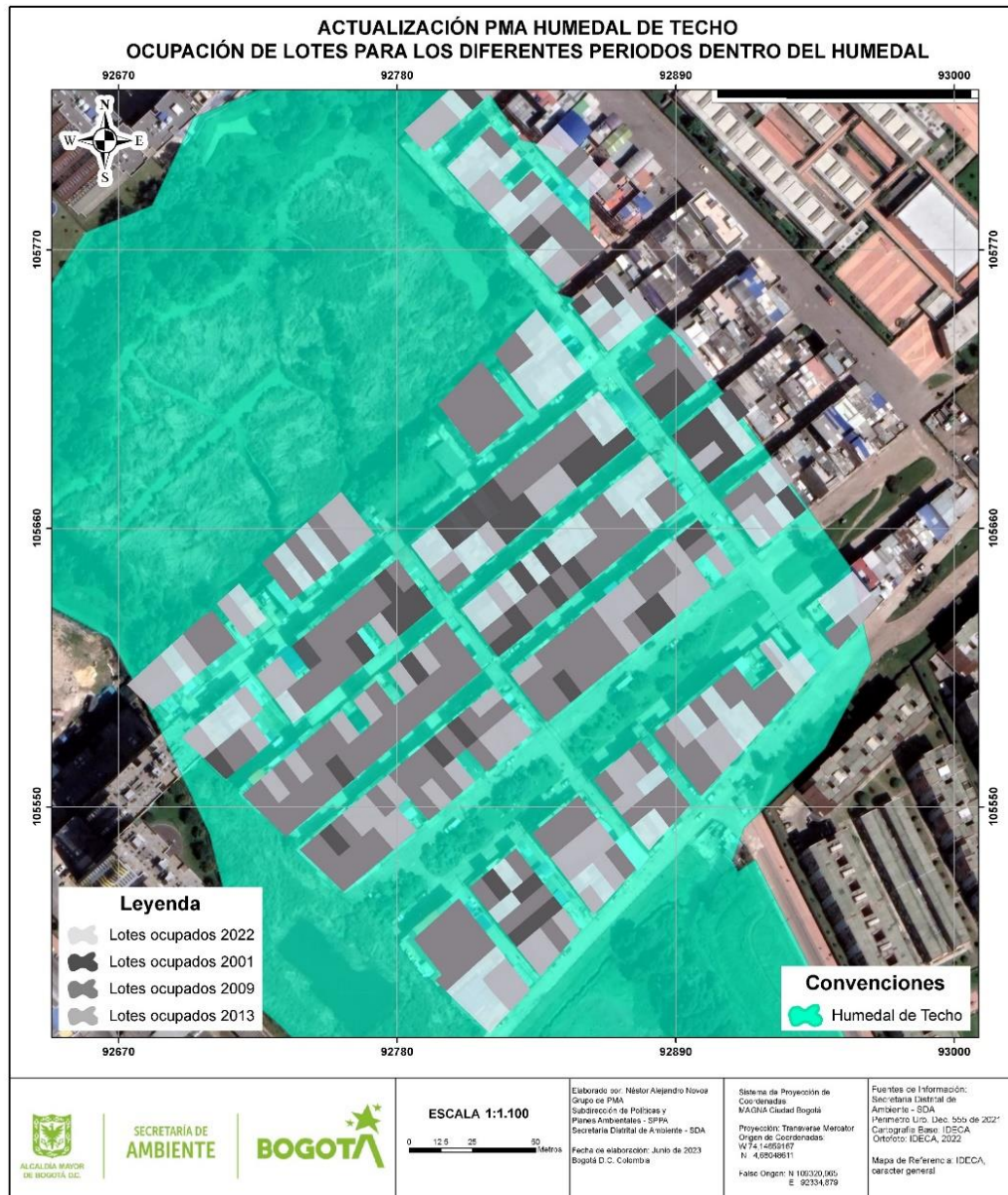


Figura 34. Ocupación de lotes en los diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

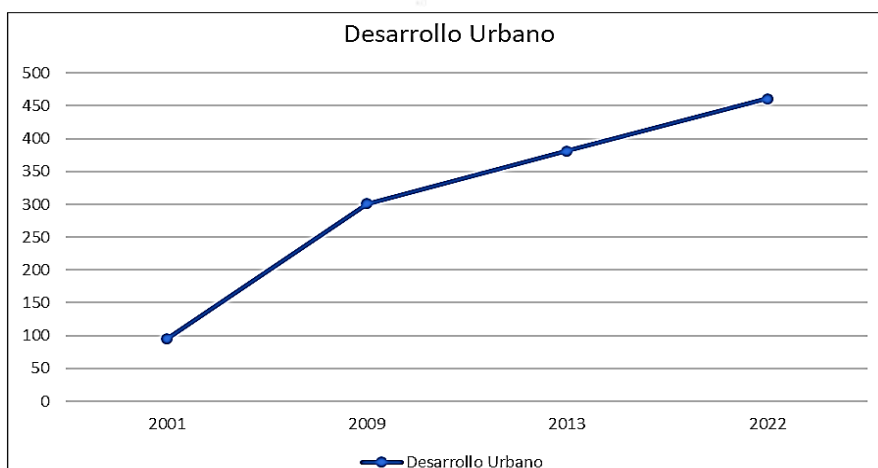


Figura 35. Desarrollo ilegal para los para diferentes periodos dentro del límite legal del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, de los 483 predios afectados por el humedal de Techo, 25 predios tienen construcciones de un (1) piso; mientras 50 predios tienen construcciones de dos (2) pisos, 101 predios tienen construcciones de tres (3) pisos, 164 predios tienen de cuatro (4) pisos, 85 predios de cinco (5) pisos, 26 predios tienen construcciones de seis (6) pisos, 1 predio tiene construcciones de siete (7) pisos y 22 predios no tienen construcciones (Figura 36 y 37). Es importante mencionar que se pudo observar 66 predios que se encuentran en proceso de crecimiento, es decir que este sector se encuentra en constante crecimiento en altura.

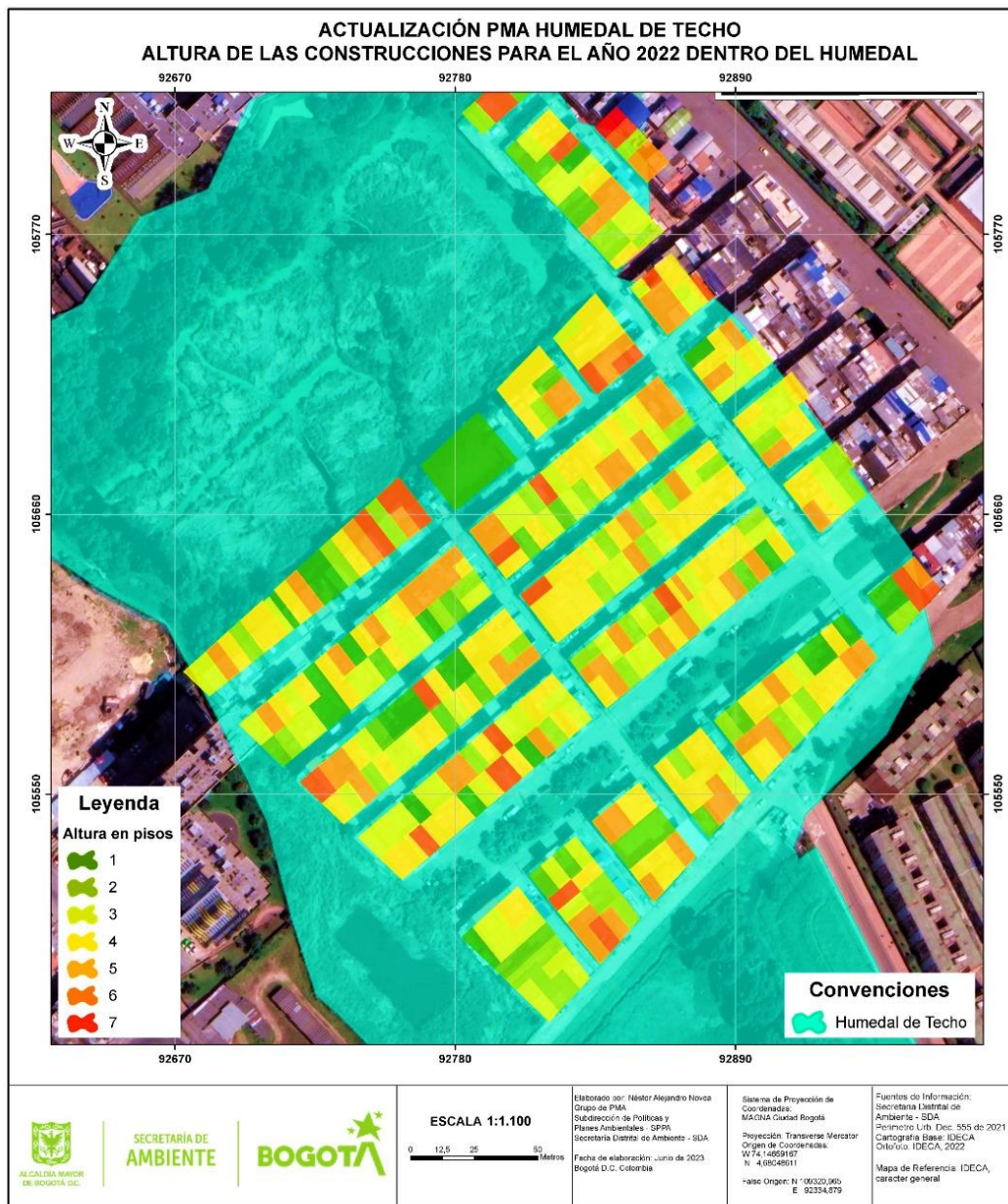


Figura 36. Altura de las construcciones en el año 2022 al interior del humedal de Techo.
Fuente: Elaboración propia.

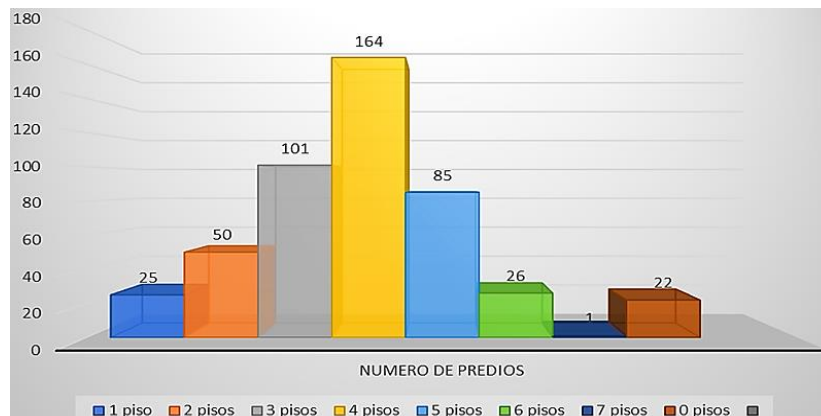


Figura 37. Relación número de predios afectados por el humedal de Techo sobre número de pisos construidos en cada predio. Fuente: Elaboración propia.

En la visita técnica realizada el día 2 de septiembre de 2022 por profesionales del grupo de Planes de Manejo Ambiental de la SDA al humedal de Techo, se pudo observar al interior del límite legal del humedal la construcción de tramos viales constituidos por cinco (5) carreras y dos (2) calles principales, donde se destaca el tramo donde se proyecta la Av. Agoberto Mejía, tal como se puede observar en la Figura 38.

Teniendo en cuenta las nomenclaturas evidenciadas en campo, las carreras van desde la 80 a la 80F y las calles desde la 10A a la 10F. Estos tramos viales, algunos son informales y otros como la Carrera 84ª (proyección de la Av. Agoberto Mejía), se observaron con pavimentación, a excepción del carreteable conocido como la carrera 80, que se encuentra sin ninguna mejora física.



Carrera 80



**Carrera 84ª (Proyección Av.
Agoberto Mejía).**



Av. Calle 10c

Figura 38. Tramos viales al interior del humedal de Techo. Fuente: Imagen extraída de Google Street View 2022.

Por otro lado, se observó una consolidación de viviendas en los denominados popularmente barrios “Ciudad del Bosco, Lagos de Castilla y San Juan de Castilla” con diversas tipologías, encontrando edificaciones multifamiliares; casas familiares y bodegas. En estas construcciones se observó prestación de servicios comerciales como panaderías, papelerías, tiendas de abarrotes, entre otros (Figura 39).



Figura 39. Construcciones al interior del humedal de Techo. Fuente Elaboración propia.

En general se observa que los acabados de las viviendas construidas dentro del área protegida son de buena calidad. Se observa revestimientos en ladrillos prensados, vidrio, aluminio, acabados en piedra y demás que permite percibir la consolidación a través del tiempo de las viviendas existentes. Es evidente que el desarrollo ilegal dentro del área protegida se encuentra consolidada y la mayor parte de los predios están ocupados; sin embargo, se observa que el crecimiento continúa en altura.

2.3.6 Infraestructura y equipamientos

Para medir el estado de conservación y aprovechamiento de la infraestructura y equipamientos que se encuentran ubicados en el humedal, se empleó como base la encuesta de percepción a los administradores y visitantes para realizar el análisis cualitativo, la cual se obtuvo en los talleres participativos para la actualización del PMA con la comunidad y las entidades, y a las visitas de campo para realizar el inventario de los elementos implantados en el humedal. La evaluación se realizó promediando la escala de valoración y el número de participantes que respondieron la encuesta. Se determinó como indicador de evaluación el Desempeño de la infraestructura y los equipamientos.

Este indicador corresponde al uso de los elementos de acuerdo con su frecuencia, eficacia y estado informado por la comunidad como visitantes y su relación con el área protegida. La escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 53.

Tabla 53. Escala de calificación desempeño de la infraestructura y los equipamientos.

4. Muy bueno	3. Bueno	2. Aceptable	1. Deficiente
El uso es muy frecuente, suple perfectamente la necesidad de uso en el Sitio y se encuentra en buen estado	El uso es muy frecuente o poco frecuente pero no suple perfectamente las necesidades de uso en el Sitio y se encuentra en regular o mal estado	No existe, pero existe una necesidad de uso en el Sitio	No existe y no existe una necesidad de uso en el Sitio

Fuente: Elaboración propia.

2.3.6.1 Desempeño de la infraestructura

Para el cálculo se definió escalas de valoración:

- Estado de la infraestructura la cual se mide con valores de deficiente, aceptable, bueno y desconocimiento del estado.
- Frecuencia de uso de la infraestructura la cual se mide con valores de nunca, algunas veces y siempre, ver Tabla 54.

Tabla 54. Valoración estado y frecuencia de infraestructura.

Definición	Valor
No conoce el estado	Desconocimiento
No se encuentra en buen estado	Deficiente
No se encuentra en buen estado, pero se puede utilizar	Aceptable
Se encuentra en buen estado	Bueno
No hago uso de esa infraestructura	Nunca
Alguna vez la he usado, pero no es frecuente	Algunas veces
Siempre hago uso de esa infraestructura	siempre

Fuente: Elaboración propia.

Realizando la valoración del estado y su promedio se encontró que el 35% de los visitantes indican que es buena, el 22% aceptable, el 10% deficiente y el 33% desconoce el estado de la infraestructura (Figura 40).

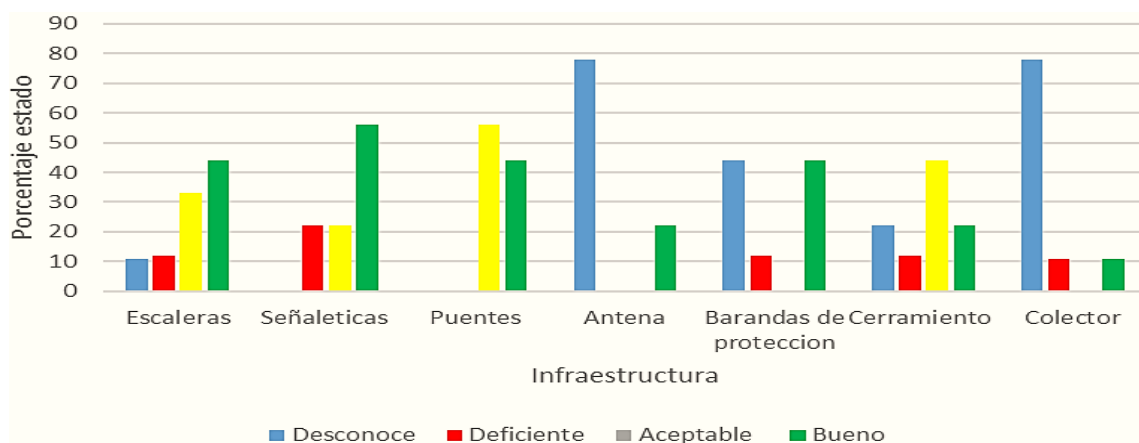


Figura 40. Valoración del estado de la infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

La medición de frecuencia de uso de la infraestructura y su promedio indicó que el 30% de los visitantes siempre usa alguna infraestructura en sus visitas, el 38% algunas veces y el 32% nunca (Figura 41).

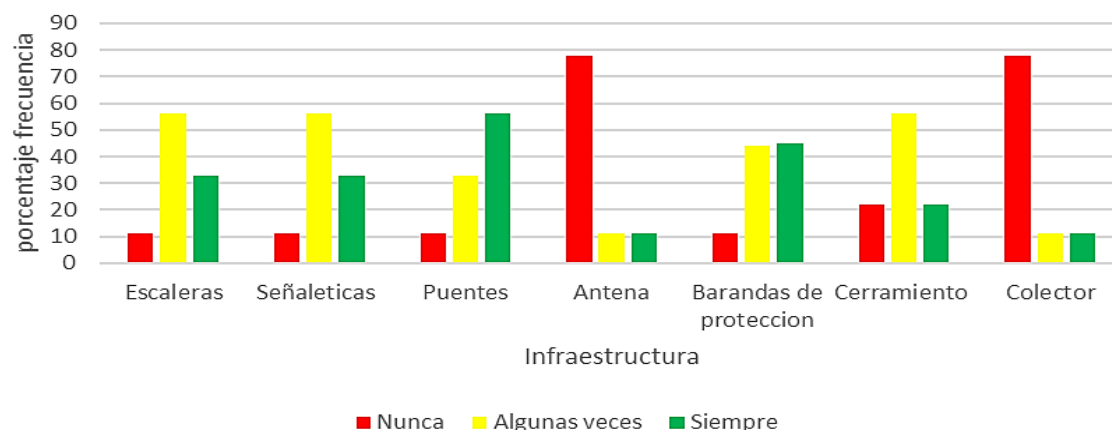


Figura 41. Valoración frecuencia uso de infraestructura. Fuente: Elaboración propia.

2.3.6.2 Desempeño de equipamientos

Al igual que el anterior, el cálculo se definió dos escalas de valoración:

- Estado del equipamiento el cual se mide con valores de deficiente, aceptable y bueno.
- Frecuencia de uso del equipamiento el cual se mide con valores de nunca, algunas veces y siempre.

Para el estado de los equipamientos se promedió y se estableció que el 36% de los visitantes indican que es bueno, el 29% aceptable, el 11% deficiente y el 24% desconoce el estado del equipamiento (Figura 42).

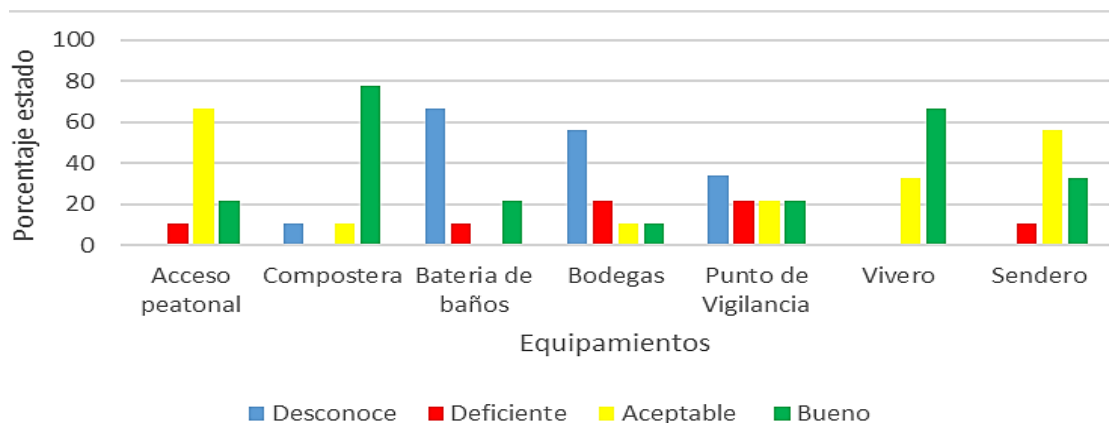


Figura 42. Valoración estado de equipamientos. Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, se midió la frecuencia de uso de los equipamientos, en donde el 17% indican siempre, el 38% algunas veces y el 45% nunca (Figura 43).

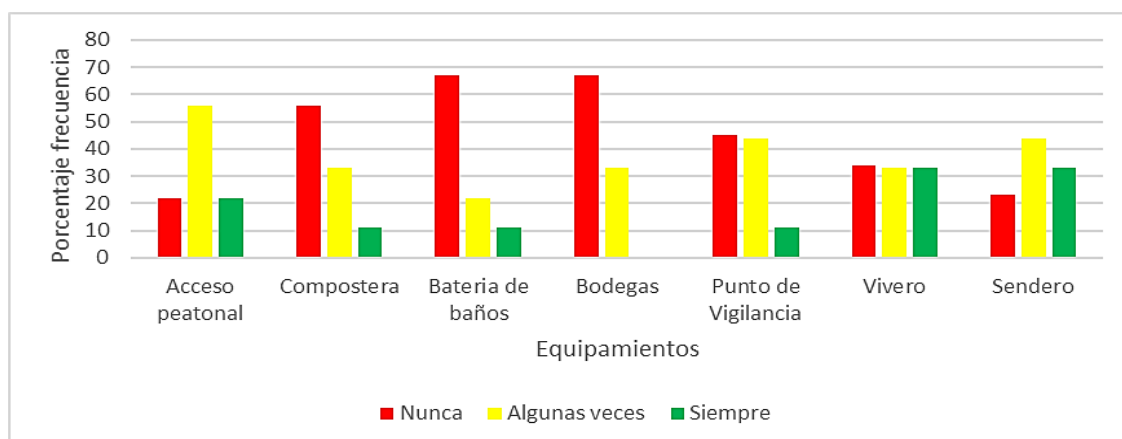


Figura 43. Valoración frecuencia uso de equipamientos. Fuente: Elaboración propia.

A partir de la medición de valoración del estado y frecuencia de uso, se identifica que la percepción del estado de la infraestructura es aceptable para los visitantes y su frecuencia de uso no es constante. Respecto a los equipamientos se evidencia que el estado para la mayoría de los visitantes es aceptable pero casi la mitad indican que no usa los equipamientos. Por lo tanto, en la escala de calificación de desempeño de la infraestructura y los equipamientos se ubica en aceptable.

2.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Los servicios ecosistémicos hacen referencia a aquellos beneficios que son adquiridos por medio de los ecosistemas y contribuyen al bienestar humano de manera directa o indirecta (De Groot et al., 2002). Por lo tanto, es necesario mantener la estructura y el equilibrio de la biodiversidad (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005).

2.3.1 Servicios de provisión

Para los humedales de la ciudad aplica lo definido en la Resolución 3964 de 2019 de la SDA (2009a), por medio de la cual se establece como objetivo de calidad del agua su uso para la preservación de flora y fauna; siendo esta normativa, más exigente que la precedente Resolución 5731 de 2008 SDA (2009b), que admitía una calidad para uso estético, tal como se describe en el artículo 44 del Decreto Nacional 1594 de 1984: ausencia de material flotante y de espumas, de grasas y aceites que formen película visible y de sustancias que produzcan olor. No obstante, estos niveles actuales exigidos no permiten un uso del agua para consumo humano y, sumado a la carga contaminante del agua del humedal, el servicio de suministro de agua dulce no se encuentra permitido en el humedal de Techo. También se encuentran prohibidos los usos agropecuarios al interior de áreas protegidas en la ciudad y, por lo tanto, el aprovechamiento de agua para este fin.

En cuanto al suministro de alimentos, en el humedal se encuentran reportadas las especies de *Cucurbita pepo* (calabaza), *Passiflora tripartita* (curuba), *Physalis peruviana* (uchuva), *Rubus glaucus* (mora de Castilla), que podrían tener una contribución positiva para la comunidad visitante; sin embargo, la extracción de material vegetal en áreas protegidas no es permitida, por constituir parte de la oferta de alimento para la fauna silvestre y fuente de semillas para los procesos de regeneración natural.

También se registran en el humedal especies vegetales de uso medicinal o farmacéutico como *Ricinus communis* (higuerilla), *Sambucus nigra* (sauco), *Taraxacum officinale* (diente de león) y *Urtica dioica* (ortiga), que podrían también tener un aprovechamiento por parte de la comunidad, aunque les aplicarían las mismas restricciones que a las especies alimenticias.

Es de aclarar que la extracción de especímenes silvestres de diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial sí puede adelantarse solicitando los permisos exigidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en sus decretos 1376 de 2013

(recolección de especímenes de especies silvestres con fines de investigación científica no comercial) y 3016 de 2013 (recolección de especímenes de especies silvestres con fines de elaboración de estudios ambientales)³.

Otros servicios como el suministro de fibras, material combustible, recursos ornamentales o extracción de arcillas, minerales o arenas tampoco son permitidos en áreas protegidas de la ciudad y no presentan reportes de uso por parte de la comunidad. El material vegetal residual, producto de las labores de mantenimiento de podas de formación o corte de árboles o arbustos en riesgo de caída o caídos, sí es aprovechado al interior de la reserva para su reutilización como material de construcción de estructuras de madera como miradores, escaleras y barandas, instalados en las zonas de acceso a visitantes.

Adicionalmente, en el humedal se hace uso del servicio de eliminación de residuos mediante el mantenimiento de composteras que permiten una degradación más rápida del material vegetal residual de labores de mantenimiento que no se considera reutilizable.

2.3.2 Servicios de regulación

Se considera que el humedal aporta a la regulación climática al permitir la captura de carbono en su biomasa vegetal y en los suelos que permanecen inundados. La productividad primaria que permite el almacenamiento de carbono en humedales naturales de los trópicos con presencia de especies herbáceas y leñosas puede llegar a ser mayor que las productividades de otro tipo de ecosistemas como selvas y bosques tropicales (Neue et al., 1997, en Hernández, 2009). Las condiciones anegadas y anaerobias de los suelos de humedal permiten una baja tasa de descomposición del material orgánico por lo que el carbono tiende a acumularse en el tipo de suelo conocido como turba. Éste se encuentra formado por la materia vegetal fibrosa parcialmente descompuesta que se ha acumulado en un ambiente inundado (Mistch y Gosselink, 2000, en Hernández 2009). Dicha acumulación sucede cuando la producción primaria en los cuerpos de agua (macrófitas) supera su tasa de descomposición (Turetsky et al., 2004 en Hernández 2009). Las turberas ocupan alrededor del 3% de la superficie terrestre y almacenan aproximadamente el 30% de todo el carbono terrestre, el doble de la cantidad que todos los bosques del mundo juntos (Ramsar, 2019).

³ <https://bogota.gov.co/servicios/guia-de-tramites-y-servicios/permiso-de-recoleccion-de-especimenes-de-especies-silvestres-de-la-diversidad-biologica-con-fines-de-investigacion-cientifica-no-comercial>

La comunidad consultada al respecto opinó que, aunque el humedal de Techo hace un aporte positivo a este servicio, podría mejorarse; lo que concuerda con los requerimientos del humedal de incrementar sus coberturas vegetales nativas, tanto en términos de taxones como estratos verticales; y ampliar sus cuerpos de agua mediante procesos de reconfiguración hidrogeomorfológica.

En cuanto a los servicios de regulación identificados por la comunidad, está el servicio de regulación hídrica y control de inundaciones, que se califica como bueno y se ubica principalmente en el sector 2 del humedal, en donde el vaso tiene una mayor capacidad para la regulación de las aguas lluvias. La producción de oxígeno y purificación del aire es un servicio valorado como aceptable, ya que se reconoce una deficiencia en la extensión y diversidad de las coberturas vegetales.

El servicio de depuración del agua se ha podido registrar en el sector 2 del humedal, donde la SDA ha realizado mediciones de parámetros fisicoquímicos para determinar su calidad. Considerando los resultados del indicador ICA-HUM evaluado por la SDA, más del 80% del sector 2 está en el rango de 69,3 y 80,64 lo que se considera como “bueno” en una escala de cuatro niveles que va desde “deficiente” a “muy bueno” (ver ítem de “Calidad de agua” en este mismo capítulo). Este sector del humedal no recibe el aporte de aguas contaminadas por conexiones erradas, por lo que su carga orgánica podría ser más baja que en otros sectores del humedal; de lo que se deduce que los procesos biológicos y físico químicos naturales, sumados al manejo controlado de macrófitas sobre el espejo de agua, han facilitado una descomposición más rápida de los contaminantes orgánicos presentes.

Las poblaciones de aves reportadas en el humedal también aportan a los servicios de regulación, específicamente: de polinización, con el registro de 3 especies de hábitos nectarívoros; y de control de plagas, con el registro de 61 especies que incluyen en su dieta insectos o invertebrados; y 12 especies que pueden consumir pequeños vertebrados como roedores. Por su parte las dos especies de herpetofauna reportadas, *Dendropsophus molitor* (rana sabanera) y *Atractus crassicaudatus* (culebra sabanera) cumplen una función como biocontroladoras de insectos e invertebrados en general.

En cuanto a la regulación de fuego, la comunidad manifiesta que en los pocos casos que ha habido conatos de incendio, el mismo ecosistema ha podido controlarlos, lo que indicaría que el humedal representa una barrera física a la propagación del fuego gracias a que mantiene buenas condiciones de humedad en el suelo. Este servicio es calificado como muy bueno.

2.3.3 Servicios de soporte

Uno de los principales servicios que presta un humedal consiste en la capacidad de soportar y mantener comunidades de organismos, cuya composición, diversidad y organización funcional de las especies, son comparables con los hábitats naturales, como los expresan Parris y Kates (2003) en su concepción de la “integridad ecológica”.

La integridad ecológica se determina mediante la aplicación de índices multimétricos, que se ajustan a las particularidades de cada ecosistema y región, con el fin de determinar si los componentes, la estructura, las funciones y los procesos ecológicos ocurren dentro de los rangos de variación natural, que como exponen Garzón y Hernández (2018), permite identificar que el ecosistema tenga la capacidad de resistir y de recuperarse ante las perturbaciones, ya sean de carácter natural o antrópico.

Basados en los trabajos de Pinilla et al. (2014) y de Garzón y Hernández (2018) se plantea la estimación de un índice de integridad del hábitat (IIH), como una medida que considera la disponibilidad de hábitat acuático, el tipo de cobertura y las condiciones fisicoquímicas para establecer las características del ambiente físico donde se desarrollan las comunidades y su estado ecológico. En la Tabla 55 se explican las variables utilizadas y en la Tabla 56 se proponen sus respectivos puntajes de acuerdo con la variación esperada de las métricas seleccionadas.

Tabla 55. Métricas seleccionadas para la construcción del índice de integridad del hábitat (IIH).

Métrica	Tipo	Descripción
Área perdida	Disponibilidad de hábitat	Corresponde a la evaluación multitemporal de la variación del vaso de agua. Un valor alto en esta métrica corresponde a pérdida de disponibilidad de hábitat.
Tipos de sustratos	Disponibilidad de hábitat	Para cuantificar la diversidad de hábitats se estima el porcentaje de cobertura de los sustratos: macrófitas, áreas endurecidas, suelos arcilla – limo, arenas, hojarasca, raíces y restos de madera, a partir del mapa de coberturas.
Precipitación media anual	Disponibilidad de hábitat	Considera el efecto de las variaciones intra anuales de las lluvias en el área de espejo de agua, analizando la precipitación anual que permite identificar principalmente el efecto de años secos como es el caso de los años en que se presente el fenómeno de El Niño. De acuerdo con la caracterización del humedal de

Tabla 55. Métricas seleccionadas para la construcción del índice de integridad del hábitat (IIH).

Métrica	Tipo	Descripción
		Techo, las precipitaciones en el periodo comprendido entre 1991 y 2021 varían aproximadamente entre 858 y 1020 mm/año.
Relación área / volumen	Disponibilidad de hábitat	Una mayor profundidad del vaso de agua favorecerá un mejor desarrollo de los distintos grupos de organismos.
Variación del nivel del agua	Disponibilidad de hábitat	La disminución del nivel de agua bien sea por pérdida del área del vaso de agua o por la alta sedimentación de sólidos, genera disminución de la disponibilidad de hábitat.
Conductividad eléctrica	Calidad de hábitat	Refleja la presencia de cationes de sodio, potasio, calcio, magnesio y aniones de carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros, principalmente aportadas por vertimientos residuales de origen doméstico. Un incremento en la conductividad del agua puede tener efectos graves sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas llegando incluso a una fuerte reducción de la biodiversidad (Tambo, 2015).
Oxígeno disuelto	Calidad de hábitat	Valores altos de oxígeno disuelto muestran un ambiente físico más apropiado para el buen desarrollo de la biota.
pH	Calidad de hábitat	La variación del pH tiene efectos sinérgicos con otras sustancias. Un intervalo de pH de 6 a 9 brinda protección a la vida acuática de agua dulce y los invertebrados del fondo. Los valores por debajo de 5 están fuertemente relacionados con vertimientos de aguas residuales (SDA, 2019).
Relación de nutrientes	Calidad de hábitat	Nitrógeno Total / Fósforo Total. Una relación ideal de estos dos nutrientes para la biota fluctúa entre 14:1 y 20:1. Relaciones por debajo de 7:1 y por encima de 20:1 desfavorecen un buen desarrollo del organismo (Pinilla et al., 2014)

Fuente: Elaboración propia basados en los trabajos de Pinilla et al. (2014) y de Garzón y Hernández (2018).

Tabla 56. Puntajes de las variables consideradas para la estimación del índice de integridad del hábitat IIH.

Sigla	Métrica	Unidad	Puntaje		
			Deterioro alto (0)	Deterioro medio (0,5)	Deterioro bajo (1)
<i>Ap</i>	Área perdida	%	>40	6-40	≤5
<i>CI</i>	Coberturas impermeables (mega bloques, cantos, placas, cascajo, áreas endurecidas)	%	>30	11-30	≤10
<i>MB</i>	Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso)	%	>30	11-30	≤10

Tabla 56. Puntajes de las variables consideradas para la estimación del índice de integridad del hábitat IIH.

Sigla	Métrica	Unidad	Puntaje		
			Deterioro alto (0)	Deterioro medio (0,5)	Deterioro bajo (1)
<i>MO</i>	Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca)	%	>40	11-40	≤10
<i>MA</i>	Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas	%	>70	11-70	≤10
<i>Pma</i>	Precipitación media anual	mm	<858	858-1020	>1020
$\frac{A}{V}$	Relación área / volumen	m ⁻¹	<0.3	0.3-0.5	>0.5
<i>NV</i>	Variación en el nivel del agua	cm	>10.0	5.0-10.0	<5.0
<i>CE</i>	Conductividad eléctrica*	$\frac{\mu S}{cm}$	>200	50-200	<50
<i>SO</i>	Oxígeno disuelto**	Mg O ₂ L ⁻¹	<5	5.2-7.9	≥8.0
<i>pH</i>	pH***	Unidades	<5.5 o >10.5	5.5-6.0 ó 9.0-10.5	6.0-9.0
$\frac{N}{P}$	Relación Nitrógeno / fósforo	mg L ⁻¹	<3 o >30	3-6 ó 14-30	6-14

* Límites según rangos de mineralización de acuerdo con la conductividad propuestos por Nisbet y Verneaux (1970)

** Límites propuestos por Garzón y Hernández (2018)

*** Límites según efectos de los niveles de pH en la vida acuática propuestos por LaMotte Company (1992)

Pinilla et al. (2014) proponen que los valores de las variables oscilan entre 0 y 1 como se señala en la Tabla 57 (0 para valores que corresponden a sitios en donde la variable muestra condiciones de hábitat poco apropiadas para la biota y 1 para valores en donde la variable muestra sitios de buenas características ambientales). El IIH se estima como la suma de los puntajes de cada variable, dividida por el número de variables:

$$IIH = \frac{(Ap + CI + MB + MO + MA + Pma + \frac{A}{V} + NV + CE + SO + pH + \frac{N}{P})}{12}$$

El índice se califica como se muestra en la Tabla 57:

Tabla 57. Puntajes del IIH. índice de Integridad de Hábitat.

Puntaje	Interpretación	Condición de estado ecológico
0-0.2	Pobre integridad del hábitat	Hábitat inapropiado para el desarrollo de la biota o que genera comunidades de baja diversidad y reducida abundancia
0.21-0.5	Baja integridad del hábitat	Hábitat poco apropiado para comunidades
0.51-0.8	Moderada integridad del hábitat	Se aseguran condiciones aceptables para las comunidades
0.81-1	Alta integridad del hábitat	Hábitat con muy buenas condiciones para las comunidades, que estimula el establecimiento de comunidades diversas y bien presentadas.

Fuente: Pinilla et al. (2014).

A continuación, se describe la implementación del IIH para el humedal de Techo:

- **Pérdida cobertura natural al interior del humedal:** basados en las coberturas identificadas en el año 2009 a través del PMA del humedal de Techo (EAAB y PUJ, 2009) y las estimadas para la actualización del PMA del 2009, se identificó como vaso de humedal las coberturas asociadas a cuerpo de agua y vegetación acuática, teniendo para el año 2009 un total de 1,74 ha y 2,66 ha para el año 2021 (Figura 44), evidenciando un aumento del área del vaso del humedal de 52,8%, respecto al monitoreado en 2009.

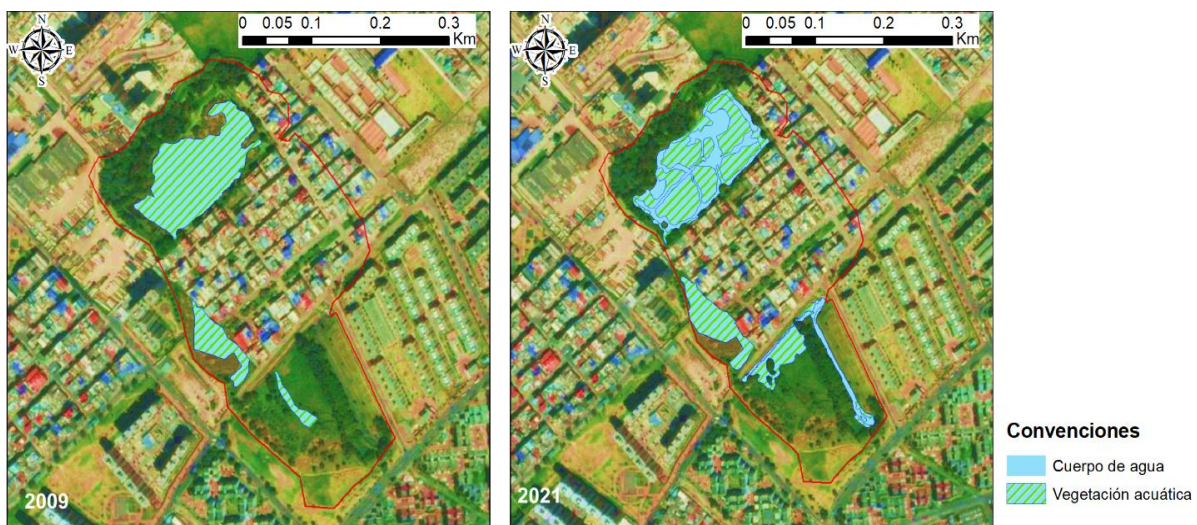


Figura 44. Cambios en la cobertura del cuerpo de agua en el humedal de Techo entre los años 2009 y 2021. Fuente Elaboración propia.

- **Coberturas impermeables (mega bloques, cantos, placas, cascajo, áreas endurecidas):** a partir de las coberturas empleadas para la actualización del PMA, se tomó como referente las relacionadas con tejido urbano discontinuo, la cual corresponde a un área de 5,03 ha del humedal que representa el 41,68% del área de este como se muestra en la Figura 45.

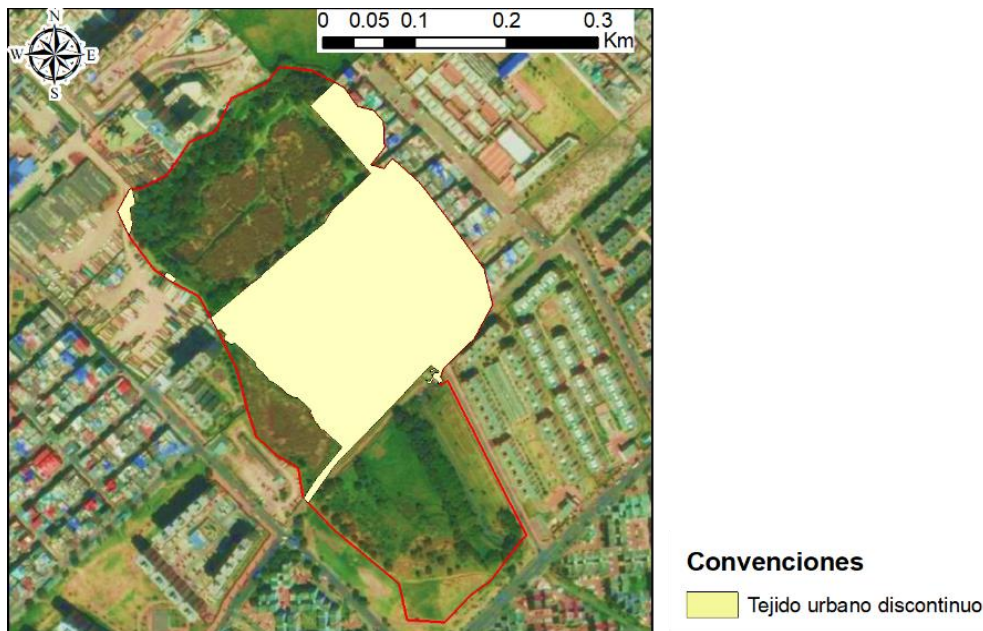


Figura 45. Coberturas impermeables en el humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

- **Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso):** dentro del área protegida, se identifica una pequeña porción de suelo desnudo, que cuenta con un área de 0.005 Ha, lo cual representa menos del 1% del área del humedal.
- **Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca):** tomando como referente las coberturas asociadas a arbustales, pastos y bosque de tierra firme, se estima que el área cubierta por materia orgánica representa 4,38 Ha, correspondiente al 36.24% del área del humedal como se muestra en la Figura 46.

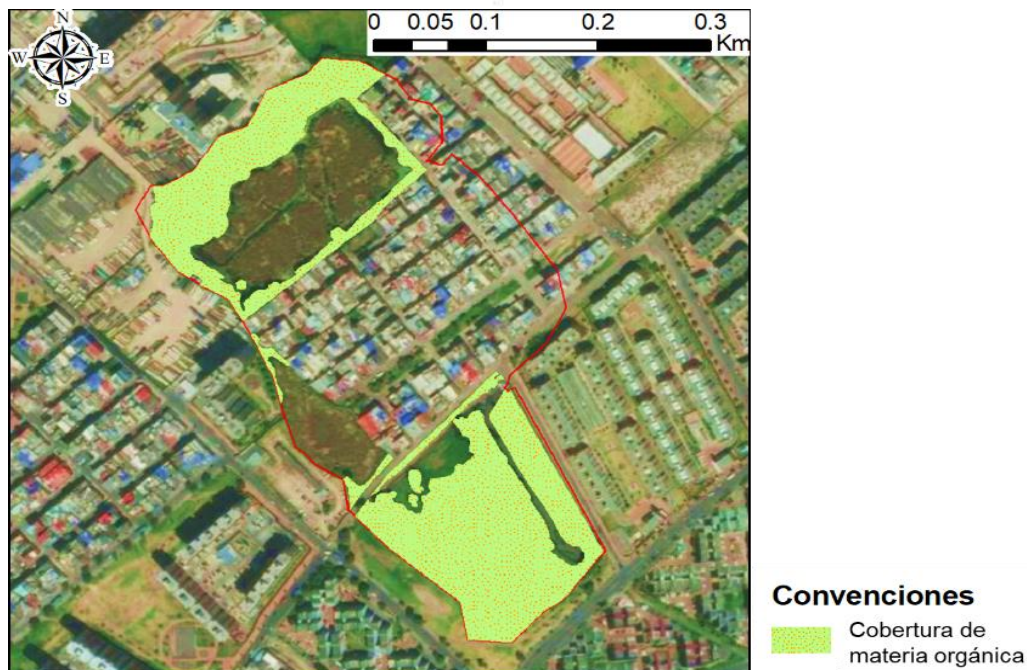


Figura 46. Cobertura de materia orgánica dentro del humedal de Techo. Fuente Elaboración propia.

- **Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas:** el área que cubre la vegetación acuática para el año 2021 se estima en 2,01 ha que representa el 75,60% del vaso del humedal.
- **Precipitación media anual:** de acuerdo con los registros empleados para la caracterización de la precipitación en el humedal de Techo, para el año 2021 la precipitación total anual fue de 697.8 mm.
- **Relación área / volumen:** tomando un aproximado del volumen del humedal a partir de la profundidad promedio medida por las miras con que cuenta el humedal, la cual se estima en 50 cm para el año 2021, se tiene un volumen aproximado de 13.294 m³ arrojando una relación área volumen de 2.02 m⁻¹.
- **Variación en el nivel del agua:** de acuerdo con los registros de la mira con que cuenta el humedal, la desviación estándar de las mediciones hechas para el año 2021 se ubica en los 19,1 cm.
- **Parámetros fisicoquímicos:** a partir de los monitoreos realizados en el año 2021 en el marco del Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes (PMAE) de la SDA (SDA, 2022a), se tienen los siguientes valores promedio de las variables fisicoquímicas seleccionadas dentro del humedal Tabla 58.

Tabla 58. Valores promedio de variables fisicoquímicas seleccionadas para el cálculo del IIH.

Variable	Conductividad eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH	Relación de nutrientes
Valor promedio 2021	868 $\mu\text{S}/\text{cm}$	1.30 mg/L	7.93	2.29 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

- **Cálculo del IIH:** a partir de la identificación de los valores de los parámetros seleccionados para el cálculo del Índice de Integridad del Hábitat, se asignó la valoración correspondiente como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59. Valoración para las métricas evaluadas en el IIH para el humedal de Techo.

Sigla	Métrica	Unidad	Valor	Puntaje
<i>Ap</i>	Área perdida	%	-52.80%	1
<i>CI</i>	Coberturas impermeables (mega bloques, cantos, placas, cascajo, áreas endurecidas)	%	41.68%	0
<i>MB</i>	Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso)	%	0.003%	1
<i>MO</i>	Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca)	%	36.24%	0.5
<i>MA</i>	Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas	%	75.60%	0
<i>Pma</i>	Precipitación media anual	mm	697	0.5
$\frac{A}{V}$	Relación área / volumen	m^{-1}	2.02	1
<i>NV</i>	Variación en el nivel del agua	cm	19.1	0
<i>CE</i>	Conductividad eléctrica*	$\frac{\mu\text{S}}{\text{cm}}$	868	0
<i>SO</i>	Oxígeno disuelto**	$\text{Mg O}_2 \text{ L}^{-1}$	1.30	0
<i>pH</i>	pH***	Unidades	7.93	1
$\frac{N}{P}$	Relación Nitrógeno / fósforo	mg L^{-1}	2.29	0
Índice de Integridad del Hábitat				0.41

Fuente: Elaboración propia.

Para el humedal de Techo, el índice de integridad del hábitat se encuentra en 0.41 correspondiente a condición de BAJA INTEGRIDAD DEL HÁBITAT, que representa unas condiciones poco apropiadas para las comunidades.

2.3.4 Servicios culturales

Al indagar a la comunidad sobre los servicios de recreación pasiva prestados por el humedal, consideraron que hay una deficiencia de proyectos o recorridos que acerquen a la gente al área protegida. El público objetivo es muy limitado al sector educativo (colegios), por lo que debería extenderse a otros públicos, principalmente hacia las comunidades aledañas. Para esto, opinaron que sería útil volver más atractivos los métodos de difusión y generar estrategias que impliquen una participación de doble vía, a partir de la cual la comunidad se involucre más en los procesos formativos y se genera una mayor apropiación.

Con respecto al servicio de relaciones sociales formadas en torno al humedal, por parte de la comunidad se considera que es deficiente, ya que no existe un tejido social debido principalmente a el humedal se ha convertido en un escenario de conflicto por la presencia del barrio Lagos de Castilla II que se encuentran invadiendo el 40,5% de la Reserva. Para la comunidad participante de la encuesta, una prueba de esta problemática es precisamente la necesidad de tener que realizar reuniones diferenciadas, por una parte, con los habitantes del barrio en mención y por otra, con la comunidad que habita otros barrios aledaños a la reserva.

El humedal no representa para la comunidad algún valor espiritual o religioso, por lo que este servicio es calificado como deficiente. Otros valores, de carácter estético, paisajístico o artístico, tampoco son reconocidos, y se considera que precisamente la poca participación en actividades comunitarias no ha permitido que los mismos se generen. Este servicio de valores estéticos, paisajísticos o artísticos, aunque aceptable por el momento, es susceptible de fortalecerse con el tiempo, por lo que se identifica como un servicio con un alto potencial para el humedal.

2.5 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MANEJO

La evaluación de áreas protegidas se ha planteado a partir de tres enfoques: la efectividad del diseño, la efectividad del manejo y la evaluación de la integridad ecológica (Ervin, 2003 en Figueroa et al. 2011). La efectividad del diseño tiene una aplicación más regional al permitir evaluar el grado de representatividad de especies, comunidades o tipos de vegetación en un sistema de áreas protegidas, buscando identificar elementos de la biodiversidad subrepresentados o ausentes (Rodríguez et al., 2004; Margules y Sakar, 2007; en Figueroa et al. 2011).

La efectividad del manejo evalúa las fortalezas y debilidades de la planeación y ejecución de planes de manejo ambiental. En este enfoque se ubica el marco conceptual desarrollado por la CMAP (Comisión Mundial de Áreas Protegidas) de la UICN (Hockings, 1998 en Figueroa et al., 2011), a partir del cual se han definido metodologías de evaluación de sistemas de áreas protegidas nacionales en distintos países, incluyendo a Colombia (Hockings et al., 2019).

Este enfoque hacia la efectividad del manejo puede abordarse en dos niveles: una evaluación de la efectividad de las áreas protegidas a gran escala para evaluar, por ejemplo, su aporte a la reducción de la deforestación en un país; o una evaluación de la “efectividad del manejo de áreas protegidas” propiamente dicha o PAME por sus siglas en inglés (Protected Area Management Effectiveness), aplicable tanto en áreas protegidas individuales como en conjuntos de áreas protegidas.

Esta metodología, sin embargo, podría aportar resultados con cierto grado de subjetividad y parcialidad ya que la principal fuente de información para la evaluación son las percepciones sociales del personal de las AP, las organizaciones no gubernamentales que trabajan en éstas o las comunidades, haciendo necesario complementar el análisis con evaluaciones empíricas y cuantitativas (Ferraro y Pattanayak, 2006; Nepstad et al., 2006; en Figueroa et al. 2011).

En este sentido, incluir elementos de evaluación de integridad ecológica podría ofrecer un método más objetivo al basarse en la cuantificación de indicadores (Figueroa et al. 2011). Por ejemplo, la evaluación del estado de los valores de biodiversidad o valores objeto de conservación (VOC), que es en sí un subconjunto del enfoque PAME, pero centrado solamente en resultados, al integrarse con la evaluación de otros elementos más relacionados con el contexto, la gestión, la participación comunitaria, etc., permitiría desarrollar una evaluación más integral. Es de resaltar que este análisis de los VOC requiere de un monitoreo detallado e informes de su condición y tendencia a lo largo del tiempo (Hockings et al. 2019), por lo que el monitoreo de estos debe hacer parte de la planificación anual de actividades.

Tomando en cuenta estas consideraciones y lo propuesto tanto por la UICN para evaluaciones PAME (Hockings et al. 2006; en Hockings et al. 2019) como por Ospina et al. (2020) para el SINAP de Colombia, se ajustaron las 6 fases de la gestión del manejo de un área protegida, acorde al contexto de los humedales del Distrito Capital, así: contexto, planeación, recursos, seguimiento a procesos, logros y gobernanza.

Se definieron también una serie de parámetros de evaluación, agrupado en criterios de: evaluación ecológica, evaluación socioeconómica y cultural, problemática ambiental y planificación y gestión y se relacionaron con cada una de las fases de gestión, buscando confirmar que para todas las fases se hubieran planteado elementos de evaluación (Tabla 60).

Tabla 60. Matriz base para la evaluación de la efectividad del manejo.

CRITERIO	EVALUACIÓN ECOLÓGICA												EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL					PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN					
PARÁMETROS	Conectividad ecológica	Diversidad biológica flora	Diversidad biológica fauna	Coberturas	Naturalidad	Fragilidad flora	Fragilidad fauna	Provisión de hábitat mediante garantía	Provisión de hábitat mediante acciones	Condiciones habilitadas en el humedal	Calidad del agua	Valores ecológicos o de la biodiversidad	Gobernanza	Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos	Educación e investigación	Equipamientos e infraestructura	Uso sostenible	Vestigios patrimoniales y arqueológicos	Factores de perturbación en el humedal	Protección y regulación	Manejo y procesos	Recursos	Ordenamiento territorial	Eficiencia y cumplimiento
FASES DE LA GESTIÓN																								
CONTEXTO																								
PLANEACIÓN																								
RECURSOS																								
SEGUIMIENTO A PROCESOS																								
LOGROS																								
GOBERNANZA																								

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, para cada uno de los parámetros se definieron indicadores cuantitativos o cualitativos (Tabla 61), que se midieron y calificaron siguiendo una escala de cuatro niveles desde 1 (deficiente), hasta 4 (muy bueno). Se asignó un color a cada calificación, tipo

“semáforo”, para poder identificar indicadores que requieren atención (rojo y amarillo) o indicadores de buen desempeño (verde y naranja):

Tabla 61. Escala de Calificación.

ESCALA DE CALIFICACIÓN			
4 muy bueno	3 bueno	2 aceptable	1 deficiente

Fuente: Elaboración propia, adaptado de SINAC 2016.

Además de los definidos al interior del equipo evaluador de la SDA, se incluyeron 28 indicadores cualitativos propuestos en la herramienta de evaluación (R-METT) aprobada en la Resolución XII de 2015 de la Convención Ramsar; arrojando un total de 60 indicadores en la matriz de evaluación.

Las escalas de calificación se encuentran soportadas en bibliografía o se tomaron como referencia escalas manejadas en el PMA del Sitio Ramsar para algunos indicadores; y para los indicadores cualitativos, los resultados corresponden a alguna de las opciones de respuesta planteadas en la herramienta R-METT de la Convención Ramsar; lo cual se indica con mayor detalle en el Anexo D3. *Matriz_Evaluación_Efectividad*. A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada uno de los criterios del manejo.

2.5.1. Evaluación ecológica

En esta parte de la evaluación se integraron los elementos descritos en el presente capítulo, relacionados con la conectividad del área protegida (Tabla 62), los índices de biodiversidad, el estado de las coberturas, el nivel de fragilidad medido a partir de la presencia de especies amenazadas, la valoración de naturalidad, la provisión de hábitat que permitiría hacer seguimiento a la efectividad de caudales ecológicos habilitados en el área protegida, la calidad del agua e información relacionada con los VOC.

Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Conectividad ecológica	1	Índice de Sinuosidad	$S = Lr / Lg$ Donde: S es la razón de sinuosidad, Lr es la longitud real de la red y Lg es la longitud del grafo	1,11	3
	2	Índice Beta	$\beta = N^{\circ} \text{ de arcos} / N^{\circ} \text{ de nodos}$	0,45	2

Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Diversidad biológica flora	3	Índice Margalef (diversidad específica)	$I = (s - 1) / \ln N$ Donde I es la diversidad específica, s es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos (pertenecientes a todas las especies).	~ 2	1
	4	Índice Shannon Wiener	s $H' = - \sum_{i=1} p_i \log_2 p_i$ Donde: S (riqueza de especies), p_i (abundancia relativa de la especie $i = n_i/N$ total), n_i (número de individuos de la especie i), N (número total de individuos de todas las especies)	< 2	2
	5	Índice Simpson (dominancia)	$D = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$ Donde: S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y n es el número de ejemplares por especie	entre 0,4 y 0,7	2
Diversidad biológica fauna (aves)	6	Índice Margalef (diversidad específica)	$I = (s - 1) / \ln N$ Donde I es la diversidad específica, s es el número de especies presentes, y N es el número total de individuos (pertenecientes a todas las especies).	4,87	3
	7	índice Shannon Wiener	s $H' = - \sum_{i=1} p_i \log_2 p_i$ Donde: S (riqueza de especies), p_i (abundancia relativa de la especie $i = n_i/N$ total), n_i (número de individuos de la especie i), N (número total de individuos de todas las especies)	2,27	3

Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	8	índice Simpson (dominancia)	$D = \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$ Donde: S es el número de especies, N es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas) y n es el número de ejemplares por especie	0,2	4
Coberturas	9	Área natural	área natural / área total del humedal X 100	28,8%	1
	10	Vegetación antropizadas	vegetación antropizadas / área total del humedal X 100	28,9%	2
	11	Cobertura antrópica	cobertura antrópica / área total del humedal X 100	41,5%	2
Naturalidad	12	Índice de Naturalidad	$\sum$ calificaciones de criterios evaluados	43	2
Fragilidad flora	13	Riqueza de especies de flora en categoría de amenaza a partir de vulnerable	Número de especies	3 especies	2
Fragilidad fauna	14	Riqueza de especies de fauna en categoría de amenaza a partir de vulnerable	Número de especies	3 especies	1
Provisión de hábitat mediante	15	Índice de Integridad del Hábitat	$IIH = ((Ap + CI + MB + MO + MA + Pma + A/V + NV + CE + SO + pH + N/P) / 12)$	0,41	2

Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
garantía del caudal ecológico del humedal		(IIH) con garantía de caudal ecológico	Donde: Ap (Área perdida), CI (Coberturas impermeables), MB (Suelo desnudo de material blando), MO (Materia orgánica), MA (Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas), Pma (Precipitación media anual), A/V (Relación área / volumen), NV (Variación en el nivel del agua), CE (Conductividad eléctrica), SO (Oxígeno disuelto), pH, N/P (Relación Nitrógeno / fósforo)		
Calidad del agua	16	ICA-HUM	Promedio de los subíndices: %OD (% saturación de oxígeno), °T (temperatura del agua en °C), SST (sólidos suspendidos totales en mg/L), CE (conductividad eléctrica en µS/cm), Pt (fósforo total en mg/L), NTK (nitrógeno total de Kjeldahl en mg/L), SAAM (sustancias activas al azul de metileno en mg/L).	> del 80% del sector 2 está en el rango de 69,3 y 80,64	3
Valores objeto de conservación (VOC) asociados a la biodiversidad	17	Descripción de las características ecológicas	Descripción cualitativa	Se ha completado una descripción de las características ecológicas del humedal.	4
	18	Estado de los VOC asociados a la biodiversidad	Descripción cualitativa	Muchos valores importantes de la biodiversidad o ecológicos se están degradando gravemente; o no se han	1

Tabla 62. Parámetros para definir la evaluación ecológica en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
				definido VOC para el área.	

Fuente: Elaboración propia.

2.5.2 Evaluación socioeconómica y cultural

En esta parte de la evaluación se integraron los elementos descritos en el presente capítulo, relacionados con la gobernanza en el área protegida, la existencia de valores estéticos, culturales, religiosos o históricos, la educación e investigación, la infraestructura y equipamientos y elementos del uso sostenible como el manejo de cerramientos perimetrales (Tabla 63).

Tabla 63. Integración de los elementos para la evaluación Socioeconómica y Cultural en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Gobernanza	19	Cantidad de mesas territoriales adelantadas por año.	Promedio de mesas territoriales por año	2 mesas territoriales	1
	20	Número de participantes en mesas territoriales	Promedio de participantes por año	57 participantes	4
	21	Participación de comunidades locales en la toma de decisiones	Descripción cualitativa	Las comunidades locales tienen algún acceso a las discusiones relativas al manejo, pero no desempeñan ninguna función directa en el manejo.	2

Tabla 63. Integración de los elementos para la evaluación Socioeconómica y Cultural en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos	22	Cantidad de eventos representativos en el humedal por año	Promedio de eventos representativos por año	2 eventos representativos	2
	23	Cantidad de participantes en eventos representativos en el humedal por año	Promedio de participantes por año	33 participantes	1
	24	Estado de los valores objeto de conservación (VOC) culturales	Descripción cualitativa	Muchos valores importantes culturales se están degradando gravemente; o no se han definido VOC para el área.	1
Educación e investigación	25	Existencia de un programa de educación vinculado a objetivos y necesidades	Descripción cualitativa	Existe un programa de educación y sensibilización, pero solo satisface parcialmente las necesidades y se podría mejorar.	3
	26	Cantidad de recorridos interpretativos.	Número de recorridos interpretativos por año	16,67	1
	27	Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal.	Número de acciones pedagógicas en el humedal por año	20,3	1
	28	Cantidad de acciones pedagógicas en colegios.	Número de acciones pedagógicas en colegios por año	4,3	1

Tabla 63. Integración de los elementos para la evaluación Socioeconómica y Cultural en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	29	Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en colegios.	Número de participantes en acciones pedagógicas en colegios por año	415,3	4
	30	Cantidad de monitoreos participativos.	Número de monitoreos participativos por año	1	1
	31	Existencia de un programa de investigación orientado al manejo	Descripción cualitativa	Existen unos pocos estudios e investigaciones, pero no están orientados hacia las necesidades de manejo del humedal.	2
	32	Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 Ha.	Número de proyectos de investigación ejecutados y divulgados/Número total de proyectos de investigación ejecutados y divulgados por año	0,75 proyectos de investigación.	1
	33	Mantenimiento adecuado	Descripción cualitativa	Se realiza un mantenimiento básico del equipamiento y la infraestructura.	3
Uso sostenible	34	Porcentaje de cerramiento definitivo instalado	metros lineales de malla eslabonada construida / total de metros lineales perimetrales X 100	22,56%	1
	35	Presencia de infraestructura no compatible con el humedal	área de infraestructura no compatible / área total del humedal X 100	40,5%	1

Tabla 63. Integración de los elementos para la evaluación Socioeconómica y Cultural en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
		según POT vigente.			

Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Planificación y gestión

En esta parte de la evaluación se integraron los elementos descritos en el presente capítulo, relacionados con protección y regulación; manejo y procesos; recursos, ordenamiento territorial y eficiencia y cumplimiento (Tabla 64).

Tabla 64. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Protección y regulación	36	Estatus legal del humedal	Descripción cualitativa	El humedal está protegido jurídicamente.	4
	37	Existencia de reglamentación a los usos del suelo	Descripción cualitativa	Existe cierta reglamentación para controlar el uso de la tierra y las actividades en el humedal, pero presenta deficiencias importantes.	2
	38	Intermediación efectiva por parte del personal responsable en la aplicación de las normas ambientales	Descripción cualitativa	Existen deficiencias importantes en la capacidad o los recursos del personal para hacer que se apliquen la legislación y reglamentación sobre el humedal (p.ej., falta de competencias, presupuesto para vigilancia o apoyo institucional).	2
	39	Límites demarcados y reconocidos	Descripción cualitativa	La autoridad de manejo y tanto la población local como los usuarios de los terrenos vecinos conocen los límites del	3

Tabla 64. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Manejo y procesos				humedal, pero dichos límites no están bien demarcados.	
	40	Control efectivo al acceso	Descripción cualitativa	Los sistemas de protección solo son parcialmente efectivos para controlar el acceso.	2
	41	Manejo activo de hábitats	Descripción cualitativa	Aunque se están aplicando muchos de los requisitos para el manejo activo de hábitats, especies, procesos ecológicos y/o valores culturales esenciales, no se están abordando algunas de las cuestiones clave.	3
	42	Manejo con base en objetivos preestablecidos	Descripción cualitativa	Existen objetivos establecidos para el humedal, pero el manejo solo se lleva a cabo parcialmente en función de dichos objetivos.	3
	43	Manejo del presupuesto en función de las necesidades esenciales	Descripción cualitativa	El manejo presupuestario es adecuado, pero podría mejorarse.	3
	44	Cooperación por parte de usuarios públicos o privados vecinos	Descripción cualitativa	Existe contacto entre la dirección del humedal y los usuarios vecinos de la tierra o del agua públicos o privados, pero solo una cooperación moderada.	3
	45	Existencia de un programa de monitoreo y	Descripción cualitativa	Existe un buen sistema de monitoreo y evaluación que se	4

Tabla 64. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
		evaluación en relación con resultados		aplica adecuadamente y se utiliza en el manejo adaptable.	
	46	Aporte de operadores turísticos al manejo del humedal	Descripción cualitativa	Existe contacto entre los responsables del manejo del humedal y los operadores turísticos, pero se limita mayormente a aspectos administrativos o reglamentarios.	2
	47	Existencia de un comité de manejo intersectorial	Descripción cualitativa	Se ha establecido un comité de manejo, pero no participa de forma significativa en el manejo del humedal.	3
Recursos	48	Presupuesto suficiente	Descripción cualitativa	El presupuesto disponible es inadecuado incluso para las actividades básicas de manejo y es un limitante serio para el manejo efectivo del humedal.	2
	49	Estabilidad del presupuesto	Descripción cualitativa	Existe un presupuesto básico con un nivel de estabilidad aceptable para el funcionamiento ordinario del humedal, pero muchas iniciativas e innovaciones dependen de financiación externa.	3
	50	Equipo suficiente para las necesidades del manejo	Descripción cualitativa	Existe algo de equipo e infraestructura, pero son inadecuados para la mayoría de las necesidades de manejo.	2
	51	Personal suficiente para el manejo	Descripción cualitativa	La cantidad de personal está por debajo del nivel óptimo para las actividades críticas de manejo.	3

Tabla 64. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de Techo.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Ordenamiento territorial	52	Planificación del uso de la tierra y del agua aporta a los objetivos de manejo	Descripción cualitativa	La planificación conexa del uso de la tierra y del agua no tiene en cuenta las necesidades del humedal y las actividades o políticas son perjudiciales para la supervivencia del área.	1
	53	Diseño del sitio efectivo para la conservación de la biodiversidad	Descripción cualitativa	Las limitaciones en el diseño del humedal hacen que sea muy difícil lograr los objetivos principales del sitio.	1
Eficiencia y cumplimiento	54	Existencia e implementación de un plan de manejo	Descripción cualitativa	Existe un plan de manejo, pero solo se está aplicando parcialmente por falta de recursos financieros u otros problemas.	3
	55	Implementación de un plan de trabajo	Descripción cualitativa	Existe un plan operativo de trabajo y se llevan a cabo muchas actividades.	3
	56	Información suficiente para el manejo del área	Descripción cualitativa	La información disponible sobre los hábitats críticos, especies, procesos ecológicos y valores culturales del humedal es suficiente para apoyar la mayoría de los procesos clave de planificación y toma de decisiones.	3
	57	Porcentaje de proyectos del PMA ejecutados en el humedal.	$\sum$ proyectos ejecutados / total de proyectos formulados X 100	11,8%	1
	58	Porcentaje de proyectos del PMA sin ejecutar en el humedal.	$\sum$ proyectos sin ejecutar / total de proyectos formulados X 100	17,6%	3

Fuente: Elaboración propia.

El humedal de Techo cuenta con un PMA vigente EAAB y PUJ (2009), aprobado mediante Resolución EAAB 4573 de 2009. Su implementación, a la fecha, se evaluó según el porcentaje de ejecución de proyectos y actividades programados en su plan de acción y a partir de la herramienta de seguimiento construida para este fin, por parte de la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad de la SDA. Dicha herramienta toma como unidad básica de análisis a las actividades de los proyectos, clasificándolas en:

- Implementada o en ejecución: actividades que por sus características se han ejecutado de manera constante o que se encuentran totalmente ejecutadas, que cuentan con reportes o informes finales y resultados socializados a la comunidad.
- Implementación parcial: actividades parcialmente ejecutadas, que no han terminado su ejecución total y tienen metas u objetivos pendientes por cumplir.
- Sin implementar: actividades sin avances en su ejecución o para las que no se encontró ninguna evidencia de implementación.

Con fecha de corte a noviembre de 2022, el plan de acción del humedal de Techo presenta el siguiente avance en su implementación Tabla 65.

Tabla 65. Evaluación del avance en la implementación del plan de acción del PMA vigente para el humedal de Techo.

PROGRAMA	PROYECTOS Total = 17	AVANCE EN ACTIVIDADES			
		Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Sin implementar	Avance combinado
Investigación Aplicada y estudios técnicos	Estudio de aporte de agua subsuperficial.			4	
	Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de Techo con su entorno urbano.	3	1		X
	Relación vegetación fauna silvestre en los principales hábitats del humedal.	5			

Tabla 65. Evaluación del avance en la implementación del plan de acción del PMA vigente para el humedal de Techo.

PROGRAMA	PROYECTOS Total = 17	AVANCE EN ACTIVIDADES			
		Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Sin implementar	Avance combinado
	Estudio de alternativas para variar el trazado de la Av. Agoberto Mejía.			3	
Saneamiento Predial	Liberación predial del humedal para la recuperación integral del humedal		1		
Saneamiento Hídrico	Identificación y eliminación de las conexiones erradas en los colectores y cuencas aferentes	2	4		X
Seguimiento y Monitoreo	Seguimiento a la recuperación ecológica del humedal de techo	2	1		X
Recuperación Ecológica	Subproyecto: Reconformación hidrogeomorfológica del Humedal de Techo y abastecimiento hídrico del humedal.		8		
	Subproyecto: Revegetalización acuática y litoral y control de plantas invasoras en el área inundable del Humedal de Techo	1		3	X
	Revegetalización terrestre y control de plantas invasoras en la		3		

Tabla 65. Evaluación del avance en la implementación del plan de acción del PMA vigente para el humedal de Techo.

PROGRAMA	PROYECTOS Total = 17	AVANCE EN ACTIVIDADES			
		Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Sin implementar	Avance combinado
	zona de ronda del humedal.				
Mecanismos de Manejo y Protección Socio Ambiental	Administración y manejo integral del Humedal	4			
	Cerramiento perimetral del humedal		1		
	Subproyecto: Diseño y Construcción del Área la administración.			2	
	Subproyecto: Diseño y adecuación de senderos ecológicos y observatorios.		4	2	X
Gestión Social e Interinstitucional para la Apropiación del humedal de Techo como bien público y patrimonio colectivo de la Ciudad	Comunicación alternativa, para la formación de competencias ciudadanas ambientales	1		4	X
	Mediación de conflictos como generador de procesos para la apropiación social e institucional en el uso sustentable del Humedal de Techo		4	8	X
	Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional para hacer seguimiento a la implementación del Plan		3	2	X

Tabla 65. Evaluación del avance en la implementación del plan de acción del PMA vigente para el humedal de Techo.

PROGRAMA	PROYECTOS Total = 17	AVANCE EN ACTIVIDADES			
		Implementadas o en ejecución	Implementación parcial	Sin implementar	Avance combinado
	de Manejo Ambiental del Humedal de Techo				
TOTAL ACTIVIDADES =		76	18	30	28
PORCENTAJE DE AVANCE ACTIVIDADES		24%	39%	37%	

Fuente: Elaboración propia.

De un total de 17 proyectos, sólo el 12 % (2 proyectos) se encuentran en estado de implementación o ejecución total; el 24 % (4 proyectos) se encuentra en implementación; el 18 % (3 proyectos) corresponde a proyectos sin implementación de actividades y un 47 % (8 proyectos) tienen actividades en diferentes grados de implementación, es decir, son proyectos que presentan un avance combinado (Figura 47).

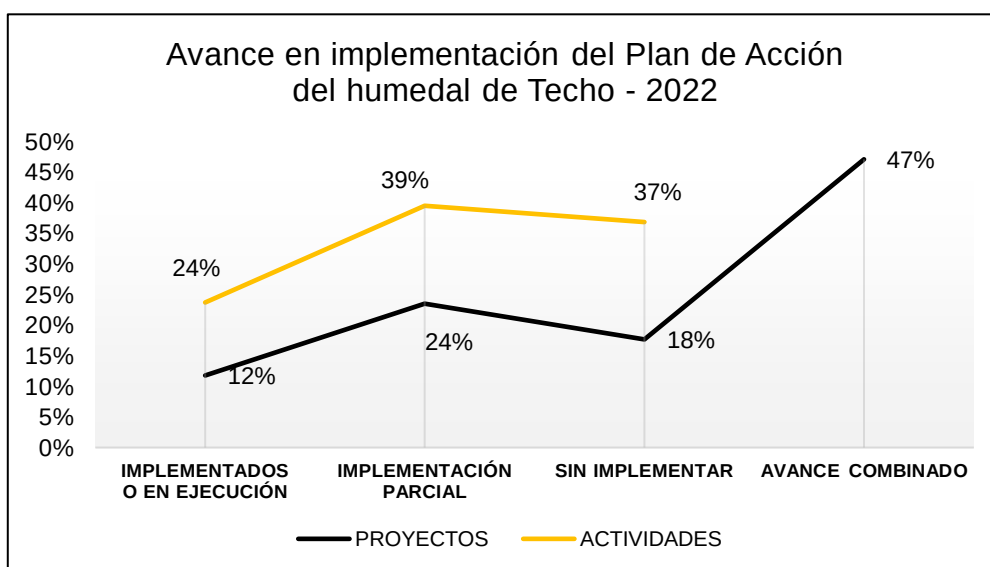


Figura 47. Avance en la implementación del plan de acción del humedal de Techo PMA aprobado en 2009. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar el avance del plan de acción, en términos de resultados obtenidos en las estrategias de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006), se observa el mayor porcentaje de ejecución en actividades relacionadas con la estrategia de “Investigación participativa y aplicada sobre los humedales del Distrito Capital y sus componentes socioculturales”, con un 58 % de actividades implementadas o con ejecución permanente; relacionadas principalmente con las labores de diseños de restauración ecológica, plantaciones con especies nativas, inventarios florísticos y monitoreos de biodiversidad.

En contraste, la estrategia de “Gestión interinstitucional” presenta un porcentaje muy alto de actividades sin implementar (64 %). Este resultado ha estado condicionado los últimos años, por la espera del fallo frente a la acción popular. En la estrategia de “Recuperación, protección y compensación” se encuentra el mayor porcentaje de actividades (74 %) con implementación parcial, situación condicionada en parte por la espera del fallo frente a la acción popular y por las dificultades para realizar el saneamiento predial del humedal, además del avance parcial en el proceso de corrección efectiva de conexiones erradas a cargo de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Figura 48).

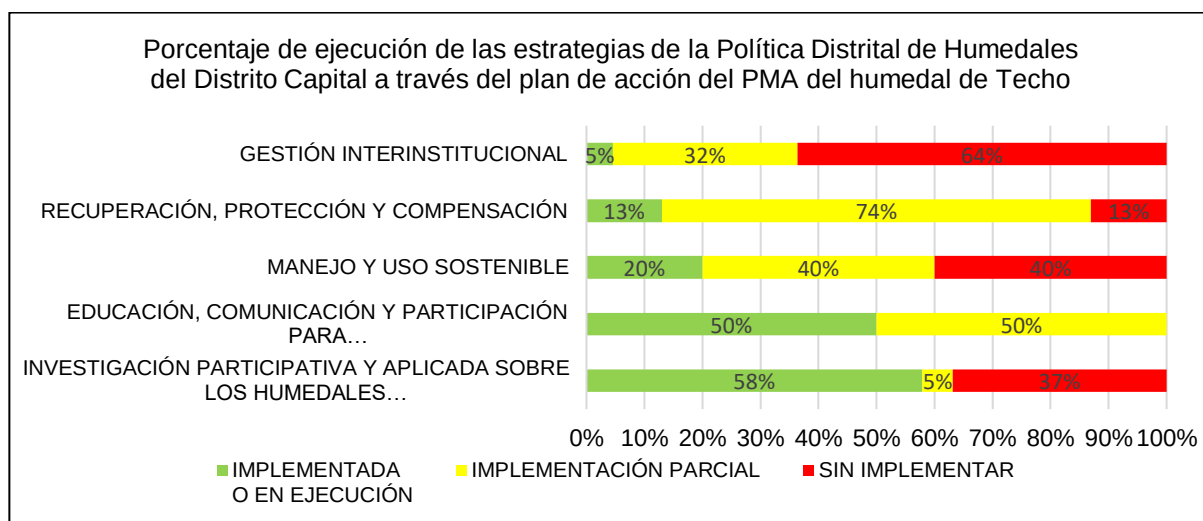


Figura 48. Porcentaje de ejecución de las estrategias definidas en la Política Pública Distrital de Humedales del Distrito Capital a través del plan de acción del PMA del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia.

2.5.4 Problemática ambiental

El parámetro de “factores de perturbación en el humedal”, entendido también como los tensionantes de origen antrópico que inciden de forma negativa y directa sobre el ecosistema,

se evaluó en la matriz de efectividad del manejo a partir de dos indicadores: a) # de tensionantes reportados, calificado con relación al total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital (SDA y CAR, 2023) y b) % de tensionantes sin afectación, correspondientes a los tensionantes calificados como “1” según su impacto y ocurrencia. Para el humedal de Techo ambos indicadores obtienen una calificación entre deficiente y aceptable como se observa en la Tabla 66.

Tabla 66. Parámetro para evaluar los tensionantes.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Factores de perturbación en el humedal	60	Cantidad de tensionantes reportados en el humedal	$\sum$ tensionantes reportados	13 tensionantes	3
	61	Porcentaje de tensionantes sin reporte de afectación en el humedal	$\sum$ tensionantes sin reporte de afectación en el humedal / total de tensionantes reportados * 100	38,5%	2

Fuente: Elaboración propia.

Para la evaluación de tensionantes, se revisó el seguimiento realizado por parte del equipo de administración del humedal, a los tensionantes reportados durante el último año, en el periodo comprendido entre octubre de 2021 y octubre de 2022. Este seguimiento se realiza mensualmente utilizando la herramienta conocida como ‘matriz de tensionantes’, que combina los criterios de impacto (inferior, moderado, extremo) y ocurrencia (inferior, media, muy alta) de cada tensionante, para asignar posteriormente una calificación.

Se tomó como escala de valoración la empleada en el plan de manejo ambiental del Sitio Ramsar SDA y CAR (2023), la cual contempla cinco niveles de calificación, en términos de los parámetros evaluados (impacto y ocurrencia) para cada tensionante (Tabla 67).

Tabla 67. Escala de valoración de tensionantes.

Valoración de tensionantes		
Categoría	Descripción	Puntuación

Persistente generalizado	El tensionante es frecuente y afecta gran parte del humedal	4
Persistente localizado	El tensionante es frecuente pero afecta puntos específicos del humedal	3
Ocasional	El tensionante se reporta de forma ocasional o es de bajo impacto	2
Sin afectación	El tensionante se reporta, pero se encuentra controlado y no tiene una afectación importante sobre el ecosistema	1
Sin reporte	No se cuenta con información	0

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente gráfica se pueden observar los tensionantes reportados para el humedal durante el periodo evaluado y su nivel de afectación sobre el ecosistema (Figura 49).

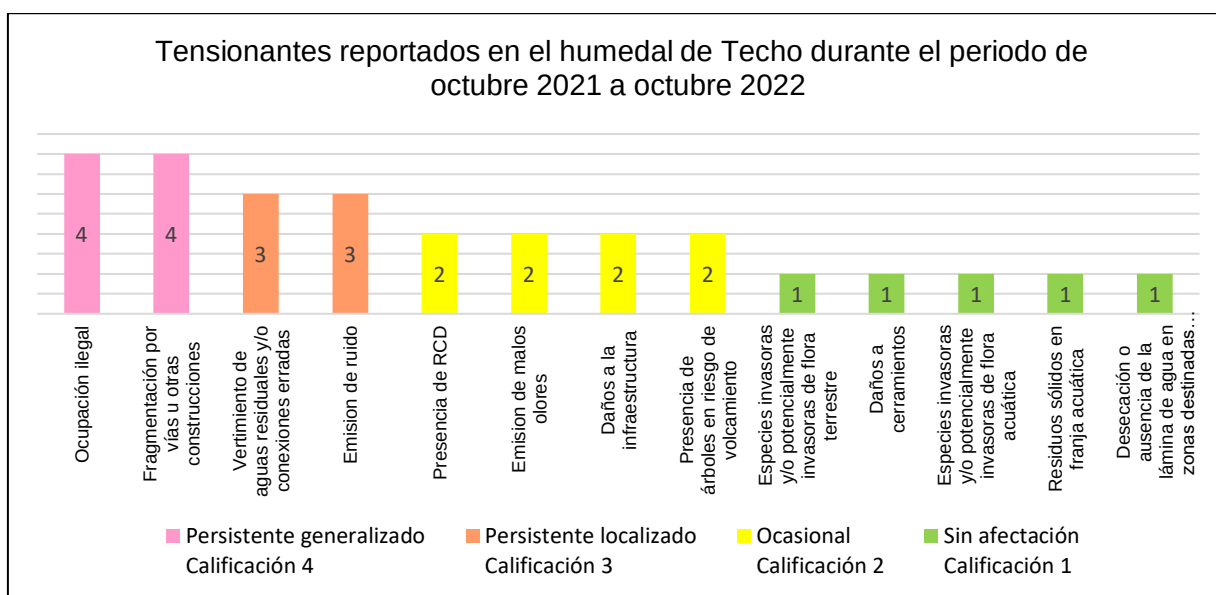


Figura 49. Tensionantes reportados en el humedal de Techo durante el periodo comprendido entre octubre de 2021 y octubre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.1 Ocupación ilegal

El crecimiento no regulado del barrio Lagos de Castilla al interior del área legal del humedal de Techo constituye uno de los mayores tensionantes sobre el humedal, por sus efectos de fragmentación del ecosistema, destrucción de hábitats, contaminación por ruido y luminosidad, obstrucción de vías migratorias para poblaciones de aves, ingreso de fauna doméstica depredadora (gatos y perros) a las áreas aún conservadas del humedal, arrojo de residuos sólidos y vertimientos de aguas residuales.

El seguimiento ambiental por parte de la SDA, como autoridad ambiental, ha reportado un

continuo crecimiento de nuevas construcciones, así como ampliaciones, modificaciones y adecuaciones; situación que en el último año no ha sido corregida, a pesar de la gestión realizada por la Subdirección de Control Ambiental al Sector Público (SCASP) de la SDA y de las solicitudes remitidas a la Alcaldía Local de Kennedy, según su competencia. Entre el año 2021 y 2022 se registraron las siguientes actuaciones ilegales al interior del humedal (Tabla 68 y Figura 50).

Tabla 68. Desarrollos urbanísticos ilegales al interior del humedal de Techo por parte de habitantes del barrio Lagos de Castilla.

Desarrollos urbanísticos ilegales	Noviembre de 2021	Noviembre de 2022
Nuevas construcciones	7	3
Ampliaciones de vivienda en 2, 3, 4 o 5 pisos de altura	50	29
Modificaciones o adecuaciones	24	29
<i>TOTAL</i>	<i>81</i>	<i>61</i>

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes imágenes se pueden observar ejemplos de este tipo de construcciones ilegales:

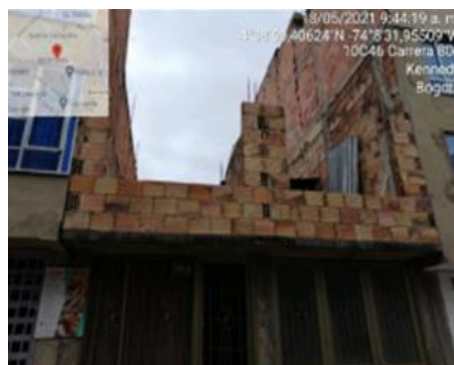


Figura 50. Registro fotográfico de algunas construcciones ilegales reportadas al interior del humedal de Techo en 2021. Fuente: Fotografías tomadas por SDA, 2021.

Estos procesos constructivos han propiciado la presencia de RCD al interior del humedal, tensionante que se ha presentado de forma permanente durante el periodo evaluado, pero en puntos específicos del humedal, por lo que se considera de bajo impacto. Esta situación se ha reportado oportunamente a la SCASP de la SDA y al operador de aseo, para que en el marco de su competencia realice la recolección de dichos materiales. Los puntos reportados coinciden con las direcciones carrera 80 con calle 10 y carrera 79 con calle 10 D.

2.5.4.2 Fragmentación por vías u otras construcciones

Como consecuencia del crecimiento urbanístico al interior del área legal del humedal de Techo, el ecosistema se encuentra fragmentado en tres sectores, presentando una alta desconexión hídrica y ecológica. Los elementos urbanísticos generadores del tensionante, son: el barrio informal Lagos de Castilla, carreteables y vías en cemento al interior del barrio y la carrera 80. En total, las coberturas fragmentadoras del humedal, es decir, aquellas que constituyen barreras impermeables para muchas especies de fauna y flora nativas, ocupan el 55,19% del área total del área protegida; mientras que sólo un 44,81% del humedal presenta coberturas permeables para la vida silvestre.

Existe también la amenaza de un nuevo factor de fragmentación por la eventual construcción de la Avenida Agoberto Mejía que atravesaría la zona media del humedal, coincidiendo con la carrera 80C. A la fecha, el corredor vial de esta avenida al interior del humedal se encuentra libre de construcciones y constituye un corredor verde con algunos individuos arbóreos, arbustivos además de jardines sembrados por la comunidad. En la Figura 51 es posible apreciar los elementos fragmentadores al interior del ecosistema



Figura 51. Elementos fragmentadores reales y potenciales al interior del humedal de Techo. Fuente: Elaboración propia, modificado de Google Maps.

2.5.4.3 Vertimiento de aguas contaminadas y/o conexiones erradas

Desde el año 2021 se reporta en el humedal de Techo el ingreso de sustancias aceitosas en los colectores Castilla y Villa Alsacia, sector 1 del humedal, costado sur. Esta situación fue comunicada a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá mediante oficio con radicado 2021EE275399 (proceso 5294686) del 14 de diciembre de 2021; entidad que notificó, mediante oficio de respuesta radicado 2022ER118388 (proceso 5478571) del 19 de mayo del 2022, la ejecución del contrato de obra N° 1-01-35100-0083-2020 por parte del Consorcio Oh Kennedy, cuyo objeto fue la realización de “Obras para la corrección de conexiones erradas en el área de influencia de los humedales del Burro, Techo y La Vaca en la localidad de Kennedy, Zona 5”, a través del cual se logró corregir un total de 262 conexiones erradas en el área de influencia del humedal de Techo.

Consultada la página oficial de la EAAB, el día 28 de noviembre de 2022, el total de conexiones erradas corregidas ascendía a 270, cuya ubicación puede observarse en el siguiente mapa (Figura 52):

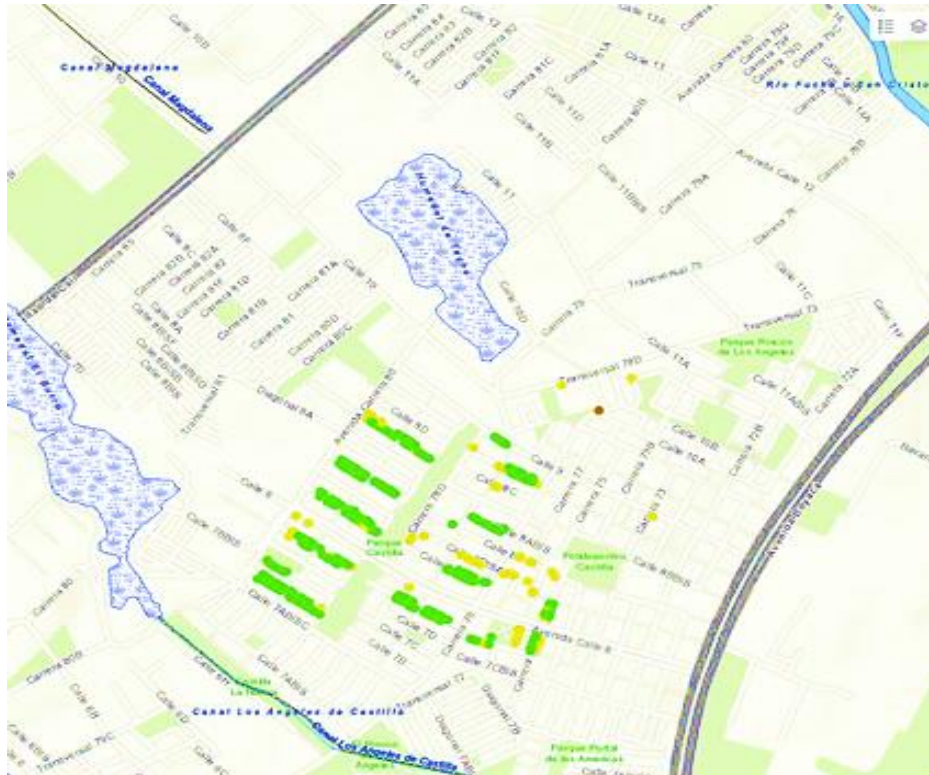


Figura 52. Ubicación de conexiones erradas corregidas (puntos verdes en el mapa) reportadas por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (Fecha de consulta: 28/11/2022).
Fuente: <https://eabsigue.maps.arcgis.com/apps/dashboards/817b6d29a1c24135bf9a3777933750d4>.

No obstante, el reporte de ingreso de sustancias aceitosas en los colectores previamente mencionados se seguía presentando en el sector 1 del humedal finalizando el mes de noviembre de 2022. Las labores de corrección de este tensionante en humedales se ven influenciadas por el dinamismo de la ciudad, que en aras de su crecimiento o renovación, puede incidir en el aumento o reaparición de conexiones erradas, debido a factores como: la rehabilitación de redes por parte de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá u otra entidad pública, los nuevos proyectos urbanísticos y las adecuaciones realizadas por los particulares en sus propiedades (vivienda, industria o establecimiento comercial) (Contraloría de Bogotá, 2019).

Como consecuencia de este tensionante, se reportan de forma permanente la emisión de malos olores provenientes de los colectores Castilla y Villa Alsacia. Esta situación podría generar afectaciones a la salud de la comunidad que transita por el área de influencia del humedal, por la inhalación constante de gases orgánicos contaminantes. La corrección de las conexiones erradas que ingresan a través de estos cuerpos de agua permitirá a su vez controlar este tensionante.

2.5.4.4 Presencia de residuos sólidos en franja acuática

El humedal presenta de forma esporádica presencia de residuos sólidos ordinarios en el cuerpo de agua del sector 2, en el costado norte. Durante el periodo evaluado, se reportó esta situación solamente en los meses de octubre de 2021 y octubre y noviembre de 2022. Este tensionante, considerado de bajo impacto y ocurrencia para el ecosistema, es atendido actualmente, en el marco de las labores de mantenimiento en franja acuática que realiza la EAAB a través del contrato interadministrativo No 9-99-24300-1252-2022 suscrito con Aguas de Bogotá S.A E.S.P.

2.5.4.5 Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora acuática

El cuerpo de agua del sector 2 del humedal a pesar de presentar para el año 2021 un resultado muy favorable en el indicador de calidad de agua “ICA-HUM” (calificación “excelente” entre 80,65 y 100) requiere de un mantenimiento permanente para controlar el avance de las coberturas de macrófitas sobre los espejos de agua. Esta actividad se realiza con el fin de generar hábitat para las especies de aves más acuáticas, que prefieren aguas abiertas con vegetación flotante y emergente hacia los bordes, tales como *Spatula discors* (Pato canadiense), *Oxyura jamaicensis* (Pato turrio) y *Dendrocygna autumnalis* (Pisingo), especies reportadas en el humedal. Adicionalmente el retiro controlado de macrófitas flotantes como *Azolla filiculoides* (helecho de agua) y *Lemna gibba* (lenteja de agua) y de macrófitas emergentes enraizadas como *Bidens laevis* (Botoncillo), *Typha latifolia* (Enea) e *Hydrocotyle ranunculoides* (Sombrillita); y de especies invasoras como *Cenchrus clandestinus* (Kikuyo), facilita los procesos de oxigenación del agua y de paso de la luz solar para un normal funcionamiento del fitoplancton.

Este tensionante, considerado de bajo impacto y ocurrencia para el ecosistema, es atendido actualmente, en el marco de las labores de mantenimiento en franja acuática que realiza la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá a través del contrato interadministrativo No 9-99-24300-1252-2022 suscrito con Aguas de Bogotá S.A E.S.P.

2.5.4.6 Desección o ausencia de la lámina de agua en zonas destinadas para la recolección de esta

Durante el primer semestre del año 2021 se estuvo reportando en el humedal la desección del canal perimetral ubicado en el sector 2. Esta situación se modificó con el inicio de la

temporada de lluvias a partir del mes de agosto de dicho año. Para el periodo evaluado, el tensionante se ha mantenido en un nivel de bajo impacto y ocurrencia, presentándose un nuevo descenso en el nivel de agua únicamente durante el mes de febrero del año 2022. La temporada de lluvias incrementada por la ocurrencia del fenómeno de la Niña durante el 2022 podría estar incidiendo de forma favorable en el mantenimiento de un buen nivel de agua en este sector del humedal. Sin embargo, futuras fluctuaciones en los niveles de agua del humedal, que pudieran afectar los hábitats de diferentes especies nativas, requerirán de un monitoreo permanente para una evaluación y toma de acciones de adaptación oportunas.

2.5.4.7 Emisión de ruido

La presión urbanística hacia el humedal no sucede únicamente en su interior por el crecimiento informal del barrio Lagos de Castilla, sino que, en el área de influencia directa del humedal, la construcción de edificaciones de más de 20 pisos de altura está generando afectaciones por la emisión permanente de ruido, especialmente durante las labores constructivas, lo que podría estar afectando a poblaciones de aves silvestres.

Estudios realizados en el copetón (*Zonotrichia capensis*) han encontrado afectaciones a su canto en entornos urbanos, ya sea alterando la frecuencia de las vocalizaciones para evitar cantar en los horarios de mayor ruido antropogénico (Suárez-Romero, 2021) o teniendo que cantar en tonos más agudos (Laiolo, 2011); así como afectaciones en la intensidad del silbido y enmascaramientos ante la perturbación en lugares con niveles de ruido superiores a los 70 decibels (dB) (Berbero-Riveros et al., 2020). Si es posible reportar afectaciones de este tipo en una especie como el copetón, considerada adaptable a entornos urbanos, se podría inferir que los efectos sobre especies de aves más sensibles, como las presentes en ecosistemas de humedal, podrían ser mayores; sin embargo, hace falta estudios que permitan corroborarlo.

Específicamente para el humedal, este tensionante se presenta de forma permanente pero puntual, en el costado norte del sector 2 por parte de las construcciones de Castelo II Etapa (constructora Londoño Gómez) y Santa Catalina Club House (Constructora Buen Vivir).

2.5.4.8 Presencia de árboles en riesgo de volcamiento

La segunda cobertura más dominante en el humedal, después del tejido urbano continuo (41,7%) es la cobertura denominada plantación de latifoliadas con un 15,3%, la cual se encuentra dominada por la especie *Acacia melanoxylon* (Acacia). Esta especie foránea,

considerada invasora, se ha reportado como la especie terrestre con mayor cobertura en el humedal de Techo, después de *Cenchrus clandestinus* (Kikuyo) (Camelo L. et al., 2012). *Acacia melanoxylon* es una especie que presenta raíces superficiales y facilidad de volcamiento, razón por la cual su abundante presencia en el sector 2 del humedal ha incrementado el riesgo de volcamiento de árboles. Esta situación se reporta de forma permanente a la Subdirección de Silvicultura, Fauna y Flora Silvestre de la SDA para su respectiva valoración, concepto técnico y control.

2.5.4.9 Daños a la infraestructura

Desde el mes de marzo del año 2021 se empezó a reportar por parte de la administración del humedal una falla estructural en el cabezal de entrega del colector de Villa Alsacia en el sector 1 del humedal. Se solicitó a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá mediante oficios con radicado 2022EE42799, 2021EE201787 y 2021EE275399 adelantar las labores de verificación y arreglo de la infraestructura. En respuesta a lo anterior, la EAAB emitió respuesta a la SDA mediante radicado 2022ER215176 en el mes de agosto de 2022, solicitando la autorización de intervención en ese punto. La SCASP por medio del radicado No 2022EE244145 solicitó a la EAAB realizar el trámite de solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y/o lechos - POC para poder adelantar la correspondiente intervención. A la fecha, se está a la espera del trámite de autorización que deberá solicitar la EAAB para realizar las obras que permitan controlar un posible colapso de la estructura.

2.5.4.10 Daños al cerramiento

El reporte de este tensionante en el humedal se ha presentado de forma esporádica durante el periodo de tiempo evaluado, únicamente en el mes de septiembre de 2021 por daños en el cerramiento provisional de los sectores 1 y 2 del humedal; y en el mes de octubre de 2022 por daños al cerramiento provisional del sector 1 (costado sur occidental, fractura de alambre de púas y postes de cemento) y al cerramiento permanente con malla eslabonada en el sector 2 (costado norte, fractura de malla). Estas situaciones son reportadas a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá para la realización de los ciclos de mantenimiento correspondientes.

2.5.4.11 Otros tensionantes

Los proyectos constructivos en inmediaciones al humedal (“Santa Catalina Club House”, constructora Buen Vivir) también, están generando otro tipo de tensionantes, como la caída

de elementos de construcción al interior del área protegida y la generación de material particulado que cubre las hojas de los árboles y afecta sus procesos fotosintéticos; así como presencia de RCD's y otro tipo de residuos en zonas aledañas al humedal que se encuentran afectando el cerramiento ("Castelo", constructora Arquitectura y Concreto S.A.S.). Las edificaciones están siendo construidas sin respetar la distancia mínima de 1,5 m hacia el humedal, tal como lo exige la "Guía de manejo ambiental para el sector de la construcción" adoptada por Resolución de la SDA No. 01138 de 2013. Ante estos tensionantes, la Subdirección de Control Ambiental al Sector Público de la SDA se encuentra adelantando desde el mes de septiembre de 2022 la gestión correspondiente con la Alcaldía Local de Kennedy, la Inspección 8G de la Localidad de Kennedy, la Curaduría Urbana 1 quien otorgó la licencia de construcción y las empresas constructoras, para tomar las medidas a que haya lugar.

Otro tensionante ocasionado por estos procesos constructivos es el posible abatimiento del nivel freático en inmediaciones al humedal, por los requerimientos de impermeabilización y drenaje para la construcción de sótanos y plataformas subterráneas, lo que generaría una alteración a la lámina de agua del humedal.

En este sentido, información obtenida en la Curaduría Urbana No 1, sobre el proyecto denominado "Santa Catalina", con licencia de construcción No. 11001-1-21-0779 del 28 de abril de 2021, y que hace parte del proyecto urbanístico "Urbanización Bosconia", indica que en su estudio de suelos se ubican tanto la RDH de Techo como los predios de desarrollo del proyecto, en la misma zona geotécnica, denominada "aluvial"; y que en los 21 sondeos realizados en los predios de desarrollo del proyecto, se identificó el nivel freático entre los 0.5 y los 5.8 m de profundidad, el cual podría variar de acuerdo con el régimen de lluvias.

El proyecto contempla la construcción de un "Club house", de 7 pisos y dos sótanos, y una plataforma con sótano y semisótano, para los cuales el estudio recomienda evitar cualquier humedad en el suelo, el cual consta de un lecho de grava sobre el que se cimentarán las estructura; realizando un drenaje entre losas para captar las aguas de infiltración. Se plantea la construcción de muros secos en bloque de ladrillo o similar, dejando un espacio de aproximadamente 8 cm de espacio entre los muros de concreto y el muro seco, sobre el que se plantea construir una cañuela para extraer las aguas de infiltración por fuera de los límites del proyecto y la instalación de un mínimo de 6 a 8 piezómetros de Casagrande a -12.0m de profundidad para monitorear el abatimiento de los niveles freáticos.

Actualmente, también se adelanta la construcción de otro proyecto de unidad de vivienda

multifamiliar en predios contiguos al humedal, bajo la licencia de construcción No 11001-3-19-2044 del 23 de abril de 2019, otorgado por la Curaduría Urbana No 3, que podría constituir también una amenaza para el humedal; así como el proyecto constructivo denominado Plan Parcial “La Pampa” que cuenta con viabilidad otorgada por la Resolución No. 0869 de 2007, modificada por la Resolución No. 1319 de 2020, de la Secretaría Distrital; por el posible abatimiento del nivel freático de la zona, los impactos sobre la fauna por la generación de ruido y contaminación lumínica y la sombra proyectada de las edificaciones que impactaría también las coberturas vegetales.

2.5.4.12 Relación con los tensionantes identificados en el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital

Teniendo como referencia el Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital, del total de 28 tensionantes reportados para el Complejo, en el humedal de Techo se reportan 13 y sólo 5 se pueden considerar de baja afectación para el humedal a noviembre de 2022 (Tabla 69). Otros 13 tensionantes podrían tener un potencial de ocurrencia en el humedal, y sólo un tensionante, relacionado con la presencia de “semovientes” se considera controlado en un 100%. El tensionante “proceso de remoción en masa” por su parte, no se considera una amenaza para el humedal.

Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.

TENSIONANTES DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL		CALIFICACIÓN				
		Persistente generalizado Calificación 4	Persistente localizado Calificación 3	Ocasional Calificación 2	Sin afectación Calificación 1	Sin reporte Calificación 0
MEDIO ACUÁTICO	Vertimiento de aguas residuales y/o conexiones erradas					
	Residuos sólidos en franja acuática					
	Especies invasoras y/o					

Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.

TENSIONANTES DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL		CALIFICACIÓN				
		Persistente generalizado Calificación 4	Persistente localizado Calificación 3	Ocasional Calificación 2	Sin afectación Calificación 1	Sin reporte Calificación 0
	potencialmente invasoras de flora acuática					
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna acuática					
	Procesos de sedimentación en las zonas de acumulación de agua					
	Dsecación o ausencia de la lámina de agua en zonas destinadas para la recolección de esta					
AIRE	Emisión de ruido					
	Emisión de malos olores					
FRANJA TERRESTRE	Residuos sólidos en franja terrestre					
	Presencia de RCD					

Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.

TENSIONANTES DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL		CALIFICACIÓN				
		Persistente generalizado Calificación 4	Persistente localizado Calificación 3	Ocasional Calificación 2	Sin afectación Calificación 1	Sin reporte Calificación 0
	Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora terrestre					
	Huertas comunitarias					
	Tenencia irresponsable de animales domésticos de compañía					
	Semovientes					
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna terrestre					
	Quemas, conatos e incendios					
	Rellenos					
	Proceso de remoción en masa					
	Presencia de árboles en riesgo de volcamiento					

Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.

TENSIONANTES DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL		CALIFICACIÓN				
		Persistente generalizado Calificación 4	Persistente localizado Calificación 3	Ocasional Calificación 2	Sin afectación Calificación 1	Sin reporte Calificación 0
	Presencia de vectores - plagas (roedores, moscos, mosquitos)					
INFRAESTRUCTURA	Daños a cerramientos					
	Daños a la infraestructura					
	Fragmentación por vías u otras construcciones					
	Ocupación ilegal					
SEGURIDAD	Acciones delictivas					
	Consumo de bebidas alcohólicas y sustancias psicoactivas					
	Habitantes de calle					
	Actos indecentes					
		Total, tensionantes reportados en el humedal en 2022				
		13				

Tabla 69. Tensionantes reportados en el humedal de Techo en relación con el total de tensionantes reportados para el Sitio Ramsar Complejo de Humedales del Distrito Capital.

TENSIONANTES DEL SITIO RAMSAR COMPLEJO DE HUMEDALES DEL DISTRITO CAPITAL	CALIFICACIÓN				
	Persistente generalizado Calificación 4	Persistente localizado Calificación 3	Ocasional Calificación 2	Sin afectación Calificación 1	Sin reporte Calificación 0
	Total, tensionantes controlados y de baja afectación en 2022				5
	Total, tensionantes con potencial de ocurrencia				13
	Total, tensionantes controlados en un 100%				1
	Total, tensionantes que no representan una amenaza real				1

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.13. Avance en el control de tensionantes desde 2009

Finalmente, la trazabilidad de los tensionantes reportados en el PMA del humedal del año 2009, permite apreciar que de un total de veinte (20) tensionantes registrados, cuatro (4) continúan reportándose en la actualidad y otros cuatro (4), correspondientes al 20%, se podrían considerar controlados, ya que no presentan nuevos reportes de afectación. Es de aclarar que varios de los tensionantes identificados en 2009 se encuentran interrelacionados y pueden agruparse para homologarse con tensionantes monitoreados en 2022, tal como se observa en la Tabla 70.

Tabla 70. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022.

Tensionantes reportados en 2009	Persistentes en 2022	Sin reporte en 2022	No aplican
Partición del área del humedal	Agrupados en el tensionante: Fragmentación por vías u otras construcciones		
Impacto por diseño de obras viales			
Expansión urbana sin planeación	Agrupados en el tensionante: <i>Ocupación ilegal</i>		
Invasión del perímetro			

Tabla 70. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022.

Tensionantes reportados en 2009	Persistentes en 2022	Sin reporte en 2022	No aplican
Contaminación por desechos industriales (aceites) y aguas residuales	Agrupados en el tensionante: Vertimiento de aguas residuales y/o conexiones erradas		
Calidad del agua			
Conexiones erradas			
Conexión del sistema de alcantarillado			
Enfermedades y malos olores	Emisión de malos olores		
Mala delimitación del humedal		Tensionantes sin nuevos reportes de afectación.	
Déficit hídrico			
Relleno por escombros			
Pastoreo de vacas			
Falta de información de los entes jurídicos			Situaciones que no se monitorean como tensionantes en la matriz de seguimiento de la SDA en 2022, pero que se trabajan en el marco del fallo de la acción popular y los procesos de educación ambiental con comunidad.
Falta de compromiso institucional para la solución			
Falta de participación y compromiso de la administración distrital para la solución			
Desconocimiento de lo ambiental			
La construcción de la Avenida Ciudad de Cali partió muchos hábitos del humedal			
Intereses públicos, políticos y privados			Situaciones que no se monitorean como
Pérdida del paisaje			
Pérdida de flora y fauna			

Tabla 70. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022.

Tensionantes reportados en 2009	Persistentes en 2022	Sin reporte en 2022	No aplican
Deterioro para el desarrollo de especies migratorias			tensionantes en la matriz de seguimiento de la SDA en 2022, pero que se analizan en el diagnóstico del humedal como consecuencias directas de otros tensionantes reportados.
Destrucción de plantas			
Alteración estructural del humedal			
Deterioro del entorno			
	Total, tensionantes reportados en el humedal en 2009		20
	Total, tensionantes aún persistentes en 2022		4
	Total, tensionantes considerados sin afectación en 2022		4

Fuente: Elaboración propia.

2.5.5 Resultados

La calificación final para el humedal se realizó sumando los valores obtenidos por los indicadores, calculando Tabla 71 el resultado final de cada criterio del manejo, en términos de porcentaje, considerando que el 100% sería la suma total de los indicadores de dicho ámbito si todos hubieran sacado la máxima calificación de 4:

$$\text{CALIFICACIÓN TOTAL} = \Sigma \% \text{ criterio} / \text{N.º criterios}$$

Según la calificación total obtenida para el AP Tabla 66, se podría afirmar como ha sido el manejo:

Tabla 71. Trazabilidad de tensionantes reportados en el año 2009 con relación al año 2022. Escala de calificación cualitativa para el resultado general obtenido para el humedal.

Calificación	Rango
Deficiente	0 – 50 %
Aceptable	> 50 % - 75 %
Bueno	> 75 % - 90 %
Muy Bueno	> 90 %

Fuente: Elaboración propia, adaptado de SINAC 2016.

El resultado final para la evaluación del humedal de Techo, se indica a continuación (Tabla 72):

Tabla 72. Resultado final evaluación efectividad del manejo en el humedal de Techo

CRITERIOS	Total, indicadores	Calificación ideal	Calificación real	% ámbito
EVALUACIÓN ECOLÓGICA	18	72	40	56%
EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	17	68	30	44%
PROBLEMÁTICA AMBIENTAL	2	8	5	63%
PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN	23	92	59	64%
CALIFICACIÓN TOTAL Σ % criterio / N.º criterios	60	240	134	56,6
RESULTADO EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL MANEJO				Aceptable

Fuente: Elaboración propia.

2.6 REFERENCIAS

Alarcón Jiménez, L. (2017). Análisis de fragmentación y conectividad ecológica entre relictos de cobertura vegetal asociada al área de influencia del río Cravo sur en el municipio de Yopal - Casanare- Colombia. Bogotá D.C.: UNAD.

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (22 de junio de 2004). Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003. [Decreto 190 de 2004]. Recuperado de:
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935>

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (23 de diciembre de 2008). Por el cual se declara el estado crítico o alerta naranja en el Humedal de Techo, ubicado en jurisdicción del Distrito Capital [Decreto 457 e 2008]. Recuperado de:
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=34293&dt=S>

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Plan de Acción. Política Pública de Humedales del Distrito Capital. Bogotá D.C.
[https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2190638/Plan+de++Accio%C2%B4n+POL.+HUMEDALES+-+15.12.2015-1.pdf/42926754-9fbb-4700-afc6-aa43a416b4fa#:~:text=El%20Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20busca,Distrito%20y%20su%20aprovechamiento%20sostenible.&text=puede%20ser%20de%20corto%20\(4,largo%20plazo%20\(12%20a%C3%B1os\).](https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2190638/Plan+de++Accio%C2%B4n+POL.+HUMEDALES+-+15.12.2015-1.pdf/42926754-9fbb-4700-afc6-aa43a416b4fa#:~:text=El%20Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20busca,Distrito%20y%20su%20aprovechamiento%20sostenible.&text=puede%20ser%20de%20corto%20(4,largo%20plazo%20(12%20a%C3%B1os).)

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2021). Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. [Decreto 555 de 2021]. Recuperado de
<https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>

Andrade-Pérez, G.I.; Corzo-Mora, G.A. (2011) ¿Qué y dónde conservar? Parques Nacionales Naturales de Colombia. 190 p.

Arroyo-Molt, Jacinta. (2017). Planificación del sistema de humedales urbanos y periurbanos de la ciudad de Valdivia como elemento configurador del paisaje urbano. Universidad Central de Chile. 139 p.

Arteaga-Chávez, W. (2020). Primeros registros de *Oxyura jamaicensis* andina en Ecuador. Revista Ecuatoriana de Ornitología. 10.18272/reo.vi6.1354.

Berbero-Riveros, A. y González-Moreno, T. 2020. Consecuencias del ruido ambiental urbano en la comunicación acústica del copetón (*Zonotrichia capensis*, Passerellidae, Aves) en cuatro zonas de Bogotá. Ornitología Colombiana 18(i):30.

Camelo L., Díaz-Espinosa A.M. y J.E. Díaz-Triana. 2012. *Acacia melanoxylon*. En: Díaz-Espinosa A.M., Díaz-Triana J.E y O. Vargas. (eds). 2012. Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 97-101 p.

Cárdenas L., D. N. R. Salinas (Eds) 2007. Libro Rojo de Plantas de Colombia Volumen 4. Especies Maderables Amenazadas Bogotá Colombia. Instituto Amazónico de investigación Científica SINCHI – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 232pp.

Cogollo, A., C. Velásquez-Rúa, J. L. Toro & N. García. 2007. Las podocarpáceas. Pp. 193-224. En: García, N. (ed.). Libro Rojo de Plantas de Colombia. Volumen 5: Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpáceas. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia. Instituto Alexander von Humboldt - CORANTIOQUIA - Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe de Medellín - Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 236 p.

Concepto Técnico “Afectación ambiental por construcción urbana y tendido de tramos viales ubicados al interior del Humedal de Techo” No. 13424 del 24 de diciembre de 2015 emitido por la Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad - SER de la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA mediante el Radicado 2015IE261199.

Contraloría de Bogotá. (2019). Informe final de auditoría de desempeño. Empresa de Acueducto y Alcantarillado ESP – EAAB ESP. Auditoría a humedales y canales del Distrito Capital. Dirección Sectorial de Servicios Públicos. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjqhJjbmdL7AhVqRTABHSafAw4QFnoECAoQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.contraloriabogota.gov.co%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FContenido%2>

FInformes%2FAuditoria%2FDirecci%25C3%25B3n%2520Sector%2520Servicios%2520P%25C3%25BAblicos%2FPAD_2019%2FJL-DC%2FDesempe%25C3%25B1o%2FD_EAAB_CODIGO186.pdf&usg=AOvVaw1L2zUABxjPtNiYyHXGzyfF

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres [CITES]. s.f. Apéndices I, II y III de la CITES. Disponible en: <https://cites.org/esp/app/index.php>.

Convenio sobre la Diversidad Biológica [CDB]. (1992). Texto del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Corporación Autónoma de Bogotá [CAR]. (2019). Plan de Manejo y Ordenamiento de la Cuenca del Río Bogotá: elaboración del Diagnóstico, Prospectiva, y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Realizado por Consorcio HUITACA., para la CAR-Cundinamarca. Bogotá.

De Groot RS, Wilson MA, Boumans RMJ. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*. 41: 393–408.

Díaz-Espinosa A.M., Díaz-Triana J.E., & O. Vargas. (eds). (2012). Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248 p.

Dirección Laboratorio e Innovación Ambiental [DLIA]. (2020). Informe Técnico No. 543 DEL 2020-11-05. Informe Técnico Caracterización de Comunidades Hidrobiológicas – Techo. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá D.C. 37 pp.

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB]. Resolución 250 de 1994 emitida por la junta directiva de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá mediante el cual establece las coordenadas definidas para el humedal de Techo. Recuperado de: https://www.acueducto.com.co/wps/wcm/connect/EAB2/5c1c0765-913b-4ae6-9a65-6c62dfe9e3f1/Diagnostico_PEDHLC.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORK

SPACE.Z18_K862HG82NOTF70QEKDBLFL3000-5c1c0765-913b-4ae6-9a65-6c62dfe9e3f1-mJ74JsW

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá [EAAB], Pontificia Universidad Javeriana [PUJ] (2009). Plan de Manejo Ambiental del Humedal de Techo. Bogotá.

EBird Colombia es un proyecto colaborativo de información sobre aves que se lleva a cabo gracias a la participación de varias organizaciones Consultado 2021
<https://ebird.org/colombia/home>

Espejo, N. R., Zuluaga-Bonilla, J. E. & Amaya-Villarreal, A. A. (2016). *Icterus icterus*. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 401-404. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Etter, A. (1991). Introducción a la ecología del paisaje. Un marco para los levantamientos ecológicos. Bogotá.: CIAF – IGAC.

Fandiño-Lozano, M. & Van Wyngaarden. (2005). Prioridades de conservación biológica para Colombia. Grupo Arco. Bogotá. 188 pp.

Figueroa F., Víctor Sánchez-Cordero, Patricia Illoldi-Rangel y Miguel Linaje. (2011). Evaluación de la efectividad de las áreas protegidas para contener procesos de cambio en el uso del suelo y la vegetación. ¿Un índice es suficiente? Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 951-963.

Fundación Omacha e Instituto Humboldt. (2015). Identificación y caracterización de grupos biológicos (comunidades hidrobiológicas, macroinvertebrados, plantas acuáticas, peces, anfibios, plantas terrestres, reptiles, aves y mamíferos), en el complejo ventana piloto de humedales de Paz de Ariporo-Hato Corozal. Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9541>. P. 41

Garzón, y.; Hernández, F. (2018) Integridad ecológica de la laguna de páramo La Virginia (Colombia) basada en indicadores biológicos y del hábitat. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano – Maestría en Ciencias Ambientales.

GBIF.org. (08 de 07 de 2022). Página de Inicio de GBIF. Obtenido de Página de Inicio de GBIF: <https://www.gbif.org>

HERNÁNDEZ, María Elizabeth. 2009. Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000200005

Hockings, M.; Leverington, F. y Cook, C. (2019). Efectividad del manejo de áreas protegidas. En: G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary e I. Pulsford (eds.). Gobernanza y gestión de áreas protegidas, pp. 949-990. Bogotá: Editorial Universidad El Bosque y ANU Press.

IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Néstor Javier Martínez Ardila - IDEAM. Uriel Gonzalo Murcia García - Sinchi.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], Departamento Nacional de Planeación [DNP] y Cancillería. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura en Colombia 2011-2100 Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS-, Departamento Nacional de Planeación -DNP- & Cancillería de Colombia. Bogotá D.C. Recuperado de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022963/escenarios_cambioclimaticodepartamental/Estudio_tecnico_completo.pdf.

IUCN 2021. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-1.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN]. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2021-1.

Jardín Botánico de Bogotá [JBB] (21 de 10 de 2022). SIGAU. Obtenido de SIGAU: <https://sigau.ibb.gov.co/SigauJBB/VisorPublico/VisorPublico>

Kattan, G.H. (1992). Rarity and Vulnerability: The Birds of the Cordillera Central of Colombia. Conservation Biology, 6: 64-70. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1992.610064.x>

Lamotte Company (1992) The monitor's Handbook, Chestertown.

Laiolo, P. (2011). The Rufous-Collared Sparrow *Zonotrichia capensis* utters higher frequency songs in urban habitats. Revista Catalana d'Ornitologia. 27. 25-30.

Lozano-Jaramillo, M., McCracken, K. G., & Cadena, C. D. (2018). Neutral and functionally important genes shed light on phylogeography and the history of high-altitude colonization in a widespread New World duck. Ecology and Evolution, 8(13), 6515–6528. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.4108>

Machado, A., Redondo Carmen & Carralero Inocente (2004). Ensayando un índice de naturalidad en Canarias. Ecología Insular/Island Ecology. Asociación española de ecología terrestre (AEET) – Cabildo Insular de la Palma. PP. 413 – 438.

Madrid Soto, A. G., Ortiz López, L. M. (2005). Las redes: Graficación, estructura y funcionalidad. En Análisis y síntesis en cartografía: algunos procedimientos. (pp. 51 – 88). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas.

Millennium Ecosystem Assessment [MEA]. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT] hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS]. (1° de febrero de 2006). Resolución 196 de 2006. Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia. <https://sisjur.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18928>.

- Margalef, R. (1972). Homage to E. Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences 44: 21-235.
- Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C. A., Páez, V. P. y Bock, B. C. (2015). Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 pp.
- Neri Suárez, M., Bustamante González, A., Vargas López, S., Guerrero Rodríguez, J.D. (2015). Representatividad ecológica de las áreas naturales protegidas del estado de puebla, México. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. Ecología Aplicada, 14(2), 2015. 7 p.
- Nisbet, M.; Verneaux, J.; (1970) Composantes chimiques des eaux courantes. Cambridge Journals, Vol. 6, No. 2, pp. 161 – 190.
- Ospina Moreno, M., Chamorro Ruiz, S., Anaya García, C., Echeverri Ramírez, P., Atuesta, C., Zambrano, H., Abud, M., Herrera, C., Ciontescu, N., Guevara, O., Zarrate, D. y Barrero, A. (2020). Guía para la planificación del manejo en las áreas protegidas del Sinap Colombia. 159 pp. Cali - Colombia.
- Parris, T.; Kates, R. (2003). Characterizing and measuring sustainable development. Annu. Review of Environment and Resources, 28, 559-586.
- Patton, D. (1975). A diversity index for quantifying habitat edge. Wildlife Society Bulletin.
- Pinilla, G.A. (2010). An index of limnological conditions for urban wetlands of Bogotá city, Colombia. Ecological Indicators. 10. 848–856. 10.1016/j.ecolind.2010.01.006.
- Pinilla, G.; Rodríguez, E.; Camacho, L. (2014) Propuesta metodológica preliminar para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Colombia. Acta biol. Colomb. 19 (1): 43 – 60.

- Pliscoff, Patricio & Fuente, Taryn. (2008). Análisis de Representatividad Ecosistémica de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile. Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile. 103 p.
- Poveda, G. (2004) La Hidroclimatología de Colombia: Una síntesis desde la escala inter – decadal hasta la escala diurna. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 28 (107): 201 – 222.
- RAMSAR, 2019. Los humedales: la clave para hacer frente al cambio climático. Boletín Día Mundial de los humedales. Los Humedales y el cambio climático.
<http://www.ramsar.org>
- Remolina Angarita, F. (2006). Análisis de conectividad para la estructura ecológica principal de Bogotá en el contexto urbano y periurbano. Pérez Arbeláez, 11-28.
- Renjifo, L. M., Gómez, M. A., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villarreal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D. Burbano-Girón, J. (2014). Libro Rojo de Aves de Colombia. Vol. I Bosques húmedos de los Andes y la costa pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 466 p.
- Renjifo, L. M., Amaya-Villarreal, A. M., Burbano-Girón, J. y Velásquez-Tibatá, J. (2016). Libro Rojo de Aves de Colombia. Vol. II Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y sierra nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 564 p.
- Rodríguez, J. V., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (Eds.). (2005). Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.
- Rosselli, L., & Benítez-Castañeda, D. (2016). *Oxyura jamaicensis* - Pato Andino. En Renjifo, L., Amaya-Villarreal, A., Burbano-Girón, J. & Velásquez-Tibatá, J. (Eds). Libro rojo de aves de Colombia, Volumen II: Ecosistemas abiertos, secos, insulares, acuáticos continentales, marinos, tierras altas del Darién y Sierra Nevada de Santa Marta y bosques húmedos del centro, norte y oriente del país. Pp 401-404. Bogotá D.C.: Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt.

Rueda-Almonacid, J. V., J. D. Lynch & A. Amézquita (Eds.). (2004). Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 384 pp.

Ruiz, J.; Escobar, O. (2012) Alteraciones de la precipitación y la temperatura ante variabilidad y cambio climático para la ciudad de Bogotá. Subdirección de Meteorología – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Escenarios+Bogota+%28Ruiz+y+Escobar%29.pdf/13e1c051-d085-45b6-8bb0-d1c86df1beb1>

Ruiz-Guerra, C. (2012). Lista de Aves Acuáticas de Colombia. Asociación Calidris. DOI: 10.13140/RG.2.1.2511.8244.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2008). Protocolo de Recuperación y Rehabilitación Ecológica de Humedales en Centros Urbanos. Primera edición, octubre de 2008. Bogotá D.C, Colombia. 279 pp.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2009a). Resolución 3964 del 31 de diciembre de 2019. Por la cual se establecen los objetivos de calidad para los Parques Ecológicos Distritales de Humedal de Bogotá D.C., en cumplimiento de lo previsto en la Resolución 5731 de 2008 y se toman otras determinaciones. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=89562&dt=S>

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2009b). Resolución 5731 del 30 de diciembre de 2008. Por la cual se deroga la Resolución 1813 de 2006 y se adoptan nuevos objetivos de calidad para los Ríos Salitre, Fucha, Tunjuelo y el Canal Torca en el Distrito Capital. <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/2406242/Resoluci%C3%B3n+No.+5731+de+2008.pdf/fdce4ee8-451e-47af-9048-f10782143258>

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2020). Plan de acción climática Bogotá 2020 – 2050. Recuperado de: <https://ambientebogota.gov.co/plan-de-accion-climatica-pac#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Plan%20de%20Acci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica%20de%20Bogotá%202020,los%20efectos%20del%20cambio%20clim%C3%A1tico>

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2019). Informe técnico: Metodología para el cálculo del índice de calidad del agua (ICA) para los parques ecológicos distritales de humedal (PEDH). Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad, 42 p. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2021a). Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los parques ecológicos distritales de Humedal (PEDH) 2019 - 2020. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad, 220 p. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA]. (2021b). Informe Análisis de Resultados de los Monitoreos de la Biodiversidad Año 2021 del Parque Ecológico Distrital de Humedal Techo. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad. Bogotá D.C. 98 pp.

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2022a) Resultados de monitoreo de calidad de agua superficial enero 2022 - Programa de Monitoreo de Afluentes y Efluentes - PMAE. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad. Bogotá.

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2022b). Base de datos investigaciones grupo humedales. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad (SER).

Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). (2022c). Base de datos significativos. Oficina de Participación, Educación y Localidades, (OPEL) y Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad (SER).

Secretaría Distrital de Ambiente [SDA] (2022d). Documento de diagnóstico e identificación de factores estratégicos. Política Pública de Acción Climática Bogotá 2050. Recuperado de:

https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documento_diagnostico_e_identificacion_de_factores_estrategicos_-_cambio_climatico.ajustado.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá. <https://www.ambientebogota.gov.co/plan-de-manejo-ambiental-pma-sitio-ramsar-complejo-de-humedales-urbanos-del-distrito-capital-de-bogota>.

Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010. Manejo de humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros humedales. Manuales Ramsar para

el uso racional de los humedales, 4a edición, vol. 18. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

- Sedano-Cruz, R. E. 2022. Estimated number of birds killed by domestic cats in Colombia. *Avian Conservation and Ecology* 17(2):16. <https://doi.org/10.5751/ACE-02200-170216>
- Schmitter-Soto, Juan Jacobo. (2014). Los índices bióticos de integridad en el monitoreo ambiental Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. César Alberto González Zuarth, Adriana Vallarino, Juan Carlos Pérez Jiménez, Antonio M. Low Pfeng (editores). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) & El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). México, D.F. PP 65 – 82.
- SINAC. (2016). Herramienta para la Evaluación de la Efectividad de Manejo de las Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. (2da ed.). San José, Costa Rica. 47 p.
- Sua-Becerra, A. y Chaparro-Herrera, S. (2015). Aves endémicas, amenazadas, extintas y escapadas. En: Chaparro-Herrera, S. y Ochoa D. (eds). (2015). Aves de los humedales de Bogotá: Aportes para su conservación. Asociación Bogotana de Ornitología –ABO. Bogotá D.C. Colombia. 92 pp.
- Suarez-Romero, J. D. (2021). Comparación del horario de canto del copetón *Zonotrichia capensis* en dos zonas con diferente intervención antrópica en el municipio de Puente Nacional Santander, Colombia. Tesis de Grado. Universidad de La Salle, Departamento de Ciencias Básicas. Bogotá D.C, Colombia. Recuperado de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/biologia/113>
- Tambo, C. (2015) Propuesta de un índice de calidad del agua como herramienta de gestión para los humedales capitalinos. Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Trenberth, K. (1997) The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78: 2771-2777.