

ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE LA VACA



ACTUALIZACIÓN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL HUMEDAL DE LA VACA

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
2 EVALUACIÓN.....	11
2.1 CRITERIO BIOFÍSICO.....	12
2.1.1 Agua superficial.....	12
2.1.1.1 Efecto de la variabilidad climática.....	13
2.1.1.2 Análisis de impacto de cambio climático.....	20
2.1.2 Calidad de agua.....	26
2.1.2.1 Condiciones fisicoquímicas.....	26
2.1.1.1 Parámetros hidrobiológicos.....	32
2.1.3 Caudal ecológico.....	49
2.2 CRITERIO ECOLÓGICO.....	50
2.2.1 Diversidad biológica.....	50
2.2.1.1 Índice de diversidad flora.....	50
2.2.1.2 Índice de diversidad fauna.....	52
2.2.2 Conectividad ecológica.....	55
2.2.3 Conectividad hídrica estructural.....	66
2.2.4 Rareza.....	69
2.2.4.1 Rareza flora.....	69
2.2.4.2 Rareza fauna.....	71
2.2.5 Fragilidad.....	74
2.2.5.1 Fragilidad flora.....	74
2.2.5.2 Fragilidad fauna.....	77
2.2.6 Naturalidad.....	79
2.2.6.1 Índice de naturalidad.....	80
2.2.6.2 Análisis de naturalidad a partir de la información cartográfica.....	86
2.2.7 Representatividad.....	102
2.2.7.1 Análisis a partir de la oferta ambiental.....	102
2.2.7.2 Oferta ambiental de coberturas en franja acuática y semiacuática.....	103
2.2.7.3 Oferta ambiental de coberturas en franja terrestre.....	106
2.2.8 Análisis a partir del potencial biótico.....	109
2.2.8.1 Potencial biótico desde las aves acuáticas.....	109
2.3 CRITERIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL.....	111
2.3.1 Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos.....	111
2.3.2 Recreación pasiva, educación e investigación.....	115
2.3.2.1 Cantidad de recorridos interpretativos en el humedal.....	116
2.3.2.2 Cantidad de participantes en recorridos interpretativos en el humedal.....	118
2.3.2.3 Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal.....	119
2.3.2.4 Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en el humedal.....	121
2.3.2.5 Cantidad de monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal.....	123
2.3.2.6 Cantidad de participantes en monitoreos participativos en el humedal.....	124

2.3.2.7	Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 ha.	126
2.3.3	Vestigios arqueológicos	126
2.3.4	Participación y gobernanza	127
2.3.5	Infraestructura y equipamientos	130
2.3.5.1	Desempeño	130
2.3.5.2	Accesibilidad	132
2.3.5.3	Coherencia ambiental.....	134
2.3.5.4	Compatibilidad con el régimen de usos	136
2.4	SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	138
2.4.1	Servicios de provisión	138
2.4.2	Servicios de regulación	139
2.4.3	Servicios de soporte.....	140
2.4.3.1	Área perdida.....	143
2.4.3.2	Coberturas impermeables (mega bloques, cantos, placas, cascajo, áreas endurecidas).....	143
2.4.3.3	Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso)	144
2.4.3.4	Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca).	144
2.4.3.5	Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas	146
2.4.3.6	Precipitación media anual.....	147
2.4.3.7	Relación área / volumen	147
2.4.3.8	Variación en el nivel del agua	147
2.4.3.9	Parámetros fisicoquímicos.....	147
2.4.4	Servicios culturales	148
2.5	EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL MANEJO	149
2.5.1	Evaluación ecológica.....	152
2.5.2	Evaluación socioeconómica y cultural	157
2.5.3	Planificación y gestión	163
2.5.3.1	Evaluación participativa del Plan de Manejo Ambiental 2009 – 2022 ...	171
2.5.3.2	Metodología.....	172
2.5.3.3	Conclusiones	174
2.5.4	Problemática ambiental	177
2.5.4.1	Tensionantes en el humedal de La Vaca	178
2.5.5	Avance en el control de tensionantes	198
2.5.6	Resultados	202
2.6	REFERENCIAS	204

LISTA DE TABLAS

Página

Tabla 1. Cambios en la temperatura media en los periodos 2011 – 2040, con respecto a la temperatura media (°C) del periodo 1976 – 2005 humedal de La Vaca.....	20
Tabla 2. Cambios de precipitación en el periodo 2011 – 2040, con respecto a la precipitación (mm) del periodo 1976 – 2005 humedal de La Vaca	22
Tabla 3. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM.....	27
Tabla 4. Descripciones índices ecológicos.....	33
Tabla 5. Índices de diversidad en las coberturas vegetales del humedal de La Vaca ...	51
Tabla 6. Índices de diversidad de la avifauna en el humedal de La Vaca según reportes del año 2021, 2022 y el presente estudio	53
Tabla 7. Índices de diversidad calculados para los artrópodos en las coberturas del humedal de La Vaca.	55
Tabla 8. Coberturas fragmentadoras y conectoras presentes en el humedal de la Vaca	57
Tabla 9. Elementos del paisaje e índices de conectividad Vaca norte	60
Tabla 10. Elementos del paisaje e índices de conectividad Vaca sur.....	60
Tabla 11. Escala de la conectividad directa de los nodos de la Red	67
Tabla 12. Matriz de rareza de flora para el humedal de La Vaca	71
Tabla 13. Clasificación de categorías de rareza de aves para el humedal de La Vaca.	73
Tabla 14. Clasificación del índice de vulnerabilidad y rangos de rareza para las aves del humedal de La Vaca	73
Tabla 15. Especies de flora amenazadas para el humedal de La Vaca	74
Tabla 16. Especies de flora invasoras encontradas en el humedal de la Vaca	76
Tabla 17. Especies de fauna en categoría de amenaza a nivel nacional e internacional	78
Tabla 18. Especies de fauna invasoras encontradas en el humedal de La Vaca.	79
Tabla 19. Valores de referencia para la calificación de los parámetros de flora, fauna y tensionantes considerados en el índice de naturalidad	81
Tabla 20. Valores de referencia para la calificación del parámetro de coberturas considerado en el índice de naturalidad	82
Tabla 21. Datos de biodiversidad de flora y fauna para el cálculo del índice de naturalidad	83
Tabla 22. Calificación de parámetros para el cálculo del índice de naturalidad del humedal de La Vaca.....	84
Tabla 23. Escalas de naturalidad que permiten evaluar el estado del humedal.	85
Tabla 24. Tipología de niveles de naturalidad	87
Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca.....	89
Tabla 26. Cálculo de naturalidad del del área buffer.	100
Tabla 27. Cálculo de naturalidad del área legal.	100
Tabla 28. Cálculo de naturalidad del área legal BR + buffer.	101

Tabla 29. Criterios de calificación para la oferta ambiental en franja acuática y semiacuática	103
Tabla 30. Oferta ambiental en la franja acuática y semiacuática del humedal de La Vaca.	105
Tabla 31. Criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.	106
Tabla 32. Calificación ambiental para la oferta ambiental de la vegetación terrestre ..	108
Tabla 33. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de La Vaca. Comparación entre SDA (2008) y la presente actualización del PMA	109
Tabla 34. Escala de calificación para el potencial biótico de aves acuáticas para humedales	111
Tabla 35. Eventos representativos y participantes en el humedal de La Vaca 2018- 2021.	113
Tabla 36. Resultado de la evaluación. Eventos representativos y sus participantes en el humedal de La Vaca. 2018 – 2021.....	114
Tabla 37. Escala de calificación para recorridos interpretativos en el humedal de La Vaca/año.....	117
Tabla 38. Relación de recorridos interpretativos en el humedal de La Vaca en 2018, 2019, 2020 y 2021.	117
Tabla 39. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.	118
Tabla 40. Relación de participantes en recorridos interpretativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.	119
Tabla 41. Escala de calificación para acciones pedagógicas en el humedal/año.	120
Tabla 42. Relación de acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.	120
Tabla 43. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.	121
Tabla 44. Relación de participantes en acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.	122
Tabla 45. Escala de calificación para monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal/Año.....	123
Tabla 46. Relación de monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.	123
Tabla 47. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.	124
Tabla 48. Relación de participantes en monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.	125
Tabla 49. Escala de calificación para proyectos de investigación en el humedal/año..	126
Tabla 50. Relación de proyectos de investigación en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.....	126
Tabla 51. Mesas territoriales y sus participantes en el humedal de La Vaca 2018- 2021.	128
Tabla 52. Resultado de la evaluación. Mesas territoriales y sus participantes en el humedal de La Vaca 2018 – 2021.....	128

Tabla 53. Escala de valoración del desempeño de la infraestructura y equipamientos.	130
Tabla 54. Escala de valoración de la accesibilidad de la infraestructura y equipamientos.	132
Tabla 55. Escala de valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura y equipamientos.	134
Tabla 56. Escala de valoración de la compatibilidad de usos de la infraestructura y equipamientos.	136
Tabla 57. Métricas seleccionadas para la construcción del índice de integridad del hábitat (IIH).	140
Tabla 58. Puntajes de las variables consideradas para la estimación del índice de integridad del hábitat IIH.	142
Tabla 59. Puntajes del IIH.	143
Tabla 60. Valores promedio de variables fisicoquímicas seleccionadas para el cálculo del IIH.	147
Tabla 61. Valoración para las métricas evaluadas en el IIH para el humedal de La Vaca.	147
Tabla 62. Matriz base para la evaluación de la efectividad del manejo.	151
Tabla 63. Escala de calificación para los indicadores de evaluación.	151
Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica.	152
Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca.	157
Tabla 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.	163
Tabla 67. Avances en la implementación del plan de acción vigente en el humedal de La Vaca.	168
Tabla 68. Programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022.	172
Tabla 69. Conclusiones de programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022.	174
Tabla 70. Evaluación de tensionantes humedal de La Vaca.	177
Tabla 71. Escala de valoración de tensionantes.	178
Tabla 72. Matriz de tensionantes humedal de La Vaca.	179
Tabla 73. Seguimiento tensionantes reportados.	199
Tabla 74. Escala de calificación cualitativa para el resultado general obtenido del humedal.	202
Tabla 75. Calificación final de la evaluación de efectividad del manejo del humedal de La Vaca.	202

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Áreas aferentes al humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 2. Variación del índice ONI desde 1990 a enero de 2022. Fuente: (https://ggweather.com/enso/oni.htm)	17
Figura 3. Variación del índice ONI y precipitación estación INEM KENNEDY. Fuente: (https://ggweather.com/enso/oni.htm)	18
Figura 4. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año húmedo (Niña) respecto de un año normal de precipitación. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 5. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año seco (Niño) respecto de un año normal de precipitación. Fuente: Elaboración propia.	19
Figura 6. Diferencia de temperatura media en el humedal de La Vaca período 2011 – 2040 con respecto al periodo 1976 – 2005. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).	21
Figura 7. Cambio de precipitación en el humedal de La Vaca periodo 2011 – 2040 con respecto al periodo 1976 – 2005. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).	23
Figura 8. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año normal bajo un escenario de cambio climático, con DP =140% y DT = 0.65°C. Fuente: Elaboración propia.	24
Figura 9. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año húmedo (2008) bajo un escenario de cambio climático, con DP =140% y DT = 0.51°C. Fuente: Elaboración propia, 2023.	25
Figura 10. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año seco (2015) bajo un escenario de cambio climático, con DP =140% y DT = 0.80°C. Fuente: Elaboración propia.	26
Figura 11. Ubicación puntos de monitoreo de calidad del agua en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia.	29
Figura 12. Registro histórico ICA. Fuente: Elaboración propia.	30
Figura 13. Análisis de componentes principales para las variables fisicoquímicas del agua en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	32
Figura 14. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el fitoplancton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez, y otros, 2021).	35
Figura 15. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del fitoplancton en el humedal de La vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 16. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el zooplancton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez, y otros, 2021).	39
Figura 17. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del zooplancton en el humedal de La vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	40

Figura 18. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el perifiton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información del año 2020 tomada de (Ramírez et al, 2021).	43
Figura 19. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del perifiton en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	44
Figura 20. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para los macroinvertebrados en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez et al, 2021).	47
Figura 21. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias de macroinvertebrados acuáticos en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 22. Contexto general humedal de La Vaca dentro del conector ecosistémico Fucha. Fuente: elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021.	58
Figura 23. Disponibilidad de hábitat en el área de influencia del humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto 555 de 2021 y SIGAU 2022.	64
Figura 24. Áreas de interés para la conectividad ecológica en el área de influencia del humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto 555 de 2021 y SIGAU 2022.	65
Figura 25. Conectividad a partir de red pluvial troncal y local. Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 26. Escala de naturalidad del humedal de La Vaca y su área de influencia directa. Fuente: Elaboración propia.	98
Figura 27. Placa de reconocimiento al Festival Chucua La Vaca. Fotografía tomada por: Andrés Guerrero 2023.	113
Figura 28. Eventos representativos y número de participantes. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	114
Figura 29. Recorridos interpretativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	117
Figura 30. Número de participantes en recorridos interpretativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	119
Figura 31. Número de acciones pedagógicas. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	121
Figura 32. Número de participantes en acciones pedagógicas. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	122
Figura 33. Número de monitoreos (comunitarios) participativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	124

Figura 34. Número de Participantes en monitoreos (comunitarios) participativos. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021	125
Figura 35. Mesas territoriales y cantidad de participantes. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.	128
Figura 36. Valoración del desempeño de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.	131
Figura 37. Valoración del desempeño de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.	131
Figura 38. Valoración de la accesibilidad de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.	133
Figura 39. Valoración de la accesibilidad de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.	133
Figura 40. Valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.	135
Figura 41. Valoración de la coherencia ambiental de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.	135
Figura 42. Valoración de la compatibilidad de usos de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.	137
Figura 43. Valoración de la compatibilidad de usos de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.	138
Figura 44. Coberturas identificadas y área del 2014. Fuente: Elaboración propia.	145
Figura 45. Coberturas identificadas y área del 2022. Fuente: Elaboración propia.	146
Figura 46. Avance en la implementación de las estrategias de la Política Distrital de Humedales del Distrito Capital a través del plan de acción del PMA del humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia.	171
Figura 47. Arrojo de residuos en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.	185
Figura 48. Selección de material de reciclaje que origina residuos en el humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Natalia Giraldo.	186
Figura 49. Arrojo de residuos de construcción y Demolición - RCD en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.	187
Figura 50. Visitante del humedal con animal doméstico. Humedal de La Vaca. Foto tomada por: Dora Villalobos.	188
Figura 51. Quemadas en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Susana López.	189
Figura 52. Presencia de roedores en el sector norte del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.	192
Figura 53. Uso indebido de cerramiento. Sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.	193
Figura 54. Ocupación ilegal. Sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Adrián Hernández.	195
Figura 55. Habitantes de calle. Humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Dora Villalobos.	197

2 EVALUACIÓN

Según lo establecido en el Manual 18 de la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010a), la evaluación se define como el proceso orientado a identificar o confirmar las características o elementos significativos para la planificación del manejo (p. 38). En este proceso se analizan tanto las características ecológicas como las socioeconómicas, culturales y otros aspectos relevantes (p. 39). En conformidad con esta definición, se establece la necesidad de desarrollar parámetros de evaluación específicos para cada una de estas dimensiones. Esta conceptualización ha sido adoptada a nivel nacional en Colombia a través de la Guía técnica para la formulación de planes de manejo de humedales, emitida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) en su Resolución 196 de 2006, actualmente bajo la jurisdicción del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial (MADS).

Adicionalmente, en el contexto del inventario de humedales establecido por la Convención de Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b), se entiende la evaluación como el proceso de analizar el estado de los humedales y las amenazas que los afectan. Este análisis es esencial ya que proporciona la base para obtener información más detallada a través de actividades de monitoreo (p. 12). La evaluación del estado y las tendencias de los humedales, así como la identificación de las amenazas que enfrentan, son componentes fundamentales que la Convención enfatiza como requisitos cruciales para lograr la conservación y el uso sostenible de los humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010b).

En concordancia con las pautas y directrices establecidas por la Convención y la Legislación Nacional en vigencia, el proceso de evaluación para la elaboración del presente plan adoptó un enfoque que consideró al actual humedal como un sistema integrado compuesto por diversos elementos interconectados, abarcando aspectos hidrológicos, ecológicos, sociales y culturales. Para lograr esto, se examinaron criterios relacionados con varios aspectos relevantes para la gestión del área, empleando la creación y aplicación de indicadores diseñados con el propósito de generar una evaluación completa y presentar los resultados de manera concisa.

Estos criterios y medidas de medición fueron aplicados en la etapa inicial del proceso de evaluación, que se centra en la evaluación del estado actual del Sitio en términos de sus características biológicas, físicas y socioculturales. A continuación, se procedió a analizar la gestión llevada a cabo con relación a los humedales que componen el área, seguido por la presentación de una síntesis de los desafíos actuales, como un examen de los distintos factores estresantes que representan amenazas para la preservación de los ecosistemas. Los resultados derivados de esta evaluación, al igual que los provenientes de la fase de análisis prospectivo, establecen los fundamentos del componente propositivo del plan. Este componente se materializa a través de los capítulos de zonificación y el plan de acción.

2.1 CRITERIO BIOFÍSICO

En el presente capítulo se busca evaluar el componente hídrico del humedal de La Vaca 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 La Vaca, los aportes de agua dependen principalmente de las aguas lluvias captadas por la red de alcantarillado pluvial de la zona, a través de un colector principal. El humedal de La Vaca recibe los aportes Colector CL 36S estos aportantes se caracterizan por tener diferentes orígenes a) la precipitación directa, b) vertimientos al alcantarillado sanitario y c) la precipitación transformada en escorrentía en su cuenca urbana aferente que aportan las lluvias de escorrentía de 1,11km² que conforman el área aferente al humedal.

En términos del ciclo hidrológico, el agua que precipita principalmente se convierte en escorrentía teniendo en cuenta que cerca del 85 % del área de aporte está impermeabilizada, la 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.

De acuerdo con lo anterior, de forma directa las variaciones en la precipitación, considerando que aproximadamente el 85% de esta se convierte en escorrentía que llega al humedal, influirá en el cambio de nivel y volumen del humedal, esta condición se presenta regularmente como efectos de la ocurrencia de los fenómenos de variabilidad climática como El niño y La niña y que tiene evidencia en los niveles bajos de los humedales durante la ocurrencia del Fenómeno de El niño y niveles altos de ocurrencia del fenómeno de La niña.

De manera similar, los efectos del cambio climático se han ido reflejando en la variación de los parámetros climáticos en especial de la precipitación y la temperatura y aunque aparezcan imperceptibles o difíciles de aislar de los fenómenos de variabilidad climática como El Niño y La Niña, entidades como la Organización Meteorológica Mundial hace esfuerzos y coordina políticas para el manejo mundial de datos meteorológicos y establece metodologías para analizar tendencias de cambio en los parámetros estadísticos de las variables o parámetros meteorológicos. En línea con esto organizaciones como la Convención Marco de Naciones Unidas Sobre Cambio Climático tiene comunicación con entidades ambientales como el IDEAM en Colombia, en donde se coordinan estudios para prever los posibles escenarios de cambio climático y sus posibles acciones, un ejemplo de esto es la 3ª comunicación nacional de cambio Climático-Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 emitida en cabeza del IDEAM.

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 La Vaca.

2.1.1.1 Efecto de la variabilidad climática

Adicional a los cambios climáticos que se están produciendo a nivel global por efecto del cambio de temperatura del ambiente, variación la cual se estima originada entre otros, como efecto de la utilización de combustibles fósiles y el efecto de la contaminación atmosférica y su consecuente aumento del efecto invernadero; existen variaciones climáticas como el denominado Fenómeno de El Niño que tiene efectos sobre el clima en Suramérica, especialmente en países como Perú,

Ecuador y Colombia. Este fenómeno ha sido estudiado con base en diferentes índices climáticos, dentro de los que está la medición de la temperatura superficial del agua del océano en ciertos sectores del pacífico; uno de los índices que mejor representa el Fenómeno Niño, Niña es el índice Niño Oceánico (ONI en inglés) que se mide entre los meridianos 120W y 170 W en denominada zona 3,4 que es la utilizada en este análisis.

De acuerdo con 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 y Escobar, 2012).

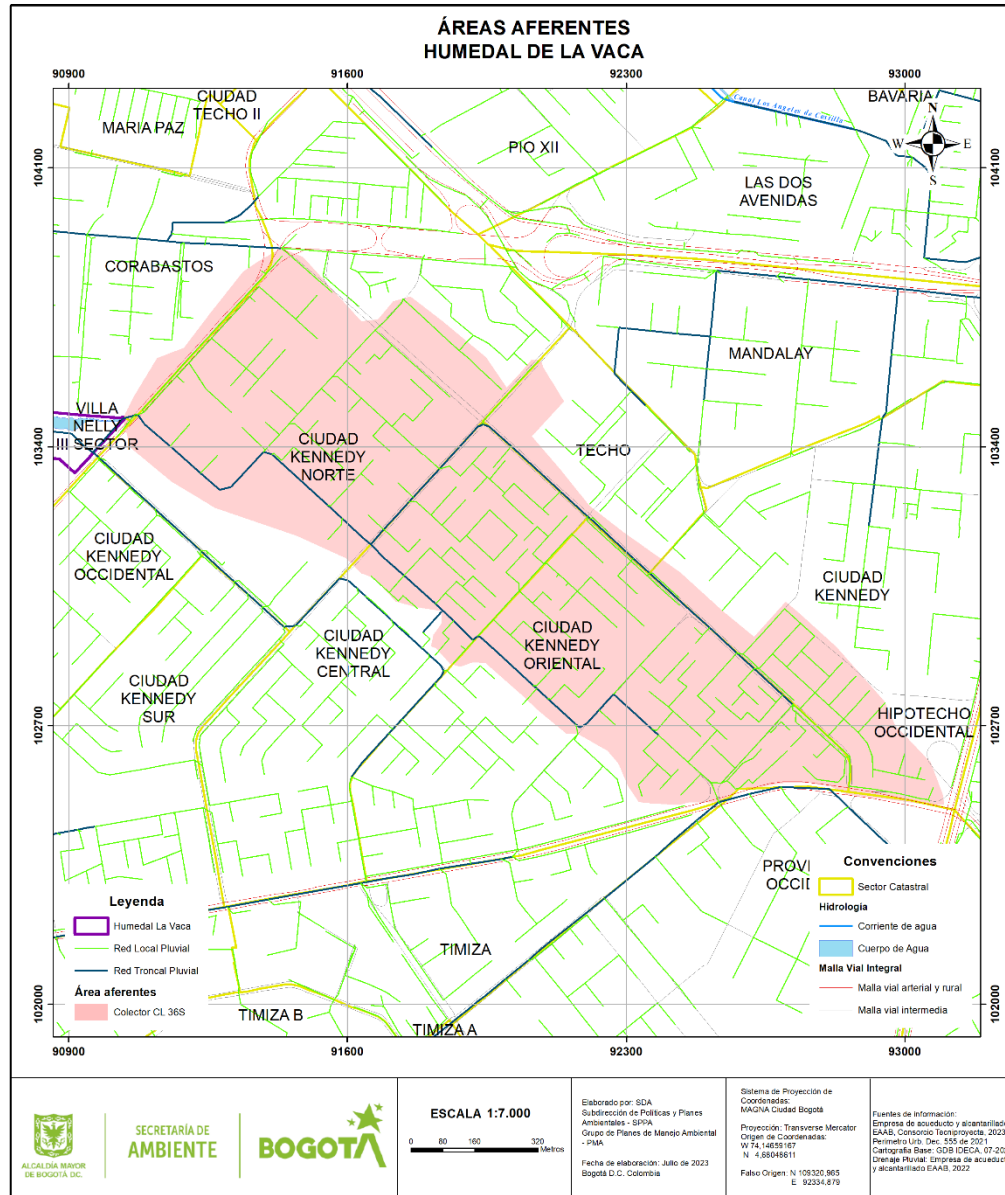


Figura 1. Áreas aferentes al humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia.

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 $-0,5^{\circ}\text{C}$ durante tres meses continuos; y la fase Neutra que presenta valores del ONI entre $-0,5^{\circ}\text{C}$ y $+0,5^{\circ}\text{C}$ (Trenberth, 1997).

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 (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Una de las estaciones más cercana y representativa del humedal de La Vaca, es la estación INEM KENNEDY 21206560 con 21 años de período de registro, estación que después de análisis y homogenización de datos para el período 1999-2019 presenta un promedio de 726 mm/año, con una variación grande en sus datos, teniendo un máximo anual de 1222 mm/año y un mínimo de 378 mm/año. En la Figura 3 se muestra la relación de la Precipitación con el Índice ONI, hay años en que se puede ver cierta correspondencia entre el ONI y los registros de la estación, como 2008, 2011, 2017, 2018 (años niña) y otros 2003, 2005, 2015 (años Niño); hay otros años en que la variabilidad de los datos de esta estación no muestra una correspondencia tan clara, ya que por ejemplo el periodo 2010-2012 a pesar que fue un período muy lluvioso el ONI se muestra con variabilidad de Niño a Niña, así el año 2010 fue el año de máxima precipitación y no coincide con el pico Niño ONI. Dado lo anterior y para efectos de análisis consideraremos que los años secos coinciden con año niño y los lluviosos con año niña.

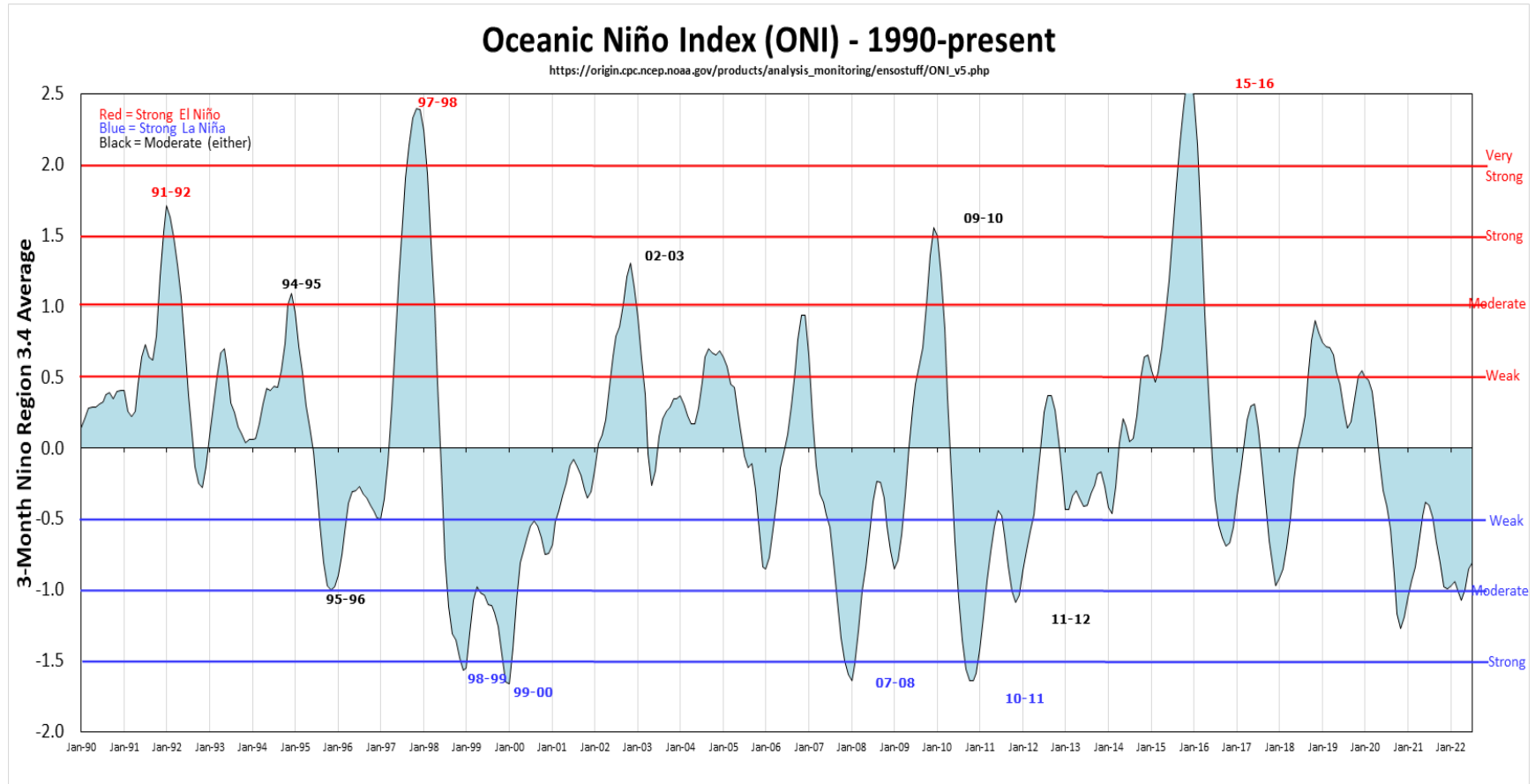


Figura 2. Variación del índice ONI desde 1990 a enero de 2022. Fuente: (<https://ggweather.com/enso/oni.htm>)

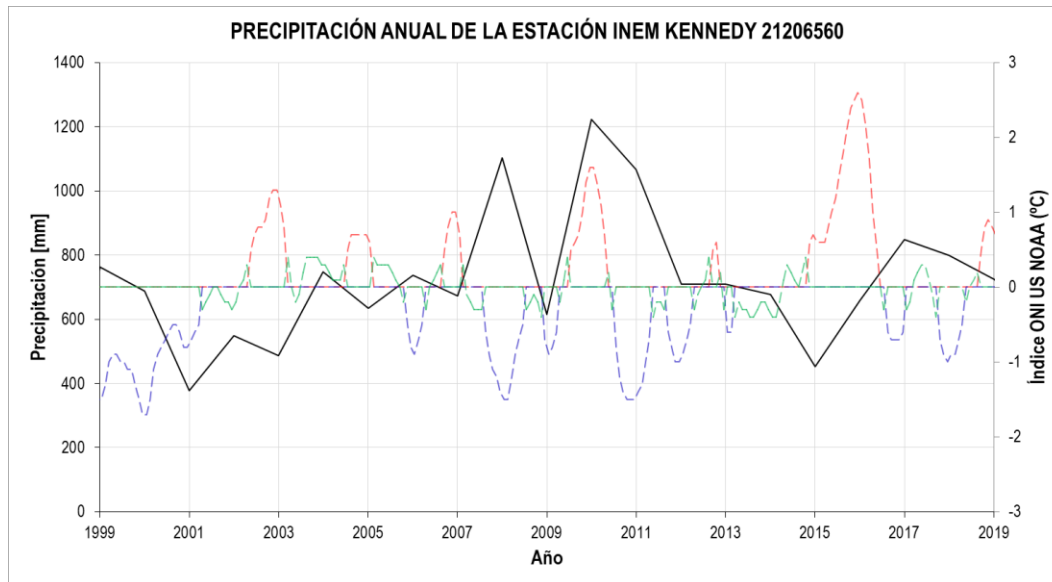


Figura 3. Variación del índice ONI y precipitación estación INEM KENNEDY. Fuente: (<https://ggweather.com/enso/oni.htm>)

Tomando como referencia el balance hídrico promedio realizado (ver capítulo 1. Diagnóstico) se puede establecer la gran variación de la disponibilidad de agua para los años secos (niño) y los años húmedos (niña) en la Figura 3 se muestra el Balance Hídrico Climático de un año normal¹ (726 mm/año) y un año niña 2008 que fue húmedo (1104 mm/año), de estos se observa que el período de excesos se aumenta y consecuentemente el período de déficit disminuye; teniéndose que este año húmedo respecto del año normal se incrementa el exceso de 72 mm/año a 361 mm/año, aumenta del orden de 289 mm/año y el déficit disminuye de 304 mm/año a 193 mm/año es decir disminuye en 111 mm/año.

¹ Un año normal es aquel que no es clasificado como año niño o año niña.

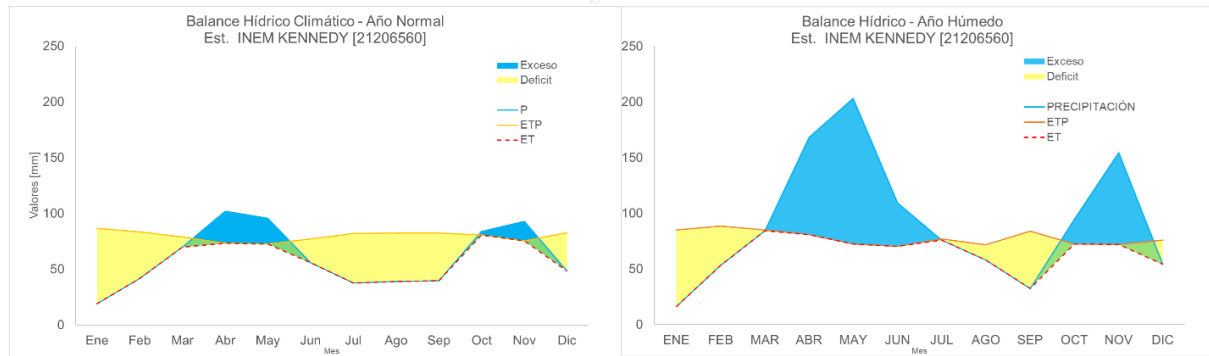


Figura 4. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año húmedo (Niña) respecto de un año normal de precipitación. Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma en la Figura 5 se muestra el Balance Hídrico Climático de un año normal (726 mm/año) y un año niño 2015 que fue seco (453 mm/año), de estos se observa que el período de excesos se disminuye a tal punto que es inexistente y consecuentemente el período de déficit aumenta; teniéndose que este año seco respecto del año normal no tiene excesos y el déficit aumenta de 304 mm/año a 594 mm/año, es decir aumenta 290 mm/año. El índice R que es la razón de la Evapotranspiración Real a la Potencial y se dice que en términos generales es adecuada para cultivos si su valor es mayor que 0.6, pasa de 7 meses en un año normal a 2 meses en un año como el 2015.

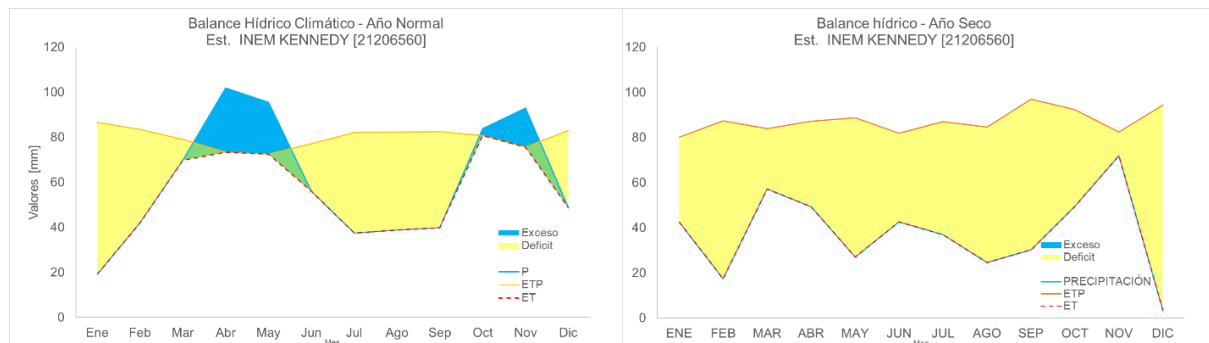


Figura 5. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año seco (Niño) respecto de un año normal de precipitación. Fuente: Elaboración propia.

El efecto de esta alta variabilidad climática que es recurrente con ciclos variables pero que en general se cataloga como de 4 a 5 años, muestra la necesidad de que en lo posible se debe hacer

uso del agua de una mayor área de drenaje que la del espejo de agua propio del humedal con lo que se mitigaría el impacto a la biota que tiene su sustento en el humedal.

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 escenarios² de cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al. 2015) para Bogotá y la sabana de Bogotá en el periodo 2011-2100. El estudio de escenarios de cambio climático para precipitación y temperatura en Colombia identificó para los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 cambios de temperatura media a nivel nacional, en relación con el periodo de referencia 1976-2005. De acuerdo con este estudio para el periodo 2011-2040 (ver Figura 6), se esperaría que la magnitud de los cambios de la temperatura media para la zona del humedal de La Vaca presente un aumento de aproximadamente entre 0,51°C – 0,8°C.

En la Tabla 1 se presentan los cambios de temperatura media (°C) en el periodo 2011 – 2040, con respecto a la temperatura media (°C) del periodo 1976 – 2005.

Tabla 1. Cambios en la temperatura media en los periodos 2011 – 2040, con respecto a la temperatura media (°C) del periodo 1976 – 2005 humedal de La Vaca

Humedal	Periodo	Diferencia Temperatura °C		Temperatura Media °C			
La Vaca	1976-2005	-	-	14,1	15		
	2011-2040	0,51	0,80	14,61	14,90	15,51	15,80

Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).

² “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).

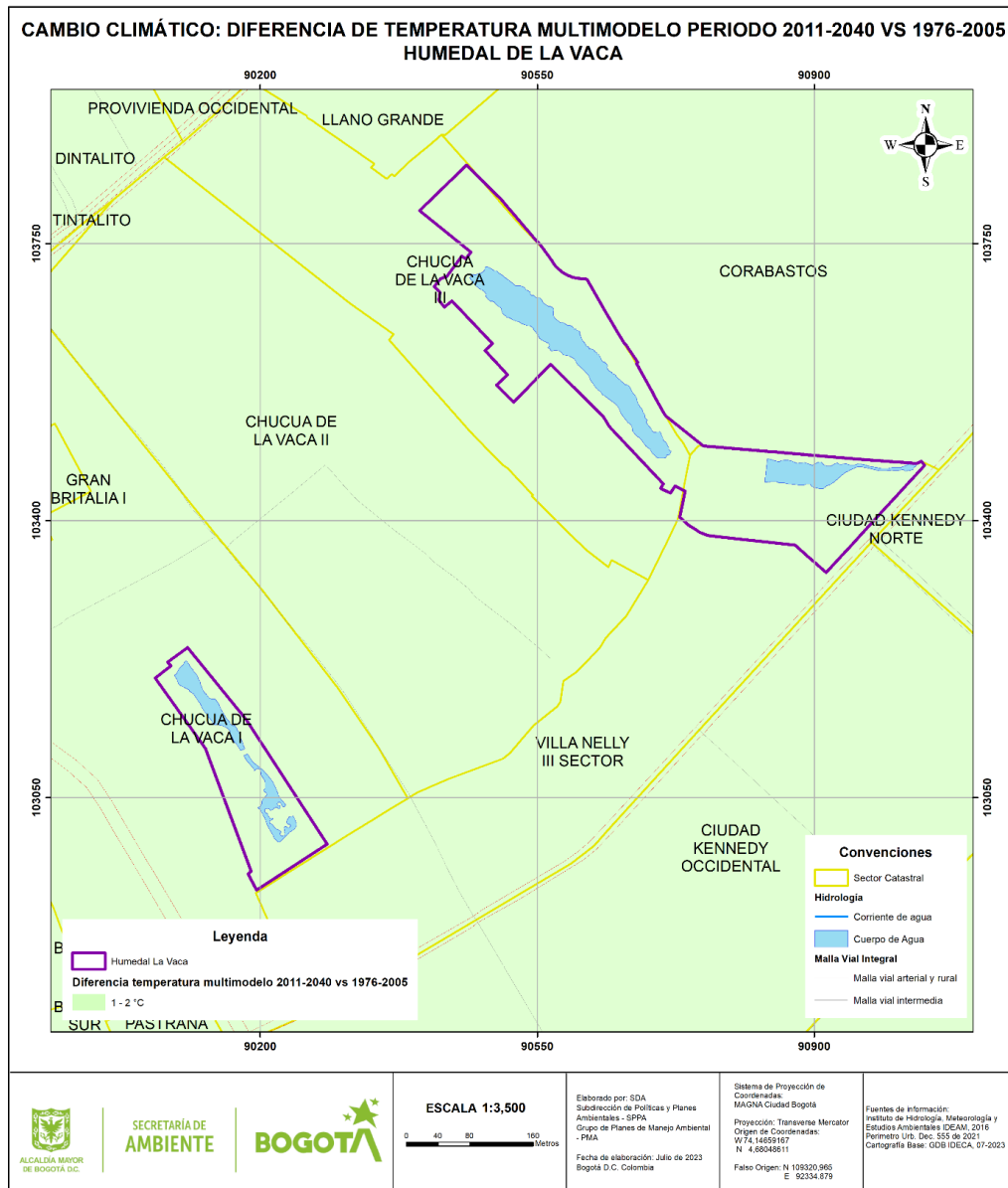


Figura 6. Diferencia de temperatura media en el humedal de La Vaca período 2011 – 2040 con respecto al período 1976 – 2005. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).

Los resultados infieren un incremento en la temperatura media en la zona del humedal de La Vaca, en el periodo 2011-2041 de entre 0,51°C y 0,8°C.

De acuerdo con el estudio de escenarios de cambio climático para precipitación y temperatura en Colombia, para el periodo 2011-2040 (ver Figura 7), en relación con el periodo de referencia 1976-2005, se esperaría que para el humedal de La Vaca haya un cambio en la precipitación mayor al 40%.

Estos resultados son consecuentes con los escenarios evaluados para todo el país en donde se predice que para el periodo 2011-2040 se tendrá un incremento en la precipitación en la zona andina mayor del 40%.

En la Tabla 2 se presentan los cambios de precipitación expresados en porcentaje (%) del periodo 2011 – 2040, con respecto a la precipitación expresada en mm del periodo de referencia 1976 – 2005.

Tabla 2. Cambios de precipitación en el periodo 2011 – 2040, con respecto a la precipitación (mm) del periodo 1976 – 2005 humedal de La Vaca

Humedal	Periodo	% cambio		Precipitación (mm)	
La Vaca	1976-2005	-	-	500	1000
	2011-2040	>40		>701,4	>1400

Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM *et al.* (2015).

De acuerdo con lo anterior con fines de cuantificar las variaciones del balance hídrico respecto de los análisis de Cambio Climático; variaciones que para la temperatura corresponden a un aumento promedio respecto de la temperatura media mensual de +0.65 °C y un aumento de la precipitación en un porcentaje de 40% para el período 2011-2040. Estas variaciones se analizan a continuación, teniendo en cuenta variaciones sobre los mismos años seleccionados secos (2015) y húmedos (2008) como referencia.

Tomando como referencia el balance hídrico promedio realizado (ver capítulo 1. Diagnóstico) en que se muestra la adopción de los años representativos normal, húmedo y seco, basados en la precipitación; se puede establecer la variación de la disponibilidad de agua para los diferentes escenarios de cambio de precipitación y temperatura descritos en los párrafos anteriores.

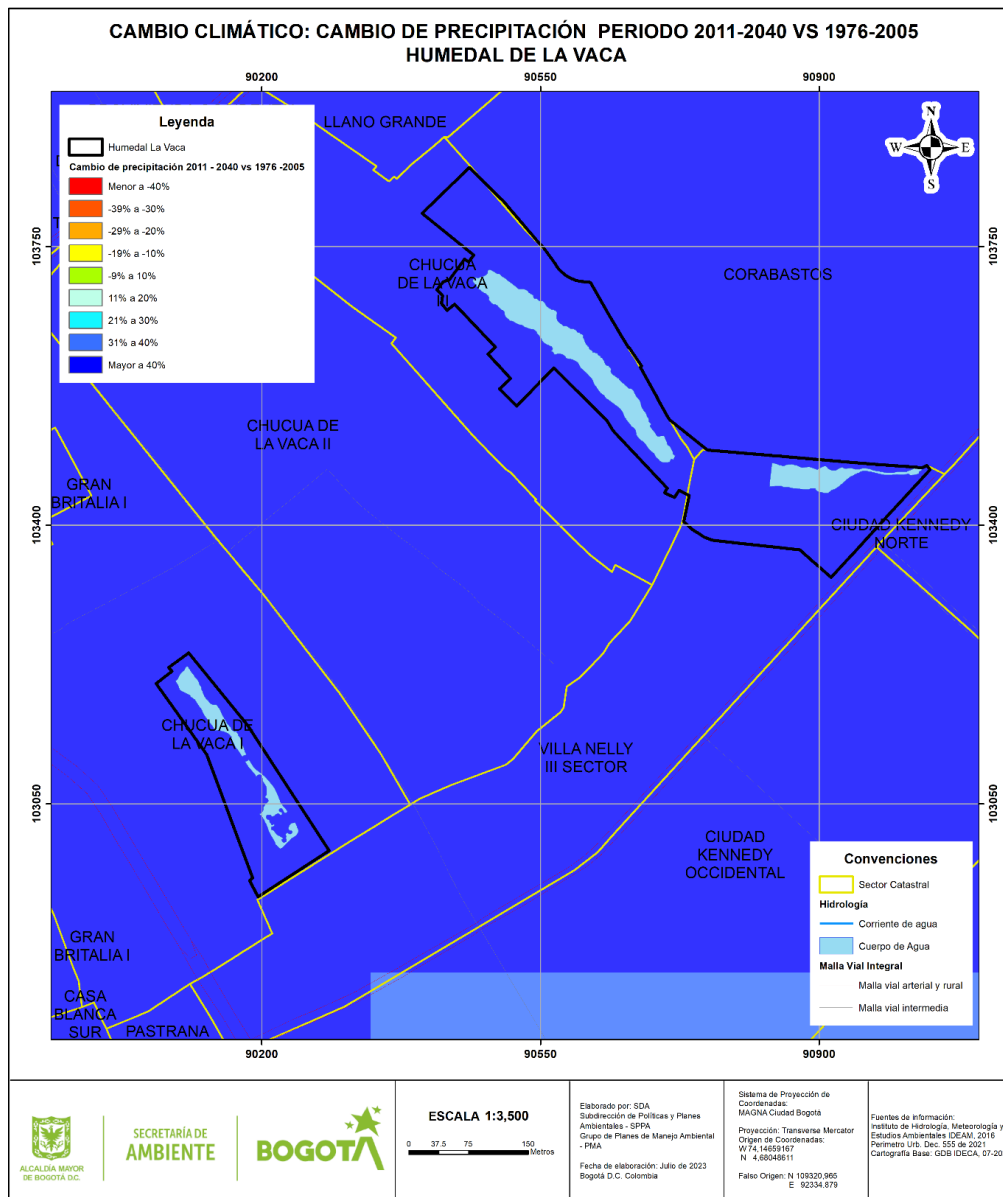


Figura 7. Cambio de precipitación en el humedal de La Vaca periodo 2011 – 2040 con respecto al periodo 1976 – 2005. Fuente: Elaboración propia con base en IDEAM et al. (2015).

2.1.1.2.1. Escenario de cambio climático año normal

En la Figura 8 se muestra el Balance Hídrico Climático de un año normal (726 mm/año) y un año normal bajo un escenario de cambio climático, en el que la precipitación aumenta en un 40% y la temperatura también en 0.65°C; es decir con una precipitación de 1016 mm/año y una temperatura media anual de 15.96 °C. De este se observa que el período de excesos se aumenta de 4 a 5 meses y consecuentemente el período de déficit disminuye; teniéndose que este año bajo cambio climático respecto del año normal se incrementa el exceso de 72 mm/año a 232 mm/año, es decir aumenta del orden de 160 mm/año y el déficit disminuye de 304 mm/año a 194 mm/año es decir disminuye en 110 mm/año; esto claramente debida al aumento de la precipitación.

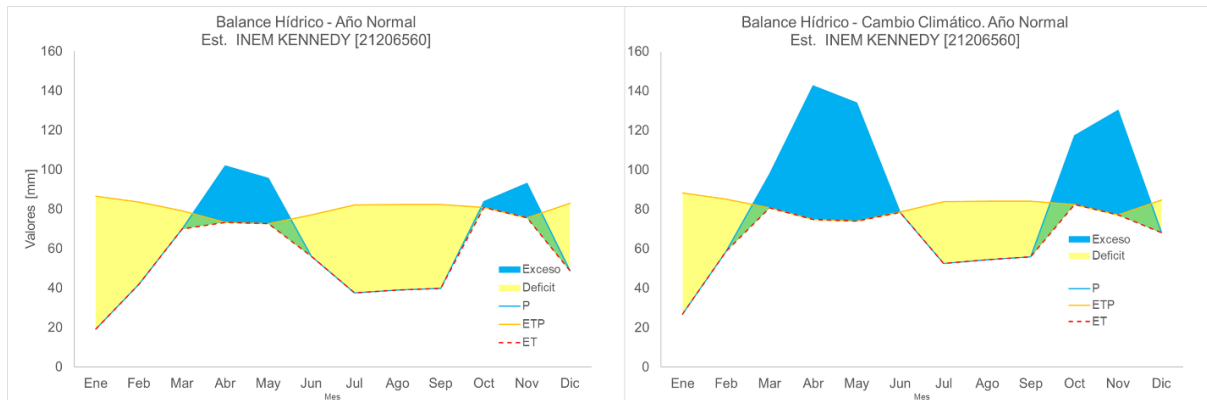


Figura 8. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año normal bajo un escenario de cambio climático, con DP =140% y DT = 0.65°C. Fuente: Elaboración propia.

2.1.1.2.2. Escenario de cambio climático año húmedo

En la Figura 9 se muestra el Balance Hídrico Climático de un año normal (726 mm/año) y un año húmedo como lo fue el 2008, bajo un escenario de cambio climático, en el que la precipitación aumenta en un 40% y la temperatura también en 0.51°C; es decir con una precipitación de 1545 mm/año y una temperatura media anual de 15.77 °C. De este se observa que el período de excesos se aumenta de 4 a 8 meses y consecuentemente el período de déficit disminuye; teniéndose que este año bajo cambio climático respecto del año normal se incrementa el exceso de 72 mm/año a 715 mm/año, es decir aumenta del orden de 643 mm/año y el déficit disminuye

de 304 mm/año a 120 mm/año es decir disminuye en 183 mm/año; esto es claro debida al aumento de la precipitación.

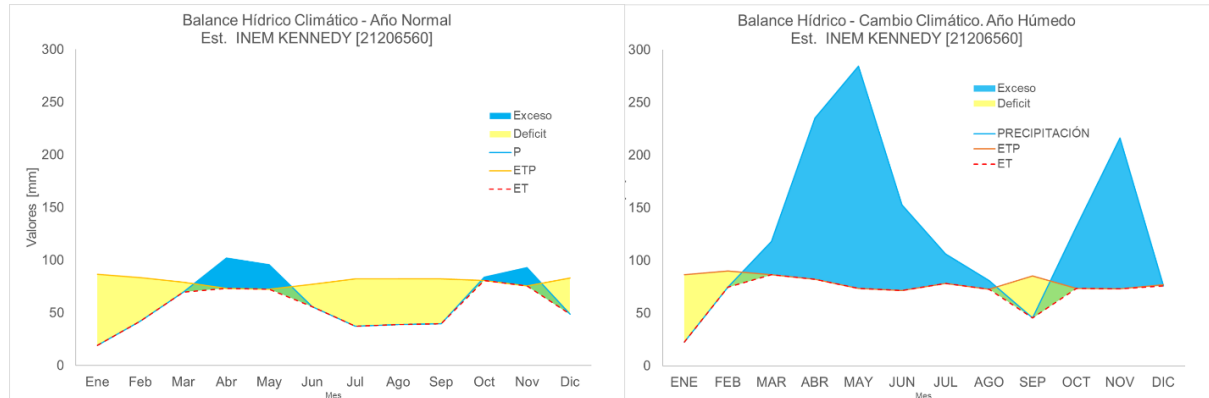


Figura 9. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año húmedo (2008) bajo un escenario de cambio climático, con DP =140% y DT = 0.51°C. Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.1.1.2.3. Escenario de cambio climático año seco

En la Figura 10 se muestra el Balance Hídrico Climático de un año normal (726 mm/año) y un año seco como lo fue el 2015, bajo un escenario de cambio climático, en el que la precipitación aumenta en un 40% y la temperatura también en 0.80°C; es decir con una precipitación de 634 mm/año y una temperatura media anual de 16.61 °C. De este se observa que el período de excesos disminuye de 4 a 1 mes y consecuentemente el período de déficit aumenta; teniéndose que este año bajo cambio climático en condición seca, respecto del año normal se disminuye el exceso de 72 mm/año a 16 mm/año, es decir disminuye del orden de 56 mm/año y el déficit aumenta de 304 mm/año a 454 mm/año es decir aumenta en 150 mm/año.

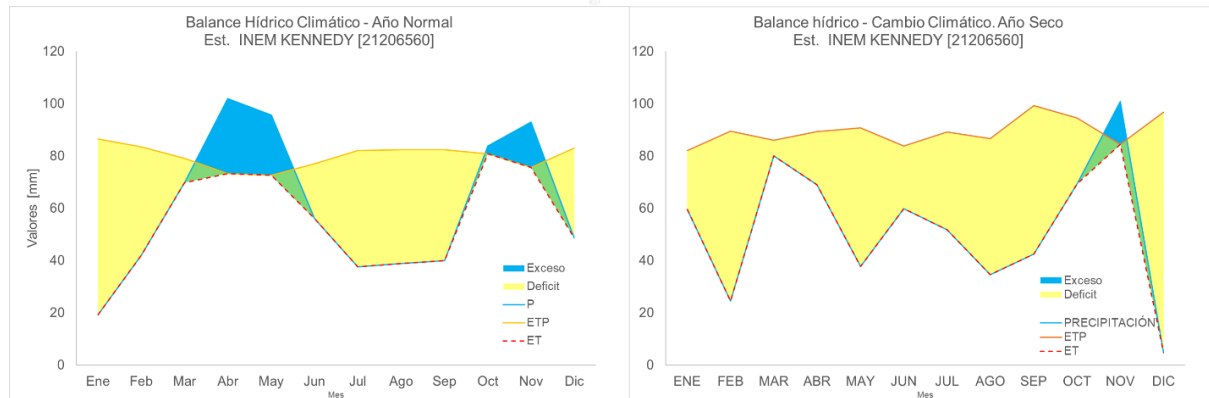


Figura 10. Variación del balance hídrico en el humedal de La Vaca para año hidrológico normal respecto de un año seco (2015) bajo un escenario de cambio climático, con $DP = 140\%$ y $DT = 0.80^{\circ}C$. Fuente: Elaboración propia.

2.1.2 Calidad de agua

La evaluación del parámetro de calidad del agua en el humedal de La Vaca se realizó teniendo en cuenta las condiciones fisicoquímicas e hidrobiológicas, buscando aprovechar la información disponible para reflejar en forma integral el estado del humedal para el año 2022.

Desde el punto de vista fisicoquímico se presenta la información obtenida sobre la calidad del agua del cuerpo de agua del humedal, con base en el análisis del Índice de Calidad del Agua desarrollado para el humedal (ICA-HUM) empleado por la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA). Desde el punto de vista hidrobiológico se presenta una aproximación basada en la bioindicación a partir del análisis en campo sobre composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas presentes.

2.1.2.1 Condiciones fisicoquímicas

Se realizó el monitoreo fisicoquímico del agua superficial en cuatro puntos del humedal (Figura 11) durante los meses de noviembre y diciembre de 2022, correspondientes a época de alta precipitación en la ciudad, (Figura 11).

El ICA-HUM señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso, establece cinco categorías de calidad y considera los parámetros de:

porcentaje de saturación de oxígeno, pH, temperatura del agua, demanda bioquímica del oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), conductividad, fósforo y nitrógeno totales de Kjeldahl (NTK). En la Tabla 3, se muestra la clasificación de la calidad del agua que varía de 0 a 1, según el índice.

Tabla 3. Categorías para la evaluación de resultados de ICA-HUM

Calidad	Valor WQI	Definición
Excelente	$0,8065 < \text{ICA-HUM} < 1$	El agua no presenta contaminación, las condiciones son altamente favorables para el ecosistema
Buena	$0,6933 < \text{ICA-HUM} < 0,8064$	El agua satisface el uso para conservación de fauna y flora, presenta niveles contaminación bajos.
Aceptable	$0,6038 < \text{ICA-HUM} < 0,6932$	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.
Mala	$0,4923 < \text{ICA-HUM} < 0,6037$	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 Mala	$0 < \text{ICA-HUM} < 0,4922$	El agua presenta niveles de contaminación alta y muestra condiciones que no son favorables para la vida acuática.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados del muestreo fueron presentados mediante informe en enero de 2023, a partir de los cuales se realizó el cálculo del índice ICA-HUM para el humedal de La Vaca, incluyendo los resultados de los monitoreos realizados en 2017, 2019 y 2020. Los valores de este índice han variado espacial y temporalmente de manera importante, registrando desde una condición de muy mala calidad en el sector Vaca sur en el año 2020 hasta buena calidad en el sector de la Mira en el presente muestreo. De otra parte, es importante notar, que los valores de este índice de calidad obtenidos en el presente muestreo han sido los mayores entre los registros de los cuatro muestreos. Estas variaciones espaciales y temporales de la calidad del agua están relacionadas con la incorporación de carga orgánica y contaminantes por las diferentes

conexiones erradas y legales que ingresan al humedal y la capacidad depuradora del sistema, ver Figura 12 .

El índice ICA - HUM 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). Para el ICA-HUM del año 2022 se logra evidenciar la implementación de los planes de acción (Monitoreo y evaluación periódica de los aspectos fisicoquímicos e hidrobiológicos del humedal y sus afluentes e identificación y control de conexiones erradas de la cuenca aferente del área protegida del humedal y control de vertimientos superficiales ilegales), de tal manera logrando mejorar los parámetros usados para el cálculo del ICA-HUM y cumplir con la Resolución 3964 de 2019 “Objetivos de calidad del agua. Parámetros fisicoquímicos propuestos para evaluar la preservación de fauna y flora en los PEDH”. Donde a pesar de existir la presencia de aguas residuales en el cuerpo de agua del humedal se analiza una disminución de las mismas a través de los años y logrando mejorar la calidad del agua del punto Vaca-Sur una mejora notable de estar en Mala y muy Mala a Buena en el año 2022 y en los tres puntos restantes una mejora significativa pero manteniéndose en Buena, indicando que los planes de acción propuestos están mejorando las propiedades del agua actualmente y a futuro pero deben reforzarse para ser más notorios.

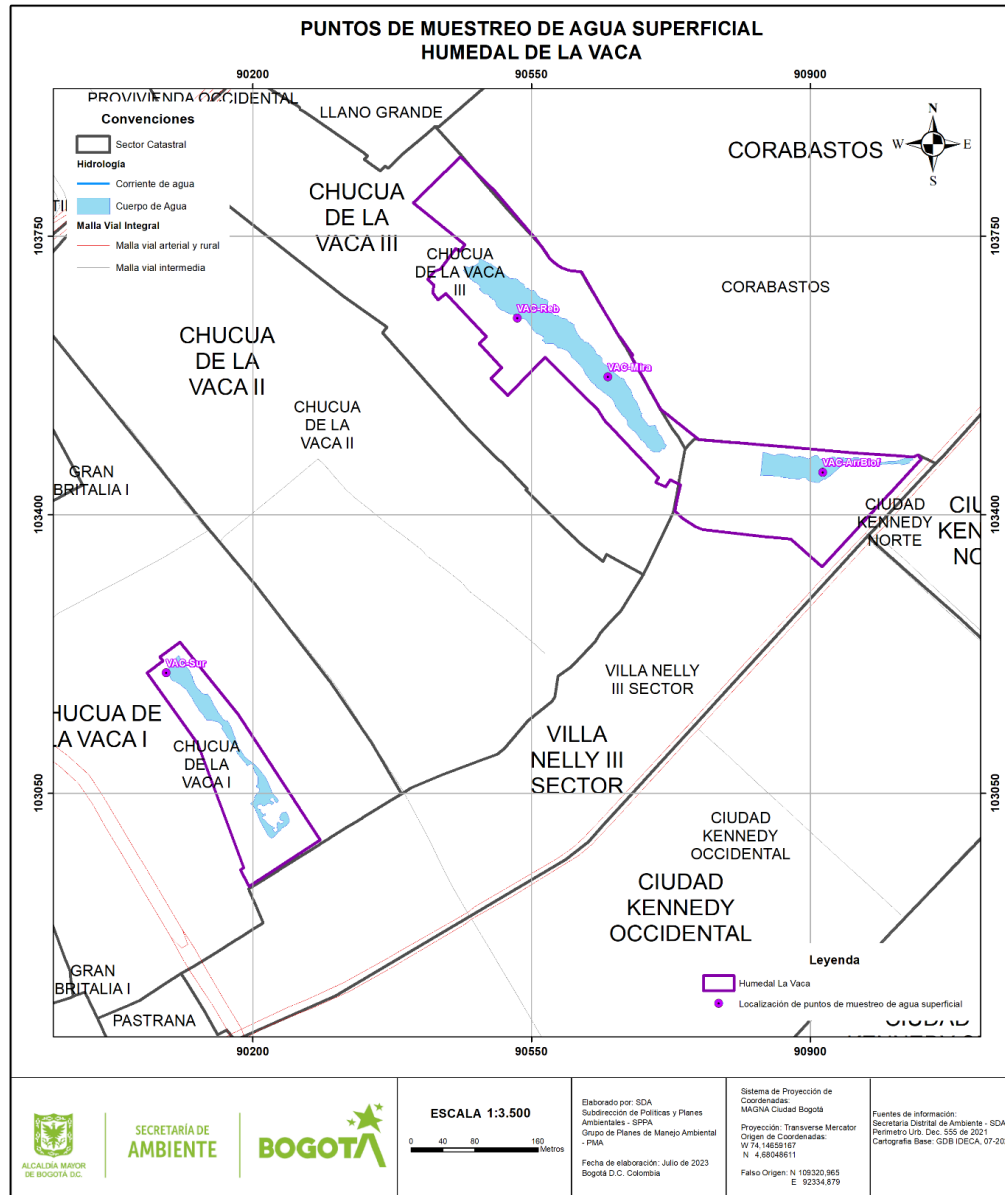


Figura 11. Ubicación puntos de monitoreo de calidad del agua en el humedal de La Vaca.

Fuente: Elaboración propia.

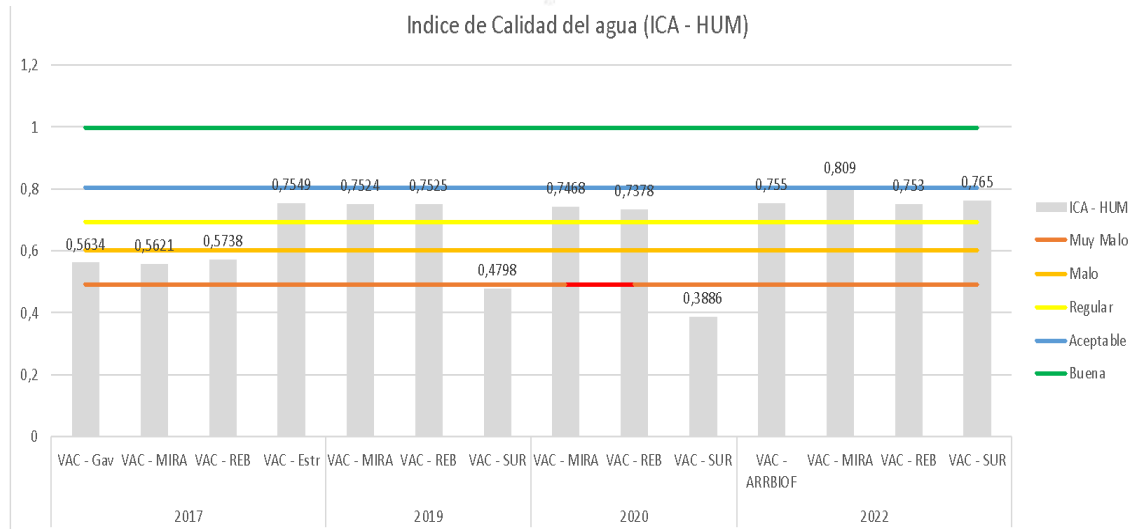


Figura 12. Registro histórico ICA. Fuente: Elaboración propia.

La variación del índice ICA – HUM en los tres puntos analizados para Vaca - Norte se ven afectados por varios aspectos, donde el punto VAC - ARRBIOF presenta un valor de calidad del agua bueno 0,755 el cual recibe las agua del Colector CL 36 Sur, el cual abastece todo el cuerpo de agua del humedal, en el punto VAC – MIRA se encuentra justo después del biofiltro logrando disminuir los parámetros y aumentar su calidad del agua llegando a ser excelente con un ICA – HUM de 0,809 y por último el punto VAC – REB se mantiene con una calidad de agua buena y un ICA – HUM de 0,752 y levemente afectado por aumento en DQO y solidos suspendidos dando como un objetivo primordial el control de conexiones erradas y control de vertimientos superficiales ilegales a canales pluviales para de esta manera lograr el mejoramiento de la Calidad del agua del humedal.

El análisis de componentes principales elaborado con los resultados de la caracterización fisicoquímica permite explicar el 42% de la varianza de datos mediante el primer componente y el 35% a través del segundo componente, que de acuerdo con lo indicado por (Ramírez C. A., 1999), el 77% a través de los dos primeros componentes es aceptable (Figura 13).

En el extremo positivo del componente 1 se ubica el punto de muestreo en Vaca sur, mientras que sobre costado negativo de este componente se encuentran los tres puntos de muestreo del sector norte del humedal. Esta separación de Vaca sur obedece a la mayor concentración de las

variables correlacionadas positivamente con el componente, en este caso las variables de proporcionalidad constante definidas por (Margalef, 1983), conductividad eléctrica, dureza total, y alcalinidad, así como elementos en suspensión medidos a través de los sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y turbiedad. Así mismo, la separación de Vaca sur refleja las menores concentraciones de las variables correlacionadas negativamente con este componente tales como coliformes totales, oxígeno disuelto, nitritos y clorofila a.

A través del componente 2 se observa la separación del punto localizado aguas arriba del biofiltro en relación con los otros dos puntos (Rebose y Mira) ubicadas aguas abajo, diferencias que pueden ser atribuidas en parte al efecto del biofiltro sobre la composición de las aguas del humedal. Así en este punto se obtuvieron las mayores concentraciones de coliformes termo tolerantes, *Escherichia coli*, hidrocarburos, nitrógeno amoniacal, NKT, sulfatos y surfactantes, todas variables relacionadas con fuentes de contaminación por aguas residuales tanto domésticas como industriales. Los puntos Mira y Rebose presentaron concentraciones de oxígeno bastante elevadas cuyos valores de saturación son de 146 y 220% respectivamente. El punto Mira se separó de Rebose debido a su mayor concentración de nitritos y coliformes totales mientras que Rebose por el oxígeno disuelto y la clorofila a.

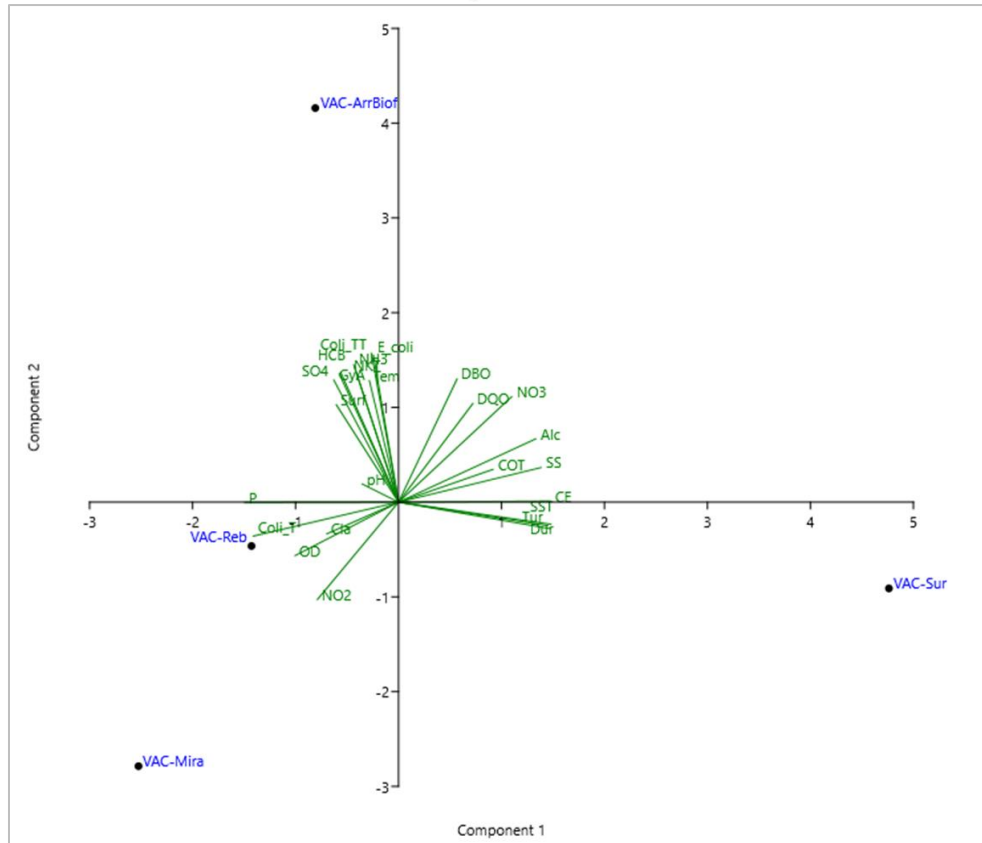


Figura 13. Análisis de componentes principales para las variables fisicoquímicas del agua en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

2.1.1.1 Parámetros hidrobiológicos

Las comunidades bióticas acuáticas se determinan 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. 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, presentando el análisis de la información de las 4 comunidades que son fitoplancton perifiton, zooplancton y macroinvertebrados.

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 4.

Tabla 4. Descripciones índices ecológicos

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) citado en Moreno (2010)
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.

Si bien se esperan tendencias de cambio de estos indicadores de diversidad a través del tiempo que reflejen las acciones o gestiones de manejo que se han venido implementando en el humedal, es posible que la incidencia de estas acciones no se refleje de manera instantánea o sincrónica con las comunidades hidrobiológicas, debido a los tiempos generacionales y sucesionales de las comunidades, dado que seguimientos o monitoreos anuales, si bien dan indicios acerca de las condiciones ecológicas del ecosistema, estos no incluyen la información de las veces que la comunidades planctónicas o perifíticas pudieron alcanzar condiciones cercanas al clímax o *steady-state* en el humedal (Izaguirre, y otros, 2012) o elementos disturbantes cercanos a la fecha del muestreo, que provocaron arrastre, barrido o remoción de los sustratos para los

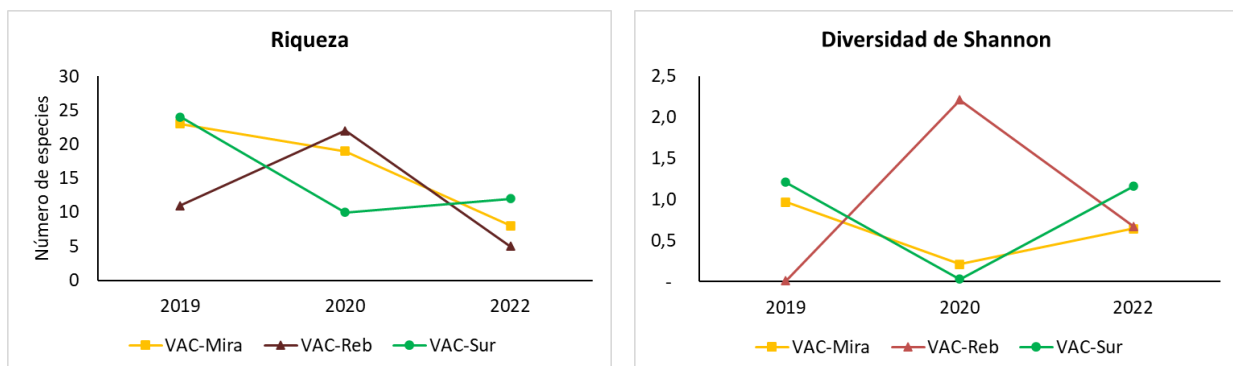
macroinvertebrados, fenómeno descrito como disturbio intermedio inicialmente para el fitoplancton (Carvajal-Chitty, 1993) y ya observado en otros humedales someros para macroinvertebrados (Mesa, 2010).

Es así como (Magurran, 2004) afirma, que, si bien estos indicadores de diversidad son herramientas importantes para inferir condiciones ecológicas de los ecosistemas estudiados, estos deben ser analizados de manera integral con otros elementos biológicos y ecológicos, pues elementos disturbantes importantes pueden conducir al incremento numérico de la diversidad, aunque realmente no se esté dando un incremento biológico de esta.

Otros aspectos ajenos a los propios aspectos biológicos y ecológicos mencionados causantes de estas variaciones en las diversidades de las comunidades, pueden estar relacionados con muestreos en diferentes periodos hidrológicos o en diferentes estaciones o puntos de colecta del material biológico, que también pueden incidir en la composición y abundancia de las especies de las comunidades hidrobiológicas.

2.1.1.2.4. Fitoplancton

La diversidad de Shannon fue baja en todos los puntos de muestreo del humedal, con valores desde 0,64 en la Mira hasta 1,16 en Vaca sur, valores que representan entre el 31% y 63% de la diversidad máxima probable según el índice de equidad de Pielou. Estos valores son semejantes a los reportados para el fitoplancton de otros humedales de Bogotá como Jaboque, Guaymaral y Meridor pero menores a los reportados para el humedal de Tibanica (Malagón, 2017) (Figura 14).



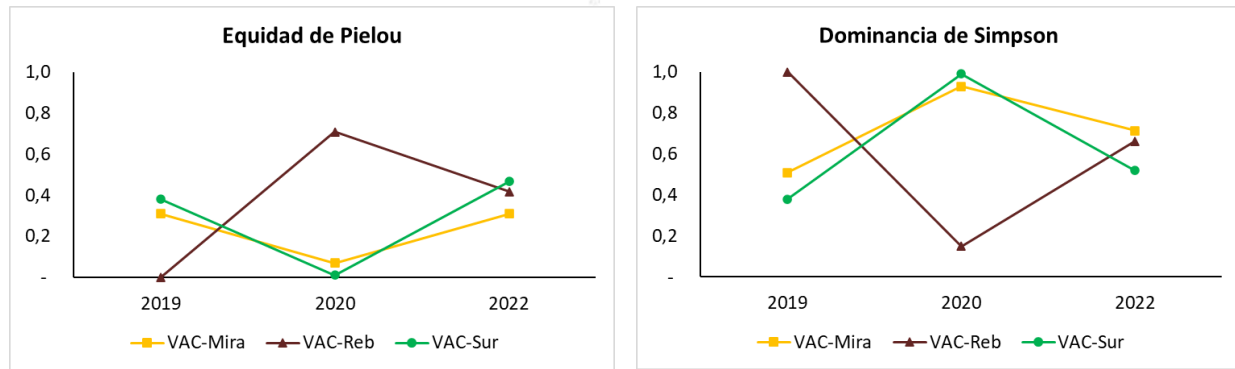


Figura 14. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el fitoplancton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez, y otros, 2021).

Los bajos valores de diversidad, obedecen de una parte a la baja riqueza de especies, pero principalmente a la irregular distribución de las abundancias algales, es así como en el sector Vaca sur aunque se alcanzó la mayor diversidad y riqueza de especies no se obtuvo la mayor equidad, pues una sola especie (*Fragilaria crotonensis*) aportó el 77% de la abundancia total en este punto, lo que se reflejó en su elevado valor de Dominancia de 0,52.

Así mismo los puntos localizados en la Mira y el Rebose, que presentaron bajas diversidades de Shannon (0,64 y 0,67), bajos valores de equidad de Pielou (0,31 y 0,42) y elevados valores de dominancia de Simpson (0,71 y 0,66), presentaron una sola especie (*Lepocinclis* sp.1) con abundancias relativas del 84% y 80%.

Situación contraria a la del punto Aguas arriba del biofiltro, en donde se alcanzó la mayor equidad de Pielou (0,63) y la menor dominancia (0,45) con presencia de solamente cuatro especies de algas, dos de estas (*Lepocinclis* sp.1 y *Lepocinclis* sp.2) tuvieron abundancias relativas de 45% y 50%.

De los tres puntos de muestreo para los que se cuenta con información histórica en este humedal (Ramírez, y otros, 2021), la Mira en el sector norte y Vaca sur mostraron una tendencia de variación muy semejante de las variables de diversidad del fitoplancton, con reducción en la riqueza de especies desde el año 2020 hasta el 2022, mínimos valores de diversidad de Shannon y equidad de Pielou en el año 2020 con incremento en 2022, y por supuesto la dominancia de

Simpson con la tendencia contraria, con máximos valores en el año 2020 y reducción en el año 2022 con valores cercanos a los obtenidos en 2021.

El sector del Rebose mostró la tendencia contraria a través del tiempo, con máxima riqueza de especies, diversidad de Shannon y equidad de Pielou en el año 2020 y valores menores y similares en los años 2019 y 2022, mientras que la dominancia de Simpson presentó su menor valor en 2020 y el máximo en el 2019 (Figura 14).

Con excepción del punto localizado en el Rebose en el año 2020 cuando alcanzó un nivel de diversidad media, en los demás muestreos la diversidad de fitoplancton es baja, siguiendo los criterios indicados en la Tabla 4. De otra parte, todos los muestreos en la Mira están reflejando aguas intensamente contaminadas, así como el muestreo de 2020 en Vaca sur y los muestreos del Rebose en 2019 y el presente muestreo, mientras que para los otros tres muestreos este índice está reflejando condiciones de ligera contaminación.

Para evaluar las similitudes entre los puntos de muestreo y sus taxocenosis correspondientes, se aplicó el índice de Bray Curtis (1957) transformado a similaridad cuya escala va de la menor similaridad (0) a la mayor similaridad (1), debido a que utiliza las abundancias relativas de los taxones, reduciendo así el sesgo que generan las especies abundantes como ocurre en el fitoplancton de este humedal (Ramírez C. A., 1999) (Moreno C. , 2001). Para la expresión gráfica de estos índices de similaridad, se construyeron dendrogramas mediante el método de ligamiento promedio a través del programa PaST (Hammer, 2022).

En la Figura 15 se observa la separación que hay entre el punto de muestreo de Vaca sur en relación con los tres puntos de muestreo del sector norte del humedal, con similaridad inferior al 15%. Este punto de muestreo está caracterizado por las especies del grupo A, cuya presencia fue exclusiva de Vaca sur. En este grupo de especies de izquierda a derecha se observa la separación de *Fragilaria crotonensis*, que alcanzó el 71% de la abundancia. Sigue el grupo de *Synedra* sp.1 y *Trachelomonas* sp.2 con abundancias relativas menores al 1%, *Euglena* sp.2 y *Peridinium* sp.1 con abundancias relativas del 1% y *Selenastrum* sp1. *Kirschneriella* sp.1 cuyas abundancias relativas fueron de 1-2%.

El punto de muestreo Vaca sur es diferente de los otros tres puntos de muestreo del sector norte por su mayor concentración de las variables de proporcionalidad constante definidas por (Margalef, 1983), es decir conductividad eléctrica, dureza total, y alcalinidad, así como elementos en suspensión medidos a través de los sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y turbiedad. Así mismo, Vaca sur fue el punto con las menores concentraciones de coliformes totales, oxígeno disuelto, nitritos y clorofila a.

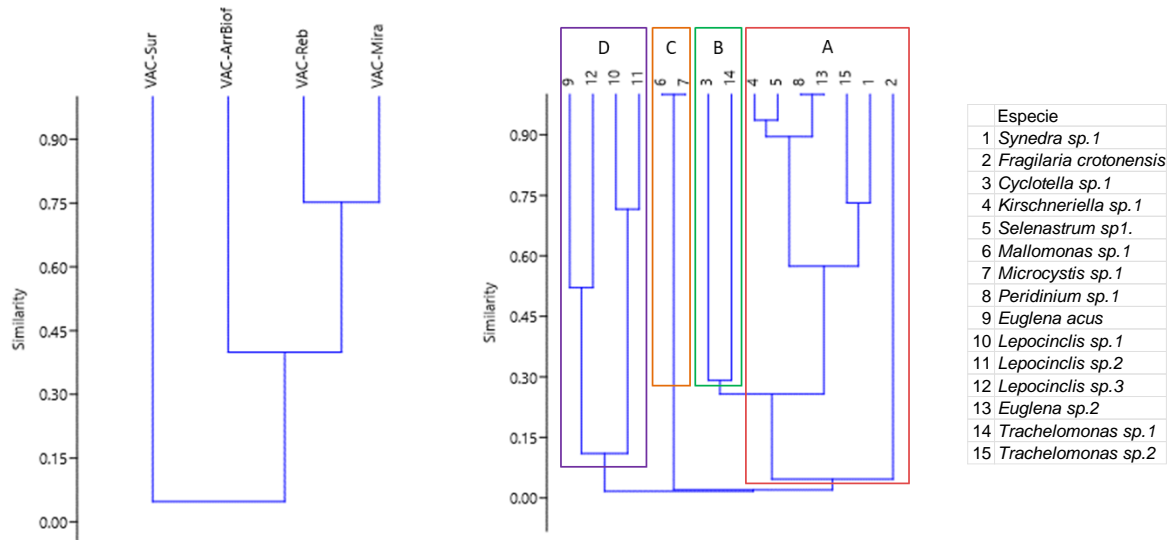


Figura 15. Dendrograma de similitud entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del fitoplancton en el humedal de La vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

En el sector norte del humedal, los sitios de muestreo con mayor afinidad o similitud según las abundancias de las especies del fitoplancton fueron Rebose y Mira con similitud del 75%, y luego el punto Aguas arriba del biofiltro que tuvo una similitud cercana al 40% con los otros dos puntos de muestreo. Estas diferencias relacionadas con las abundancias del fitoplancton también corresponden con las características fisicoquímicas de estos tres puntos de muestreo del sector norte, siendo clara la diferencia en el punto aguas arriba del biofiltro con mayores concentraciones de coliformes termo tolerantes, *Escherichia coli*, hidrocarburos, nitrógeno amoniacal, NKT, sulfatos y surfactantes, todas variables relacionadas con fuentes de contaminación por aguas residuales tanto domésticas como industriales.

El grupo B ubica a *Cyclotella* sp.1 *Trachelomonas* sp.1 con abundancias relativas desde 6% a menos de 1% ausentes solamente Aguas arriba del biofiltro y *Cyclotella* sp.1 también ausente en el Rebose.

El grupo C (*Mallomonas* sp.1 y *Microcystis* sp.1) corresponde a la pareja de especies exclusiva de la Mira, cuyas abundancias relativas fueron menores al 1%.

En el grupo D se ubicaron las especies de mayor ubicuidad y abundancia en el presente muestreo. Esta la pareja de *Lepocinclis* sp.1 y *Lepocinclis* sp.2 con las mayores abundancias relativas de todo el muestreo, y *Euglena acus* y *Lepocinclis* sp.3 con abundancias relativas menores al 5%.

2.1.1.2.5. Zooplancton

En el sector norte del humedal de La Vaca se obtuvieron diversidades de Shannon entre 0,8 y 1,72, con incremento desde Aguas arriba del biofiltro hasta el Rebose, mismo incremento observado en la riqueza de especies y contrario a la reducción de las abundancias (Figura 16). Estos valores de diversidad representan del 58 al 72% de la diversidad máxima probable según el índice de equidad de Pielou.

Para Vaca sur se obtuvo una diversidad de Shannon de 0,8, que corresponde al 73% de la diversidad máxima probable (1,1) debido a la presencia de solamente tres especies en este punto de muestreo.

Los indicadores de diversidad del zooplancton en Vaca sur han tenido patrones de variación temporal diferentes a los otros puntos del humedal, con evidente descenso en la riqueza de especies desde el año 2019 hasta el 2022, aunque con incremento en la homogeneidad de distribución de abundancias, de manera que el índice de dominancia de Simpson ha disminuido y en consecuencia el de diversidad de Shannon ha aumentado (Figura 16).

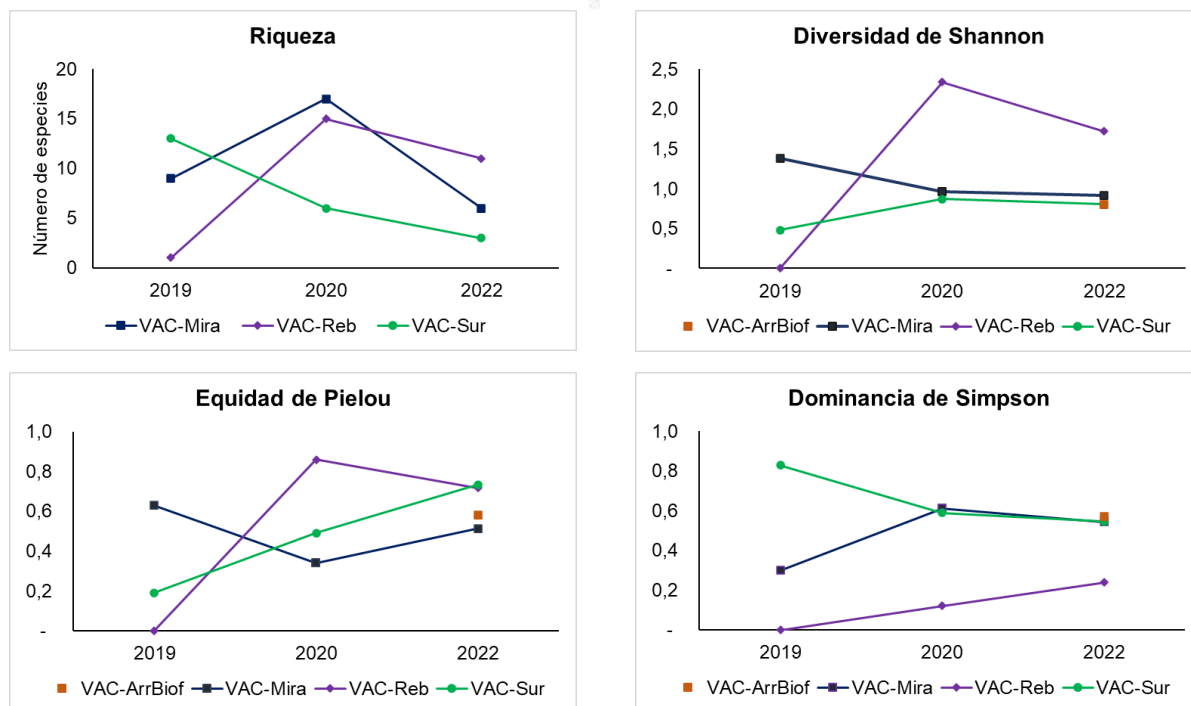


Figura 16. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el zooplancton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez, y otros, 2021).

Los sitios Mira y Rebose han tenido comportamiento similar en el tiempo, para la riqueza de especies incremento del año 2019 al 2020 cuando tomaron el máximo valor y posterior reducción en el año 2022, contrario al índice de equidad de Pielou, que disminuyó del año 2019 al 2020 cuando tuvo su menor valor, y luego incrementó en el año 2022. La Diversidad de Shannon disminuyó desde el año 2019 hasta el 2022 en la Mira, mientras que en el Rebose aumentó en el año 2020 para disminuir nuevamente en el año 2022.

Con excepción de El Rebose en el año 2020 cuando se obtuvo la mayor diversidad, los demás registros inferiores a 2 indican diversidad baja para el zooplancton. De otra parte, solamente en Rebose para el año 2020 y el presente muestreo, así como la Mira en el 2019 se obtuvieron diversidades que reflejan condiciones de aguas ligeramente contaminadas, mientras que los otros muestreos están indicando aguas de intensa contaminación.

En la Figura 17 se muestran los dendrogramas entre estaciones y morfoespecies del zooplancton. Así como ocurrió con el fitoplancton, el zooplancton separa el punto de muestreo de Vaca sur de los tres puntos de muestreo del sector norte con, con similitud inferior al 5%, que como ya se comentó, este punto difiere de los tres puntos del sector norte por su mayor valoración de conductividad eléctrica, dureza total, y alcalinidad, variables definidas por (Margalef, 1983), como de proporcionalidad constante debido a su origen litológico, así como elementos en suspensión medidos a través de los sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y turbiedad, asociados con procesos erosivos superficiales. Así mismo, Vaca sur fue el punto con las menores concentraciones de coliformes totales, oxígeno disuelto, nitritos y clorofila a.

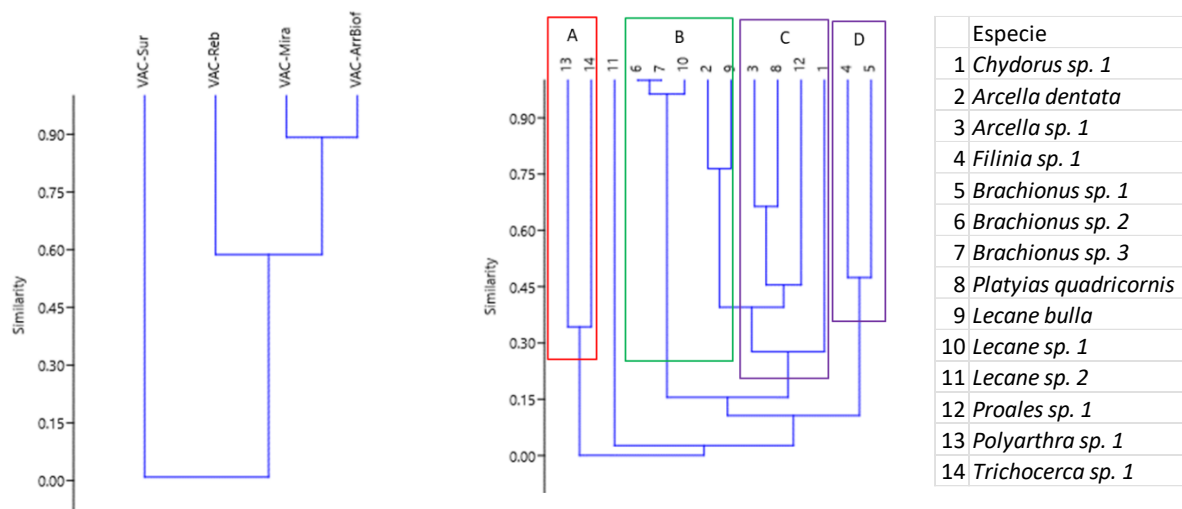


Figura 17. Dendrograma de similitud entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del zooplancton en el humedal de La vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

El dendrograma de especies separó a *Polyarthra sp. 1* y *Trichocerca sp. 1* (grupo A) como especies exclusivas de Vaca sur con elevadas abundancias relativas de 15% y 71% respectivamente, el resto de los taxones, con excepción de *Polyarthra sp.1* están ausentes en Vaca Sur. En tal sentido, estas especies de zooplancton podrían ser buenas candidatas como indicadores de condiciones extremas en humedales de Bogotá.

El grupo B está conformado por especies exclusivas del Rebose, estando *Brachionus* sp. 2, *Brachionus* sp. 3 y *Lecane* sp. 1 con abundancias relativas del 1% y *Arcella dentata* y *Lecane bulla* con abundancias relativas de 3-4%.

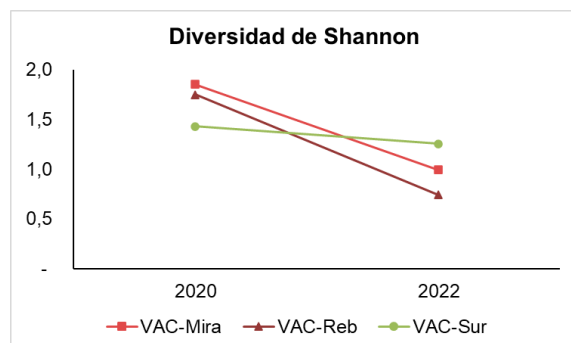
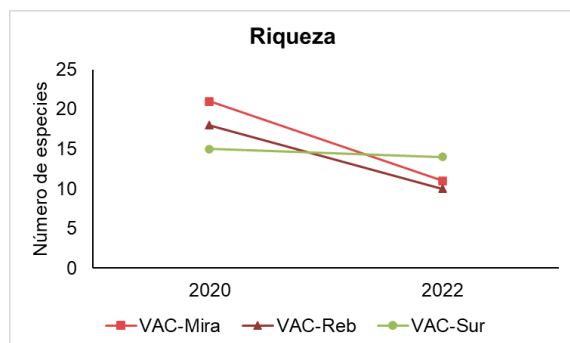
Entre los grupos A y B se encuentra *Lecane* sp. 2, que es la única especie exclusiva del sitio Mira en el sector norte del humedal.

El grupo C, incluye las especies presentes en el sector norte del humedal (*Arcella* sp. 1, *Platylas quadricornis*, *Proales* sp. 1, *Chydorus* sp. 1) con abundancias relativas menores al 12%.

Finalmente, en el grupo D esta *Brachionus* sp. 1 presente en todos los puntos, pero con abundancias relativas del 71 y 73% en la Mira y Rebose y *Filinia* sp. 1, ausente en Vaca sur y también con abundancias parecidas en Mira (17%) y Rebose (19%), lo que genera la similaridad cercana al 90% de estos dos puntos de muestreo. El hecho de estar ausente solamente en Vaca sur hace pensar que esta especie también puede ser buen candidata como indicadora de calidad en los humedales de Bogotá.

2.1.1.2.6. Perifiton

La diversidad de Shannon fue baja, con valores entre 0,41 y 1,25), cuyo patrón de variación espacial fue correspondiente con el de la riqueza de especies, con mínimo valor Aguas arriba del biofiltro y máximo en el sector Vaca sur. Estos valores de diversidad son bastante bajos, teniendo en cuenta el índice de equidad de Pielou, que los considera entre el 23% y 47% de la diversidad máxima probable según el número de especies presentes (



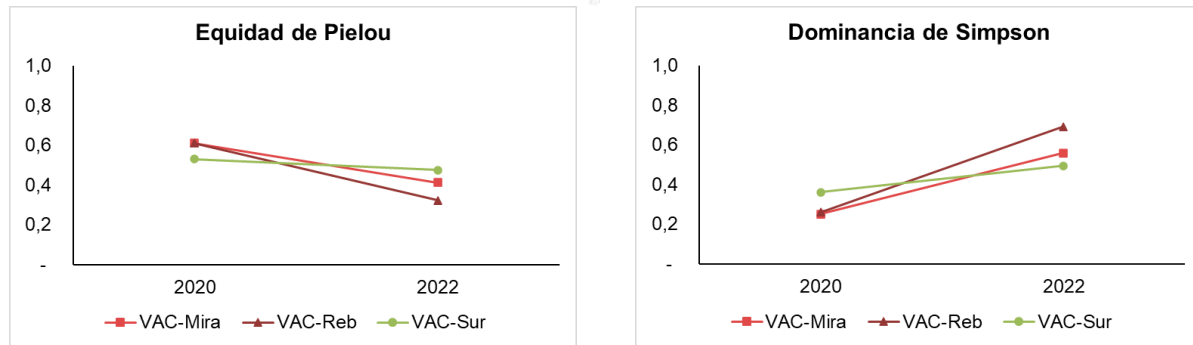


Figura 18. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el perifiton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información del año 2020 tomada de (Ramírez et al, 2021).

La diversidad de Shannon fue baja, con valores entre 0,41 y 1,25, cuyo patrón de variación espacial fue correspondiente con el de la riqueza de especies, con mínimo valor Aguas arriba del biofiltro y máximo en el sector Vaca sur. Estos valores de diversidad son bastante bajos, teniendo en cuenta el índice de equidad de Pielou, que los considera entre el 23% y 47% de la diversidad máxima probable según el número de especies presentes.

Para la comunidad de perifiton del humedal de La Vaca solo se cuenta con información para el año 2020, encontrando que para el presente muestreo los índices de diversidad de Shannon, equidad de Pielou y riqueza de especies fueron menores que lo reportado por (Ramírez y otros, 2021) para el año 2020, y de manera correspondiente los índices de dominancia de Simpson fueron mayores.

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 4, todos los registros de diversidad del perifiton en el humedal son bajos. De otra parte, solamente el Rebose y la Mira del presente muestreo están indicando aguas de intensa contaminación, mientras que los demás registros reflejan aguas ligeramente contaminadas.

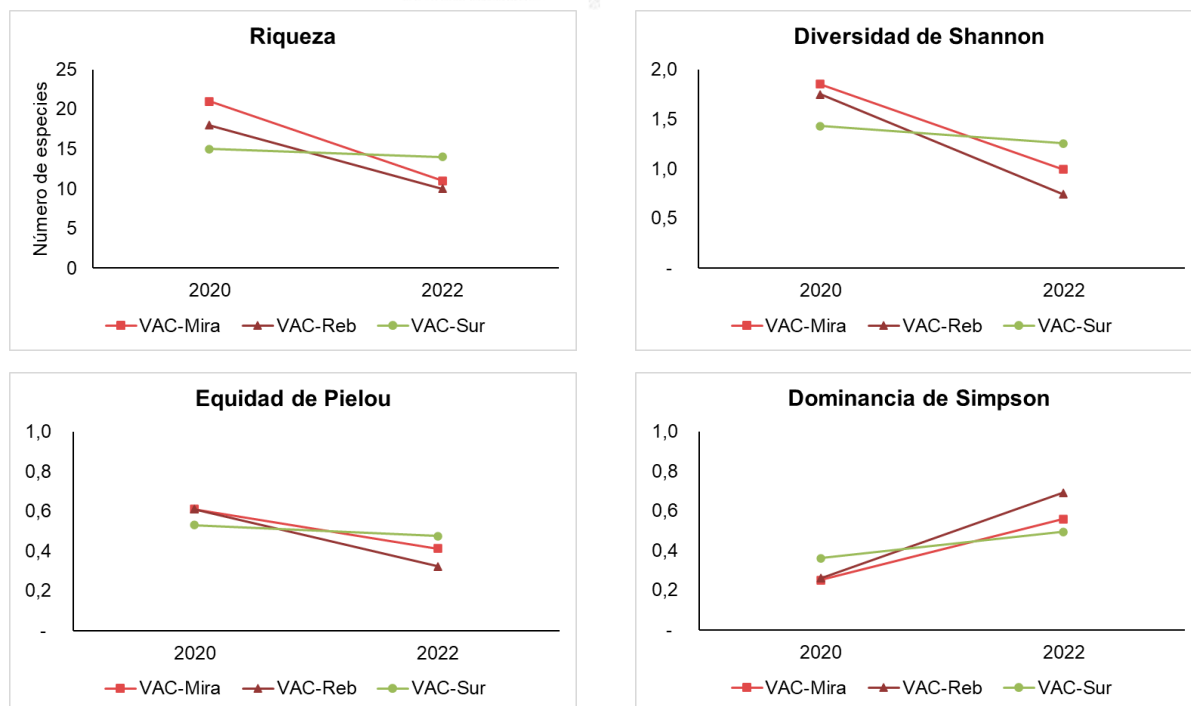


Figura 18. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para el perifiton en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información del año 2020 tomada de (Ramírez et al, 2021).

Para evaluar las similitudes entre los puntos de muestreo y sus taxocenosis correspondientes, se aplicó el índice Morisita – Horn, debido a que para esta comunidad las diferencias en abundancias entre especies no son tan grandes como las observadas en el plancton, cuya escala va de la menor similitud (0) a la mayor similitud (1) (Ramírez A. , 1999) (Moreno C. , 2001). Para la expresión gráfica de estos índices de similitud se construyeron dendrogramas mediante el método de ligamiento promedio a través del programa PaST (Hammer, 2022).

En la Figura 19 se presenta el dendrograma entre puntos de muestreo y morfoespecies de algas del perifiton. Así como ocurrió para los ensambles del plancton, en el perifiton el sitio de muestreo en Vaca sur se separa de los tres puntos de muestreo del sector norte del humedal, cuya similitud es menor al 10% y los tres puntos del sector norte con similitud superior al 95%.

Vaca sur esta caracterizado por la presencia exclusiva de las especies del grupo B (*Dolichospermum* sp.1, *Cyclotella* sp.1, *Synedra* sp., *Ephitemia* sp.1, *Fragilaria crotonensis*, *Scenedesmus* sp.1, *Zygnema* sp.1) con abundancias relativas de 1-3%, con excepción de *F.*

crotonensis que alcanzó el 69%. La exclusividad de estas especies en Vaca sur podría estar relacionado con las características fisicoquímicas de este punto de muestreo con mayor concentración de las variables de proporcionalidad constante definidas por (Margalef, 1983), es decir conductividad eléctrica, dureza total, y alcalinidad, así como elementos en suspensión medidos a través de los sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y turbiedad. Así mismo, Vaca sur fue el punto con las menores concentraciones de coliformes totales, oxígeno disuelto, nitritos y clorofila a.

A este grupo de especies se une con similaridad cercana al 80% la pareja de especies formada por *Oscillatoria* sp.1 y *Oscillatoria* sp.3 (grupo C), con abundancias menores al 15% y ausentes Aguas arriba del biofiltro. Como ya se comentó, el punto localizado aguas arriba del biofiltro presentó las mayores concentraciones de coliformes termo tolerantes, *Escherichia coli*, hidrocarburos, nitrógeno amoniacal, NKT, sulfatos y surfactantes, todas variables relacionadas con fuentes de contaminación por aguas residuales tanto domésticas como industriales, de manera que estas especies podrían estar expresando sensibilidad a estas condiciones y así ser buenas candidatas como indicadoras de calidad en humedales de Bogotá.

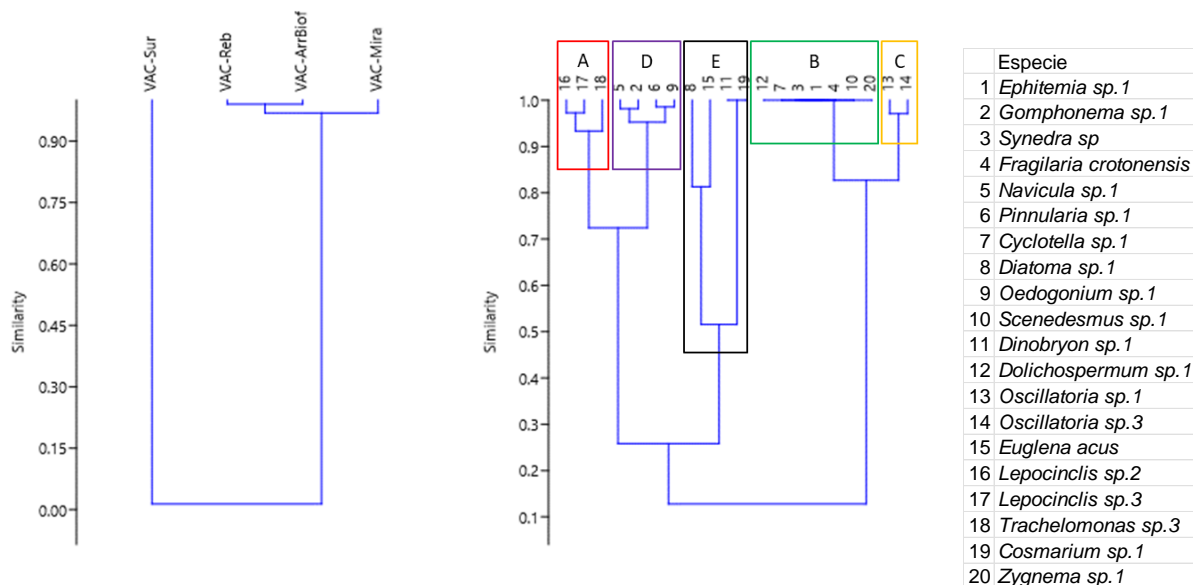


Figura 19. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias del perifiton en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

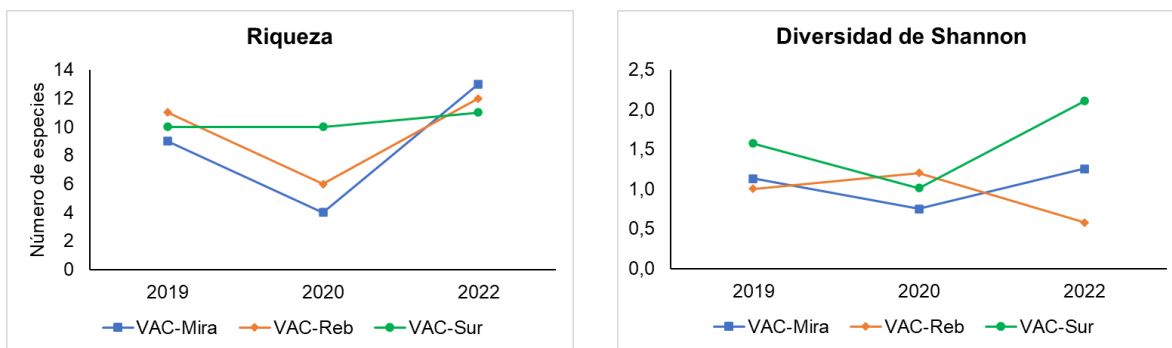
Del otro lado está el grupo D donde se encuentran *Navicula* sp.1 y *Gomphonema* sp.1 con ubicuidad casi total en los cuatro puntos con abundancias relativas menores a 8%, *Oedogonium* sp.1 presente solo en Vaca sur y Rebose con abundancias relativas menores al 3% y *Pinnularia* sp.1, presente solo en Rebose, también con baja abundancia. Este se une al grupo A con similaridad del 70%, conformado por la pareja de *Lepocinclis* sp.2, presente en los cuatro puntos con abundancias menores al 5% y *Lepocinclis* sp.3, también con bajas abundancias y ausente en Vaca sur, y *Trachelomonas* sp.3 con las mayores abundancias relativas (73-91%) que también estuvo ausente en Vaca sur.

A estos dos grupos se une el grupo E cuyas especies presentaron abundancias relativas menores al 1%, conformado por *Euglena acus* presente en todos los puntos, *Diatoma* sp.1 presente solo Aguas arriba del biofiltro y La Mira, así como la pareja de *Dinobryon* sp.1 y *Cosmarium* sp.1 presentes solo en la Mira.

2.1.1.2.7. Macroinvertebrados asociados a macrófitas

Hubo muy poca diferencia entre las riquezas de morfoespecies entre los cuatro puntos de muestreo, sin embargo, la diversidad de Shannon si fue bastante diferente, particularmente en Vaca sur donde alcanzó 2,1, mientras que en el sector norte estuvo entre 0,58 en el Rebose y 1,3 en la Mira, valores que apenas representan el 23% y 49% de la diversidad máxima probable según el índice de equidad de Pileou, mientras que en Vaca sur su diversidad corresponde al 88 % del máximo probable. Correspondiente con esto, el índice de dominancia de Simpson en el sector norte del humedal estuvo entre 0,37 y 0,73, mientras que en Vaca sur fue de 0,16 (Figura 20).

En la Mira del sector norte, para el año 2020 se obtuvieron los menores registros de riqueza de especies (4 especies) y diversidad de Shannon (0,75) en relación con los registros de los años 2019 y 2022, mientras que en el Rebose la diversidad de Shannon (1,2) y equidad de Pielou (0,67) fue mayor en el año 2020 en relación con los otros dos registros y de manera consistente para ese año la dominancia fue la menor (0,38). En Vaca sur, la riqueza se mantuvo entre 10 y 11 especies los tres años, mientras que la diversidad de Shannon (1,01) y equidad de Pielou (0,54) fueron menores en el año 2020, como ocurrió en el Rebose, y así mismo para ese año se obtuvo la mayor dominancia con 0,5 (Figura 20).



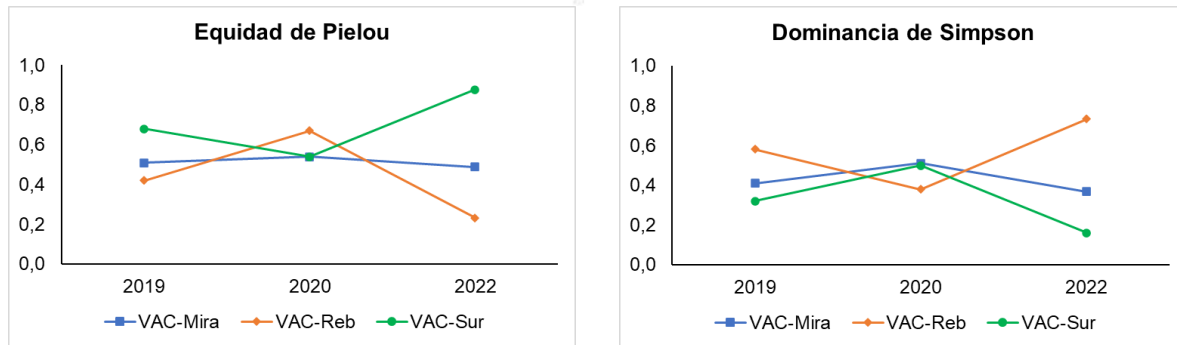


Figura 20. Variación espacial y temporal de los índices de diversidad para los macroinvertebrados en el humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia. Información de los años 2019 y 2020 tomada de (Ramírez et al, 2021).

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 4, solamente Vaca sur en el presente muestreo presentó diversidad media, en los demás registros los valores fueron inferiores a 2 indicando baja diversidad. De otra parte, solamente en dos registros (Mira en 2020 y Rebose en el presente muestreo) la comunidad de macroinvertebrados reflejó condiciones de intensa contaminación de las aguas, en los demás registros la diversidad está indicando aguas ligeramente contaminadas. Para evaluar las similitudes entre los puntos de muestreo y sus taxocenosis correspondientes, se aplicó el índice Morisita – Horn, debido a que para esta comunidad, así como en el perifiton, las diferencias en abundancias entre taxones no son tan grandes como las observadas en el plancton, cuya escala va de la menor similaridad (0) a la mayor similaridad (1) (Ramírez A. , 1999) (Moreno C. , 2001). Para la expresión gráfica de estos índices de similaridad se construyeron dendrogramas mediante el método de ligamiento promedio a través del programa PaST (Hammer, 2022).

El dendrograma elaborado para el ensamble de macroinvertebrados también mostró la separación de Vaca sur en relación con los tres puntos de muestreo del sector norte, con similaridad inferior al 30%, incidiendo también sobre la composición y abundancia de esta comunidad las claras diferencias en sus características fisicoquímicas con mayor valoración de las variables de proporcionalidad constante (conductividad eléctrica, dureza total y alcalinidad) definidas por (Margalef, 1983), así como elementos asociados con la erosión superficial sólidos suspendidos, sólidos sedimentables y turbiedad.

De otra parte, en el sector norte, ubicó con mayor similaridad (95%) el Rebose y Aguas arriba del biofiltro y luego la Mira con similaridad cercana al 75% (Figura 21).

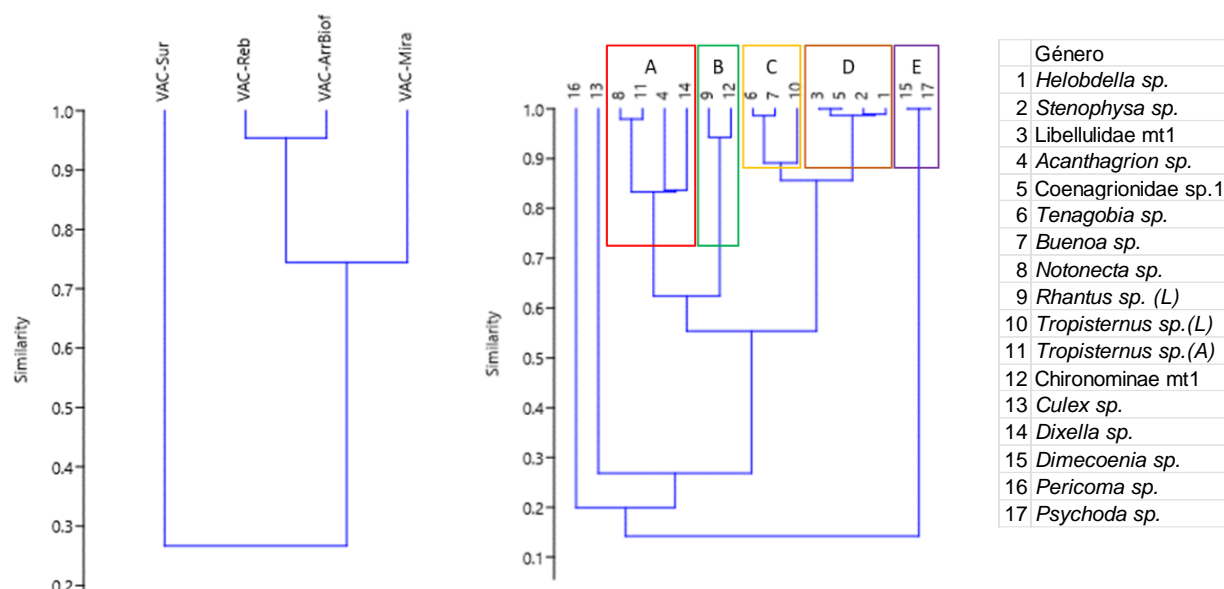


Figura 21. Dendrograma de similaridad entre puntos de muestreo (izquierda) y morfoespecies (derecha) con base en las abundancias de macroinvertebrados acuáticos en el humedal de La Vaca en diciembre de 2022. Fuente: Elaboración propia.

Los taxones de macroinvertebrados formaron un grupo A con similaridad superior al 80%, conformado por *Notonecta* sp. y *Tropisternus* sp.(A), *Acanthagrion* sp. y *Dixella* sp. presentes en todos los puntos de muestreo, con excepción de *Dixella* sp. que estuvo ausente en Rebose, con abundancias relativas que van desde 6-36% en Vaca sur hasta 0,1-0,6% en los tres puntos del sector norte del humedal.

Se encuentra luego el Grupo B, con *Rhantus* sp. (L) y Chironominae mt1 cuyas menores abundancias relativas se presentaron en Vaca Sur, alcanzando este último abundancias relativas de 14% en vaca sur y de 35-85% en los tres puntos del sector norte.

El Grupo C tiene tres taxones presentes en todos los puntos de muestreo, en donde *Buenoa* sp. tuvo abundancias relativas de 12-48% en los tres sitios del sector norte y 1% en Vaca sur, *Tropisternus* sp.(L) tuvo 12% en Vaca sur y menos del 1% en los tres sitios del sector norte y

Tenagobia sp. que presentó abundancias relativas de menos de 2% en los cuatro sitios de muestreo del humedal.

En el grupo D se encuentran otras cuatro especies con bajas abundancias, que para el caso de Libellulidae mt1 y Coenagrionidae sp.1 fueron exclusivas de la Mira, y *Stenophysa* sp. y *Helobdella* sp. con abundancias de 1-9% en Vaca sur y la Mira y menos del 1% en los otros puntos.

En el grupo E se encuentran *Dimecoenia* sp. y *Psychoda* sp. que fueron exclusivas de El Rebose con abundancias relativas menores a 0,3%. Y finalmente al otro costado del dendrograma, se encuentran *Culex* sp., exclusiva de Aguas arriba de biofiltro y *Pericoma* sp. que solo estuvo presente en Vaca sur.

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 3930 de 2010 y el Decreto 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 La Vaca, 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.

En este sentido, y considerando el desconocimiento que se tiene sobre los aportes de aguas subterráneas en el humedal, se hace importante contar con una garantía de caudal que permita garantizar los servicios ecosistémicos que presta el humedal de La Vaca, para lo cual la Empresa

de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) ha venido adelantando desde el año 2019 la ejecución de consultoría No. 1-02-24300-1434-2019, cuyo objeto es “Consultoría de estudios de y diseños para la recuperación del caudal ecológico que ingresará a los humedales distritales y renaturalización de quebradas en los tramos a cielo abierto de las cuencas Torca, Fucha y Salitre.”, el cual incluye un diagnóstico de caudal ecológico para el humedal de La Vaca, sin embargo, a la fecha de elaboración de este Plan de Manejo Ambiental, no se contó con los resultados finales de la consultoría.

2.2 CRITERIO ECOLÓGICO

2.2.1 Diversidad biológica

La diversidad es un término que se viene acuñando desde la década de los 80 para referirse a la diversidad biológica, el término según el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Naciones Unidas, 1992) 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.

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 Índice de diversidad flora

Para determinar la diversidad florística en el humedal de La Vaca se calcularon los índices de Simpson, Shannon y Margalef, para los ocho tipos de coberturas vegetales identificadas en el humedal.

Los valores del índice de Margalef indican que la diversidad específica en las coberturas de juncal, plantación de latifoliadas – sauce y vegetación acuática es baja, teniendo en cuenta que registran valores de 1,42, 1,67 y 1,74 respectivamente, cuando el índice toma valores inferiores a 2 se consideran ecosistemas muy antropizados y de baja diversidad específica; por el contrario, valores superiores a 5 corresponden a ecosistemas más conservados y con gran diversidad, como es el caso de las coberturas de plantación de latifoliadas – mezcla de árboles plantados con un valor de 5,11 y vegetación secundaria baja plantada con un valor de 7,05, estos resultados son producto de los procesos de restauración ecológica y enriquecimiento de especies que se han realizado en el humedal.

El índice de Shannon – Weaver (H), establece que valores inferiores a 2 representan poblaciones con baja diversidad, valores entre 2 y 3 representan a una población normal y mayores a 3 representan comunidades más diversas, de acuerdo con lo anterior, se puede establecer que la diversidad de especies es baja en las coberturas de juncal, pastos enmalezados, plantación de latifoliadas – sauce y vegetación acuática para las cuales se obtuvieron valores del índice inferiores a 2, las coberturas de herbazal denso inundable no arbolado, pastos limpios y plantación de latifoliadas – mezcla de árboles plantados representan poblaciones normales y la cobertura de vegetación secundaria baja plantada con un valor de 3,41 es la que registra una mayor diversidad de especies.

Índice de Simpson (1-D) tiene una escala de 0 a 1 en donde valores más cercanos a 0 representan poblaciones con menor diversidad biológica y valores más cercanos a 1 mayor diversidad biológica, de esta forma se puede establecer que las coberturas más diversas son plantación de latifoliadas – mezcla de árboles plantados con un valor de 0,91 y vegetación secundaria baja plantada con un valor de 0,96, las poblaciones de las coberturas restantes presentan valores medio altos de diversidad (Tabla 5).

Tabla 5. Índices de diversidad en las coberturas vegetales del humedal de La Vaca

Índices	HdinoA	Juncal	Pe	PI	PI - Map	PI - Ps	Va	Vsbp
Taxa_S	11	6	10	14	22	5	8	34

Tabla 5. Índices de diversidad en las coberturas vegetales del humedal de La Vaca

Índices	HdinoA	Juncal	Pe	PI	PI - Map	PI - Ps	Va	Vsbp
Individuals	65	34	54	58	61	11	56	108
Margalef	2,39	1,42	2,26	3,20	5,11	1,67	1,74	7,05
Shannon-Weaver (H)	2,00	1,34	1,98	2,27	2,85	1,59	1,89	3,41
Simpson_1-D	0,83	0,64	0,84	0,84	0,91	0,78	0,83	0,96
HdinoA: Herbazal denso inundable no arbolado, Pe: pastos enmalezados, PI: pastos limpios, PI – MAP: plantación de latifoliadas, mezcla de árboles plantados, PI – PS: plantación de latifoliadas – plantación de sauce, Va: Vegetación acuática y Vsbp: vegetación secundaria baja plantada								

Fuente: Elaboración propia.

2.2.1.2 Índice de diversidad fauna

Para la fauna, se tuvieron en cuenta los índices de diversidad obtenidos para las aves y para la Artropofauna, puesto que fueron los únicos grupos con información suficiente y robusta.

2.1.1.2.8. Diversidad de aves

Se implementó el índice de diversidad de Shannon-Wiener, que determina la distribución de los individuos entre todas las especies presentes en el muestreo. Adquiere el valor de 0 cuando hay una sola especie, y el valor o diversidad máximos corresponde al logaritmo del número de especies, e indica que todos los individuos están homogéneamente distribuidos entre todas las especies (Moreno C. , 2001). Los valores empíricos del índice de diversidad de Shannon habitualmente caen entre 1,5 y 3,5 y muy raramente superan el valor de 4, Margalef (1972), citado por (Magurran, 2004), de manera que el valor de $H' = 1,774$ obtenido para la avifauna registrada en el área de estudio humedal de La Vaca, sugiere un nivel bajo de diversidad, resultado posiblemente de la poca diversificación de hábitats y poca riqueza de especies en su mayoría generalistas.

La mayoría de los índices de riqueza tienen el problema que son sumamente dependientes del tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo, el índice de riqueza de Margalef fue uno de los primeros índices en compensar el efecto del tamaño de la muestra o esfuerzo de muestreo sobre el resultado del índice dividiendo el número de especies entre el logaritmo natural del número de individuos colectados (Death, 2008). Para el humedal de La Vaca, la avifauna registrada alcanzó un índice de riqueza de Margalef $I' = 3,786$.

El índice de dominancia de Simpson, da la probabilidad de que cualquiera de dos individuos extraídos al azar de una muestra infinitamente grande pertenezca a la misma especie, de manera que valores cercanos a 1 indican una mayor probabilidad de que todos los individuos pertenezcan a la misma especie, lo que corresponde a baja diversidad. El valor de dominancia de Simpson para la avifauna reportada en el área de estudio fue de $D' = 0,223$, dando a entender que la abundancia total se distribuyó de manera homogénea entre las especies.

En la Tabla 6 se presentan los registros de los índices de diversidad para el año 2021 (A. SDA, 2021), 2022 (A. SDA, 2022) y los de la presente actualización del plan de manejo del humedal. Los indicadores de diversidad (número de especies, Shannon Margalef), muestran disminución desde el muestreo realizado en el año 2021 hasta el del presente estudio. Es importante considerar que estas diferencias no necesariamente pueden estar reflejando una condición de deterioro del hábitat o pérdida de biodiversidad de la avifauna en el humedal, sino más bien diferencias asociadas o bien con la época del año del muestreo (marzo de 2021, abril de 2022, diciembre de 2022), o con la intensidad y sitios de muestreo.

Tabla 6. Índices de diversidad de la avifauna en el humedal de La Vaca según reportes del año 2021, 2022 y el presente estudio

Índices	2021	2022	Estudio actual
Número de especies	46	38	26
Diversidad de Shannon (H')	3,3	3,2	1,774
Riqueza de Margalef	7,76	7,52	3,764
Dominancia de Simpson (D)	0,06	0,058 ³	0,223

³ En el estudio del año 2022 (A. SDA, 2022) se utilizó el denominado Índice de diversidad de Simpson (1-D). Con el fin de poder hacer comparaciones este valor se transformó a Índice de dominancia de Simson (D).

Fuente: Elaboración propia basado en información 2021 y 2022 tomada de SDA (2021) y SDA (2022).

2.1.1.2.9. Diversidad de artrópodos

Para las cobertura vegetales podemos observar que vegetación secundaria baja plantada (VSBP) presentó la mayor riqueza y el segundo lugar en abundancia, así mismo ocupó el tercer lugar en la diversidad de Shannon, considerado alto en la medida que corresponde al 70% de la diversidad máxima probable según el número de especies presentes, y por consiguiente el índice de dominancia de Simson fue bastante bajo.

La cobertura de mezcla de árboles plantados (PMz) ocupó el segundo lugar en riqueza de especies y alcanzó la mayor abundancia. Alcanzó la segunda diversidad más alta, que representó el 77% de la diversidad máxima probable según el índice de equidad de Pielou.

La Vegetación acuática (Vas) alcanzó el tercer lugar en riqueza y abundancia, la más baja dominancia, así como la mayor diversidad de Shannon, que representó el 87% de la diversidad máxima probable.

El cuarto valor de riqueza fue ocupado por la cobertura de Plantación de latifoliada (PFLa), que obtuvo la segunda diversidad de Shannon más baja entre todas las coberturas, representó el 80% de la diversidad máxima probable.

Por último, en quinto lugar de riqueza están los pastos limpios (PL), esta cobertura obtuvo la menor diversidad de Shannon, que aún así representa el 66% de la diversidad máxima probable. Como es de esperarse, en esta cobertura se alcanzó el mayor valor de dominancia de Simpson. La Tabla 7 presenta los índices ecológicos de diversidad calculados para cada una de las coberturas donde se realizó el monitoreo de artrópodos en el humedal de La Vaca.

Tabla 7. Índices de diversidad calculados para los artrópodos en las coberturas del humedal de La Vaca.

Índices	VAs	PMz	PL	PFLa	VSBP
Taxa	135	193	42	45	198
Individuos	609	1810	239	199	1632
Dominancia de Simpson	0,0239	0,0448	0,1752	0,0782	0,1038
Diversidad Shannon_H'	4,273	4,026	2,477	3,054	3,716
Equidad Pielou_J	0,871	0,7651	0,6626	0,8023	0,7027

Fuente: Elaboración propia basado en información del año 2021 (SDA, 2021) y del año 2022 (SDA, 2022).

Aunque las coberturas vegetales estudiadas en el año 2021 fueron diferentes a las del presente muestreo (SDA, 2021), para el año 2021 el número de morfoespecies fue notablemente menor que los registrados en el presente estudio con valores entre 8 y 32 morfoespecies, siendo los arbustales la cobertura de mayor riqueza, mientras que la menor riqueza estuvo en los bosques y pastos enmalezados. Así mismo ocurrió con las abundancias totales, con valores entre 20 y 100 individuos en el muestreo del año 2021, en este caso con mayor abundancia en los pastos arbolados y los bosques con la menor.

En cuanto a la diversidad de Shannon, para el año 2021 se reportaron valores entre 1,72 y 3,18, valores inferiores a los obtenidos en el presente estudio, aunque no se reflejó en la equidad de Pielou, puesto que para el año 2021 estuvo entre 0,82 y 0,92, valores superiores a los registrados en el presente estudio.

Para el año 2022 (SDA, 2022) no se tiene información por coberturas vegetal sino un solo valor para todo el humedal, con un total de 55 especies, diversidad de Shannon de 2,7 y equidad de Pielou de 0,67.

2.2.2 Conectividad ecológica

La conectividad se refiere a un enlace o nexo que facilita el desplazamiento de organismos entre parcelas de hábitats, el concepto de conectividad se aplica como un criterio para el diseño de un sistema de áreas protegidas y como una estrategia de conservación que permita unir parches o

cadenas de áreas naturales protegidas (Ramírez D. T., 2008). La ciudad tiene definida una red de espacios y corredores conectados que sostienen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales, lo anterior se conocen como la estructura ecológica principal (EEP), la cual está conformada por el Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, parques urbanos, corredores ecológicos y Áreas de Manejo Especial del río Bogotá (Andrade, 2008).

La estructura ecológica principal tiene como función 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, permitiendo describir algunos patrones estructurantes (Matriz, Fragmento y corredor) esta ofrece información sobre el nivel de intervención antrópica, además 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, aumentando el efecto borde, propiciando condiciones para que se establezcan especies invasoras y perturba la dinámica ecológica. 2. Mayor aislamiento dificultando o eliminando la polinización o dispersión de semillas, propicia la aparición de patógenos y 3. Reducción del tamaño de las poblaciones, este 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, siguiendo 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 en la Tabla 8.

Tabla 8. Coberturas fragmentadoras y conectoras presentes en el humedal de la Vaca

Código	Coberturas CLC	Área ha	Área %
111	Tejido urbano continuo	0,12	1,16%
112	Tejido urbano discontinuo	0,14	1,43%
121255	Área administrativa, otras	0,02	0,25%
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,08	0,76%
232	Pastos limpios	1,62	16,35%
233	Pastos enmalezados	0,50	5,06%
333	Tierras desnudas y degradadas	0,10	1,02%
Total, Coberturas fragmentadoras		2,59	26,03%
321121	Herbazal denso inundable no arbolado	0,23	2,31%
3211211	Juncal	0,87	8,76%
31531	Mezcla de árboles plantados	1,72	17,36%
31524	Plantación de latifoliadas- Sauce	0,23	2,35%
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	1,61	16,24%
32321	Vegetación secundaria baja plantada	2,39	24,01%
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	0,29	2,94%
Total, Coberturas No fragmentadoras		7,35	73,97
Total		9,94	100%

Fuente: Elaboración propia.

En el humedal se presentan 14 tipos de coberturas de las cuales siete (7) se configuran como coberturas fragmentadoras, estas unidades representan el 26,03% del área total del humedal y requieren especial atención porque pueden afectar la conectividad interna, no obstante el mayor porcentaje de estas coberturas fragmentadoras corresponde a pastos limpios, los cuales generan una menor resistencia al movimiento de las especies en relación con otras coberturas menos permeables como separadores viales, áreas administrativas y tejido urbano continuo.

El humedal 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, los cuales 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 La

Vaca, este se encuentra incluido en el conector ecosistémico Fucha, junto con los humedales de Santa María del Lago, Techo y Capellanía como se muestra en la Figura 22.

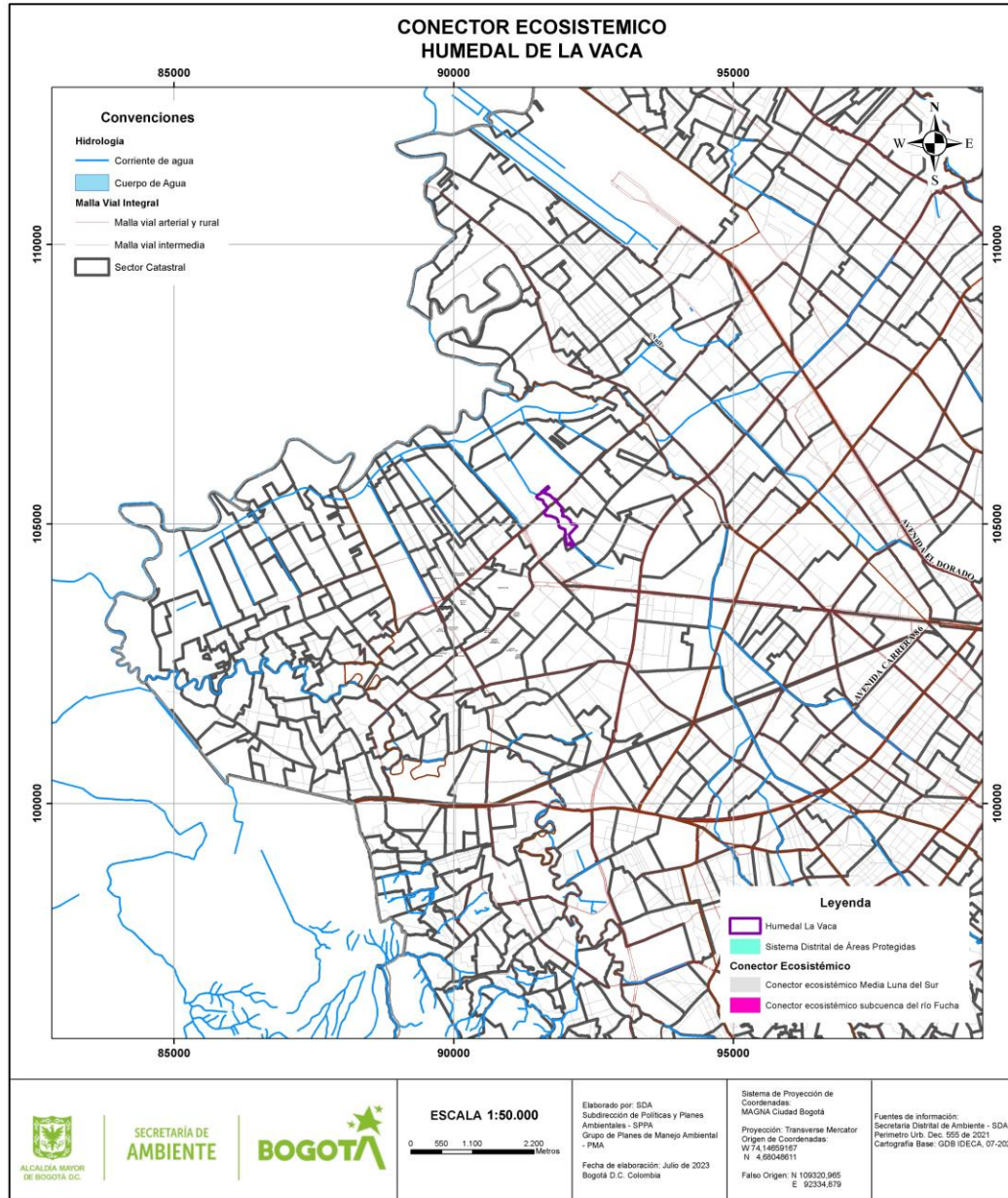


Figura 22. Contexto general humedal de La Vaca dentro del conector ecosistémico Fucha.

Fuente: elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto Distrital 555 de 2021.

Teniendo en cuenta el contexto general del humedal de La vaca, este se encuentra inmerso en una densa matriz urbana poco permeable al tránsito biológico, esta posee pequeños parches de vegetación incipiente y dispersa representados en parques zonales, zonas verdes residenciales, algunos corredores viales y bordes de canales.

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 en la siguiente fórmula:

$$DI = P / (2 * \sqrt{\pi} * \sqrt{A})$$

en donde:

P=perímetro de cada uno de los parches en metros

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 de 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 0 los parches más frágiles y 1 los menos frágiles, este índice se calcula teniendo la siguiente fórmula $IC = 1/DI$ en donde DI = Índice de Forma de Patton.

Tabla 9. Elementos del paisaje e índices de conectividad Vaca norte

Elemento	Nombre	Distancia Euclidiana m	Área	Perímetro m	Índice de Forma	Índice de compactación
			m			
Corredor	Canal calle 38	1388	NA	NA	NA	NA
Corredor	Canal Tintal 2	1064	NA	NA	NA	NA
Parche	Humedal de Techo	724,67	123047,40	1620,62	1,30	0,77
Parche	Humedal del Burro	1990	197496,10	3240,90	2,06	0,49
Parche	Humedal de La Vaca Sur	670	22452,82	777,67	1,46	0,68

Fuente: Elaboración propia con base en SDA, 2022.

Tabla 10. Elementos del paisaje e índices de conectividad Vaca sur.

Elemento	Nombre	Distancia Euclidiana m	Área	Perímetro m	Índice de Forma	Índice de compactación
			m			
Corredor	Canal calle 38	1388	NA	NA	NA	NA
Corredor	Canal Tintal 2	765	NA	NA	NA	NA
Parche	Humedal de Techo	724,67	123047,40	1620,62	1,30	0,77
Parche	Humedal del Burro	2670	197496,10	3240,90	2,06	0,49
Parche	Humedal de La Vaca Norte	670	76897,93	1964,04	2,00	0,50

Fuente: Elaboración propia con base en SDA, 2022.

El humedal de La Vaca el cual presenta un índice de 2,45, este humedal ha presentado un proceso de pérdida de hábitat dada la dinámica urbana que rodea los dos parches que conforman el humedal. El parche del humedal de Techo presenta valor de 1,3 infiriendo que por su forma oval- redondo el efecto borde incide en menor forma en su estructura ecológica y podría presentar menor fragilidad con respecto a los demás. Aunque el índice del humedal indica que dado el factor de forma este es menos frágil, es de aclarar el límite legal del humedal no corresponde totalmente a un área natural dado que este humedal se ha visto amenazado por la dinámica urbana. El parche del Humedal de Techo presenta valor de 1,3 infiriendo que por su forma oval- redondo el efecto borde incide en menor forma en su estructura ecológica y podría presentar menor fragilidad con respecto a los demás. Aunque el índice del humedal indica que este es

menos frágil, dado el factor de forma, es de aclarar que el límite legal del humedal no corresponde totalmente a un área natural dado que este se ha visto amenazado por la dinámica urbana y que actualmente su área funcional es de alrededor de un 63% con respecto a su área legal y que su índice de forma funcional ronda alrededor del 2, con un índice de compactación alrededor del 0.48, lo que lo hace más frágil, esto explicado por su fragmentación dada por la calle que se encuentra dentro del polígono legal y sus respectivas construcciones .

Adicionalmente alrededor del humedal también existen otras estructuras ecológicas importantes para la ciudad y para el sector del humedal que se muestran a continuación.

- Acequias valladas y humedales artificiales
Bogotá 100
Bogotá 131
Áreas de resiliencia climática y protección por riesgo
- Canales artificiales
Canal Alsacia
Canal Américas
Canal Boyacá
Canal Calle 38 Sur
Canal Cundinamarca
Canal Hayuelos
Canal San Antonio o Central de Fontibón
Canal Tintal II
- Parques estructurantes
BIBLIOTECA EL TINTAL
CAYETANO CAYIZARES
EL PORVENIR
EL PORVENIR (GIBRALTAR)
MUNDO AVENTURA (AMERICAS)
TIMIZA
ZONA FRANCA (PM-16)
- Red de parques del Río Bogotá

Parque Lineal Hídrico del Río Bogotá

- Ríos quebradas y sus rondas
Río Bogotá
Río Fucha o San Cristóbal

En el caso específico del humedal de La Vaca, se realizó dicha evaluación de su grado de fragilidad teniendo en cuenta su área y perímetro legal, dando como resultado que su índice de forma es de 2,06 lo que indica que posee una forma amorfo irregular y un índice de compactación de 0,49 es decir, posee un grado de fragilidad intermedio.

Posteriormente, se realizó un análisis de densidad del arbolado urbano presente en el área de influencia del humedal de La Vaca, con el fin de identificar posibles hábitats, refugios o corredores que conecten este humedal con otros elementos de la EEP del Distrito capital, para tal efecto se tomó como base la información consignada en el Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano (SIGAU) 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 La Vaca, 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 cantidad de hábitat presente en el área de influencia del humedal como se muestra en la Figura 23.

Según los datos arrojados por en este análisis un gran número de polígonos no presentan reporte de individuos arbóreos dentro de su área, esto se debe a la densidad en las construcciones urbanas, las cuales no contemplaron arbolado urbano o este se encuentra inmerso en predios privados, lo que dificulta el tránsito biológico por deficiente oferta de hábitat. Los polígonos sombreados en color rojo representan áreas con una densidad baja de árboles, comprendidas entre 1 y 43 árboles por hectárea aproximadamente, esto 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 verde y azul representan valores medios de densidad del arbolado urbano, teniendo valores entre 40 y 195 árboles por hectárea, sumado a su aglutinamiento en el espacio los hacen áreas de interés por configurarse como potenciales corredores que interconectan hábitats en restauración, como lo son los humedales y otras áreas de importancia de la EEP, estos conglomerados se pueden observar con mayor claridad dentro del conector ecosistémico del río Fucha. Por último, 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 del Burro, La Vaca, el canal de El Salitre y la desembocadura del río Fucha.

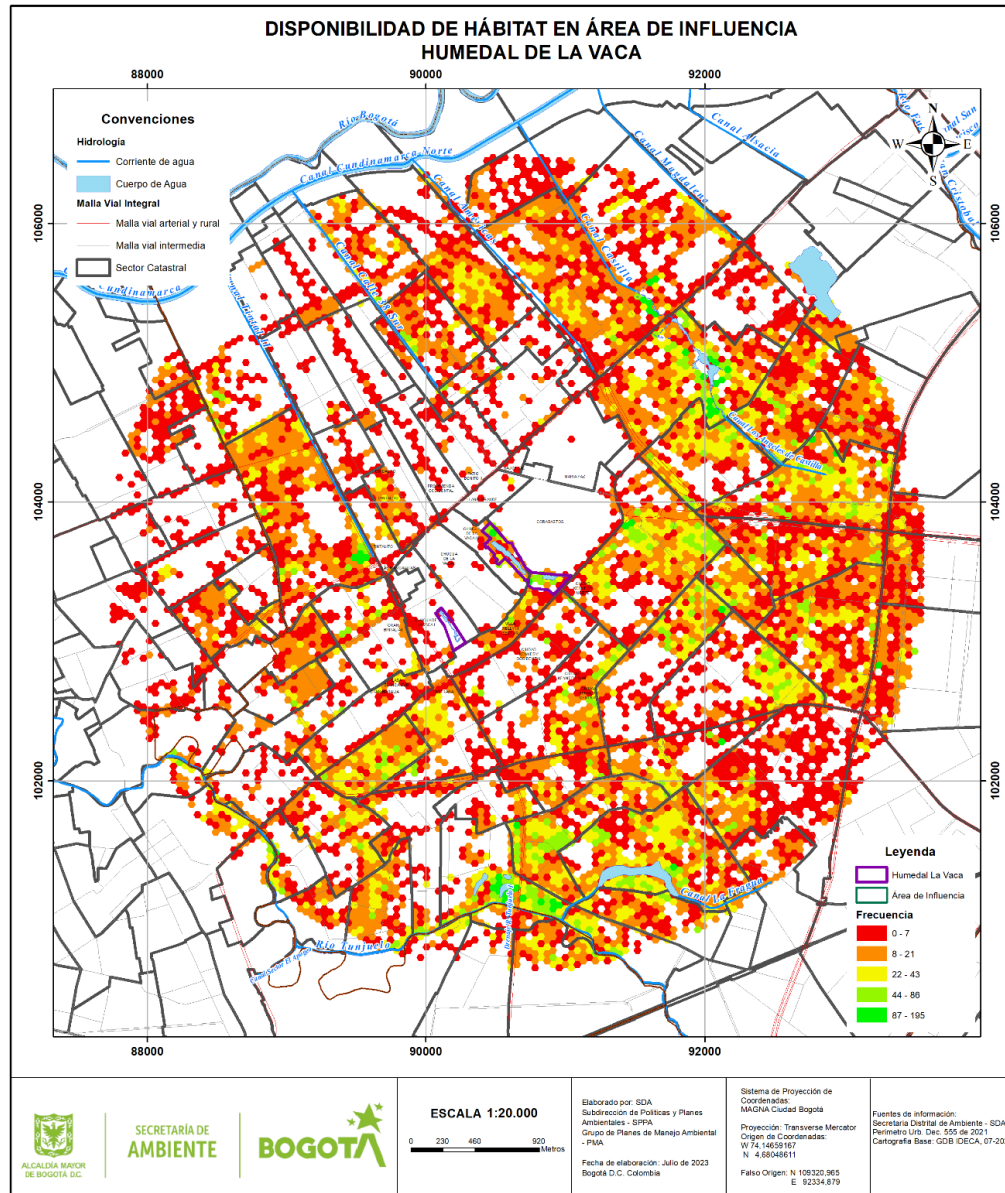


Figura 23. Disponibilidad de hábitat en el área de influencia del humedal de La Vaca.
Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto 555 de 2021 y SIGAU 2022.

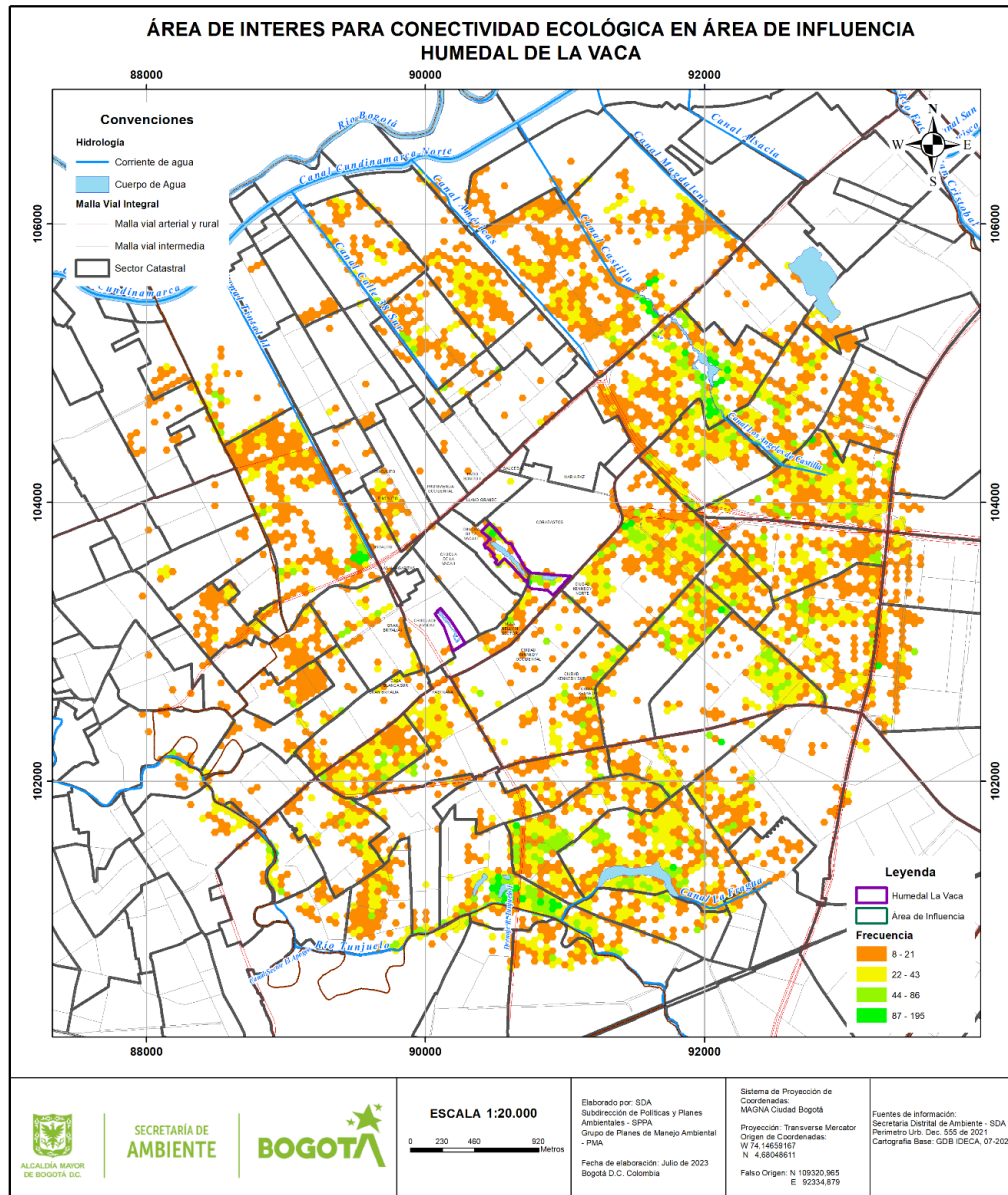


Figura 24. Áreas de interés para la conectividad ecológica en el área de influencia del humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia con base en cartografía oficial Decreto 555 de 2021 y SIGAU 2022.

Ahora bien, existen otras estructuras que no hacen parte de la estructura ecológica principal de la ciudad pero que pueden tener influencia en la forma en la que el humedal se conecta con el resto de las estructuras ecológicas del distrito, estas áreas corresponden a diferentes tipos de parques que existen alrededor del humedal de la Vaca, en el mismo radio de influencia que se

muestra en la figura 16, se tienen 6 parques zonales, 6 parques metropolitanos, 81 parques de bolsillo y 219 parques vecinales, de los cuales todos tienen al menos una especie Arborea que sirve de puente para que las especies de aves puedan llegar a las diferentes estructuras ecológicas de la ciudad y en especial las que están alrededor del humedal.

2.2.3 Conectividad hídrica estructural

La urbanización y la construcción de vías han generado una desconexión hídrica del humedal, afectando las condiciones de cantidad y calidad en el aporte de agua e incrementando su vulnerabilidad. Para entender mejor la conectividad ecológica del humedal, se utilizó el método de análisis gráfico de la red que permite representar la estructura del sistema 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). Se identificaron áreas núcleo y corredores hídricos como nodos y arcos, respectivamente. Se evaluó el grado de simplificación y conexión de la red a través del cálculo de la razón de sinuosidad y el índice Beta (β), respectivamente. También se construyó una matriz topológica de conectividad directa para evaluar el grado de conexión de cada uno de los nodos.

En el primer paso del análisis se evaluó el grado de simplificación del grafo obtenido respecto a la representación cartográfica del sistema. Para ello se calculó su Razón de Sinuosidad (S) la cual permite clasificar el tipo de red en relación con su forma real (Madrid et al., 2005), a partir del cociente entre la longitud real de la red medida cartográficamente (L_r) y la longitud total de los arcos en el grafo (L_g) (Bosque, 1992, como se citó en Madrid et al., 2005, p. 54). De acuerdo con la sinuosidad de la red del humedal ($=2.04$), ésta se clasificaría como irregular a tortuosa, haciendo alusión a la presencia de cambios abruptos en la dirección del flujo del agua que dan como resultado curvas más cerradas y/o más amplias en algunos tramos de la red, lo cual es típico de toda la red del Distrito Capital y del área de estudio.

El siguiente paso fue evaluar el grado de conexión de la red, análisis que permite obtener una calificación tanto para la conectividad espacial interna de todo el sistema como para cada uno de los nodos identificados. El análisis del primero de estos dos aspectos se realizó por medio de la aplicación del Índice Beta (β) el cual se calcula dividiendo el número de arcos identificados por el

número de nodos. Cuanto mayor sea su valor, mayor será el grado de conexión interna entre los nodos de la red, lo cual favorecerá los flujos ecológicos en su interior. Se observa que el índice para el humedal es muy cercano a 1 ($=0,93$), lo que indica que existe casi el mismo número de arcos y de nodos, y se traduce en una red de flujo bien conectada hacia el polígono del humedal. Posteriormente, para evaluar el grado de conexión de cada uno de los nodos se construyó una matriz topológica de conectividad directa, la cual consiste en una matriz de doble entrada que contiene los nodos, tanto en las filas como en las columnas. En esta matriz se marcan las celdas que representan conexiones directas entre los nodos, es decir aquellos conectados entre sí a través de un solo arco (*Anexo B1. Matriz topologica_HVaca*).

Tabla 11. Escala de la conectividad directa de los nodos de la Red

Rango	Valor	Nivel de 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: Elaboración propia.

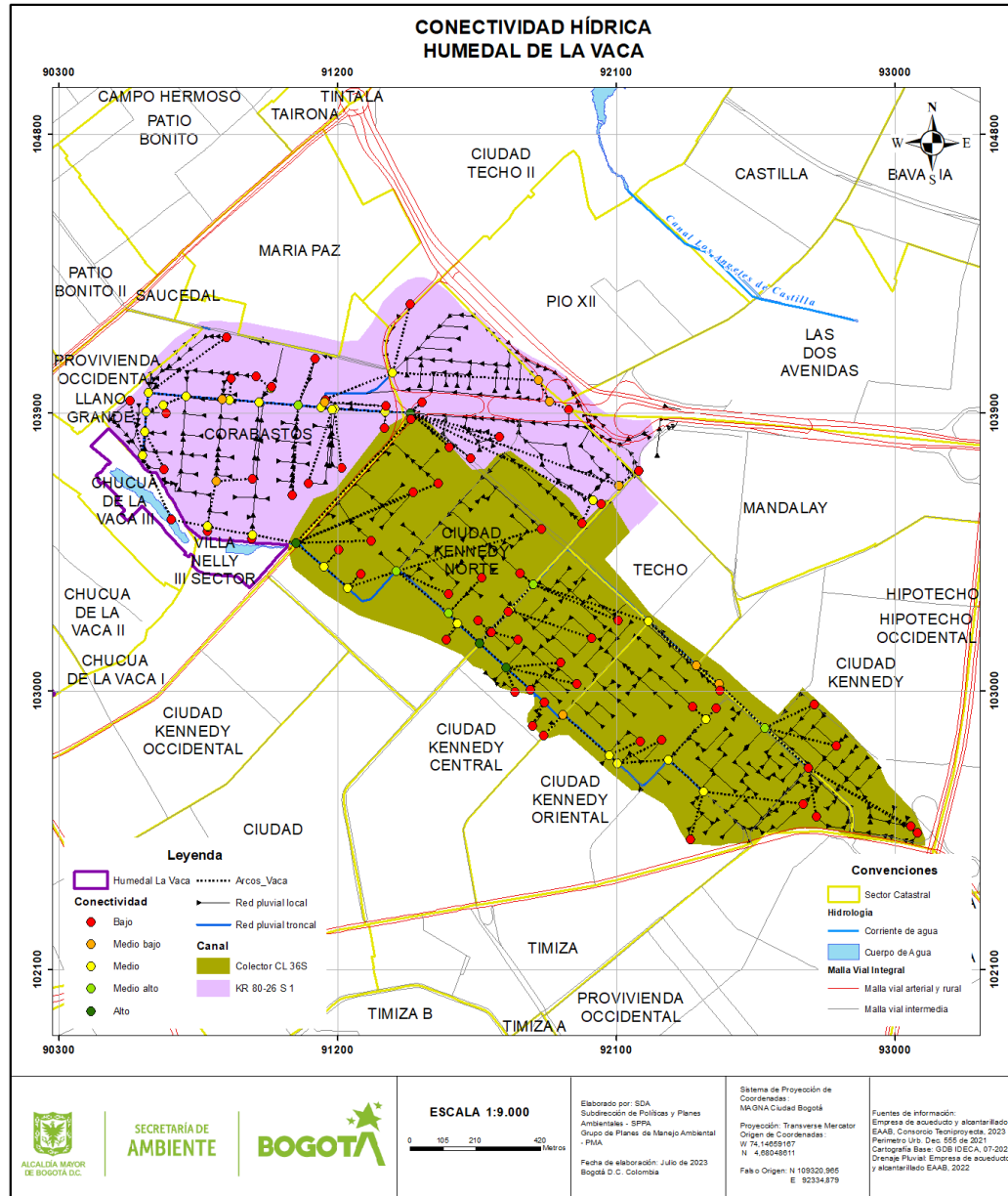


Figura 25. Conectividad a partir de red pluvial troncal y local. Fuente: Elaboración propia.

De todas las posibles conexiones entre los nodos (13456 en total), solo 218 conexiones (equivalentes al 2%) se encontraron de forma directa. El resto, es decir, el 98% restante, se dio a través de relaciones indirectas, lo que indica que la red tiene una mayor cohesión que conexión directa. Cada nodo se calificó según su grado de conexión, siguiendo la escala definida en el Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Sitio Ramsar (Tabla 11). La red hídrica estructural del humedal

muestra una baja conectividad, principalmente debido a las relaciones de cohesión (conexiones indirectas). Esto implica que el humedal depende en gran medida de una red hídrica artificial poco compleja y se vuelve vulnerable a posibles daños u obstrucciones en las redes de alcantarillado pluvial troncal y local. Además, hasta que no se demuestre la contribución de agua subterránea al cuerpo del humedal, es probable que dependa únicamente de las precipitaciones directas y los aportes conducidos por la red de alcantarillado pluvial troncal y local. Esto implica un riesgo de déficit hídrico durante temporadas secas o veranos prolongados. El análisis gráfico realizado y los índices calculados serán valiosos para la gestión y conservación del humedal.

En términos generales la mayoría de los nodos (67), se encuentran en categoría Baja, muy relacionado con el índice de sinuosidad de la red, que la describe como irregular y con múltiples intersecciones. La segunda categoría con más nodos es la conectividad Media, con 30 nodos, seguido de la categoría Medio Bajo (9 Nodos), Medio-Alto (5 Nodos) y Alto (4 nodo). Los nodos de esta última categoría corresponden a la red troncal del Colector CI. 36S. Ahora, para un humedal en condiciones naturales tener una conectividad alta es algo positivo, ya que se infiere que estas condiciones el agua por lo general está libre de contaminantes. Sin embargo, para el caso de un humedal en medio de un ambiente antrópico como la ciudad de Bogotá, este grado de conectividad no es positivo, ya que todas las conexiones son originadas a partir del alcantarillado pluvial que transporta agua lluvia contaminada con conexiones erradas de origen doméstico y otros componentes, que, en este caso, afectan negativamente el ambiente acuático del humedal de La Vaca y reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos.

2.2.4 Rareza

2.2.4.1 Rareza flora

El concepto de especie rara se refiere a la especie que presenta una abundancia baja (poblaciones locales pequeñas), una distribución geográfica restringida y una gran especificidad de 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:

- a. Distribución geográfica. *Extensa*: para las especies que tienen registros de distribución más allá de las regiones centro y suramericanas; *reducida*: para las especies que presentan registros dentro de las regiones centro y suramericanas. Para este parámetro se tomaron los datos de distribución geográfica reportados en el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, *et al.* 2019).
- b. Especificidad de hábitat. *Baja*: Especies que no se encuentran asociadas directamente a hábitats acuáticos, inundables o de litoral; *alta*: Vegetación directamente asociada a hábitats de humedal (Vegetación acuática y palustre). Basados en estudios de (Shmidt-Mumm, 1988).
- c. Tamaño de las poblaciones locales. *Grande*: especies cuyo registro de abundancia relativa acumulada se encuentre dentro del 90% de los registros; *pequeña*: especies cuyo registro de abundancia relativa acumulada sean superiores al 90% (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022a). Para determinar el tamaño de las poblaciones se tomó como punto de inflexión el valor de abundancia relativa acumulada hasta 88,37%, considerando que fue el porcentaje de abundancia relativa acumulada que se acercó al 90% y que correspondió al último reporte con 3 registros, de manera que especies con 3 o más registros se definieron como poblaciones grandes y las de menos de tres registros como poblaciones pequeñas.

Teniendo en cuenta la anterior clasificación se generó la correlación de rareza en cada una de las dimensiones obteniendo los resultados presentados en la Tabla 12.

Tabla 12. Matriz de rareza de flora para el humedal de La Vaca

Categorías de rareza					
		Distribución geográfica			
		Extensa		Restringida	
Especificidad de hábitat		Baja	Alta	Baja	Alta
Abundancia	Grande	15	5	13	1
	Pequeña	15	2	20	1

Fuente: Elaboración propia.

2.2.4.2 Rareza fauna

La evaluación de rareza en fauna 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 más bajas como es el caso de los herpetos, mamíferos y peces.

Con base en (Kattan, 1992), se clasificaron las aves del humedal de La Vaca 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: **extensa**: toda Sudamérica o más – **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, 2022).

Para las especies de aves presentes en el listado histórico, que alcanzó 112 especies con registros de todas las fuentes para el humedal de La Vaca, se definieron las categorías de

distribución ubicando en la distribución geográfica reducida, las categorías *Norte de Suramérica* y *Centro y Norte de Suramérica*.

- b. Especificidad de hábitat: **baja**: no dependientes de los humedales – **alta**: dependientes de los humedales (aves acuáticas y semiacuáticas según Ruiz-Guerra, 2012).

En especificidad de hábitat alta se incluyeron las categorías en las que la distribución de la especie incluye humedales o sistemas artificiales acuáticos, en cualquiera de los niveles inferiores de estas categorías.

En especificidad de hábitat baja se incluyeron todas las demás categorías.

- c. Cantidad de registros: **grande**: especies cuyos registros en Gbif suman el 90% de los registros – **pequeña**: especies cuyos registros acumulados pertenecen al 10% restante de los registros.

Para este criterio, se utilizó el listado histórico con registros de todas las fuentes para el humedal, se organizaron las especies de mayor a menor en su número de registros, y se tomó hasta la especie que corresponde al 90% acumulado. En el listado histórico, hasta 78 registros acumula el 89,1% y hasta 76 registros acumula el 91,1% de la abundancia. Se tomó ese valor como criterio de abundancia poblacional, de manera que las especies con 76 registros o más se tomaron como “grande” y las de menos de 76 registros como “pequeña”.

Después de clasificar las especies en las 3 dimensiones, se generó una tabla con 8 celdas resultantes de la combinación de dichas dimensiones, en este caso las 112 especies de aves del humedal de La Vaca se distribuyeron de la manera que se muestra en la Tabla 13.

Tabla 13. Clasificación de categorías de rareza de aves para el humedal de La Vaca.

Categorías de rareza					
		Distribución Geográfica			
		Extensa		Restringida	
Especificidad de Hábitat		Baja	Alta	Baja	Alta
Cantidad de registros	Grande	16	13	3	1
	Pequeña	34	35	8	2

Fuente: Elaboración propia.

A cada una de las 8 celdas se le asignó 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 (Tabla 14).

Tabla 14. Clasificación del índice de vulnerabilidad y rangos de rareza para las aves del humedal de La Vaca

IV	Categorización	Rango	Cantidad Especies
1	Restringida Alta Pequeña	Raras en todas las dimensiones	2
2	Restringida Alta Grande	Raras en 2 dimensiones	44
3	Restringida Baja Pequeña		
4	Extensa Alta Pequeña		
5	Restringida Baja Grande	Raras en 1 dimensión	50
6	Extensa Alta Grande		
7	Extensa Baja Pequeña		
8	Extensa baja Grande	Comunes	16

Fuente: Elaboración propia.

Como especies raras en todas las dimensiones se encuentran *Gallinago nobilis* (Caica de páramo), del orden Charadriiformes, familia Scolopacidae, es una especie en categoría casi amenazada (NT), casi endémica de Colombia, con presencia en los Andes desde el norte de Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, en altitudes entre 2000 y 4000 msnm (UICN, 2022). En el

rango de especies raras en dos dimensiones se encuentran 44. Del listado de especies 50 se ubicaron en el rango de Raras en una dimensión y las otras 16 especies están en el rango de Comunes.

2.2.5 Fragilidad

2.2.5.1 Fragilidad flora

La fragilidad de la flora hace referencia a las especies que se encuentran amenazadas dado que sus poblaciones en estado silvestre presentan algún grado de riesgo. Para establecer el grado de amenaza de las especies se consultó la lista roja de la UICN (UICN, 2022), los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES, 2022) y el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, *et al.* 2019). Se consideraron amenazadas las especies en las categorías de: En Peligro (EN), Vulnerable (VU) y Casi amenazada (NT), en el humedal según la lista roja de la UICN se identificaron cinco (5) especies nativas en alguna categoría de amenaza, las cuales fueron *Cedrela montana*, *Berberis tabiensis*, *Croton coriaceus*, *Juglans neotropica* y *Retrophyllum rospigliosii*.

En el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, *et al.* 2019) se identificaron cuatro (4) especies con alguna categoría de amenaza, estas fueron *Cedrela montana* y *Retrophyllum rospigliosii* en la categoría de Casi amenazada (NT), *Juglans neotropica* en la categoría de En peligro (EN), y *Quercus humboldtii* en la categoría de Vulnerable (VU), (Tabla 15).

Tabla 15. Especies de flora amenazadas para el humedal de La Vaca

Especie	Grado de amenaza UICN	Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, <i>et al.</i> 2019)	Apéndice CITES
<i>Berberis tabiensis</i> L.A. Camargo	Vulnerable	No evaluada	No registra
<i>Cedrela montana</i> Turcz.	Vulnerable	Casi amenazada	II
<i>Croton coriaceus</i> Kunth	Vulnerable	No evaluada	No registra
<i>Juglans neotropica</i> Diels	En Peligro	En Peligro	No registra
<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N. Page	Vulnerable	Casi amenazada	No registra

Tabla 15. Especies de flora amenazadas para el humedal de La Vaca

Especie	Grado de amenaza UICN	Catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal, et al. 2019)	Apéndice CITES
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Preocupación menor	Vulnerable	No registra

Fuente: Elaboración propia.

El Nogal (*Juglans neotropica* Diels) es una especie originaria de América del Sur y se encuentra entre los 1800 m y 2800 m de altitud, en bosques secos y húmedos montano bajo. La especie está catalogada como en peligro de extinción teniendo en cuenta que sus poblaciones han sido sobreexplotadas con fines maderables. Es una especie clave en la adaptación ante el cambio climático por los servicios ambientales en la recuperación ecológica de suelos degradados y por mantener la calidad del agua y del aire (Toro, 2018).

El roble (*Quercus humboldtii* Bonpl.) es una especie casi exclusiva de Colombia, crece fuera del territorio colombiano solo en el Darién panameño. Se distribuye entre los 1000 y 3600 m de altitud, esta especie forma grandes asociaciones monoespecíficas denominadas robledales. Se encuentra amenazada debido a la extracción maderera, que amenaza sus poblaciones, por lo cual se estableció 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, et al. 2006).

El pino colombiano (*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page) se distribuye en los bosques montanos tropicales entre los 1200 – 3750 m de altitud. Cumple una gran variedad de servicios ecológicos y ambientales como la contribución a la firmeza del suelo, conservación de la humedad, regulación hídrica, protección de la biodiversidad y captura de carbono. La especie se encuentra en la categoría de casi amenaza debido al excesivo aprovechamiento, además presenta problemas en su regeneración lo cual ha generado la desaparición de la especie (More, 2021).

Cedro (*Cedrela montana* Turcz.) es una especie que habita entre los 1700 y los 3000 msnm, su fruto es consumido por especies de aves como toches, mirlas y palomas; su madera es de buena

calidad y se emplea en la construcción de viviendas y en la ebanistería, así mismo, sus frutos se emplean en arreglo florales (Mahecha, *et al.* 2004).

En relación con las especies catalogadas como invasoras en el humedal se identifican 21 especies (Tabla 16). Este tipo de vegetación se ve favorecida por la modificación, contaminación y enriquecimiento de nutrientes que se produce en el ecosistema por las actividades de los seres humanos, adicionalmente los humedales ofrecen una gama de hábitat que va de los terrestres a los acuáticos que favorecen la propagación de estas especies (Howard, 1999).

Tabla 16. Especies de flora invasoras encontradas en el humedal de la Vaca

Especie	Origen
<i>Acacia decurrens</i> Willd.	Exótica
<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Exótica
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Nativa
<i>Bidens laevis</i> (L.) Britton <i>et al.</i>	Nativa
<i>Bidens rubifolia</i> Kunth	Nativa
<i>Brassica rapa</i> L.	Naturalizada
<i>Bromus catharticus</i> Vahl	Nativa
<i>Carex</i> sp.	Origen indeterminado
<i>Cenchrus clandestinus</i> (Chiov.) Morrone	Exótica
<i>Cirsium</i> sp.	Origen indeterminado
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Exótica
<i>Cucurbita pepo</i> L.	Exótica
<i>Kalanchoe</i> sp.	Exótica
<i>Limnobium laevigatum</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Heine	Nativa
<i>Paraserianthes lophantha</i> (Willd.) I.C.Nielsen	Exótica
<i>Persicaria punctata</i> (Elliott) Small	Nativa
<i>Schoenoplectus californicus</i> (C.A.Mey.) Soják	Nativa
<i>Sonchus oleraceus</i> (L.) L.	Exótica
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	Naturalizada
<i>Trifolium repens</i> L.	Naturalizada
<i>Urtica dioica</i> L.	Naturalizada

Fuente: Elaboración propia.

En el humedal se identificaron siete (7) especies invasoras nativas, este tipo de especie se define como una “Especie autóctona que por una situación particular aumenta su distribución y/o

abundancia y produce a nivel local o regional impactos negativos sobre los valores objeto de conservación”, el objetivo con estas especies no es erradicarlas por completo si no controlar las poblaciones, con el fin de reducir su abundancia y/o acotar la distribución de la invasión, por lo tanto se podrán implementar algunas estrategias de control como la “contención”, mediante la cual se busca restringir la dispersión de la especie invasora y mantener la invasión dentro de límites definidos (Administración de Parques Nacionales, 2007), esta misma estrategia se podrá efectuar con algunas especies exóticas que constituye el hábitat de la fauna y mantienen la diversidad en el humedal.

2.2.5.2 Fragilidad fauna

La utilización, transformación y degradación de los recursos naturales han sido el sustento de la mayoría de las sociedades modernas, lo que ha conllevado a una pérdida, en muchos casos irreversible, de la cantidad, heterogeneidad, oferta y calidad de ecosistemas en todo el mundo, derivando procesos de extinción de algunas especies y muchas otras afrontan serias amenazas para la viabilidad de sus poblaciones. Colombia no es la excepción, y el hecho de que sea considerado el país de las aves con un 19% de las especies del mundo en su territorio y el 60% de las especies de aves suramericanas (Restall, 2007), implica a su vez una gran responsabilidad en términos de conservación de dichas especies y sus hábitats.

En el caso de la Sabana de Bogotá y conforme a los resultados de (Stiles, et al., 2017), se mencionan cuatro factores principales causantes de cambios en el número de especies: a) cambio climático; b) cambios de hábitat que se refleja en aumento de vegetación arbustiva en la ronda de humedales, colmatación de macrófitas en humedales y sucesión secundaria; c) acciones directas del hombre: cacería, intervención de humedales y urbanización y d) interacciones entre especies: depredación por animales ferales y domésticos u otras aves y parasitismo por el Chamón Común (*Molothrus bonariensis*).

Teniendo en cuenta los listados de (CITES, 2022), (UICN, 2022), el libro rojo de anfibios de Colombia (Rueda-Almoncid y otros, 2004) y el libro rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha y otros, 2006) o la Resolución 1912 (MADS, 2017), no se incluyen especies de anfibios o mamíferos en ninguna categoría de amenaza.

Para los reptiles se registraron dos especies en la categoría VU (Vulnerable, en la Resolución 1912 (MADS, 2017), una de ellas categorizada como Vulnerable –VU- según el libro rojo de reptiles de Colombia (Morales-Betancourt y otros, 2015). A escala nacional mediante el libro rojo de aves de Colombia (Renjifo y otros, 2014) y (Renjifo y otros, 2016) y la Resolución 1912 (MADS, 2017), dos especies están catalogadas en peligro –EN-, y una está categorizada como Vulnerable –VU- En los apéndices CITES hay una especie en el apéndice I, 13 especies en el apéndice II y una en el en el apéndice III y (Tabla 17).

Tabla 17. Especies de fauna en categoría de amenaza a nivel nacional e internacional

Clase	Especies	Nombre común	IUCN	Res 1912/2017	Libro Rojo	CITES
Aves	<i>Amazona ochrocephala</i>		LC	-	-	II
	<i>Asio clamator</i>		LC	-	-	II
	<i>Asio stygius</i>		LC	-	-	II
	<i>Buteo platypterus</i>		LC	-	-	II
	<i>Chaetocercus mulsant</i>		LC	-	-	II
	<i>Colibri coruscans</i>		LC	-	-	II
	<i>Dendrocygna autumnalis</i>		LC	-	-	III
	<i>Elanus leucurus</i>		LC	-	-	II
	<i>Eupsittula pertinax</i>		LC	-	-	II
	<i>Falco peregrinus</i>		-	-	-	I
	<i>Forpus conspicillatus</i>		LC	-	-	II
	<i>Megascops choliba</i>		LC	-	-	II
	<i>Oxyura jamaicensis</i>		LC	EN	-	-
	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>		LC	EN	EN	-
	<i>Rupornis magnirostris</i>		LC	-	-	II
	<i>Sayornis nigricans</i>		LC	-	-	II
	<i>Setophaga cerulea</i>		NT	VU		
	<i>Tyto alba</i>		LC	-	-	II
Reptiles	<i>Anadia bogotensis</i>	Lagartija bogotana	NT	VU	-	-
	<i>Trachemys callirostris</i>	Hicotea	-	VU	VU	-

Convenciones: **LC**: Least concern (preocupación menor); **NT**: Near Threatened (Casi amenazada); **VU**: (Vulnerable); **EN**: Endangered (En peligro). **CR**: Critical (Crítico)

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las especies invasoras para el humedal se registraron tres especies de mamíferos y tres de aves, así como una especie de pez (Tabla 18).

Tabla 18. Especies de fauna invasoras encontradas en el humedal de La Vaca.

Clase	Nombre científico	Nombre común
Aves	<i>Columba livia</i>	Paloma Común
	<i>Bubulcus ibis</i>	Garcita del ganado
	<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato doméstico
Mamíferos	<i>Mus musculus</i>	Ratón doméstico
	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata doméstica
	<i>Rattus rattus</i>	Rata urbana
Peces	<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy

Fuente: Elaboración propia.

2.2.6 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 (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 (MAVDT, Resolución 196 de 2006).

Para algunos autores como (Angermeier, 2000) 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, no debe confundirse con el concepto de “integridad” 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 La Vaca 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.

2.2.6.1 Índice de naturalidad

Siguiendo la metodología propuesta en el Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedal Urbanos del Distrito Capital (SDA - CAR, 2022), se calculó el índice de naturalidad 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 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, en esta escala se tomó como mayor y menor rango de calificación, a los mayores y menores valores obtenidos en cada variable y para los valores intermedios, se calcularon percentiles de igual amplitud. Las escalas de calificación para las variables empleadas se indican en las Tabla 19 y Tabla 20.

Tabla 19. Valores de referencia para la calificación de los parámetros 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 semitransformado	2	Medio bajo	2	21-40	7 - 11	44 - 84	19 a 24 tensionantes
Sistema seminatural	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: (Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2022).

Tabla 20. Valores de referencia para la calificación del parámetro de coberturas considerado 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 latifoliadas	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 %	>5,93 %
Sistema semitransformado	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 seminatural	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: (Secretaría Distrital de Ambiente y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2022).

Para calcular el índice se tuvieron en cuenta endemismos y origen de las especies (nativas) de flora y fauna: 1) Para las variables de flora se reportaron 153 especies, dentro de las cuales 77 se consideraron nativas no endémicas y cinco endémicas y una especie categorizada como Casi endémica. 2) Para las variables de fauna se tuvieron en cuenta solo las especies de vertebrados nativos y todas las especies endémicas. Se reportaron 124 especies de las cuales 106 se consideran nativas no endémicas y diez son endémicas o casi endémicas (Tabla 21).

Tabla 21. Datos de biodiversidad de flora y fauna para el cálculo del índice de naturalidad

FLORA			
Total de especies nativas (no endémicas ni casi endémicas)		77	
Total de especies endémicas y casi endémicas		6	
Nombre científico	Nombre común	Endemismo	
<i>Baccharis bogotensis</i> Kunth	Ciro	Endémica	
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Roble	Casi endémica	
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	Mortiño o mortiño colorao	Endémica	
<i>Cuphea dipetala</i> (L.f.) Koehne	No registra	Endémica	
<i>Berberis tabiensis</i> L.A. Camargo	Uña de gato	Endémica	
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	Arrayán de Popayán	Endémica	
FAUNA			
Total de especies nativas (no endémicas ni casi endémicas)		109	
Total de especies endémicas y casi endémicas		9	
Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
Anfibios	<i>Dendropsophus molitor</i>	Rana Sabanera	Endémica
Reptiles	<i>Atractus crassicaudatus</i>	Culebra Sabanera	Endémica

Tabla 21. Datos de biodiversidad de flora y fauna para el cálculo del índice de naturalidad

Grupo	Nombre científico	Nombre común	Endemismo
Reptiles	<i>Riama striata</i>	Lagartija rayada	Endémica
Reptiles	<i>Anadia bogotensis</i>	Lagartija bogotana	Endémica
Aves	<i>Conirostrum rufum</i>	Conirostro rufo	Casi Endémica
Aves	<i>Gallinago nobilis</i>	Caica de páramo	Casi Endémica
Aves	<i>Porphyriops melanops bogotensis</i>	Tingua moteada	Endémica
Aves	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	Tángara dorsirroja	Casi Endémica
Aves	<i>Spinus spinescens</i>	Jilguero andino	Casi Endémica
Aves	<i>Synallaxis subpudica</i>	Chamicero cundiboyacense	Endémica

Fuente: Elaboración propia.

El puntaje total obtenido en el humedal de La Vaca fue de 52 (Tabla 22), lo que le da una calificación de 4, ubicándolo como un sistema sub-natural (Tabla 23).

Tabla 22. Calificación de parámetros para el cálculo del índice de naturalidad del humedal de La Vaca.

Parámetros Índice de Naturalidad		Resultado	Calificación
Flora (N.º)	Especies Endémicas y Sub endémicas	6	5
	Especies Nativas (no endémicas ni sub endémicas)	77	4
Fauna (N.º)	Especies Endémicas y Sub endémicas	10	2
	Especies Nativas (no endémicas ni sub endémicas)	106	3
Coberturas (%)	Tejido urbano discontinuo	3,6	3
	Pastos limpios	16,35	3

Tabla 22. Calificación de parámetros para el cálculo del índice de naturalidad del humedal de La Vaca.

Parámetros Índice de Naturalidad		Resultado	Calificación
	Plantación de latifoliadas-sauce	2,35	1
	Vegetación acuática	11,08	1
	Cuerpo de agua	16,24	5
	Arbustales	17,36	5
	Bosque de tierra firme	0	1
	Vegetación secundaria	24,01	5
	Pastos arbolados	0	1
	Pastos enmalezados	5,06	3
	Cultivos	0	5
	Tierras desnudas y degradadas	1,02	4
Tensionantes (N°)	Tensionantes reportados	26	1
RESULTADO TOTAL			52
VALOR			4
ESCALA DE NATURALIDAD			Sistema sub - natural

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Escalas de naturalidad que permiten evaluar el estado del humedal.

Escala de naturalidad	Total sumatoria de calificación de variables	Rango de calificación para cada escala
Sistema natural	85	68,1 - 85
Sistema sub-natural	68	51,1 – 68

Tabla 23. Escalas de naturalidad que permiten evaluar el estado del humedal.

Escala de naturalidad	Total sumatoria de calificación de variables	Rango de calificación para cada escala
Sistema seminatural	51	34,1 – 51
Sistema semitransformado	34	17,1-34
Sistema transformado	17	≤ 17

Fuente: Elaboración propia.

2.2.6.2 Análisis de naturalidad a partir de la información cartográfica

Se realizó un segundo análisis de naturalidad, empleando la información cartográfica disponible de coberturas de la tierra, 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:

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

Donde:

CSi = 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. Tomando como referencia a Machado et al (2004), estos distintos niveles de naturalidad se describen de la siguiente manera (Tabla 24):

Tabla 24. Tipología de niveles de naturalidad

Nivel	Nombre	Descripción
1	Transformado	Coberturas únicamente con tejido urbano continuo, urbanismo consolidado o en renovación; geomorfología de terrazas altas (rellenos aplanados) y tipo de suelo blando.
2	Semi Transformado	Coberturas con tejido urbano continuo y mezcla de árboles plantados, urbanismo consolidado; geomorfología de terrazas altas (rellenos aplanados) y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.
3	Muy Intervenido	Coberturas de senderos al interior del humedal; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de terrazas altas (rellenos aplanados) y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.
4	Intervenido	Coberturas no naturales de humedal, con áreas endurecidas, territorios en consolidación urbana de suelos duros en terrazas bajas
5	Cultural sostenible	Coberturas con mezcla de árboles plantados y áreas administrativas al interior del humedal; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de terrazas altas (rellenos aplanados) y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.
6	Semi natural	Coberturas de vegetación acuática; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de terrazas altas (antrópico) y suelos de rondas de ríos y humedales.
7	Casi natural	Coberturas con mezcla de árboles plantados y vegetación secundaria baja; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable permanente y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.
8	Sub natural	Coberturas con vegetación secundaria baja, tifales, juncales, herbazal denso inundable y vegetación acuática; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de terraza baja y área anegable permanente y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.

Tabla 24. Tipología de niveles de naturalidad

Nivel	Nombre	Descripción
9	Natural	Coberturas únicamente con cuerpos de agua; considerado suelo protegido para el desarrollo urbanístico; geomorfología de área anegable permanente y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales.
10	Muy Natural	Coberturas únicamente con cuerpos de agua; geomorfología de área anegable permanente y tipo de suelo de rondas de ríos y humedales, sin desarrollo urbanístico.

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

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

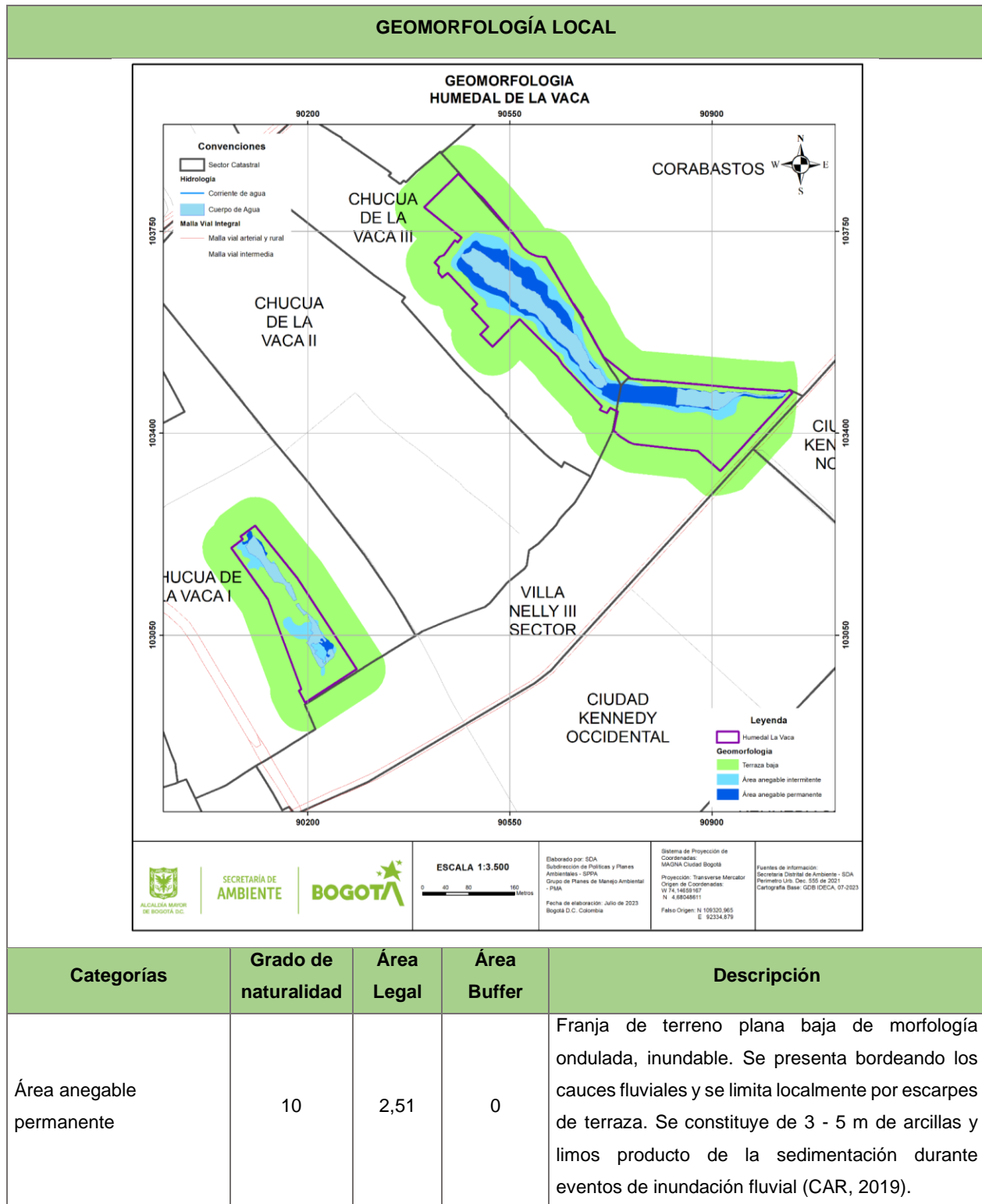
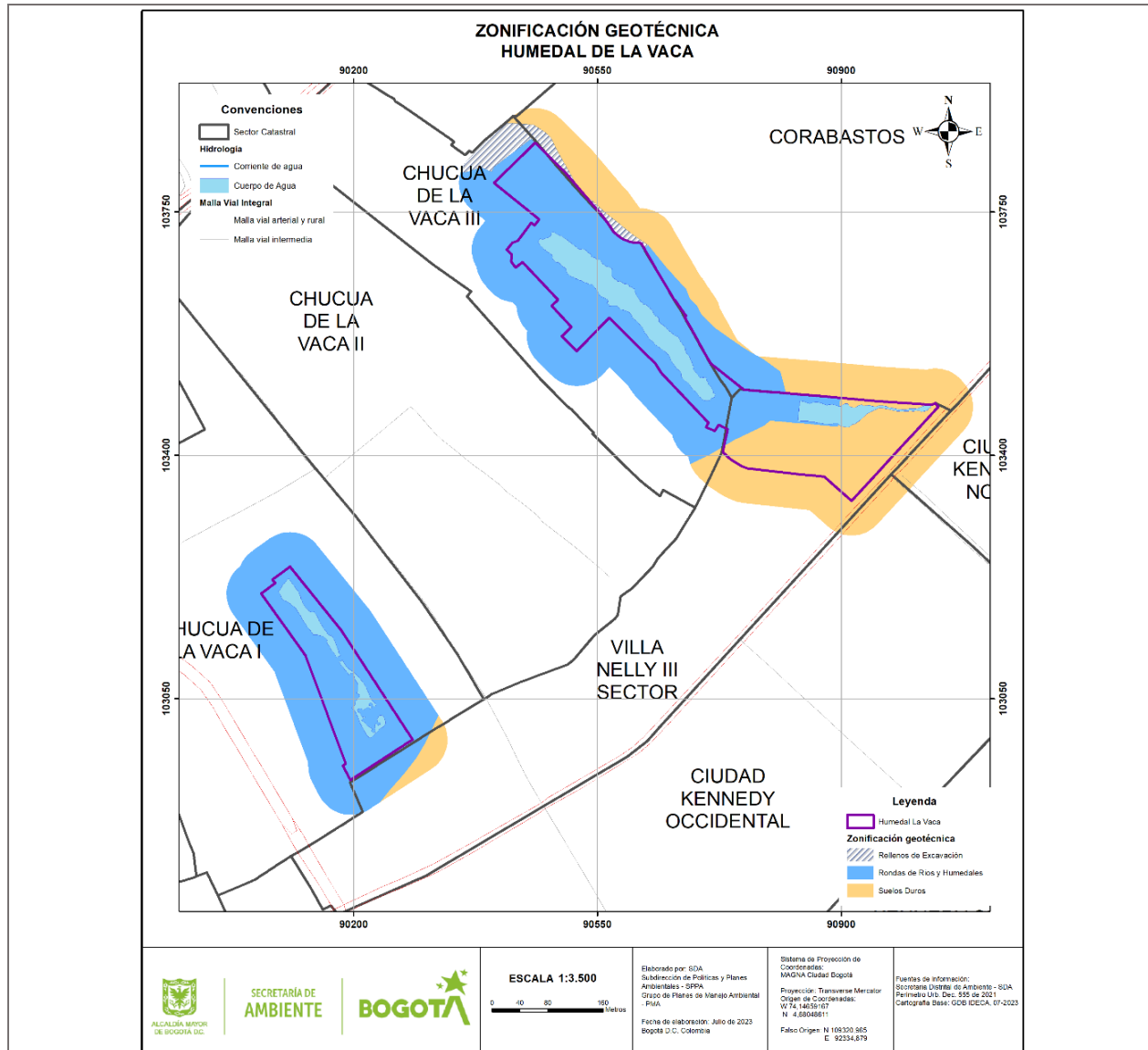


Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

Terraza baja	1	5,93	14,83	Terraza de morfología con pendientes de 5° a 10°, se encuentran limitadas con escarpes de disección. Se forman por la acumulación de material mediante procesos fluviales o fluvio-torrenciales (CAR, 2019).
área anegable intermitente	8	1,49	0	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)				

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca



Categorías	Grado de naturalidad	Área Legal	Área Buffer	Descripción
Rondas de ríos y humedales	10	7,71	8,67	Pertenecen a esta zona los cuerpos de agua de la ciudad, tales como: humedades, antiguos lagos y zonas de inundación (IDIGER, 2010).
Suelos Duros	8	2,23	5,60	Caracterizados por la presencia de suelos endurecidos (IDIGER, 2010).
Rellenos	1	0,003	0,56	Corresponden a áreas antrópicas.

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

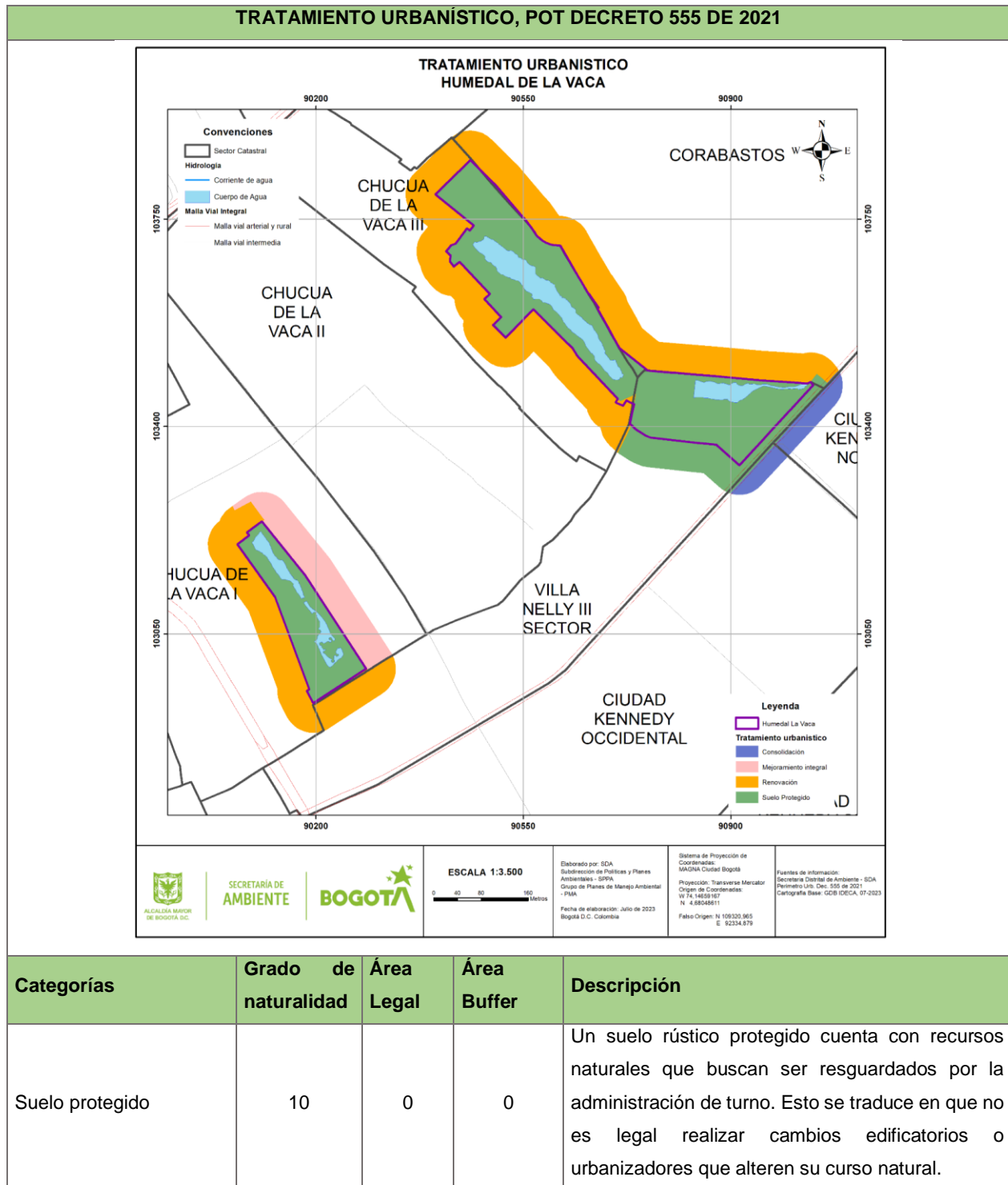
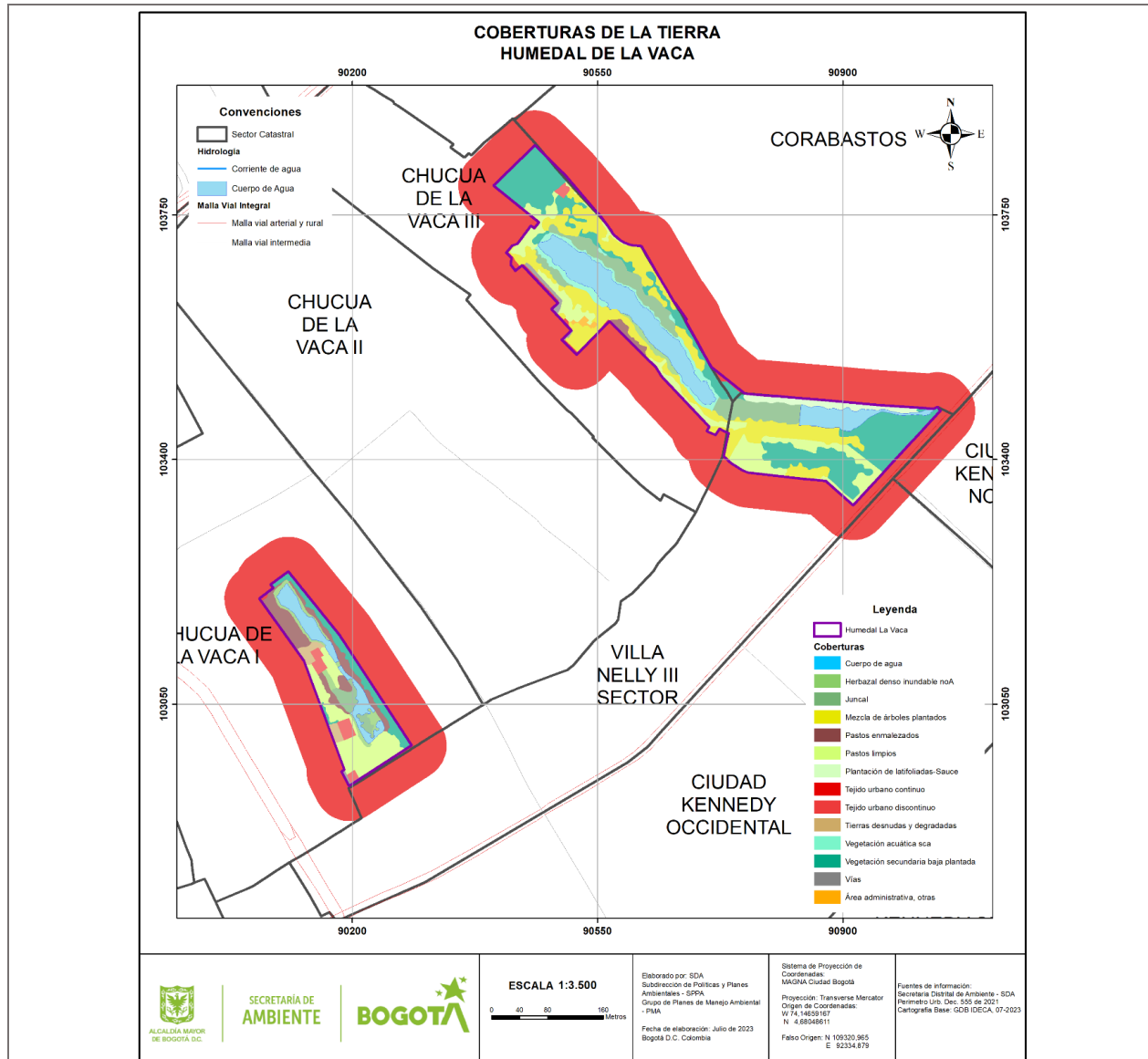


Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

Consolidación	1	0	0,79	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.
Renovación	1	0,03	10,81	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	9,91	1,48	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.
Mejoramiento	1	0	1,75	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.
COBERTURAS DE LA TIERRA, SDA 2022D				

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca



Categorías	Grado de naturalidad	Área Legal	Área Buffer	Descripción
Área administrativa, otras	1	0,02	0	"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)

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

Cuerpo de agua	8	1,61	0	"Superficies o depósitos de agua naturales de carácter abierto o cerrado, dulce o salobre, que pueden estar conectadas o no con un río o con el mar." (IDEAM, 2010, p. 66)
Herbazal denso inundable	7	0,23	0	"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	0,87	0	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 y Plantación de latifoliadas-Sauce	7	1,96	0	Son coberturas constituidas por vegetación arbórea establecida mediante plantación y/o siembra realizada por la intervención directa del hombre, durante el proceso de forestación o reforestación. Para el humedal de La Vaca unidad se agrupan las áreas conformadas por especies de sauce y acacias, Comprende plantaciones de latifoliadas (hoja ancha) que hacen parte del proceso de restauración ecológica realizado en el humedal. (plantaciones protectoras). (IDEAM, 2010, p. 46)
Pastos enmalezados	3	0,50	0	"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 altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m." (IDEAM, 2010, p. 34)

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

Pastos limpios	2	1,62	0	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)
Vías	1		0	Son espacios artificializados con infraestructuras de comunicaciones como carreteras. (IDEAM, 2010, p. 15), En este caso están destinados a tránsito peatonal
Tejido urbano	1	0,26	14,83	"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).
Tierras desnudas y degradadas	1	0,10	0	Superficies que por procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema y/o condiciones climáticas extremas de terreno, son desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal. Para el humedal de La Vaca, corresponden a superficies sin cobertura vegetal por intervenciones antrópicas
Vegetación acuática	7	0,29	0	"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 Pleustophyta, Rizophyta y Haptophyta. 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	2,39	0	"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

Tabla 25. Grados de naturalidad para distintas capas cartográficas del humedal de La Vaca

				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, diques, demás estructuras antrópicas	1	0,08	0	"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.

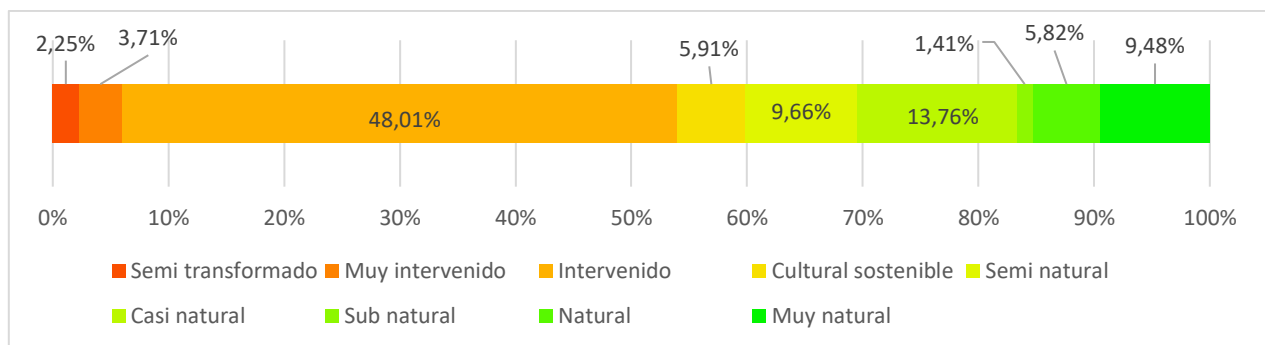
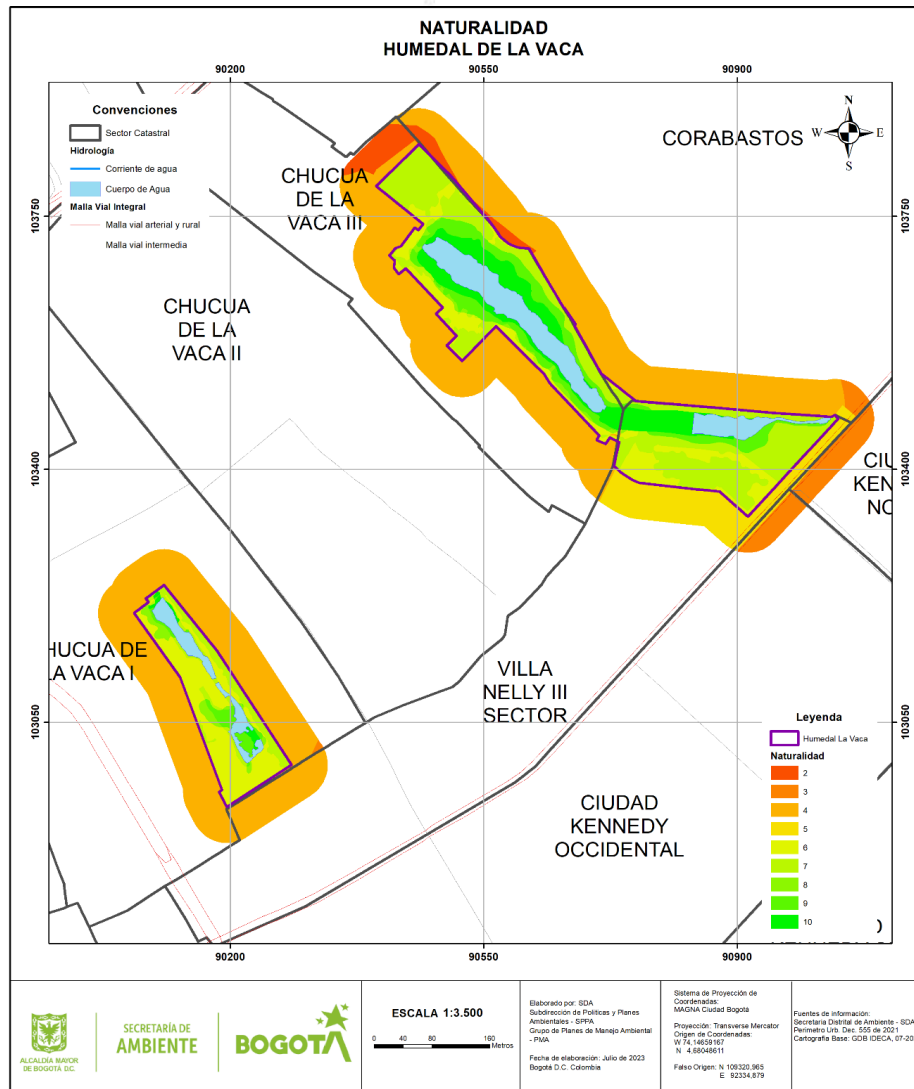


Figura 26. Escala de naturalidad del humedal de La Vaca y su área de influencia directa. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha descrito a lo largo del documento de actualización del PMA, el humedal del se caracteriza por estar rodeado de estructuras antrópicas debido al desarrollo descontrolado de la ciudad de Bogotá a lo largo de su historia. Dicho lo anterior lo esperado es a que las áreas con menor naturalidad sean las que se encuentran alrededor del humedal. Ahora bien, en el interior del humedal, la única área en color verde (Mayor categoría de naturalidad) es la del cuerpo de agua y sus áreas vecinas o colindantes, las demás áreas se encuentran en color amarillo, lo cual no es la condición más favorable para el humedal y las medidas que se tomen en la actualización del PMA deberán priorizar estas áreas.

El análisis basado en información cartográfica revela que, dentro del área legal del humedal, existe un alto grado de conservación natural, con menos del 3% de elementos alterados. Esto se alinea con el análisis cualitativo que clasifica al humedal en la segunda categoría más alta, conocida como "Sub natural". La mayor proporción de alteración antropogénica se encuentra en el buffer de 50 metros de ancho que rodea el área protegida, el cual consiste en una matriz urbana con escasos espacios naturalizados. A pesar de las presiones generadas por las actividades humanas en esta matriz urbana, los procesos de recuperación ecológica llevados a cabo dentro del área protegida han logrado mantener niveles significativos de conservación natural hasta la fecha, como se describe a continuación. El grado de naturalidad para las áreas de buffer, área legal del humedal y su conjunto arrojó los siguientes resultados:

Debido a su ubicación dentro de una matriz urbana bien establecida, el humedal se ve afectado por un área circundante alterada por la actividad humana. Para el análisis, se definió un buffer de 50 metros de ancho como límite de influencia. Según el cálculo del índice de naturalidad morfométrico y las tipologías correspondientes, el área directamente influenciada por el humedal obtuvo una calificación de 3,2, lo que indica que se encuentra en la categoría de semitransformado a altamente intervenido, como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Cálculo de naturalidad del del área buffer.

ID	GNI	CSi (ha.)	GNI *CSi	IN=ΣCSi*GNI/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
1	1	1,744703	1,744703	3,2	De semitransformado a Muy intervenido	
2	3	9,53996	28,61988			
3	4	4,79112	19,16448			
4	5	0,140323	0,701615			
5	6	0,177557	1,065342			
6	8	0,106989	0,855912			
ST (ha.)		16,500652	52,15193			

Fuente: Elaboración propia.

En contraste, el área legal del humedal, gracias a la implementación de procesos de recuperación ecológica, mantenimiento constante, medidas urbanísticas de protección y una geomorfología favorable, muestra altos valores de conservación natural en el cálculo del índice. Alcanza una puntuación de 7,6, ubicándose en la tipología de casi natural a sub natural, como se indica en la Tabla 27.

Tabla 27. Cálculo de naturalidad del área legal.

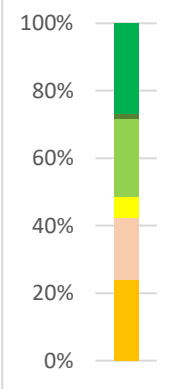
ID	GNI	CSi (ha.)	Gsi *Gni	IN=ΣCSi*Gni/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
1	1	0,0	0,00001	7,6	De casi natural a Sub natural	
2	2	0,0	0,00013			
3	3	0,2	0,497385			
4	4	2,0	7,846816			
5	5	0,2	1,03935			
6	6	3,2	19,20031			
7	7	4,7	33,05416			
8	8	2,2	17,95723			
9	9	1,2	10,79488			
10	10	6,0	60,48007			
ST (m2)		19,75	150,8703			

Fuente: Elaboración propia.

Tras consolidar los datos del área de influencia directa y el área legal del humedal, se evidencia que la conservación natural del área protegida se ve fuertemente influenciada por su entorno

circundante. Como resultado, la puntuación del índice de naturalidad para el conjunto disminuye a 5,6, clasificándose como culturalmente sostenible a seminatural, tal como se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Cálculo de naturalidad del área legal BR + buffer.

ID	GNI	Csi (m2)	Gsi *Gni	IN=ΣCsi*Gni/ST	Tipología de niveles de naturalidad	Escala de IN
1	1	1,744713	1,744713	5,6	De cultural sostenible a Semi natural	
2	2	0,000065	0,00013			
3	3	9,705755	29,11727			
4	4	6,752824	27,0113			
5	5	0,348193	1,740965			
6	6	3,377608	20,26565			
7	7	4,722023	33,05416			
8	8	2,351643	18,81314			
9	9	1,199431	10,79488			
10	10	6,048007	60,48007			
ST (ha)		36,3	203,0223			

Fuente: Elaboración propia.

Considerando lo expuesto anteriormente, se puede concluir que los humedales de la ciudad se encuentran altamente influenciados por la matriz urbana en la que están inmersos. Por lo tanto, las acciones de recuperación de las áreas protegidas deben trascender los límites legales establecidos. Especialmente, los humedales como el de La Vaca, que han quedado aislados de la EEP (Estructura Ecológica Principal) de la ciudad, podrían estar experimentando una considerable erosión genética en las poblaciones de especies nativas que los habitan. Además, se espera que la matriz urbana se transforme aún más con el paso del tiempo, lo que generará una mayor presión sobre los ecosistemas. Por lo tanto, resulta esencial regular las construcciones que rodean el área protegida, con el objetivo de asegurar la creación de espacios que sean compatibles con la zonificación propuesta para el humedal y que contribuyan a su conservación.

2.2.7 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.

2.2.7.1 Análisis a partir de la oferta ambiental

Un análisis sustituto de representatividad podría basarse en lo propuesto por Fandiño-Lozano (1996) en Fandiño y 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. 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 (2008).

A diferencia de este estudio, que tomó como referencia el área aproximada de cada tipo de hábitat, se tomó en este caso como unidad de análisis el mapa de coberturas actualizado del humedal, considerando que las coberturas albergan en su interior uno o varios tipos de hábitats.

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 (2008). Los resultados obtenidos para el humedal se explican a continuación.

2.2.7.2 Oferta ambiental de coberturas en franja acuática y semiacuática

Para definir la oferta ambiental se adaptó la metodología establecida por la (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008) para la recuperación y rehabilitación de humedales en centros urbanos, por lo tanto, se tuvo en cuenta los tipos de coberturas y su representatividad en el humedal, en este caso, se consideraron las coberturas relacionadas con hábitats acuáticos y semiacuáticos, que constituyen el “área efectiva” del humedal, a cada cobertura se le asignó un puntaje según su porcentaje de ocupación en el área efectiva total del humedal, en la Tabla 29 se presentan los criterios y puntajes para la calificación de la oferta ambiental en franja acuática y semiacuática.

Tabla 29. Criterios de calificación para la oferta ambiental en franja acuática y semiacuática

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 unas pocas parejas de aves que lo requieran
	1	5 -20%	Hábitat suficiente para sostener unas pocas parejas de aves que lo requieran
	2	20 – 50%	Hábitat suficiente para varias parejas (si el área efectiva del humedal lo permite)
	3	> 50%	Hábitat dominante, soporta varias parejas si

Tabla 29. Criterios de calificación para la oferta ambiental en franja acuática y semiacuática

Criterio	Puntaje	Cobertura del área efectiva del humedal	Comentarios
			solamente requieren este hábitat
Área efectiva del humedal	1	<5 ha	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 de tamaño capaz de sostener la comunidad completa de aves acuáticas existentes en el Distrito dado un buen mosaico de hábitat

Fuente: secretaria Distrital de Ambiente (2008)

Adicional a los criterios y puntajes definidos anteriormente, para el cálculo de la oferta ambiental se empleó la fórmula que relaciona aspectos como el número de coberturas, las coberturas con valores de puntajes de 1 y 2, así como el valor de la cobertura de juncal, considerando que este tipo de vegetación constituye el hábitat principal de las especies de aves acuáticas, la fórmula para el cálculo de la oferta ambiental se presenta a continuación:

Oferta ambiental = No. total de coberturas + No. de coberturas con valores de 1 y 2 + valor de la cobertura de juncal + valor del área efectiva del humedal.

De acuerdo con lo anterior, se evaluó la oferta ambiental para la franja acuática y semiacuática en el humedal de la Vaca, los resultados se presentan a continuación (Tabla 30):

Tabla 30. Oferta ambiental en la franja acuática y semiacuática del humedal de La Vaca.

Código C.L.C.	Tipo de cobertura	Hábitat	Área cobertura (ha)	Área cobertura (%)	Calificación cobertura hábitat	Calificación área efectiva del humedal
3.2.1.1.2.1.	Herbazal denso no inundable arbolado	Orilla abierta	0,23	7,65	1	1
		Vegetación herbácea emergente de borde				
		Pradera emergida				
3.2.1.1.2.1.1.	Juncal	Juncal	0,87	28,94	2	
		Juncal seco				
5.1.2.	Lagunas, lagos y ciénagas naturales (cuerpo de agua)	Agua abierta	1,61	53,70	3	
4.1.3.	Vegetación acuática seca	Vegetación flotante	0,29	9,71	1	
		Tapete flotante				
		Agua panda/veg. sumergida				
Total			3,01	100	3,01	

Fuente: elaboración propia a partir de información de (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

Para el humedal de La Vaca se obtuvo un valor de 10 puntos respecto a la oferta ambiental, este resultado indicó que la oferta ambiental en la franja acuática y semiacuática es limitada, sin embargo, es un ecosistema que puede sostener poblaciones pequeñas de algunas especies de aves acuáticas con un buen mosaico de ambientes (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008).

2.2.7.3 Oferta ambiental de coberturas en franja terrestre

Para determinar la oferta ambiental de coberturas en la franja terrestres se adaptó la metodología establecida por la (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008) para la recuperación y rehabilitación de humedales en centros urbanos, por lo tanto, se tuvo en cuenta las variables de: ancho promedio de la ronda alrededor del humedal, la fisionomía de la vegetación con énfasis en la vegetación leñosa, la composición de la vegetación (nativa o exótica) y el tipo de entorno (favorable o no para las aves terrestres), en la Tabla 31 se presentan los criterios y los puntajes para la determinación de la oferta ambiental en la franja terrestre.

Tabla 31. 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 del establecimiento de urbanizaciones ilegales
	1	Establecimiento de invasiones ilegales
	2	Invasiones ilegales controladas y temporales

Tabla 31. Criterios de calificación para la oferta ambiental de la vegetación terrestre.

Criterio	Puntaje	Valor correspondiente
	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 de obras de infraestructura
	2	Media – baja presencia de obras de infraestructura
	3	Presencia baja de obras de infraestructura duras
F. Áreas cultivos	0	Con alto porcentaje de presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	1	Media - alta presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
	2	Media - baja presencia de áreas de cultivo sobre ronda
	3	Sin presencia de áreas de cultivo sobre la ronda
G. Suelo desnudo o de cobertura vegetal ausente	0	Con alto porcentaje de presencia 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 suelo desprovisto de cobertura vegetal
H. Áreas vegetación invasiva caso específico: <i>Penisetum clandestinum</i> (P) y <i>Ulex europeus</i> (UPA)	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
	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: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008)

Adicional a los criterios y puntajes definidos anteriormente, para el cálculo de la oferta ambiental en la franja terrestre se emplea la siguiente fórmula:

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

De acuerdo con lo anterior, se evaluó la oferta ambiental para la franja terrestre en el humedal de la Vaca, los resultados se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Calificación ambiental para la oferta ambiental de la vegetación terrestre

Código C.L.C.	Tipo de cobertura	Área		A	B	C	D	E	F	G	H
		(ha)	(%)								
111	Tejido urbano continuo	0,12	1,67%	2	0	0	3	2	3	1	0
112	Tejido urbano discontinuo	0,14	2,05%		0	0				1	0
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	0,08	1,09%		0	0				1	0
231	Pastos limpios	1,62	23,43%		1	1				3	3
233	Pastos enmalezados	0,50	7,25%		1	1				3	3
333	Tierras desnudas y degradadas	0,10	1,47%		0	0				1	0
31531	Mezcla de árboles plantados	1,72	24,88%		3	3				3	0
32321	Vegetación secundaria baja plantada	2,39	34,43%		3	3				3	0
121255	Área administrativa, otras	0,02	0,36%	2	0	0	3	2	3	1	0
315211	Plantación de latifoliadas-Sauce	0,23	3,37%		2	2				3	1
Total		6,93	100%	2	1	1	3	2	3	2	0,7
Cálculo de la oferta ambiental de la ronda: puntaje total de A+B+C+D+E+F+G+H = 14.7											

Fuente: Elaboración propia a partir de información de (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

EL valor máximo que puede llegar a tener la oferta ambiental es 24 puntos, para el humedal de la Vaca se obtuvo un valor de 14,7, por lo tanto, se puede considerar que la oferta ambiental en la franja terrestre es media alta, teniendo en cuenta que se presentan coberturas conformadas por especies nativas, adicionalmente la franja de vegetación se considera ancha, por lo cual ofrece protección al cuerpo de agua, sin embargo, se presentan áreas con presencia de especies invasoras como el Kikuyo.

2.2.8 Análisis a partir del potencial biótico

2.2.8.1 Potencial biótico desde las aves acuáticas

Siguiendo la metodología utilizada en SDA (2008), se asignan puntajes a las 25 especies de aves de manera diferencial, dando mayor peso a especies y subespecies amenazadas y endémicas, como se indica en la Tabla 33. La lógica de esta metodología se basa en que el potencial biótico guarda estrecha relación con la oferta ambiental de un sitio, tal que la estructura y la diversidad de la vegetación son buenos predictores de la riqueza de aves y otros grupos de fauna.

Tabla 33. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de La Vaca. 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	Estudio actual
<i>Rallus semiplumbeus</i>		
<i>Cistothorus apolinari</i>		
Total puntos spp. Endémicas y amenazadas	0	0
<i>Porphyriops melanops bogotensis</i> ¹		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> ²		X
Total puntos otras subespecies endémicas	0	2
<i>Pseudocolopteryx acutipennis</i>		
Total puntos otras especies amenazadas	0	0

Tabla 33. Evaluación del potencial biótico de aves acuáticas en el humedal de La Vaca. 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	Estudio actual
<i>Podilymbus podiceps</i>		X
<i>Fulica americana</i> ³		X
<i>Bubulcus ibis</i>		X
<i>Ardea alba</i> ⁴		X
<i>Butorides striata</i>		X
<i>Egretta caerulea</i>		X
<i>Nycticorax nycticorax</i>		X
<i>Spatula discors</i> ⁵		
<i>Porzana carolina</i>		X
<i>Gallinula galeata</i> ⁶	X	X
<i>Porphyrio martinica</i>		X
<i>Actitis macularius</i>		X
<i>Tringa solitaria</i>		X
<i>Tringa flavipes</i>		X
<i>Tringa melanoleuca</i>		X
<i>Gallinago nobilis</i>		X
<i>Gallinago delicata</i> ⁷		
<i>Serpophaga cinerea</i>		X
Total puntos otras especies	1	16
PUNTAJE TOTAL	1	24
¹ <i>Gallinula melanopus bogotensis</i> en SDA (2008) ² <i>Agelaius icterocephalus bogotensis</i> en SDA (2008) ³ <i>Fulica americana colombina</i> estaba como subespecie endémica en SDA (2008) ⁴ <i>Casmerodius albus</i> en SDA (2008) ⁵ <i>Anas discors</i> en SDA (2008) ⁶ <i>Gallinula chloropus</i> en SDA (2008) ⁷ <i>Gallinago gallinago</i> en SDA (2008)		

Fuente: Elaboración propia.

El puntaje total obtenido en el humedal de La Vaca en la presente actualización del PMA, considerando la totalidad de especies registradas mediante información secundaria y las

reportadas en el presente estudio fue de 24, lo que le da una Calificación de potencial biótico Medio, de acuerdo con la clasificación que se presenta en la Tabla 34.

Se observa el incremento en el puntaje en relación con el estudio de SDA (2008) por la presencia de *Fulica americana* y *Bubulcus ibis*.

Tabla 34. 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 con base en SDA (2008).

2.3 CRITERIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL

En esta sección de la evaluación del humedal de La Vaca se identificó la actual situación de los aspectos socioeconómicos y culturales más relevantes para la planificación del manejo y la conservación del área protegida en lo relacionado con los valores sociales, educativos y culturales asociados a esta. Se definieron para ello cuatro (4) parámetros, con base en la Guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia (MAVDT, 2006).

Cada uno de estos parámetros se evalúa 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 de Bogotá, 2015), así como de la ejecución de las estrategias y proyectos derivados de ésta en el PMA objeto de actualización y su plan de acción.

2.3.1 Valores estéticos, culturales, religiosos e históricos

Este parámetro busca identificar la identidad o pertenencia que tienen las comunidades con el humedal de La Vaca e identificar cuáles son los valores culturales que están asociados a ese ecosistema. Para ello, el indicador más representativo que se analiza es el *número de eventos*

representativos llevados a cabo en el humedal, que, en sí mismo evidencias prácticas culturales y de apropiación social de estos espacios por parte de las comunidades.

Estos eventos permiten identificar prácticas culturales de las comunidades asociadas al humedal de La Vaca pues son realizados con la participación de los ciudadanos. En estas actividades al interior del humedal se dan algunas expresiones culturales de las comunidades aledañas o aquellas que han acompañado el proceso de recuperación. Durante el año se conmemoran las fechas asociadas al calendario ambiental: día mundial de los humedales, celebración del día de la tierra, día del agua, día del árbol, día de la educación ambiental, día de las aves, día de la biodiversidad, etc. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018)

Adicionalmente, en el humedal de La Vaca se realiza la celebración del *Canto al Agua* y el *Festival Chucua La Vaca*, actividades que se han consolidado como referentes culturales de la UPZ 80 Corabastos y la localidad de Kennedy.

El *Canto al Agua* se realiza en el marco de la celebración del día del agua cada 22 de marzo. Busca una reflexión colectiva del uso del recurso hídrico y la importancia del humedal de la Vaca en el ciclo del agua (Tecniprojecta, 2022). Por su parte, el *Festival Chucua la Vaca* se celebra cada 20 de julio. Busca posicionar el rol de los niños, niñas y adolescentes en la defensa y recuperación del ecosistema, resaltando actos festivos como desfiles y presentaciones artísticas. (Tecniprojecta, 2022).

Para los vecinos del humedal, este espacio, inicialmente dirigido a la celebración de temas ambientales, ha significado un encuentro comunitario en torno a otros temas como la Novena navideña ecológica (Secretaría Distrital de Ambiente, 2018) y la celebración del día de los niños (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019).

En el año 2015, la Alcaldía Local de Kennedy le hizo un reconocimiento a la labor cultural del Festival. Este reconocimiento se ve representado en la placa que hoy la comunidad expone con orgullo en la sede administrativa del humedal, sector norte (Figura27).

Por otro lado, el avistamiento de aves ha posicionado al humedal de manera importante: en torno a esta actividad, se han realizado Censos navideños, Global Big Day, Censo neotropical de aves acuáticas, entre otras actividades que evidencian la importancia que tiene este espacio a nivel social y cultural.

Para el cálculo del indicador de *Número de eventos representativos en el humedal* por año se ha promediado la información existente para los años 2018, 2019, 2020 y 2021. De esta manera, la evaluación del indicador se realiza bajo la escala presentada en la Tabla 35.



Figura 27. Placa de reconocimiento al Festival Chucua La Vaca. Fotografía tomada por: Andrés Guerrero 2023

Tabla 35. Eventos representativos y participantes en el humedal de La Vaca 2018- 2021.

INDICADOR	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Número de eventos representativos en el humedal por año	6 o más.	Entre 3 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.

La Figura 28 y Tabla 36 presentan la cantidad de eventos y participantes registrados en el humedal entre 2018 y 2021.

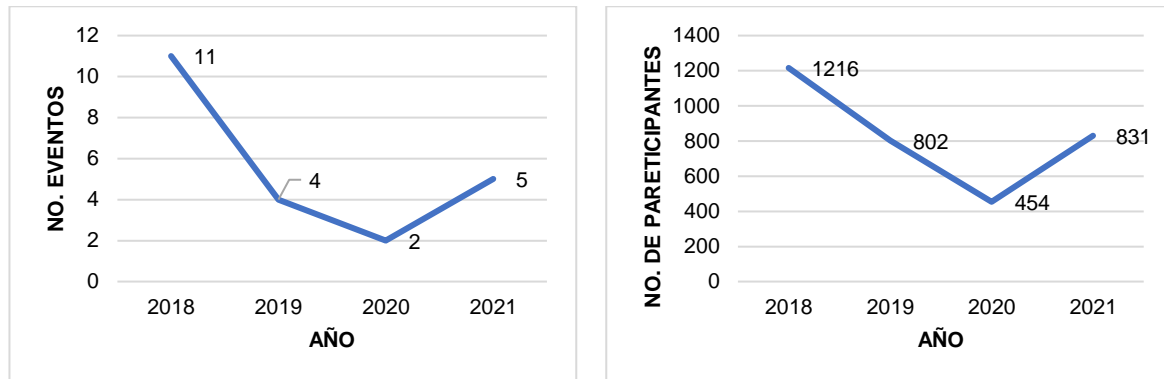


Figura 28. Eventos representativos y número de participantes. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021.
Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Tabla 36. Resultado de la evaluación. Eventos representativos y sus participantes en el humedal de La Vaca. 2018 – 2021.

INDICADOR	2018	2019	2020	2021	Promedio
Número de eventos representativos en el humedal por año	11	4	2	5	5,5
Número de participantes en eventos representativos en el humedal por año	1216	802	454	831	825,75

Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

El promedio de eventos representativos realizados en el periodo evaluado corresponde a un promedio *bueno*, con una calificación muy cercana a la categoría *muy bueno*. Por su parte, el promedio de los participantes que asistieron a estos eventos está 9 veces por encima del parámetro determinado para la calificación *muy bueno*. No hay duda de que en este humedal la alta participación en este tipo de eventos muestra el significado y la importancia que tiene este ecosistema para sus comunidades.

Tal como se ve en la Figura 28, el 2018 fue un año con una participación alta debido a que el número de eventos participativos fue igualmente alto; sin embargo, estos datos tendieron a disminuirse en los años siguientes, en especial en el año 2020, año de la emergencia sanitaria por COVID – 19. Esta gráfica muestra cómo los años siguientes a la emergencia sanitaria han mostrado una recuperación incipiente de estos datos.

Ahora, la activa participación de la comunidad en este tipo de eventos hace que su sostenibilidad en el tiempo no sea un motivo de preocupación. Sin embargo, no está de más que este aspecto sea tenido en cuenta en lo correspondiente al capítulo de Plan de acción, con el fin de fortalecer los liderazgos que por años han garantizado ese interés en la apropiación social y la valoración del humedal por parte de su comunidad.

2.3.2 Recreación pasiva, educación e investigación

La Conferencia de 2015 de Implementación de la Convención Ramsar tuvo como premisa que “La Conservación y el uso racional de los humedales, se integran [integren] a través de la comunicación, el desarrollo de capacidad, la educación, concienciación y participación” (Ramsar COP 12, 2015). Colombia, al adoptar la convención Ramsar en 1997, debe ser consecuente y, por tanto, sus actividades deberán ir orientadas a tal fin.

El humedal de La Vaca, al ser catalogado como Reserva Distrital desde 1994, se enmarca en los usos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial (Artículo 56, Decreto 555 de 2021), el cual contempla como uso compatible la educación ambiental, la investigación y el monitoreo.

Por esta razón, la SDA, responsable de la administración del humedal de La Vaca, realiza actividades de educación ambiental a través de recorridos de interpretación que buscan sensibilizar a la comunidad aledaña, visitantes esporádicos, instituciones educativas, así como a organizaciones y entidades. Su finalidad es mostrar la importancia del humedal, los servicios ecosistémicos que presta y la urgencia en su cuidado y preservación.

Para la estimación de los siete (7) indicadores correspondientes a este numeral, metodológicamente se tuvieron en cuenta los Informes de Gestión Anual en el humedal de la Vaca de la SDA, para las vigencias 2018 al 2021 (último año publicado). Ante la ausencia de datos para algunos casos, se asignó el valor cero (0) y se diferenció con relleno color gris claro. Los indicadores fueron:

- a. Cantidad de recorridos interpretativos en el humedal.
- b. Cantidad de participantes en recorridos interpretativos en el humedal.
- c. Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal.
- d. Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en el humedal.
- e. Cantidad de monitoreos participativos en el humedal.
- f. Cantidad de participantes en monitoreos participativos en el humedal.
- g. Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para el humedal de La Vaca.

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 de la SDA. El humedal de La Vaca, a diferencia de otros humedales del Sitio Ramsar, hace parte de los que cuentan con registros detallados del ingreso de visitantes.

A partir de las cifras de los informes de gestión mencionados, la escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 37.

Tabla 37. Escala de calificación para recorridos interpretativos en el humedal de La Vaca/año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Más de 201	Entre 200 y 181	Entre 180 y 160	< = 159

Fuente: Elaboración Propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 140 recorridos interpretativos en el humedal, es decir, una asignación numérica de uno (1) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de deficiente para esta acción educativa en el área protegida (Tabla 38).

Tabla 38. Relación de recorridos interpretativos en el humedal de La Vaca en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
173	200	80	107	140	Deficiente

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

La calificación obtenida muestra la drástica reducción que sufrió este indicador debido a la emergencia sanitaria referida con anterioridad. El año 2020 muestra una caída importante y los años siguientes, en particular el año 2021, tiene una muy leve recuperación.

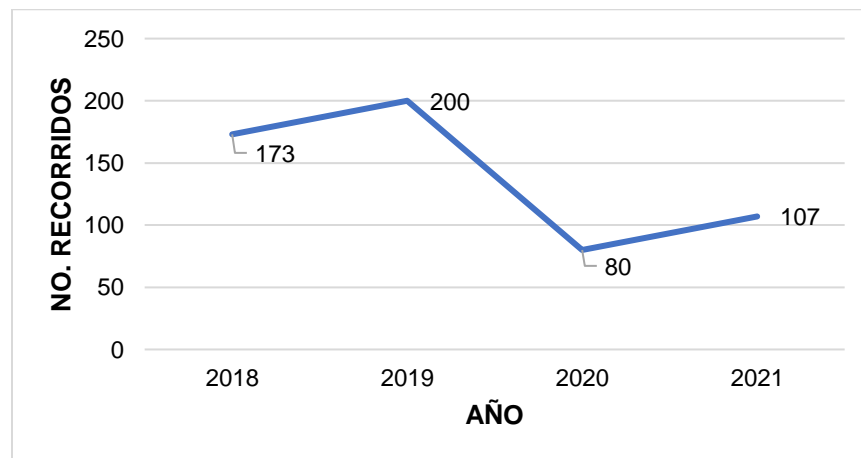


Figura 29. Recorridos interpretativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021.

Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Resulta importante revisar el comportamiento de este indicador en lo correspondiente al capítulo de Plan de acción, con el fin de establecer estrategias que mejoren este comportamiento y acerquen el humedal a la comunidad en general.

2.3.2.2 Cantidad de participantes en recorridos interpretativos en el humedal

Para la medición de este indicador se debe tener en cuenta, tanto la cantidad de personas que hicieron parte de recorridos interpretativos en el humedal con acompañamiento de intérpretes de la SDA, así como la capacidad de carga determinada para el humedal de La Vaca.

La escala de calificación establecida para el presente indicador se establece con base en la capacidad de carga establecida como parte de la actualización de PMA como 310 visitantes/día, ver Tabla 39.

Tabla 39. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Su número no supera el 50% de la capacidad de carga establecida.	Su número es menor al 79% de la capacidad de carga establecida.	Su número esta entre el 80 y el 99% de la capacidad de carga establecida.	Supera el 100% de la capacidad de carga establecida.

Fuente: Elaboración propia.

En relación con la cantidad de personas que hicieron parte de los recorridos interpretativos, el promedio anual obtenido para este indicador fue de 1.923,75 participantes en recorridos interpretativos en el humedal, tal como se puede ver en la Tabla 40 y en la Figura 30. Es decir, una asignación numérica de cuatro (4) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de Muy bueno para esta acción educativa en el área protegida (Tabla 40). Lo anterior, teniendo en cuenta el resultado de calcular la capacidad de carga establecida anual, es decir, un total de 113.150 personas; cuyo 50% es 56.575.

Tabla 40. Relación de participantes en recorridos interpretativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
3317	2850	530	998	1.923,75	Muy Bueno

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 - 2021

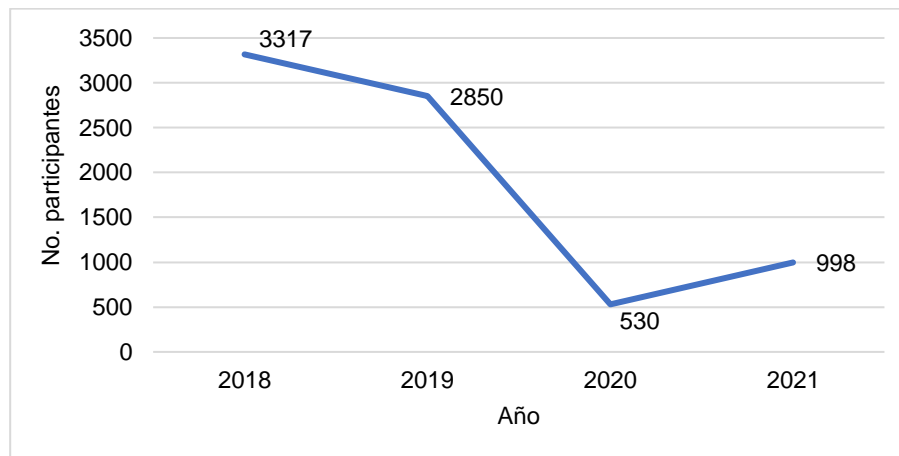


Figura 30. Número de participantes en recorridos interpretativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Vale la pena anotar que la participación de la comunidad en los recorridos interpretativos tiende a ser masiva, por lo que el descenso del indicador observado en la Figura 30 para los años 2018 a 2020, está directamente relacionado con la reducción de la cantidad de los recorridos interpretativos en estos mismos años. Si se proponen estrategias para mejorar la cantidad de recorridos interpretativos, seguramente mejorará el desempeño del indicador.

2.3.2.3 Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal.

Las acciones pedagógicas en el humedal de La Vaca son actividades de sensibilización articuladas por la SDA que están dirigidas a diferentes grupos etarios. En estas actividades se involucra a los participantes en momentos prácticos reflexionando y/o llamando la atención frente a realidades territoriales.

La SDA adelanta acciones pedagógicas como el Aula Viva itinerante, que busca llevar el humedal a la comunidad aprovechando escenarios de participación y encuentro (SDA. , 2021c). Este tipo de eventos se realizan acercando el humedal a colegios y a grupos juveniles. Para evaluar este indicador, la escala de calificación de las acciones pedagógicas se muestra en la Tabla 41.

Tabla 41. Escala de calificación para acciones pedagógicas en el humedal/año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Más de 101	Entre 100 y 90	Entre 89 y 60	< = 59

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 70 acciones pedagógicas en el humedal, lo cual, representa una asignación numérica de dos (2) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de *aceptable* para esta acción educativa en el ecosistema.

Tabla 42. Relación de acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
89	73	48	Sin información	70	Aceptable

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Esta calificación se explica por el descenso de acciones pedagógicas ocurridas en el 2020, año de inicio de la emergencia sanitaria, y porque para el año 2021 no se cuenta con información de este indicador en el Informe de Gestión correspondiente a esa vigencia. Para lo correspondiente al Plan de Acción, este indicador deberá revisarse con el fin de identificar estrategias que permitan aumentar la frecuencia en su realización, de tal manera que cumpla su función de educar a la comunidad del humedal y a sus visitantes.

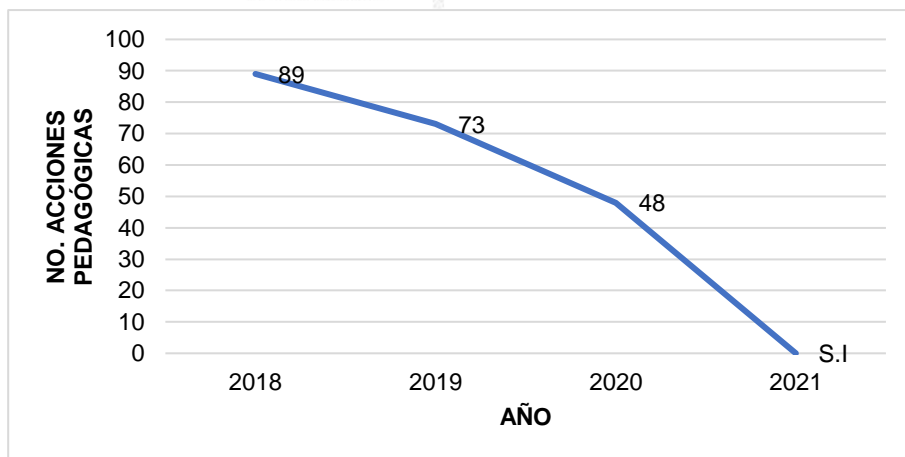


Figura 31. Número de acciones pedagógicas. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

2.3.2.4 Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en el humedal

Para la medición de este indicador se debe tener en cuenta, tanto la cantidad de personas que participaron de las acciones pedagógicas en el humedal, así como la capacidad de carga establecida como parte de la actualización de PMA como 310 visitantes/día, ver Tabla 43.

Tabla 43. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Su número no supera el 50% de la capacidad de carga establecida.	Su número es menor al 79% de la capacidad de carga establecida.	Su número esta entre el 80 y el 99% de la capacidad de carga establecida.	Supera el 100% de la capacidad de carga establecida.

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 1.076 participantes, tal como se puede ver en la Tabla 44 y en la Figura 32. Es decir, una asignación numérica de cuatro (4) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de Muy bueno para esta acción educativa en el área protegida. Lo anterior, teniendo en cuenta el resultado de calcular la capacidad de carga establecida anual, es decir, un total de 113.150 personas; cuyo 50% es 56.575.

Tabla 44. Relación de participantes en acciones pedagógicas en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
1348	1276	604	Sin información	1.076	Muy Bueno

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

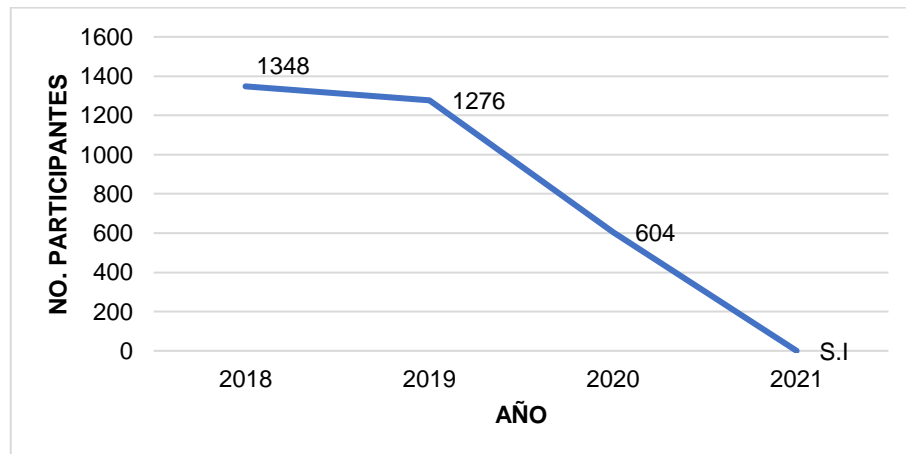


Figura 32. Número de participantes en acciones pedagógicas. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Es posible mencionar que la cantidad de participantes también tendió a ser baja debido al descenso de acciones pedagógicas ocurridas en el 2020 y porque, además, para el año 2021 no se cuenta con información de este indicador en el Informe de Gestión correspondiente a esa vigencia.

Por ello, en el Plan de Acción se deberá revisar este indicador con el fin de identificar estrategias que permitan aumentar la frecuencia en su realización, de tal manera que cumpla su función de educar a la comunidad del humedal y a sus visitantes.

2.3.2.5 Cantidad de monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal.

Los monitoreos participativos son acciones dedicadas a conocer la biodiversidad presente en el humedal por parte de la comunidad. Está dirigido al público interesado y tiene como finalidad ser un ejercicio de aprendizaje que aporta en la investigación participativa y aplicada.

Para evaluar este indicador, la escala de calificación de las acciones pedagógicas se muestra en la Tabla 45.

Tabla 45. Escala de calificación para monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal/Año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Más de 11	Entre 9 y 10	Entre 6 y 8	< = 5

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 7,25 monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal, lo cual, representaría una asignación numérica de entre dos y tres (2 – 3) en la escala determinada y, por tanto, una valoración que se ubica entre *aceptable* y *bueno* para esta acción educativa en el ecosistema.

Tabla 46. Relación de monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
9	9	7	4	7,25	Aceptable - Bueno

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Para revisar este resultado, no debe perderse de vista que los monitoreos participativos son ejercicios colectivos. Por ello, debe tenerse en cuenta que el descenso de los datos puede estar relacionado con la limitación de relacionamiento físico ocurrido en el año 2020 y año 2021, años de la emergencia sanitaria.

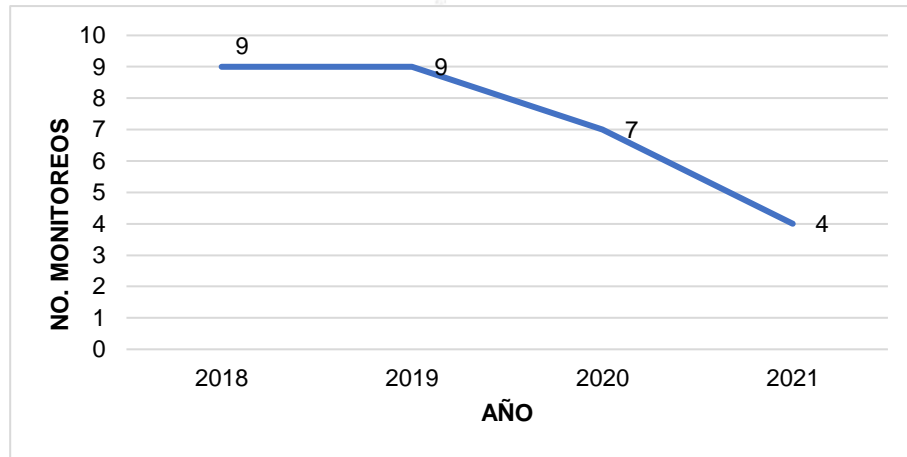


Figura 33. Número de monitoreos (comunitarios) participativos. Humedal de La Vaca. 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Pese a estas claridades, es innegable la tendencia de este indicador a descender, por ello, en el Plan de Acción se deberá proponer estrategias que mejoren estos monitoreos comunitarios para darle la importancia que tiene a la diversidad biológica existente en el área protegida.

2.3.2.6 Cantidad de participantes en monitoreos participativos en el humedal.

Para la medición de este indicador se debe tener en cuenta, tanto la cantidad de personas que asistieron a los monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal, así como a la capacidad de carga determinada para el humedal de La Vaca, establecida como parte de la actualización de PMA como 310 visitantes/día, ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 47. Escala de calificación para participantes en recorridos interpretativos en el humedal/año.

4.Muy Bueno	3.Bueno	2.Aceptable	1.Deficiente
Su número no supera el 50% de la capacidad de carga establecida.	Su número es menor al 79% de la capacidad de carga establecida.	Su número esta entre el 80 y el 99% de la capacidad de carga establecida.	Supera el 100% de la capacidad de carga establecida.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la cantidad de personas que asistieron a los monitoreos (comunitarios) participativos, el promedio anual obtenido para este indicador fue de 75,25 participantes, tal como se puede ver en la Tabla 48 y en la Figura 34. Es decir, una asignación numérica de cuatro (4) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de Muy bueno para esta acción educativa en el área protegida. Lo anterior, teniendo en cuenta el resultado de calcular la capacidad de carga establecida anual, es decir, un total de 113.150 personas; cuyo 50% es 56.575.

Tabla 48. Relación de participantes en monitoreos (comunitarios) participativos en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
94	91	77	39	75,25	Muy Bueno

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 - 2021

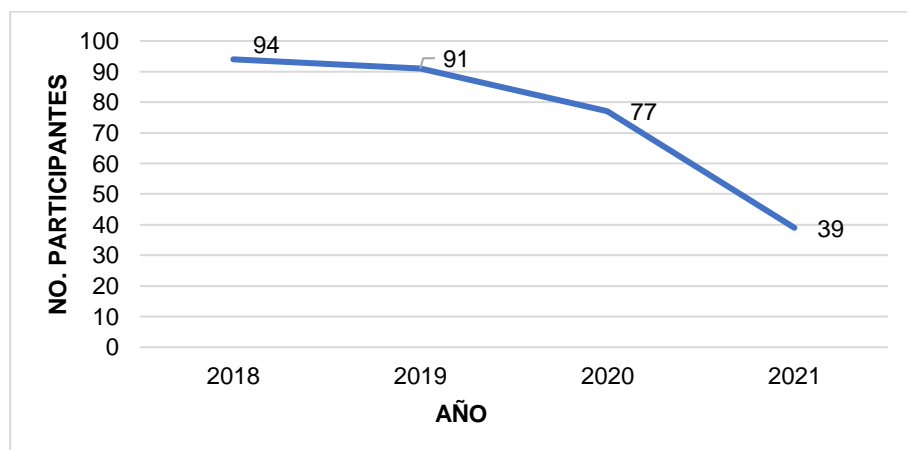


Figura 34. Número de Participantes en monitoreos (comunitarios) participativos. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021

La tendencia al descenso de los monitoreos comunitarios participativos indica que deben implementarse estrategias que ayuden a mejorar la participación en ellos por parte de la comunidad aledaña, así como la no aledaña interesada en este tipo de eventos.

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

Con relación a proyectos de investigación en el humedal de La Vaca, fue posible identificar algunos realizados en articulación con la SDA, tal como lo refiere este indicador. Así, a partir de las cifras de los informes de gestión anuales de la SDA, la escala de calificación establecida para el presente indicador se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49. Escala de calificación para proyectos de investigación en el humedal/año.

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

Fuente: Elaboración propia.

El promedio anual obtenido para este indicador fue de 2,33 proyectos de investigación en el humedal, lo cual, representaría una asignación numérica de dos (2) en la escala determinada y, por tanto, una valoración de *aceptable* para esta acción educativa en el ecosistema.

Tabla 50. Relación de proyectos de investigación en el humedal en 2018, 2019, 2020 y 2021.

2018	2019	2020	2021	Promedio	Calificación
2	Sin información	1	4	2,33	Aceptable

Fuente: Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Esta calificación indica que se requiere implementar estrategias para avanzar en un proceso de mejora en la investigación con el fin de subsanar vacíos de información existentes, además de generar información valiosa para la toma de decisiones respecto al manejo del ecosistema, por ejemplo, en respuesta a los tensionantes existentes.

2.3.3 Vestigios arqueológicos

Por el desarrollo histórico de los humedales de Bogotá y su importancia en el poblamiento de la sabana de Bogotá por parte de las comunidades Muisca y del periodo Colonial, es válido partir

de la premisa general que en los humedales de la ciudad se encuentra un importante patrimonio arqueológico.

Pese a esto, tal como se mencionó en el Capítulo de Descripción, hoy no existe ninguna investigación en el repositorio del Instituto Colombiano de Antropología e Historia –ICANH- que permita determinar el potencial arqueológico del humedal, es decir que a la fecha no se tiene evidencia de la presencia de material arqueológico. (Therrien, M. (IDPC), 2021)

Sin embargo, para futuras obras que impliquen la remoción de los rellenos que requieran llegar hasta el suelo original del humedal de La Vaca, es necesario la elaboración de un Programa de Arqueología Preventiva que permita proteger el potencial patrimonio arqueológico, producto de la depositación lacustre, origen de los suelos del humedal y que esté de acuerdo con la normatividad vigente en torno al patrimonio arqueológico.

2.3.4 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 las Mesas Territoriales del humedal de La Vaca.

Las Mesas Territoriales son las instancias de participación definidas por el Plan de Acción de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital que se toman en este documento como parámetro para dar cuenta del estado actual de la participación ciudadana en la conservación del humedal de La Vaca.

Son objeto de estas Mesas tratar temas referentes a debilidades o aspectos por mejorar en la gestión desarrollada por las distintas instituciones que se encuentran a cargo de su administración y manejo. Para el cálculo del indicador de *Número de mesas territoriales desarrolladas, y sus participantes, en el humedal* por año se ha promediado la información existente para los años 2018, 2019, 2020 y 2021. De esta manera, la evaluación del indicador se realiza bajo la escala presentada en la Tabla 51.

Tabla 51. Mesas territoriales y sus participantes en el humedal de La Vaca 2018- 2021.

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.

La Figura 35 y la **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presentan el número de mesas territoriales desarrolladas y el número de asistentes a las mismas registrados en el humedal entre 2018 y 2021. De esta manera, se definió la siguiente escala de calificación:

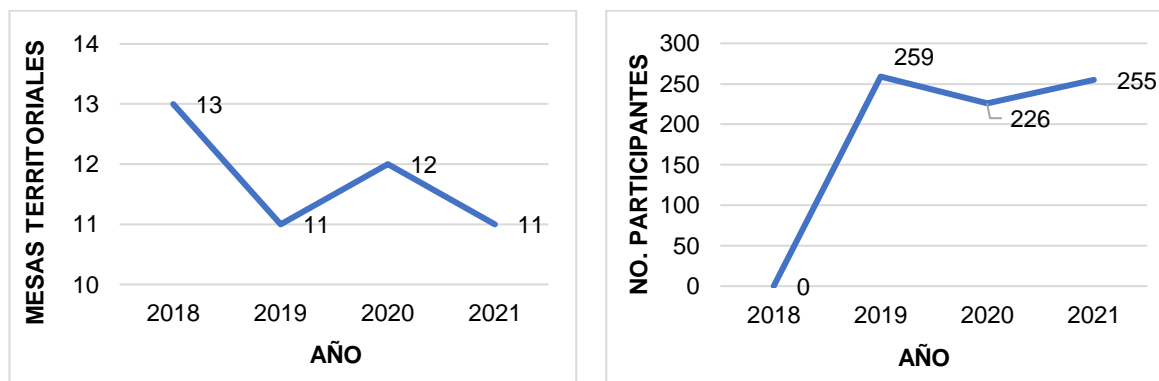


Figura 35. Mesas territoriales y cantidad de participantes. Humedal de La Vaca 2018 – 2021. Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

Tabla 52. Resultado de la evaluación. Mesas territoriales y sus participantes en el humedal de La Vaca 2018 – 2021.

INDICADOR	2018	2019	2020	2021	Promedio
Número de mesas	13	11	12	11	11,75

Tabla 52. Resultado de la evaluación. Mesas territoriales y sus participantes en el humedal de La Vaca 2018 – 2021.

INDICADOR	2018	2019	2020	2021	Promedio
territoriales en el humedal por año					
Número de participantes a mesas territoriales en el humedal por año	Sin información	259	226	255	246,66

Fuente: Elaboración propia. Informes de Gestión Anual SDA, 2018 – 2021.

La calificación obtenida es la correspondiente a *muy bueno* en ambos indicadores, tanto en el promedio de mesas territoriales desarrolladas como en la participación que se tuvo en esas mesas. Este último indicador superó de lejos los criterios de evaluación definidos, dejando claro, una vez más, la activa participación que caracteriza a esta comunidad en temas relacionados con el humedal, su administración y la gestión institucional relacionada con esta zona de reserva.

No es posible entender esta activa participación si se desconocen los procesos de apropiación territorial que la comunidad del humedal de La Vaca ha desarrollado históricamente y que permitieron que hoy el humedal cuente con importantes niveles de recuperación y conservación.

Es por esta razón que, si bien este indicador debe estarse monitoreando de cerca, para el caso del humedal de La Vaca se deberá seguir dando continuidad a las estrategias que han funcionado para que la relación existente entre la comunidad y las entidades Distritales continúe siendo cercana, fluida y provechosa para la conservación de este ecosistema.

2.3.5 Infraestructura y equipamientos

Para determinar la funcionalidad, aprovechamiento y estado actual de la infraestructura y equipamientos presentes en el humedal, se realizaron visitas de campo y registros fotográficos para hacer una evaluación cualitativa de los elementos existentes construidos.

Adicionalmente, se solicitó información directamente al personal de administración, sobre la funcionalidad y calidades de los equipamientos e infraestructura existentes.

La evaluación se realizó desde 4 criterios: desempeño, accesibilidad, coherencia ambiental y compatibilidad de uso.

2.3.5.1 Desempeño

La calificación del desempeño se hace a partir de la evaluación de la funcionalidad y calidades de la infraestructura y equipamientos que hacen posible su uso eficiente. Estas calidades se analizan y procesan a través de una escala de valores, considerando características básicas, que permitan calificar su desempeño.

Tabla 53. Escala de valoración del desempeño de la infraestructura y equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	No existen
2	Medio Bajo	Existen, pero no son suficientes y sus condiciones no son adecuadas
3	Medio Alto	Existen, son suficientes, pero sus condiciones no son adecuadas
4	Alto	Existen, son suficientes y sus condiciones son adecuadas

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la escala de valores definida, se estableció el desempeño de los elementos de infraestructura existentes en el humedal, generando los resultados presentados en la Figura 36.

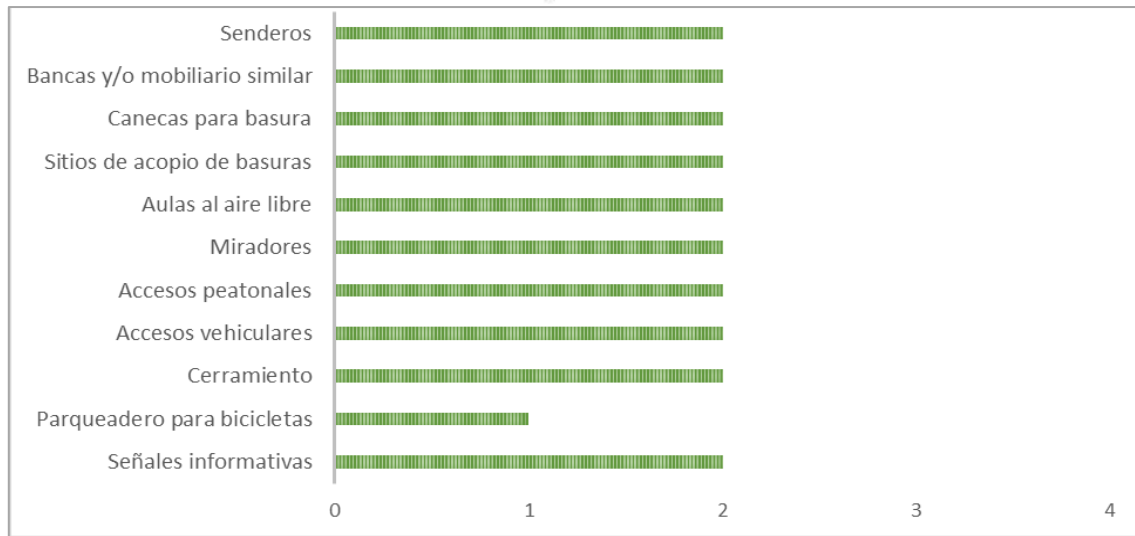


Figura 36. Valoración del desempeño de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de la infraestructura existente se hace considerando la totalidad del humedal de La Vaca, que incluye el sector norte y el sector sur. Aunque el sector norte cuenta con elementos para el beneficio de visitantes y el desarrollo de las actividades permitidas, la calificación que se obtiene es baja, al considerar que el sector sur del humedal no cuenta con infraestructura.

Con base en la escala de valores definida en la Tabla 53, se estableció el desempeño de los equipamientos existentes en el humedal, generando los presentados en la Figura 37.

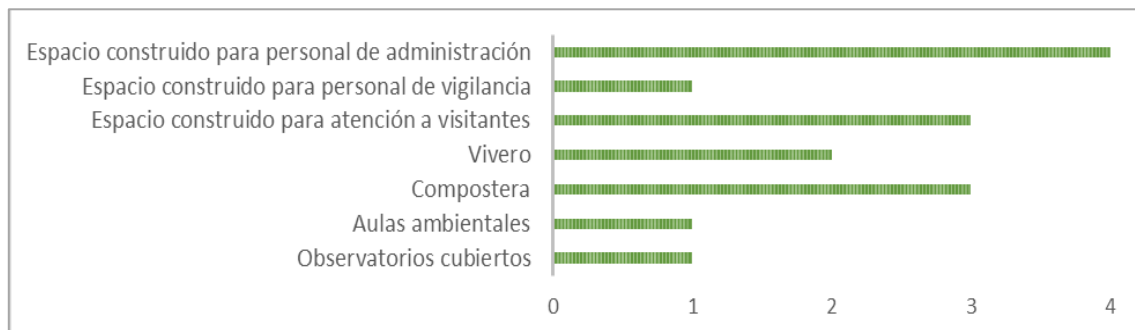


Figura 37. Valoración del desempeño de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.

El humedal de La Vaca, en el sector norte, cuenta con una edificación de buenas cualidades para personal administrativo y atención a visitantes.

El sector sur del humedal carece de equipamientos, tanto para labores administrativas como para atención a visitantes. La falta de control y vigilancia en este sector no permite la recuperación ecológica y el desarrollo de actividades didácticas.

2.3.5.2 Accesibilidad

El criterio de evaluación de la “Accesibilidad” hace referencia a las condiciones físicas particulares del elemento que permitan su uso o acceso por personas que presenten alguna condición de discapacidad. Para la evaluación de la “Accesibilidad”, referente a la infraestructura y equipamientos existentes en el humedal, se tuvieron en cuenta datos recolectados directamente, en visitas al sitio; adicionalmente, la información obtenida de encuestas y entrevistas al personal administrativo.

Tabla 54. Escala de valoración de la accesibilidad de la infraestructura y equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	No permite el uso o accesibilidad de personas en condición de discapacidad
2	Medio Bajo	Las personas en condición de discapacidad pueden usarlo o acceder, pero con ayuda
3	Medio Alto	Las personas en condición de discapacidad pueden usarlo o acceder, pero requiere esfuerzo
4	Alto	Permite el uso o accesibilidad de personas en condición de discapacidad, fácilmente

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la escala de valores definida, se estableció la valoración de “Accesibilidad” de los elementos de infraestructura existentes en el humedal, generando los resultados presentados en la Figura 38.

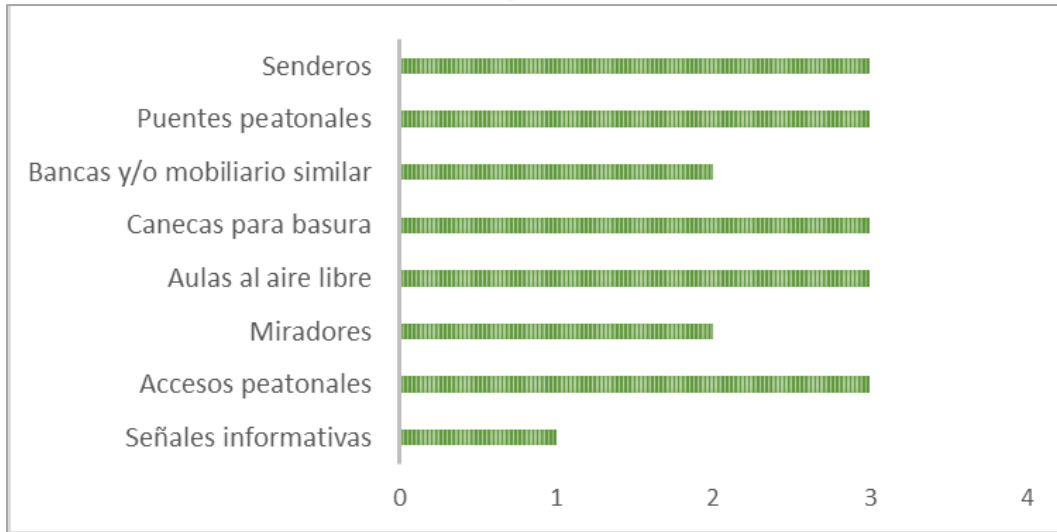


Figura 38. Valoración de la accesibilidad de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.

Los senderos asociados a los recorridos interpretativos (visitantes), presentan condiciones adecuadas para la circulación de personas en condición de discapacidad, pues, aunque son sobre césped, la superficie es uniforme y el pasto se presenta bien podado.

Los elementos de señalética existentes en el humedal no brindan opciones para su interpretación por parte de personas con discapacidades visuales o cognitivas.

Con base en la escala de valores definida en la Tabla 54, se estableció el desempeño de los equipamientos existentes en el humedal, generando los presentados en la Figura 39.



Figura 39. Valoración de la accesibilidad de los equipamientos existentes. Fuente: Elaboración propia.

Aunque la edificación existente para servicios administrativos y atención al visitante, ubicada en el sector norte, presenta condiciones adecuadas para el acceso de personas en condición de discapacidad al espacio central, las dimensiones de las puertas existentes al interior, no cumplen con el ancho mínimo requerido para ser adecuadas para la accesibilidad universal; adicionalmente, los baños al interior de la edificación, no cumplen con las dimensiones requeridas por las normas técnicas nacionales para servicio accesible.

2.3.5.3 Coherencia ambiental

El criterio de evaluación de la “Coherencia ambiental” hace referencia a las características físicas y de funcionamiento de la infraestructura y equipamientos existentes, que están en concordancia con los aspectos de conservación y respeto de la naturaleza y condiciones ecológicas y ambientales del sitio. Para la evaluación de la “Accesibilidad”, referente a la infraestructura y equipamientos existentes en el humedal, se tuvieron en cuenta datos recolectados directamente, en visitas al sitio; adicionalmente, información obtenida de encuestas y entrevistas al personal administrativo.

Tabla 55. Escala de valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura y equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	No presenta estrategias de sostenibilidad o ecourbanismo (bajo consumo de energía y agua, separación y aprovechamiento de residuos, aprovechamiento de agua lluvia, otros)
3	Medio Alto	Presenta 1 estrategia de sostenibilidad o ecourbanismo (bajo consumo de energía y agua, separación y aprovechamiento de residuos, aprovechamiento de agua lluvia, otros)
4	Alto	Presenta 2 o más estrategias de sostenibilidad o ecourbanismo (bajo consumo de energía y agua, separación y aprovechamiento de residuos, aprovechamiento de agua lluvia, otros)

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la escala de valores definida, se estableció la valoración de “Coherencia ambiental” de los elementos de infraestructura existentes en el humedal, generando los resultados presentados en la Figura 40.

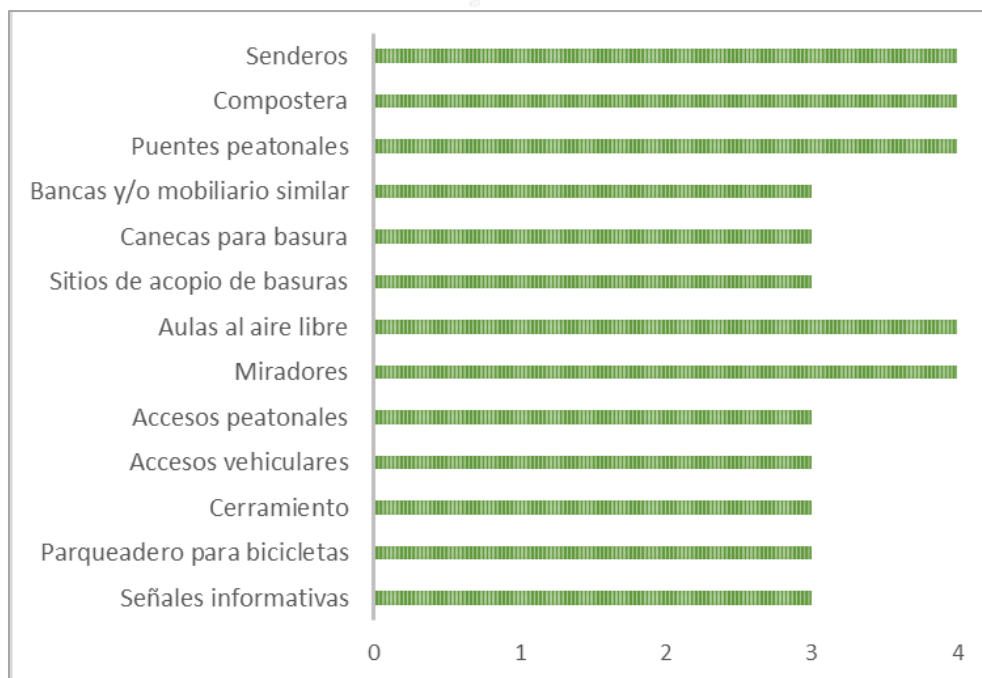


Figura 40. Valoración de la coherencia ambiental de la infraestructura existente.

Fuente: Elaboración propia.

Los senderos, los miradores y las aulas al aire libre existentes, se presentan sobre la superficie natural de césped, sin endurecimiento ni alteración de sus condiciones originales. Por ello, se considera que están en concordancia con el propósito ecológico del sitio.

Con base en la escala de valores definida en la Tabla 55, se estableció la valoración de “Coherencia ambiental” de los equipamientos existentes en el humedal, generando los presentados en la Figura 41.

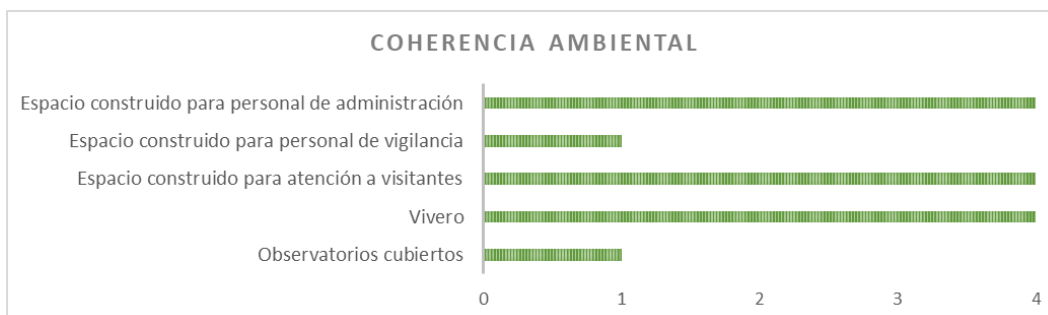


Figura 41. Valoración de la coherencia ambiental de los equipamientos existentes. Fuente:

Elaboración propia.

La edificación para servicios administrativos y atención al visitante, ubicada en el sector norte, se construyó utilizando madera para muros, pisos, estructura de cubierta, puertas y ventanas, lo que hace que se integre al entorno natural; y refleje los criterios establecidos para el desarrollo sostenible y responsable en el humedal. Adicionalmente, la edificación presenta buenas condiciones de iluminación y ventilación natural; y cuenta con un sistema de recolección de agua lluvia desde la cubierta, hacia un tanque subterráneo de almacenamiento.

2.3.5.4 Compatibilidad con el régimen de usos

El criterio de evaluación de la “Compatibilidad de usos” analiza las funciones o servicios prestados por la infraestructura y equipamientos existentes, en relación con el régimen de usos establecido en la zonificación del humedal y en el POT del Distrito Capital (Decreto Distrital 555 de 2021).

Tabla 56. Escala de valoración de la compatibilidad de usos de la infraestructura y equipamientos.

Valor	Nivel	Definición
1	Bajo	Sus características o funciones no son compatibles con el régimen de usos del humedal para la zona en la cual está ubicado; y su uso es frecuente.
2	Medio Bajo	Sus características o funciones no son compatibles con el régimen de usos del humedal para la zona en la cual está ubicado; pero su uso es escaso.
4	Alto	Sus características o funciones son compatibles con el régimen de usos del humedal, para la zona en la cual está ubicado.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la escala de valores definida, se estableció la valoración de “Compatibilidad de usos” de los elementos de infraestructura existentes en el humedal, generando los resultados presentados en la Figura 42.

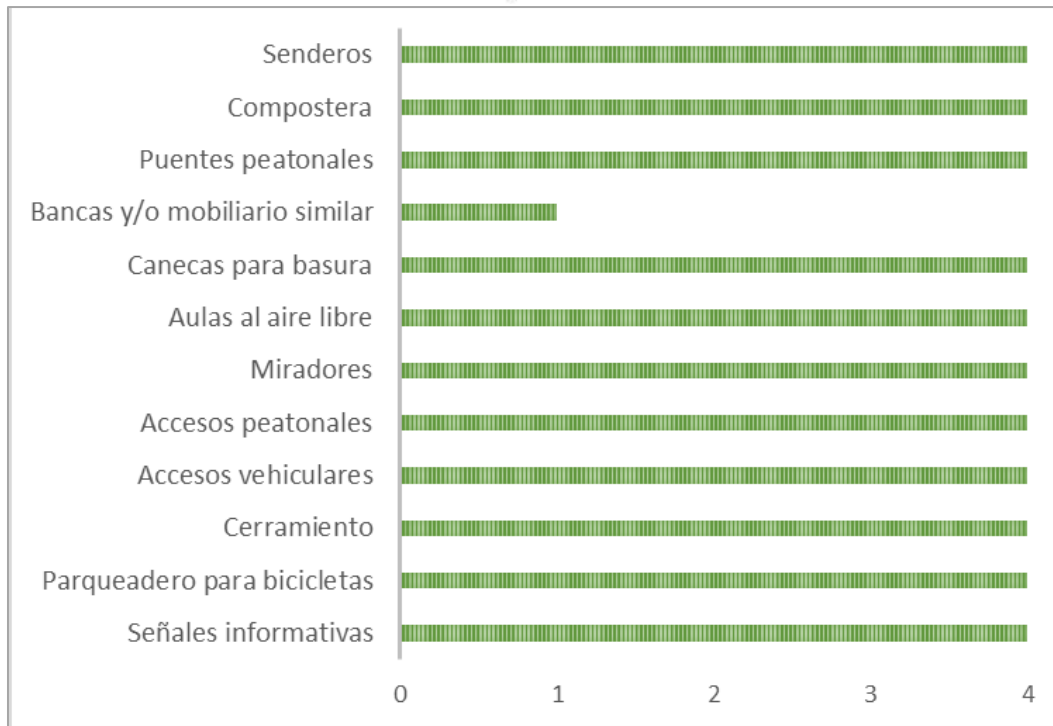


Figura 42. Valoración de la compatibilidad de usos de la infraestructura existente. Fuente: Elaboración propia.

En términos generales, todos los elementos existentes de infraestructura están en concordancia con el régimen de usos establecido para el humedal. Los que presentan baja calificación, es debido a que no existen, pero son requeridos para los usos sostenibles que se determinan para el humedal.

Con base en la escala de valores definida en la Tabla 56, se estableció la valoración de “Compatibilidad de usos” de los equipamientos existentes en el humedal, generando los presentados en la Figura 43.

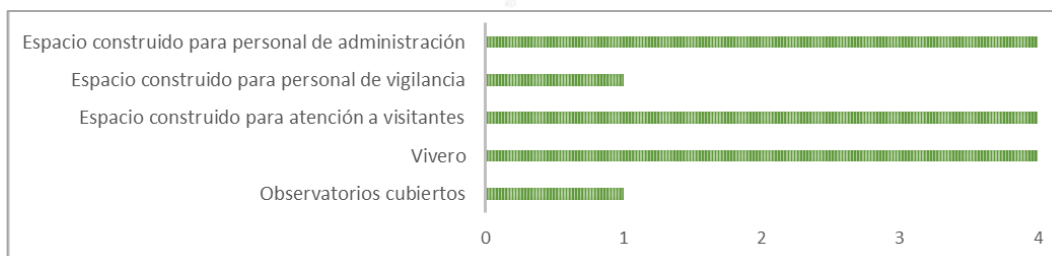


Figura 43. Valoración de la compatibilidad de usos de los equipamientos existentes.

Fuente: Elaboración propia.

Todos los equipamientos existentes están en concordancia con el régimen de usos establecido para el humedal. Se da una baja calificación a aquellos que no existen, pero que son requeridos para los usos sostenibles que se determinan para el humedal.

2.4 SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

2.4.1 Servicios de provisión

Si bien los ecosistemas de humedal se consideran potenciales abastecedores de agua para uso doméstico, riego o ganadería, el agua del humedal no cuenta con condiciones óptimas para provisión de agua dulce para consumo humano o fines agropecuarios, de manera que su contribución es negativa.

En el humedal existen especies de plantas que proveen alimentos, aunque su consumo no es recomendable debido a las condiciones de mala calidad del agua. De otra parte, por tratarse de áreas protegidas la extracción de frutos se encuentra prohibida, de manera que la contribución por este servicio se considera insignificante.

La biodiversidad puede ofrecer fuentes estables y permanentes de material genético, como bancos de plantas y semillas de especies de utilidad medicinal y farmacéutica, lo que se puede considerar una contribución significativa, sin embargo, la extracción de material vegetal para estos usos se encuentra prohibida por tratarse de áreas protegidas.

Como parte de las actividades de mantenimiento en el humedal, puede generarse madera residual que puede usarse en estructuras como barandas, escaleras, señalética, etc., de manera que su contribución se considera positiva, aunque poco significativa.

2.4.2 Servicios de regulación

La vegetación del humedal de La Vaca, por su ubicación en la zona de Corabastos, con alta intensidad y magnitud de movimientos de vehículos, cumple una importante función como barrera para la dispersión de material particulado, gases y ruido, así como en la captura de dióxido de carbono, lo que favorece de manera inmediata a los pobladores cercanos y suma de manera importante a nivel regional con los demás humedales en el distrito. Las coberturas vegetales cumplen un papel importante con efecto global, como sumideros de carbono y gases contaminantes.

Los espejos de agua y la vegetación, especialmente las de porte arbóreo contribuyen de manera significativa en la regulación climática local, manteniendo mayores niveles de humedad atmosférica, lo que regula los cambios extremos de temperatura, así mismo ofrecen elementos micro climáticos confortables para los pobladores cercanos.

La regulación hídrica y prevención de inundaciones es otro servicio ecosistémico de este humedal, aunque su capacidad de retención hidráulica actual puede que no será tan significativa, si contribuye de manera positiva.

Respecto a la calidad del agua, se considera significativa la contribución del humedal en los procesos de retención de sedimentos y oxidación o metabolización de elementos orgánicos, lo que se hace evidente en las diferencias en la fisicoquímica del agua entre los puntos de muestreo. Así mismo, las macrófitas acuáticas incrementan de manera importante esta función de biofiltro, que en el caso del humedal de La Vaca se hace evidente en las diferencias en la fisicoquímica del agua entre el punto aguas arriba del biofiltro y aguas abajo del mismo.

2.4.3 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 57 se explican las variables utilizadas y en la Tabla 58 se proponen sus respectivos puntajes de acuerdo con la variación esperada de las métricas seleccionadas.

Tabla 57. 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

Tabla 57. Métricas seleccionadas para la construcción del índice de integridad del hábitat (IIH).

Métrica	Tipo	Descripción
		el caso de los años en que se presente fenómeno de El Niño. De acuerdo con la caracterización del humedal de la Vaca, las precipitaciones en el periodo comprendido entre 1999 y 2019 varían aproximadamente entre 613 y 770 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 58. 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
<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	<613	613-770	>770
<i>A/V</i>	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 ¹	μs/cm	>200	50-200	<50
<i>SO</i>	Oxígeno disuelto ²	mg O ₂ L ⁻¹	<5	5,2-7,9	≥8,0
<i>pH</i>	pH ³	Unidades	<5,5 o >10,5	5,5-6,0 o 9,0-10,5	6,0-9,0
<i>N/P</i>	Relación Nitrógeno / fósforo	mg L ⁻¹	<3 o >30	3-6 ó 14-30	6-14

¹Límites según rangos de mineralización de acuerdo con la conductividad propuestos por Nisbet y Verneaux (1970)

²Límites propuestos por Garzón y Hernández (2018)

³Límites según efectos de los niveles de pH en la vida acuática propuestos por LaMotte Company (1992)

Fuente: Elaboración propia.

Pinilla et al. (2014) proponen que los valores de las variables oscilan entre 0 y 1 como se señala en la Tabla 59 (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:

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

El índice se califica como se muestra en la Tabla 59.

Tabla 59. Puntajes del IIH.

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 la Vaca:

2.4.3.1 Área perdida

Basados en las coberturas identificadas en el año 2014 y las estimadas para la actualización del PMA, se identificó como vaso de humedal las coberturas asociadas a cuerpo de agua y vegetación acuática, teniendo para el año 2014 un total de 9,9 Ha y para el año 2022, 9,9 Ha, evidenciando que no hay pérdida del área del vaso del humedal (Figura 44 y Figura 45).

2.4.3.2 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 representa el 23% del área de este (Figura 45).

2.4.3.3 Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso)

Dentro del área protegida, se identifica una porción significativa de suelo desnudo, lo cual representa el 16,2 % del área del humedal (Figura 45).

2.4.3.4 Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca).

Tomando como referente las coberturas asociadas a pastos limpios, pastos enmalezados, Plantación de latifoliadas-acacia y mezcla de árboles plantados, se estima que el área cubierta por materia orgánica representa 6,47 ha, correspondiente al 65,15% del área del humedal Figura 45.

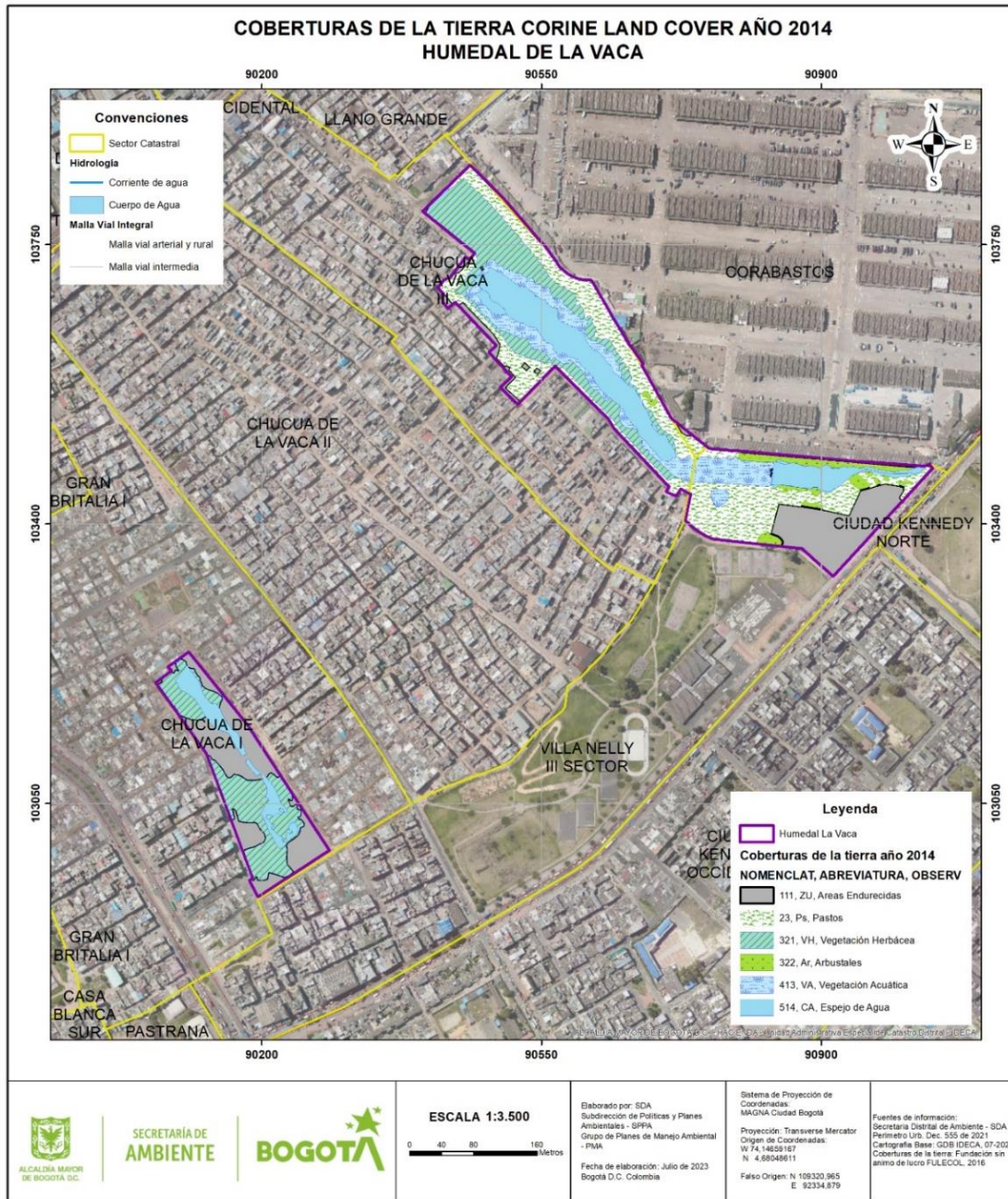


Figura 44. Coberturas identificadas y área del 2014. Fuente: Elaboración propia.

2.4.3.5 Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas

El área que cubre la vegetación acuática para el año 2022 se estima en 0,29 Ha que representa el 18,08% del vaso del humedal (Figura 45).

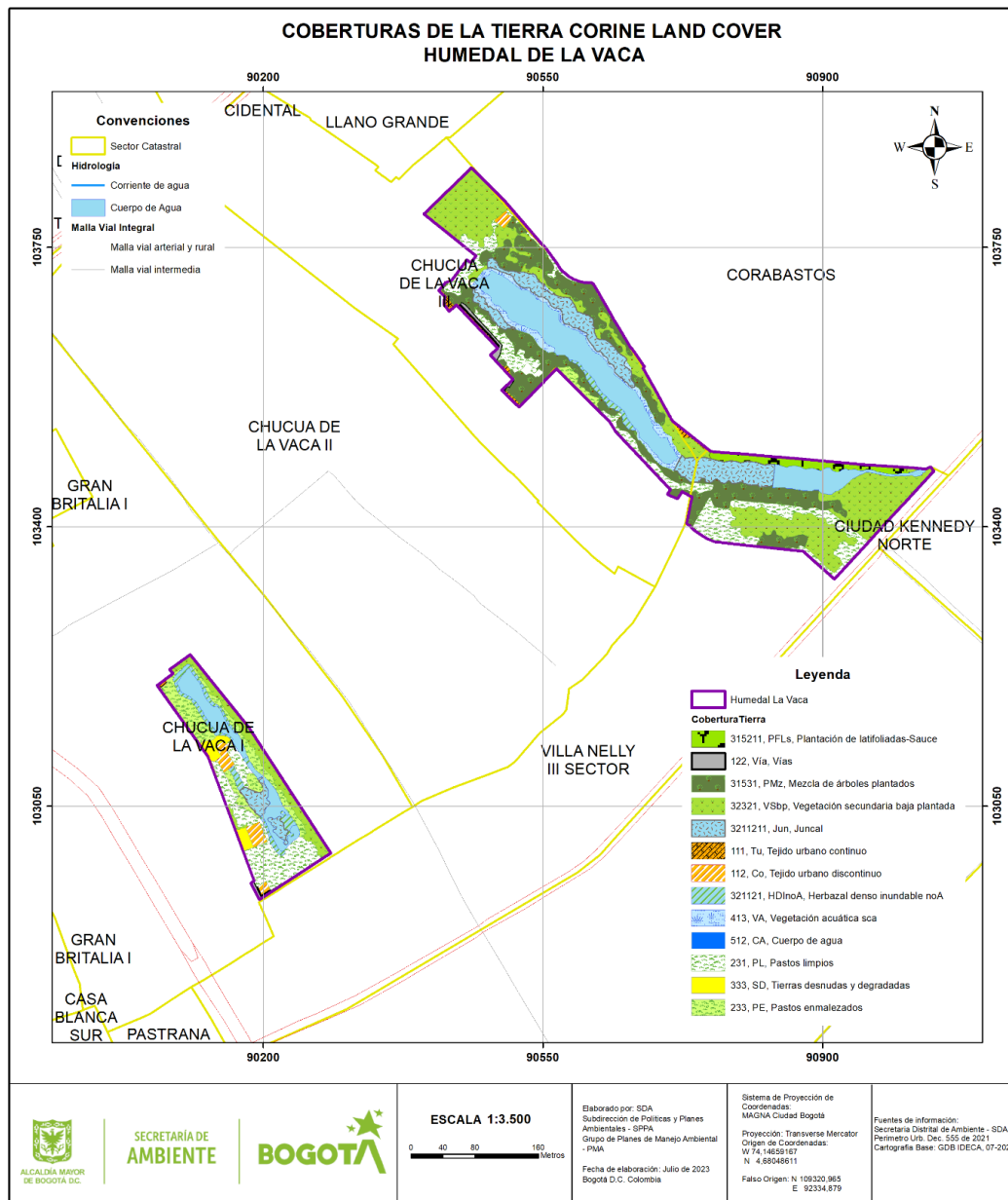


Figura 45. Coberturas identificadas y área del 2022. Fuente: Elaboración propia.

2.4.3.6 Precipitación media anual

De acuerdo con los registros empleados para la caracterización de la precipitación en el humedal, la precipitación total anual fue de 770 mm.

2.4.3.7 Relación área / volumen

Tomando un aproximado del volumen del humedal a partir de la profundidad máxima medida por las miras con que cuenta el humedal, la cual se estima en 221cm para el año 2022, se tiene un volumen aproximado de 4943 m³ arrojando una relación área volumen de 2.7 m⁻¹ (Figura 45)

2.4.3.8 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 2022 se ubica en mayores a 10cm.

2.4.3.9 Parámetros fisicoquímicos

A partir de los monitoreos realizados en el año 2022 se tienen los siguientes valores promedio de las variables fisicoquímicas seleccionadas dentro del humedal:

Tabla 60. Valores promedio de variables fisicoquímicas seleccionadas para el cálculo del IIH.

Variable	Conductividad eléctrica	Oxígeno Disuelto	pH	Relación de nutrientes
Valor promedio 2022	591 S/cm	9,7 mg/L	7,5	11,04 mg/L

Fuente: Elaboración propia.

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 61.

Tabla 61. Valoración para las métricas evaluadas en el IIH para el humedal de La Vaca.

Sigla	Métrica	Unidad	Valor	Puntaje
Ap	Área perdida	%	0	1

Tabla 61. Valoración para las métricas evaluadas en el IIH para el humedal de La Vaca.

Sigla	Métrica	Unidad	Valor	Puntaje
<i>CI</i>	Coberturas impermeables (mega bloques, cantos, placas, cascajo, áreas endurecidas)	%	23	0,5
<i>MB</i>	Suelo desnudo de material blando (arcillo limoso, arenoso – franco, franco – arcilloso – limoso, arcilloso)	%	16,2	0,5
<i>MO</i>	Materia orgánica (turba en alto grado de descomposición, turba en bajo grado de descomposición, hojarasca)	%	65,15	0
<i>MA</i>	Cobertura del espejo de agua por macrófitas acuáticas	%	18,08	0,5
<i>Pma</i>	Precipitación media anual	Mm	770	0,5
<i>A/V</i>	Relación área / volumen	m ⁻¹	2,7	1
<i>NV</i>	Variación en el nivel del agua	Cm	>10	0
<i>CE</i>	Conductividad eléctrica*	μs/cm	591	0
<i>SO</i>	Oxígeno disuelto**	Mg O ₂ L ⁻¹	9,7	1
<i>pH</i>	pH***	Unidades	7,5	1
<i>N/P</i>	Relación Nitrógeno / fósforo	mg L ⁻¹	11.04	1
Índice de Integridad del Hábitat				0,59

Fuente: Elaboración propia.

Para el humedal de la Vaca, el índice de integridad del hábitat se encuentra en 0,59 correspondiente a condición MODERADA, que representa unas condiciones aceptables para las comunidades.

2.4.4 Servicios culturales

En lo que respecta a servicios culturales que provee el humedal de la Vaca, estos están asociados a la contemplación de la naturaleza y a la recreación pasiva. Sin embargo, dadas las precarias condiciones de espacios de esparcimiento que tienen los habitantes de la UPZ, el humedal se ha convertido también en un punto de encuentro para las comunidades y colectivos, afianzando identidades colectivas de habitantes y querientes del territorio de Techotiba.

Esto ha derivado en un valor clave para entender los servicios culturales, como el arraigo. Las personas que visitan el humedal, se sienten parte de él por lo que regresan a este ecosistema frecuentemente. Esto ha permitido que el humedal de La Vaca sea un referente identitario para múltiples procesos ambientales y de defensa del territorio.

Asimismo, y como se mencionó anteriormente, colectivos como Nokanchipa, han encontrado en el humedal, y en los seres que lo habitan, una conexión con su cosmogonía y la forma en que se relacionan con el territorio, posicionando el humedal como un escenario multicultural en donde diferentes visiones permiten la apropiación social del territorio.

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.) 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 Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) de Colombia, se ajustaron las seis (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, agrupados en los 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 62).

Tabla 62. Matriz base para la evaluación de la efectividad del manejo.

CRITERIOS	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	Provisión de hábitat mediante	Condiciones habilitadas en el	Calidad del agua	Valores ecológicos o de la	Gobernanza	Valores estéticos, culturales,	Educación e investigación	Equipamientos e	Uso sostenible	Vestigios patrimoniales y arqueológicos	Factores de perturbación en el	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, que se midieron y calificaron siguiendo una escala de cuatro niveles (Tabla 63) 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 63. Escala de calificación para los indicadores de evaluación.

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

Fuente: Elaboración propia.

Además de los definidos al interior del equipo evaluador de la SDA, se incluyeron 26 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 66 indicadores en la Matriz de Evaluación de Efectividad del Manejo del humedal de La Vaca *Anexo B2. Matriz_Eval_Efec_Man_LaVaca*.

Las escalas de calificación se encuentran soportadas en bibliografía o se tomaron como referencia escalas manejadas en el PMA del Sitio Ramsar SDA y CAR (2023) 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 B2. Matriz_Eval_Efec_Man_LaVaca*. A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada uno de los criterios del manejo.

2.5.1 Evaluación ecológica

Para la evaluación ecológica se integraron los elementos relacionados con la conectividad del área protegida, 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 64).

Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Conectividad ecológica	1	Índice de Sinuosidad	$S = L_r / L_g$ <p>Donde: S es la razón de sinuosidad, L_r es la longitud real de la red y L_g es la longitud del grafo</p>	2,04	1

Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	2	Índice Beta	$\beta = N.^{\circ} \text{ de arcos} / N.^{\circ} \text{ de nodos}$	0,93	2
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).	11,63	4
	4	Índice Shannon Wiener	s $H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$ 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)	3,61	4
	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	0,04	4
8	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	3,79	2

Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
			el número total de individuos (pertenecientes a todas las especies).		
	7	Índice Shannon Wiener	$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$ <p>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)</p>	1,77	2
	8	Índice Simpson (dominancia)	$D = \sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$ <p>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</p>	0,22	3
Coberturas	9	Área natural	$\text{área natural} / \text{área total del humedal} \times 100$	71,62%	2
	10	Vegetación antropizada	$\text{vegetación antropizada} / \text{área total del humedal} \times 100$	24,78%	3
	11	Cobertura antrópica	$\text{cobertura antrópica} / \text{área total del humedal} \times 100$	3,60%	4
Naturalidad	12	Índice de naturalidad	$\sum \text{calificaciones de criterios evaluados}$	52	3

Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Fragilidad flora	13	Riqueza de especies de flora en categoría de amenaza a partir de vulnerable.	Número de especies	4 especies	3
Fragilidad fauna	14	Riqueza de especies de flora en categoría de amenaza a partir de vulnerable.	Número de especies	5	1
Provisión de hábitat mediante garantía del caudal ecológico del humedal	15	Índice de Integridad del Hábitat (IIH)	$IIH = \frac{(Ap + CI + MB + MO + MA + Pma + A/V + NV + CE + SO + pH + N/P)}{12}$ <p>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)</p>	59%	3

Tabla 64. Resultados de los indicadores de evaluación ecológica

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
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).	77	3
Valores ecológicos o de diversidad	17	Descripción de las características ecológicas	Descripción cualitativa	Se ha completado una descripción de las características ecológicas del humedal	4
	18	Estado de los valores objeto de conservación asociados a la biodiversidad	Descripción cualitativa	Muchos valores importantes de la biodiversidad o ecológicos se están degradando gravemente; o no se han definido VOC para el área	1

Fuente: Elaboración propia a partir de información de (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

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 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
Gobernanza	19	Cantidad de mesas territoriales adelantadas por año.	Promedio de mesas territoriales por año	11,75	4
	20	Número de participantes en mesas territoriales	Promedio de participantes por año	246,66	4
	21	Participación de comunidades locales en la toma de decisiones	Descripción cualitativa	Las comunidades locales contribuyen directamente a algunas decisiones relevantes sobre el manejo, pero su participación se podría mejorar. Nota: La comunidad ha participado activamente.	3
Valores estéticos, culturales,	22	Cantidad de eventos representativos	Promedio de eventos representativos por año	5,5	4

Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
religiosos e históricos		en el humedal por año			
	23	Cantidad de participantes en eventos representativos en el humedal por año	Promedio de participantes por año	825,75	4
	24	Estado de los valores objeto de conservación culturales	Descripción cualitativa	<p>Algunos valores culturales se están degradando parcialmente, pero los valores más importantes no han sido afectados de forma significativa.</p> <p>Nota: Existen procesos de capacitación por parte de organizaciones sociales y colectivos ambientales. Sin embargo, es necesario fortalecer la presencia de interprete ambiental permanente.</p>	3
Educación e investigación	25	Existencia de un programa de educación vinculado a objetivos y necesidades	Descripción cualitativa	Existe un programa limitado y ad hoc de educación y sensibilización.	2

Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
	26	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. Nota: No existe un programa de investigación.	2
	27	Cantidad de recorridos interpretativos	Promedio de recorridos interpretativos por año	140	1
	28	Cantidad de participantes en recorridos interpretativos	Promedio de participantes en recorridos interpretativos en el humedal por año	1.923,75	4
	29	Cantidad de acciones pedagógicas en el humedal	Promedio de acciones pedagógicas en el humedal por año	70	2
	30	Cantidad de participantes en acciones pedagógicas en el humedal.	Promedio de participantes en acciones pedagógicas en el humedal por año	1.076 participantes	4
	31	Cantidad de monitoreos participativos	Promedio de monitoreos participativos por año	7,25	3

Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
	32	Cantidad de participantes en monitoreos participativos.	Promedio de participantes en monitoreos participativos por año	75,25 participantes	4
	33	Cantidad de proyectos de investigación articulados con la SDA por año para humedales con área menor o igual a 30 Ha.	Promedio de proyectos de investigación ejecutados y divulgados por año	2,33	2
Equipamientos e infraestructura	34	Desempeño de la infraestructura y los equipamientos	Encuesta de percepción a los administradores y visitantes para realizar análisis cualitativo por parte de profesional idóneo	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. Nota: Existen, pero en promedio, el área no es suficiente y sus condiciones no son adecuadas.	3
	35	Accesibilidad de la infraestructura y los equipamientos	Encuesta de percepción a los administradores y visitantes para realizar análisis cualitativo por parte de profesional idóneo	Los elementos construidos no son accesibles para todos los colectivos. Nota: En promedio, las personas en condición de discapacidad pueden usar	2

Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
				o acceder equipamientos e infraestructura, pero con ayuda.	
	36	Coherencia ambiental de la infraestructura y los equipamientos	Encuesta de percepción a los administradores y visitantes para realizar análisis cualitativo por parte de profesional idóneo	<p>Presencia de algunas estrategias de gestión ambiental en la totalidad de equipamientos de uso público existentes en el humedal.</p> <p>Nota: En promedio, los equipamientos e infraestructura presentan al menos una estrategia de sostenibilidad o ecourbanismo (bajo consumo de energía y agua, separación y aprovechamiento de residuos, aprovechamiento de agua lluvia, otros).</p>	2
	37	Compatibilidad de uso de la infraestructura y los equipamientos	Encuesta de percepción a los administradores y visitantes para realizar análisis cualitativo por parte de profesional idóneo	La totalidad de los elementos construidos existentes son compatibles con el uso público del humedal.	4

Tabla 65. Evaluación socioeconómica y cultural. Humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del Indicador	Resultado	Calificación
				Nota: En promedio, las características o funciones de los equipamientos e infraestructura son compatibles con el régimen de usos del humedal, para la zona en la cual están ubicados.	
	38	Mantenimiento adecuado	Descripción cualitativa	Se realiza un mantenimiento básico del equipamiento y la infraestructura.	3
Uso sostenible	39	Porcentaje de cerramiento provisional instalado	metros lineales de cerramiento provisional / metros lineales totales de perímetro sin cerramiento definitivo X 100	28,46	1
	40	Porcentaje de cerramiento definitivo instalado	metros lineales de malla eslabonada construida / total de metros lineales perimetrales X 100	71,64	2
	41	Presencia de infraestructura no compatible con el humedal según POT vigente.	área de infraestructura no compatible / área total del humedal X 100	8.9	3

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 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Protección y regulación	42	Estatus legal del humedal	Descripción cualitativa	El humedal está protegido jurídicamente	4
	43	Existencia de reglamentación a los usos del suelo	Descripción cualitativa	Existe reglamentación para controlar el uso de la tierra y las actividades en el humedal, pero presenta algunas deficiencias o lagunas	3
	44	Intermediación efectiva por parte del personal responsable en la aplicación de las normas ambientales	Descripción cualitativa	El personal tiene un nivel adecuado de capacidad o recursos para hacer que se apliquen la legislación y reglamentación sobre el humedal, pero quedan algunas deficiencias por superar	3
	45	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 humedal, que están bien demarcados	4

Tabla 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	46	Control efectivo al acceso	Descripción cualitativa	Los sistemas de protección son moderadamente efectivos para controlar el acceso	3
Manejo y procesos	47	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
	48	Manejo con base en objetivos preestablecidos	Descripción cualitativa	Existen objetivos establecidos para el humedal y el manejo se lleva a cabo con el objetivo de cumplir de dichos objetivos	4
	49	Manejo del presupuesto en función de las necesidades esenciales	Descripción cualitativa	El manejo presupuestario es adecuado, pero podría mejorarse	3
	50	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

Tabla 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	51	Existencia de un programa de monitoreo y evaluación en relación con resultados	Descripción cualitativa	Existe un buen sistema de monitoreo y evaluación que se aplica adecuadamente y se utiliza en el manejo adaptable	4
	52	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	53	Presupuesto suficiente	Descripción cualitativa	El presupuesto disponible es aceptable, pero podría mejorarse aún más para lograr un manejo efectivo del humedal	3
	54	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
	55	Equipo suficiente para las necesidades del manejo	Descripción cualitativa	Existe equipo e infraestructura, pero aún hay deficiencias que limitan el manejo	3

Tabla 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	56	Personal suficiente para el manejo	Descripción cualitativa	La cantidad de personal está por debajo del nivel óptimo para las actividades críticas de manejo	3
Ordenamiento territorial	57	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 tiene parcialmente en cuenta las necesidades a largo plazo del humedal	3
Eficiencia y cumplimiento	58	Diseño del sitio efectivo para la conservación de la biodiversidad	Descripción cualitativa	El diseño del humedal no es un obstáculo importante para el logro de los objetivos, pero podría mejorar (p.ej., respecto de procesos ecológicos a mayor escala)	3
	59	Existencia e implementación de un plan de manejo	Descripción cualitativa	Existe un plan de manejo y se está aplicando	4
	60	Implementación de un plan de trabajo	Descripción cualitativa	Existe un plan operativo de trabajo y se llevan a cabo muchas actividades	3
	61	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	3

Tabla 66. Evaluación de la planificación y gestión en el humedal de La Vaca.

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
				mayoría de los procesos clave de planificación y toma de decisiones	
	62	Porcentaje de proyectos del PMA ejecutados en el humedal.	\sum proyectos ejecutados / total de proyectos formulados X 100	52	2
	63	Porcentaje de proyectos del PMA sin ejecutar en el humedal.	\sum proyectos sin ejecutar / total de proyectos formulados X 100	4	4

Fuente: Elaboración propia.

El humedal de La Vaca cuenta con un PMA vigente, aprobado mediante Resolución SDA 7473 del 30 de octubre 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 y;
- *Sin implementar:* Actividades sin avances en su ejecución o para las que no se encontró ninguna evidencia de implementación.

Con fecha de corte a diciembre de 2022, el plan de acción del humedal de La Vaca presenta el siguiente avance en su implementación Tabla 67.

Tabla 67. Avances en la implementación del plan de acción vigente en el humedal de La Vaca.

Estrategias	Proyectos totales = 21	Avance en las actividades de cada proyecto		
		Implementadas o en ejecución	Implementadas parcialmente	Sin implementar
Investigación participativa y aplicada	Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	3		
	Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	1		4
	Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de La Vaca con su entorno urbano.	2	2	
	Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de La Vaca con su entorno urbano.	5		
	Seguimiento a la recuperación ecológica del humedal de La Vaca	2		
Educación, comunicación y participación	Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	8		
	Formación para el desarrollo de Competencias Ambientales Ciudadanas	5	1	

Tabla 67. Avances en la implementación del plan de acción vigente en el humedal de La Vaca.

Estrategias	Proyectos totales = 21	Avance en las actividades de cada proyecto		
		Implementadas o en ejecución	Implementadas parcialmente	Sin implementar
	Seguimiento a la recuperación ecológica del humedal de La Vaca	1		
Recuperación, protección y compensación	Identificación y eliminación de las conexiones erradas en los colectores y cuencas aferentes al Humedal de La Vaca	3	1	
	Restauración de Hábitats Acuáticos y Semiacuáticos del Humedal de La Vaca		1	
	Revegetación acuática y litoral y control de plantas invasoras			
	Revegetación terrestre y control de plantas invasoras en la zona de ronda y zona de manejo y protección ambiental del humedal de La Vaca	3	1	
Manejo y uso sostenible	Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	11	3	
	Adquisición Predial para la Recuperación Integral del Humedal de La Vaca sector sur (Villa Nelly)		1	
	Cerramiento perimetral del humedal		1	
	Diseño y Construcción del Área para Administración e Infraestructura para la Educación Ambiental	1		

Tabla 67. Avances en la implementación del plan de acción vigente en el humedal de La Vaca.

Estrategias	Proyectos totales = 21	Avance en las actividades de cada proyecto		
		Implementadas o en ejecución	Implementadas parcialmente	Sin implementar
	Diseño y adecuación de senderos ecológicos y observatorios.	1	1	1
	Diseño y adecuación de senderos ecológicos y observatorios			1
Gestión Interinstitucional	Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	4		
	Fortalecimiento de organizaciones sociales y ambientales	3		
Total actividades	71	53	12	6
Porcentaje de avance en las actividades		74,6%	16,9%	8,5%

Fuente: Elaboración propia.

Del total de 21 proyectos el 38% (8 proyectos), se encuentran en estado de implementación o ejecución total; el 14% (3 proyectos) se encuentran implementados parcialmente y el 4% (un proyecto) se encuentra sin implementar. Los otros 12 proyectos (57%) tienen actividades con diferentes niveles de implementación.

En términos de los resultados obtenidos en cada una de las estrategias de la Política Pública de Humedales del Distrito Capital, se observa que la estrategia de Gestión interinstitucional tiene un 100% de implementación con un total de 7 actividades ejecutadas.

La estrategia de Educación, participación y comunicación tiene un total de 15 actividades, con el 93% implementadas o en ejecución y el 7% implementadas parcialmente. La estrategia de Recuperación, protección y compensación, con 9 actividades, tiene el 67% implementadas o en ejecución y el 33 % implementadas parcialmente. La estrategia de Investigación participativa y aplicada, con 19 tareas, tiene el 68% implementadas o en ejecución, el 11% implementadas parcialmente y el 21 % no implementadas. La estrategia de Manejo y uso sostenible, con 21

actividades, tiene el 62% implementadas o en ejecución, el 29% con implementación parcial y el 10% sin implementar (Figura 46).

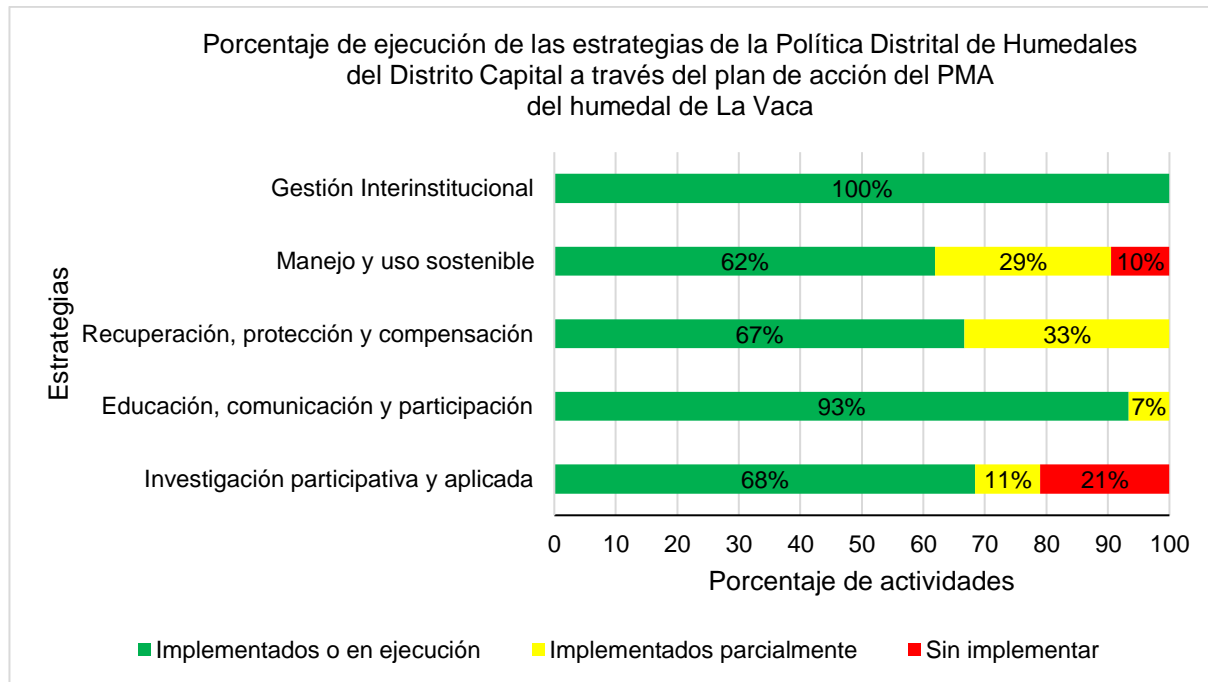


Figura 46. Avance en la implementación de las estrategias de la Política Distrital de Humedales del Distrito Capital a través del plan de acción del PMA del humedal de La Vaca. Fuente: Elaboración propia.

2.5.3.1 Evaluación participativa del Plan de Manejo Ambiental 2009 – 2022

En el mes de diciembre de 2022 se realizaron dos jornadas de trabajo con la comunidad y las entidades distritales. En estos espacios se realizó la Evaluación Participativa del Plan de Manejo Ambiental que desde el año 2009 se encuentra en ejecución.

Para estos espacios, se partió de la evaluación cuantitativa y cualitativa realizada por la SDA, la cual define como unidad básica de análisis las actividades de los proyectos establecidos en el Plan de Acción, clasificándolas en implementadas o en ejecución, implementadas parcialmente o sin implementar.

En estos ejercicios se buscó que desde la percepción comunitaria se evaluara participativamente el cumplimiento de cada uno de los proyectos propuestos en el Plan de Acción del Plan de Manejo Ambiental. Esto, con el fin de poder reflexionar frente a la efectividad del manejo en el humedal de La Vaca –entendiendo la evaluación como oportunidad de mejora.

Este semáforo fue el punto de partida y permitió a la comunidad conocer los avances que desde la SDA se cuantificaron en los 12 años de ejecución del Plan de Manejo Ambiental del humedal de La Vaca. Es muy importante señalar que, las jornadas estuvieron orientadas hacia la evaluación como oportunidad de posicionar otros tensionantes y nuevos retos, así como reflexionar sobre el papel de la comunidad en el proceso de recuperación del humedal.

2.5.3.2 Metodología

Para realizar la evaluación participativa, los asistentes revisaron uno a uno los proyectos que se encuentran en los siete programas, establecidos en el Plan de Manejo Ambiental y que se listan en la Tabla 68.

Tabla 68. Programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022.

Programa	Proyectos y Subproyectos
Saneamiento predial	Proyecto. Adquisición Predial para la Recuperación Integral del humedal de La Vaca sector sur (Villa Nelly).
Saneamiento Hídrico	Proyecto. Identificación y eliminación de las conexiones erradas en los colectores y cuencas aferentes al humedal de La Vaca
Recuperación Ecológica	Proyecto. Restauración de Hábitats Acuáticos y semiacuáticos del humedal de La Vaca Sub. Proyecto. Revegetalización acuática y litoral y control de plantas invasoras
	Proyecto. Revegetalización terrestre y control de plantas invasoras en la zona de ronda y zona de manejo y protección ambiental del humedal de La Vaca

Tabla 68. Programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022.

Programa	Proyectos y Subproyectos
Mecanismos de Manejo y Protección Socio Ambiental	Proyecto. Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca
	Proyecto. Cerramiento perimetral del humedal
	Proyecto. Diseño y Construcción del Área para Administración e Infraestructura para la Educación Ambiental
Gestión Social e Interinstitucional para la apropiación del humedal de La Vaca como bien público y patrimonio colectivo de la ciudad	Proyecto. Formación para el desarrollo de Competencias Ambientales Ciudadanas
	Proyecto. Fortalecimiento de organizaciones sociales y ambientales
Investigación Aplicada y estudios técnicos	Proyecto. Estudio de aporte de agua Subsuperficial.
	Proyecto. Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de La Vaca con su entorno urbano.
	Proyecto. Relaciones vegetación fauna silvestre en los principales hábitats del humedal
Seguimiento y Monitoreo	Proyecto. Seguimiento a la recuperación ecológica del humedal de La Vaca

Fuente: Elaboración propia.

Una vez presentado el proyecto, cada participante aportó su percepción sobre el impacto que generó la implementación (o no) del mismo. Esto permitió que las comunidades evidenciaran la importancia del manejo del humedal, así como la efectividad de algunas acciones y la premura en la ejecución de otras pendientes.

2.5.3.3 Conclusiones

Las conclusiones obtenidas luego de la evaluación realizada buscaron dar respuesta a las preguntas sobre qué tan efectivo ha sido el manejo del humedal de La Vaca para alcanzar su recuperación y qué percepción tiene la comunidad frente al avance de estos programas y proyectos en los doce años de su implementación.

Tabla 69. Conclusiones de programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022

Programa	Proyectos y Subproyectos	Consolidado de aportes: conclusiones
Saneamiento predial	Proyecto. Adquisición Predial para la Recuperación Integral del Humedal de La Vaca sector sur (Villa Nelly).	Si bien el proceso ha avanzado, la comunidad lo percibe lento, rescatando las acciones de restauración y de adecuación del vaso de agua en el sector Sur
Saneamiento Hídrico	Proyecto. Identificación y eliminación de las conexiones erradas en los colectores y cuencas aferentes al humedal de La Vaca	Si bien se conoce de la implementación del - programa de Identificación y eliminación de Conexiones erradas, que adelantó la EAAB, la percepción general es que la calidad del agua no ha mejorado por lo que debe ser una acción permanente
Recuperación Ecológica	Proyecto. Restauración de Hábitats Acuáticos y semiacuáticos del humedal de La Vaca Sub. Proyecto. Revegetalización acuática y litoral y control de plantas invasoras	Se adelantó en el sector norte y una parte del sector sur, sin embargo, los resultados de la topo batimetría nunca fueron socializados
	Proyecto. Revegetalización terrestre y control de plantas invasoras en la zona de ronda y zona de manejo y protección ambiental del humedal de La Vaca	Desde la comunidad se percibe como un proyecto que se cumple de forma permanente y cuyos resultados son visibles para los visitantes

Tabla 69. Conclusiones de programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022

Programa	Proyectos y Subproyectos	Consolidado de aportes: conclusiones
Mecanismos de Manejo y Protección Socio Ambiental	Proyecto. Administración y Manejo Integral del Humedal de La Vaca	Se reconoce el esfuerzo institucional, pero se destaca que las organizaciones sociales generaban mayor apropiación e integralidad.
	Proyecto. Cerramiento perimetral del humedal	Se reconocen los beneficios del cerramiento en el sector norte evidenciando la necesidad del cerramiento en el sector Sur, el cual requiere adicionalmente vigilancia
	Proyecto. Diseño y Construcción del Área para Administración e Infraestructura para la Educación Ambiental	Se percibe el Aula ambiental como un espacio importante, sienten que ha quedado pequeño para las necesidades actuales del humedal, asimismo, la comunidad reconoce que los senderos y miradores no cuentan con permanente mantenimiento
Gestión Social e Interinstitucional para la apropiación del humedal de La Vaca como bien público y patrimonio colectivo de la ciudad	Proyecto. Formación para el desarrollo de Competencias Ambientales Ciudadanas	Se percibe el humedal como un espacio de aprendizaje, sin embargo, sienten que falta cualificar a la comunidad en temas como turismo.
	Proyecto. Fortalecimiento de organizaciones sociales y ambientales	El humedal ha sido escenario donde surgen liderazgos y colectivos ambientales, sin embargo, la itinerancia de su participación a veces debilita el proceso interno
Investigación Aplicada y estudios técnicos	Proyecto. Estudio de aporte de agua Subsuperficial.	No se conocen los resultados del proyecto, sin embargo, la excavación del sector Sur evidenció la relación entre el actual humedal y el nivel freático
	Proyecto. Estudio de potencialidades de conectividad ecológica del humedal de La Vaca con su entorno urbano.	Existen diferentes estudios sobre la conectividad que integran el humedal con el parque Cayetano e incluso con los otros ecosistemas de Kennedy, no obstante, estas potencialidades nunca se han materializado

Tabla 69. Conclusiones de programas y proyectos evaluados en la evaluación participativa realizada en diciembre de 2022

Programa	Proyectos y Subproyectos	Consolidado de aportes: conclusiones
	Proyecto. Relaciones vegetación fauna silvestre en los principales hábitats del humedal	La comunidad percibe que la información de este proyecto ha permitido avanzar en los procesos de restauración
Seguimiento y Monitoreo	Proyecto. Seguimiento a la recuperación ecológica del humedal de La Vaca	Se percibe un seguimiento incompleto, ya que no se socializa con la comunidad, y no se realiza todo el año, debido a los baches contractuales

Fuente: Elaboración propia.

Es de resaltar que, dentro de los aportes y conclusiones entregadas por la comunidad, algunas personas desconocían acciones adelantadas por diferentes instituciones evidenciando rupturas en la comunicación y la necesidad de fortalecer procesos de divulgación por parte de la institucionalidad. Incluso, para algunas acciones que desde la calificación de la SDA se tiene en pendientes, la comunidad evaluó como en “proceso” señalando que si bien no se ha culminado (ejemplo adquisición predial en Vaca norte) si se tiene muy avanzado el proyecto.

Asimismo, las conclusiones evidencian que no todos los cambios han sido beneficiosos para el humedal, ya que al no tener una sola entidad interviniendo (por ejemplo, en el mantenimiento), es confuso el tema de las responsabilidades.

El ejercicio también posicionó la participación comunitaria como eje transversal en la recuperación del humedal de La Vaca. Esto ha generado mayor conciencia por parte de los vecinos, más actores con interés en el ecosistema, nuevos colegios visitando el humedal y aprendiendo de él y, en general, más colectivos trabajando de manera articulada, lo cual evidencia que el proceso ha tenido impacto a nivel social.

2.5.4 Problemática ambiental

La problemática ambiental hace referencia a las situaciones que afectan al humedal, entendidas como “factores de perturbación”. Estos son factores de origen antrópico directo o indirecto e inciden de forma negativa y directa sobre el ecosistema.

El seguimiento a estos factores lo realiza mensualmente el equipo de administradores de humedales de la SDA. En cada vigencia, este equipo de administradores da insumos para la publicación de informes de gestión que tienen como finalidad, entre otras, hacer seguimiento a tensionantes previamente identificados, así como a nuevos tensionantes –si los hubiere-.

La herramienta de seguimiento empleada combina los criterios de impacto (inferior, moderado, extremo) y ocurrencia (inferior, media, muy alta) de cada tensionante, para asignar posteriormente una calificación.

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 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 y b) % de tensionantes sin afectación, correspondientes a los tensionantes calificados como “Aceptable” según su impacto y ocurrencia. Para el humedal de La Vaca el indicador “# de tensionantes” obtiene una calificación de 1, el indicador de “% de tensionantes sin afectación” es 2, ya que, en promedio en el año 2022, el 38% de los tensionantes reportados se consideraron Aceptable (Tabla 70).

Tabla 70. Evaluación de tensionantes humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
Factores de perturbación en el humedal	65	Cantidad de tensionantes reportados en el humedal	Σ tensionantes reportados	26	1

Tabla 70. Evaluación de tensionantes humedal de La Vaca

Parámetros	Ítem	Indicador	Cálculo del indicador	Resultado	Calificación
	66	Porcentaje de tensionantes sin reporte de afectación en el humedal	$\frac{\sum \text{tensionantes sin reporte de afectación en el humedal}}{\text{total de tensionantes reportados}} * 100$	38	2

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.1 Tensionantes en el humedal de La Vaca

Para la actualización del Plan de Manejo Ambiental del humedal de La Vaca, se identificaron aquellos tensionantes que generan afectación en el humedal. Tomando como base los tensionantes identificados por la SDA en el Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, se realizó el ejercicio de identificación de tensionantes y su grado de afectación a través de actividades de observación con activa participación de la comunidad. Así mismo, fueron insumos para esta valoración la revisión de datos y calificaciones de los tensionantes reportados en los Informes de Gestión para el periodo comprendido entre 2019 al primer semestre del año 2022 que para el humedal de La Vaca realiza la SDA.

De esta manera, a través de una escala de valoración de 0 a 4, fue posible construir la matriz de tensionantes (Tabla 71).

Tabla 71. 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 o no existe el tensionante	0

Fuente: (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

Se evaluaron un total de 29 tensionantes, 26 categorizados a partir del listado de tensionantes descritos en el PMA del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá -clasificados según su relación con el medio acuático, el aire, la franja terrestre, la infraestructura o las condiciones de seguridad-, y 3 provenientes de Informes de Gestión de la SDA para los años 2017, 2018, 2021 y 2022. En la Tabla 72, se presentan los resultados de esta valoración.

Tabla 72. Matriz de tensionantes humedal de La Vaca

TENSIONANTES		CALIFICACIÓN
MEDIO ACUÁTICO	Vertimiento de aguas contaminadas y/o conexiones erradas	4
	Presencia de residuos sólidos en franja acuática	2
	Dsecación o ausencia de la lámina de agua en zonas destinadas para la recolección de esta	1
	Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora acuática	1
	Procesos de sedimentación en las zonas de acumulación de agua	2
AIRE	Emisión de ruido	2
	Emisión de malos olores	3
INFRAESTRUCTURA	Ocupaciones ilegales	4
	Fragmentación de ecosistemas	2
	Daños a la infraestructura	2
	Irregularidad en la prestación de servicios básicos (Agua - Luz)	1
	Daños al cerramiento - malla eslabonada	1
	Presencia de semovientes	2

Tabla 72. Matriz de tensionantes humedal de La Vaca

TENSIONANTES		CALIFICACIÓN
FRANJA TERRESTRE	Proceso de remoción en masa	2
	Presencia de árboles en riesgo de volcamiento	1
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna del área protegida	1
	Presencia de Vectores (roedores, moscos, mosquitos)	1
	Tenencia irresponsable de mascotas	2
	Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora terrestre	1
	Presencia de residuos sólidos en franja terrestre	2
	Presencia de RCD's en cualquier parte del área protegida	2
	Quemas, Conatos, Incendios	1
SEGURIDAD	Acciones delictivas (problemas de seguridad)	2
	Consumo de sustancias Alcohólicas y psicoactivas	2
	Presencia de habitante de calle	2
	Actos indecentes en espacio público	1
OTROS	Déficit hídrico	
	Desconexión superficial del sistema natural de ríos y quebradas	
	Afectación por salud pública dentro del humedal	

Fuente: Elaboración propia.

2.5.4.1.1 Franja acuática

- Vertimiento de aguas residuales y/o conexiones erradas

La acelerada y descontrolada urbanización que tuvo Bogotá en décadas pasadas tuvo como consecuencia la instalación de asentamientos urbanos alrededor de los humedales y así, una inadecuada disposición de basuras y escombros en sitios “sin dueño” de la ciudad (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021). El humedal de La Vaca no fue una excepción a este proceso, por lo que en su interior existía una gran cantidad de sedimentos y basuras, situación que fue cambiando su configuración geomorfológica.

En un estudio realizado en 1998, por EEI/Hidromecánicas, al humedal le llegaban vertimientos de aguas residuales provenientes de conexiones ilegales, con desechos sólidos, concentración de sedimentos y alta carga orgánica. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

Para el año 2019, en el sector norte del humedal de La Vaca, la EAAB ESP identificó 13 conexiones erradas con los respectivos estudios de los diseños que se priorizaron entre los años 2020 y 2021. Estos estudios estuvieron acompañados de visitas de seguimiento y control con los profesionales de la Subdirección de Recurso Hídrico y del suelo –SRHS- de la SDA y la Zona 5 de la EAAB ESP. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019)

En 2020 se realizaron visitas de seguimiento y control con el equipo de Corabastos y la SDA/SER para la revisión de las filtraciones y posibles vertimientos, provenientes del muro de la Central de Abastos, y se adelantó el sellamiento de dichas afectaciones. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020)

Para el año 2021, en el sector norte del humedal, a través del Contrato No.0083-2020, se corrigieron 11 de las 13 conexiones erradas inicialmente identificadas por la EAAB ESP. Como resultado de este proceso, si bien se disminuyeron los olores ofensivos en la laguna de sedimentación, aún se presentaba mala calidad del agua al ingreso del humedal, en donde se siguieron presentando grasas y residuos sólidos. En 2021, las visitas de seguimiento y control con los profesionales de la Subdirección de Recurso Hídrico y del suelo –SRHS- de la SDA. continuaron siendo una constante. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

De igual manera, para ese mismo año, se realizaron monitoreos de calidad de agua por parte de la EAAB-ESP, evidenciando una mayor descarga de grasas y aguas residuales. Se realizó seguimiento continuo y reportes de las visitas de verificación. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021) Estos monitoreos de calidad de agua continuaron realizándose en 2022 debido a la presencia de una coloración roja en el espejo de agua. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

De manera complementaria a estos estudios, la EAAB-ESP bajo contrato administrativo No 9-99-24300-0867-2021 con la Empresa Aguas de Bogotá, realiza continuamente el mantenimiento de estructuras hidráulicas, retiro de residuos sólidos, grasas y sobrenadante de los espejos de agua.

Así mismo, la EAAB-ESP, en 2022, inició el contrato interadministrativo No. 1-2-24300-1188-2021 con la empresa AITEC, para el plan rector de la Cuenca Fucha, en el marco del cual se realizarán estudios y diseños para la recuperación del caudal ecológico de la Cuenca Fucha, y se hará seguimiento al componente biótico, hídrico y Topobatimétrico, para la mejora de la cuenca. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

En lo corrido del 2023, este tensionante continúa siendo identificado por la comunidad, cuya queja principal está asociada a los malos olores en la entrada del humedal, sector norte. En particular se refieren a la existencia de una lechonería ubicada aguas arriba, de donde provienen grasas resultantes del proceso de fabricación, que ingresan al humedal generando un material sobrenadante en la laguna de sedimentación. Pese a las quejas de la comunidad, este establecimiento no ha sido sancionado.

- Residuos sólidos en franja acuática

Este tensionante se genera principalmente en el sector sur del humedal. Se refiere al arrojo indiscriminado de residuos al humedal, principalmente por acción humana, o en algunos casos, por acción del viento.

Se ha identificado que una de las causas de esta problemática es el proceso de clasificación y descarte de residuos que realizan los recicladores, y la disposición indiscriminada de bolsas de basura dentro del humedal, las cuales terminan siendo destruidas por los perros, favoreciendo así el ingreso de residuos sólidos al cuerpo de agua.

- Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora acuática

Según lo indicado por la comunidad, la alta carga orgánica que ingresa al agua -como producto de las conexiones erradas- genera un crecimiento desmedido de algunas especies acuáticas, lo que puede generar un desequilibrio al interior del ecosistema. Esta situación se agudiza cuando no existe el mantenimiento adecuado al interior del espejo de agua.

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

Según las visitas realizadas en el 2022, se reportan presencia de bajos niveles de agua en el sector sur del humedal, a causa de la falta de suministro hídrico.

- Procesos de sedimentación en las zonas de acumulación de agua

Este tensionante se genera debido a la colmatación por lodo de la laguna de sedimentación. Según lo identificado, esta situación ocurre por la falta de mantenimiento periódico del biofiltro, cuya consecuencia es que los procesos de sedimentación se incrementan generando que la laguna se colmate. Lo anterior empeora cuando hay fuertes lluvias y el agua pasa por encima del biofiltro, impidiendo que ésta sea filtrada y generando mayor cantidad de lodos dentro de la laguna natural.

En el año 2019 en el mes de julio, la EAAB ESP realizó el mantenimiento de la estructura, extrayendo 2270 m³ de lodos que afectaban tanto la efectividad del biofiltro como la laguna natural, que recibe las aguas contaminadas sin el debido proceso de filtración. Desde el año 2014 no se realizaba el respectivo mantenimiento, por lo que la laguna de sedimentación se encontraba totalmente colmatada de lodos.

Como parte de dicho mantenimiento al biofiltro, se hizo la apertura dos canales longitudinales y 3 transversales para el retiro de los lodos, junco muerto y las herbáceas que lo estaban invadiendo; los lodos fueron utilizados para el mejoramiento del suelo de sector sur del humedal La Vaca. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019)

Durante los años 2020 y 2021 la Empresa Aguas Bogotá S.A –AB-, realizó mantenimiento de las estructuras hidráulicas, hizo retiro de residuos sólidos y le hizo seguimiento al nivel del agua de la laguna de sedimentación para controlar el paso de sedimentos al biofiltro. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2020) (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

En el año 2021, se presentó el robo del volante de la compuerta de la laguna de sedimentación, con la cual se le hacía control al nivel del agua. Lo anterior fue remediado por la EAAB –ESP

ese mismo año. La situación afectó a los individuos arbóreos ubicados sobre el litoral y la calidad de agua en la laguna natural, pues el caudal no pasa sobre el gavión, impidiendo así que la filtración del agua se realice de manera efectiva. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2021)

En el año 2022 se realizó mantenimiento de las estructuras hidráulicas, se retiraron residuos sólidos y se hizo constante seguimiento al nivel del agua de la laguna de sedimentación para controlar el paso de sedimentos al biofiltro. Sin embargo, en ese periodo, las constantes lluvias ocasionaron el mal estado de la calidad de agua en la laguna natural, debido nuevamente a que el agua no cuenta con una filtración efectiva. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

Esta situación hace que la EAAB – ESP, deba planificar una próxima intervención para el retiro de los lodos de la laguna de sedimentación en el transcurso del presente año 2023.

2.5.4.1.2 Ruido

- Emisión de ruido

Este tensionante es percibido por la comunidad en tres puntos:

- La avenida Agoberto Mejía con el tránsito permanente de vehículos y vendedores informales con parlantes que han ahuyentado la fauna del ecosistema.
- El comercio informal cercano al sector de puerta seis de Corabastos, quienes disponen de música a alto volumen ahuyentando la fauna del ecosistema.
- Fábricas de tubos y juguetes de mascotas cercanos al humedal, quienes, en su producción, generan ruidos permanentes que ahuyentan a la fauna del ecosistema.

2.5.4.1.3 Aire

- Emisión de malos olores

Este tensionante, que se ubica en los sectores norte y sur del humedal, se genera por dos fuentes principales:

- Ingreso de aguas servidas por conexiones erradas.

- Elaboración de tubos que en su producción utilizan sustancias químicas con fuertes olores. Esta fábrica se ubica en el costado sur oriental del sector norte del humedal de La Vaca.

2.5.4.1.4 Franja terrestre

- Residuos sólidos en franja terrestre

Este tensionante se genera como producto del descarte y la disposición inadecuada de residuos sólidos por parte de la comunidad. Por accionar del viento, o de la misma acción humana, los residuos terminan dentro del humedal tanto en el sector norte como en el sector sur incrementando la presencia de roedores.



Figura 47. Arrojo de residuos en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.



Figura 48. Selección de material de reciclaje que origina residuos en el humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Natalia Giraldo.

- Presencia de RCD (Residuos de Construcción y Demolición)

Este tensionante se presenta en el sector sur y se genera debido a la falta de cerramiento permanente. Al existir el cerramiento provisional, algunas personas lo rompen con el fin de arrojar residuos de construcción y demolición que terminan en el espejo de agua. Incluso se han encontrado muebles dentro de la laguna natural.

Desde 2019 se reporta en los Informes de gestión que el operador de aseo Ciudad Limpia realiza los martes, jueves y sábados la recolección de los residuos. En el este mismo año la Policía instaló un CAI móvil en el sector, cuya consecuencia fue que de manera sostenida se redujeron las situaciones de disposición inadecuadas de RCD's, en un 90% hasta hoy. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019).

Para los años 2020, 2021 y 2022 se desarrollaron jornadas de sensibilización para el manejo de los RCD's, así como jornadas de limpieza con el apoyo de Corabastos y el Ejército Nacional y la recolección continua por la cuadrilla de mantenimiento de franja integral de Aguas de Bogotá. Por su parte, en el año 2022 se realizaron jornadas de impacto y sensibilización, con la comunidad aledaña, al tiempo que se realizó la recuperación de punto crítico de disposición inadecuada de residuos sólidos y jornada de limpieza con el apoyo de Ciudad Limpia, AB, el grupo de Mujeres

que Reverdecen, ALK, OPEL/SDA, SER/SDA y Corabastos. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).



Figura 49. Arrojo de residuos de construcción y Demolición - RCD en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.

- Tenencia irresponsable de animales domésticos de compañía

Este tensionante ocurre en ambos sectores, aunque, según lo indicado por la comunidad, ocurre con mayor incidencia en el sector sur. El tensionante es generado por el ingreso al humedal de mascotas, en su mayoría perros, que en su estadía dentro del ecosistema cazan algunas especies silvestres. Esto mismo ocurre con gatos que ingresan trepando por el cerramiento.

Otras situaciones asociadas a animales domésticos se generan cuando personas arrojan bolsas con excremento de sus mascotas dentro del sector sur, o cuando personas sepultan a sus animales muertos dentro del humedal.



Figura 50. Visitante del humedal con animal doméstico. Humedal de La Vaca. Foto tomada por: Dora Villalobos.

- Huerta comunitaria

Este tensionante se genera debido a que en los humedales no está permitida la tenencia de huertas ni ningún sistema de producción agropecuaria. La comunidad aledaña al humedal, desconociendo esta prohibición, identifica al ecosistema como un lugar verde apto para este tipo de usos.

Como se evidencia en la calificación reportada en la Matriz de tensionantes, hoy en el humedal de La Vaca no existe una huerta comunitaria, sin embargo, este ha sido un tensionante que se ha presentado en algunos momentos de la historia del humedal.

- Extracción y manipulación de flora y fauna terrestre

Este tensionante se genera debido al ingreso no controlado de personas al sector sur del humedal quienes en su visita maltratan la vegetación existente en el ecosistema. Este maltrato puede manifestarse en que las personas doblan, cortan o extraen individuos de especies vegetales para

sembrarlos en sus casas. Hay casos de personas que ingresan al humedal para cazar aves y llevarlas a sus casas para mantenerlas en cautiverio.

- Quemados, conatos o incendios

En el humedal de La Vaca se presentan quemados y conatos de incendios. Estas situaciones están asociadas a que algunos recicladores queman el caucho que recubre los cables para extraer cobre y comercializar el metal. Estas quemados han llegado a afectar algunas especies del humedal lo que ha generado chispas que en época de verano han terminado en conatos de incendio. Por su parte, en el sector sur, algunas personas queman la basura dentro del humedal generando daño a las siembras y al suelo.

Algunos antecedentes que se pueden mencionar al respecto son que en el año 2019 se presentó un incendio en el sector norte del humedal, hacia la avenida Agoberto Mejía, causado por habitantes de calle que pernoctaban en el humedal. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019). En los años siguientes, si bien no se han presentado incendios, si se han presentado situaciones de quemados a cielo abierto, fogatas y quemados de cobre. Estas prácticas se han buscado reducir a través de charlas de sensibilización a los habitantes de calle y comunidad aledaña.



Figura 51. Quemados en el sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Susana López.

- Rellenos

Este tensionante obedece a un proceso histórico en donde el humedal de La Vaca fue sometido a un proceso de rellenado que duró un largo periodo de tiempo. Esto hace que el suelo del humedal presente una capa gruesa de escombros, lo que dificulta las siembras asociadas a procesos de restauración.

Si bien esto ocurrió hace varias décadas, en el sector sur continúa sucediendo el arrojo indiscriminado de escombros que favorece el proceso de desecamiento al interior del humedal.

- Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora terrestre

Este tensionante está asociado a la falta de mantenimiento continuo de la flora dentro del humedal. Esto debido a la intermitencia de los contratos de mantenimiento, lo que ha generado que el pasto kikuyo (especie invasora) crezca de forma desmedida dentro del humedal, cubriendo algunas especies propias o dificultando el crecimiento de árboles plantados que, al no tener plateos, no logran sobrevivir.

En el predio Monteverde se encuentra un eucalipto de porte alto, que, si bien no es una especie propia del ecosistema, cumple una función de percha para las aves del humedal y su propagación se ha mantenido controlada.

- Presencia de semovientes

Se evidencia presencia de aves de corral dentro del área legal del sector sur de la RDH.

- Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna del área protegida

Se reporta en el año 2022, que en ciertas ocasiones se ha presentado la extracción ilegal de fauna y flora del humedal La Vaca.

- Proceso de remoción en masa

Este tensionante está asociado a dos causas, una histórica y otra más actual. La causa histórica está relacionada con los procesos de excavación sufridos en el humedal dirigidos en su momento para la apertura del espejo de agua. Este proceso, realizado hace décadas, es el responsable, según la comunidad, de las frecuentes grietas que existen en los muros de las viviendas que se ubican cerca al sector sur del humedal.

Por otro lado, la causa actual está relacionada con el pozo de inspección de la EAAB Zona 5. Este pozo, en el sector norte del humedal fue derrumbando, generando un hueco en el sendero. Esto fue reparado al final de 2022, sin embargo, como se evidencia en la Matriz de tensionantes no fue reportado en la calificación de la SDA.

- Presencia de árboles en riesgo de volcamiento

Es importante señalar que en el sector Norte existen varios individuos en riesgos de volcamiento, lo que significa un riesgo para las personas y los lugares de anidación de algunas aves. En el mes de enero de 2023 se presentó el volcamiento de tres individuos (árboles) junto a la laguna natural: un sauce, un arboloco y una acacia.

- Presencia de Vectores - plagas (roedores, moscos, mosquitos)

Este tensionante está asociado al arrojo de residuos de comida dentro del humedal, situación que incrementa la población de roedores en el ecosistema. Estos animales perjudican el equilibrio del humedal toda vez que también pueden alimentarse de huevos de algunas aves que anidan en vegetación de bajo porte.

Adicionalmente a esta problemática, los roedores (al igual que algunos moscos) son vectores de enfermedades, lo cual puede ser un potencial peligro para los visitantes del humedal, así como para sus funcionarios.



Figura 52. Presencia de roedores en el sector norte del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.

2.5.4.1.5 Infraestructura

- Daños a cerramientos (permanente o provisional):

Este tensionante se genera por el frecuente rompimiento que se hace a los cerramientos existentes en ambos sectores, tanto el permanente del sector norte como el provisional existente en el sector sur. Entre las razones por las que las personas ingresan de manera irregular al humedal, se ha identificado que lo hacen para esconder artículos robados, drogas o armas.

En lo relacionado con el sector norte, estos daños a los cerramientos han generado que en el sector de la puerta 6 de Corabastos existan reparaciones que, al final, la gente continúa rompiendo para arrojar residuos.

En los últimos años, a raíz de la pandemia por el COVID – 19 presentada en el 2020, se ha venido presentando una problemática de salud pública dentro del humedal relacionada con el uso de este como baño público, en el sector norte en la zona de la puerta 6 de Corabastos. Esta situación se generó debido a que al frente del humedal existen establecimientos de venta de chicha, donde previo a la pandemia, se ofrecía el servicio de baño a los clientes. Hoy, las personas no pueden hacer uso de estos baños, por lo que deciden romper el cerramiento definitivo e ingresan a hacer sus necesidades fisiológicas en el humedal. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022).

En el caso del sector sur, el rompimiento del cerramiento provisional de alambre de púa se hace con el fin de generar un ingreso que acorte la distancia para las personas que usan el humedal como paso obligado entre la avenida Villavicencio y la calle 40 sur.

Como consecuencia del rompimiento del cerramiento provisional del sector sur se favorece el ingreso de habitantes de calle, o familias en general, que usan ese sector del humedal como baño público o como lugar de recreación para nadar en sus aguas.

La presencia de bañistas ha ocurrido particularmente en los últimos años 2021 y 2022 y está asociada con el aumento del nivel del espejo de agua del humedal. Esta práctica afecta la fauna y la flora por la destrucción de las islas de macrófitas, y también ahuyenta las aves.

Además de los daños al ecosistema, preocupa esta práctica por la seguridad de quienes la desarrollan debido al riesgo de accidente que pueden sufrir los bañistas, por ingresar al humedal bajo los efectos del consumo de alcohol y sustancias psicoactivas.

De manera general, se puede afirmar que las rupturas del cerramiento, además de generar sensación de inseguridad y abandono en el entorno del humedal, en el sector sur son la causa principal de los tensionantes que afectan al ecosistema.



Figura 53. Uso indebido de cerramiento. Sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Claudia Olmos.

- Daños a infraestructura: robos reiterados.

Este tensionante se ha presentado en el humedal de La Vaca con el robo de la herramienta (volante) que se requiere para controlar los niveles de agua existentes en la laguna de sedimentación. Al no existir este instrumento, no es posible hacer un control efectivo de la cantidad y calidad de agua que ingresa al humedal.

- Fragmentación por vías u otras construcciones

La primera fragmentación del humedal se da por la separación del ecosistema en dos sectores, debido al crecimiento urbanístico de 14 barrios. Esta situación hace que procesos necesarios para la conservación del humedal, como una adecuada administración, sean de difícil realización, toda vez que no se identifica a ambos sectores como pertenecientes a un mismo humedal, sino se asumen como ecosistemas independientes.

Esta fragmentación continuó ocurriendo por la existencia de una vía vehicular que dividía al sector sur del humedal. Hoy esta separación no existe, ya que la vía vehicular fue reemplazada por una peatonal.

Finalmente, la fragmentación que hoy más consecuencias trae al humedal es la existencia de 5 unidades habitacionales y una bodega de reciclaje que se encuentran en proceso de expropiación por vía judicial. Esta infraestructura, además de romper con el paisaje y sus servicios ecosistémicos, no ha permitido que, en el sector sur, pueda realizarse el cerramiento permanente, lo que favorece la ocurrencia de otros tensionantes.

- Irregularidad en la prestación de servicios básicos (Agua - Luz)

Se reportan fallas dentro de las 5 unidades habitacionales, una bodega de reciclaje, un presunto taller de mecánica y la instalación de una huerta dentro del área del humedal, en el sector sur.

- Ocupación ilegal

Este tensionante se presenta dentro de la zona delimitada que corresponde al sector sur del humedal de la Vaca. Esta infraestructura sigue existiendo, aun cuando la Alcaldía local de Kennedy ha venido adelantando el proceso legal dirigido al desmonte de las edificaciones. Por su parte, en el sector norte la presencia de una vivienda cuya culata está dentro del límite legal del humedal, también corresponde a una ocupación ilegal.

Estas ocupaciones ilegales impiden la instalación del cerramiento definitivo del sector sur del humedal, razón por la que se siguen generando tensionantes asociados al mal uso del ecosistema, dificultando la recuperación integral del ecosistema.

Adicionalmente, de manera periódica se han presentado procesos de desalojo de ocupantes ilegales dentro del humedal. Esto debido a que la zona, por su cercanía con Corabastos, es un lugar demandado por población recicladora, migrantes y habitantes de calle.



Figura 54. Ocupación ilegal. Sector sur del humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Adrián Hernández.

2.5.4.1.6 Seguridad

- Consumo de bebidas alcohólicas y sustancias psicoactivas

Este tensionante está asociado al ingreso de personas al sector norte del humedal (costado de la puerta 6 de Corabastos), cuya finalidad es ingerir bebidas alcohólicas y consumir sustancias psicoactivas. Esto mismo ocurre, con mayor frecuencia en el sector sur del humedal, debido a la no existencia del cerramiento definitivo.

Lo anterior genera una sensación de inseguridad que, además de perjudicar el humedal por el poco cuidado que estas personas tienen con las especies que allí habitan, limita el libre tránsito por el ecosistema impidiendo que se realicen actividades pedagógicas de apropiación del humedal por parte de sus visitantes y funcionarios.

- Habitantes de calle

El fenómeno de habitabilidad en calle dentro del humedal ha permanecido por años, logrando identificar los habitantes de calle que pernoctan constantemente en el humedal (2019 – 2022). Anualmente es frecuente el desmonte de cambuches pertenecientes a habitantes de calle que, además de pernoctar, comer, hacer necesidades fisiológicas y bañarse, generan estrés a las especies de fauna y flora existentes en el ecosistema, contaminación por residuos y sensación de inseguridad, y abandono del humedal.

Este tensionante ya se encuentra controlado en el sector norte, gracias al cerramiento definitivo logrado sobre la avenida Agoberto Mejía, mientras que en el sector sur es una problemática frecuente por las dificultades para instalar un cerramiento definitivo.



Figura 55. Habitantes de calle. Humedal de La Vaca. Fotografía tomada por: Dora Villalobos

- Acciones delictivas

Este tensionante se asocia a los problemas de seguridad relacionados con la situación social del sector donde está ubicado el humedal y la poca vigilancia que existe. Es un contexto que favorece el ingreso de personas con la finalidad de esconder objetos robados, armas o sustancias psicoactivas para consumo o venta, huir de la policía, entre otras actividades relacionadas con actos delictivos.

La inseguridad ha sido un tensionante que ha estado presente de manera histórica en el humedal de La Vaca. Si bien ha podido controlarse en alguna medida en el sector norte, gracias al cerramiento definitivo que existe allí, entre los años 2020 y 2021 se presentó una situación de inseguridad en ese sector norte debido al ingreso de población extranjera cuya finalidad era cruzar a Corabastos para trabajar y, en algunos casos, para realizar hurtos. Estos actos, tenían como consecuencia el perjuicio del ecosistema ya que, para cumplir su cometido, estas personas utilizaban las ramas de los árboles para escalar el muro.

En la entrada principal del humedal, en el sector norte, ha venido haciendo presencia población migrante y recicladores que dejan residuos sólidos producto de labores de clasificación. Algunos se dedican al expendio y consumo de sustancias psicoactivas y mantienen animales de compañía de razas peligrosas, con los que, de forma irresponsable, amenazan al personal y a los visitantes

del humedal. La presencia de carretas de reciclaje impide el ingreso al ecosistema y a causa de peleas constantes entre ellos, se han roto vidrios de viviendas vecinas. También han roto las cámaras de seguridad, instaladas por la Secretaría de Seguridad. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022). Esta situación ha puesto en entredicho la seguridad del personal del humedal y de sus visitantes ya que se han visto amenazados por estas personas.

Por su parte, dentro del sector sur se han presentado amenazas a funcionarios del humedal que son percibidos por un sector de la población como delatores ante la policía. En este sector, se evidencia continuamente “consumo y expendio de sustancias psicoactivas, tenencia irresponsable de animales de compañía que arrojan sus residuos fisiológicos en el humedal, y presencia de carretas de reciclaje dentro y fuera de la bodega que se ubica dentro del humedal, entre otras. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2022)

- Actos indecentes

Este tensionante está asociado a situaciones ocurridas en el humedal donde visitantes han sido encontrados sosteniendo relaciones sexuales, lo que genera una condición de inseguridad para los visitantes especialmente los niños que recorren el humedal.

- Otros
 - Desconexión superficial del sistema natural de ríos y quebradas
 - Afectación por salud pública dentro del humedal

2.5.5 Avance en el control de tensionantes

La trazabilidad de los tensionantes reportados en el PMA del humedal del año 2009, permite apreciar que de un total de quince (15) tensionantes registrados, a la fecha y según lo reportado por la SDA (SER) y los talleres realizados en el marco de la actualización del Plan de Manejo hoy día se reportan 26 tensionantes.

Tabla 73. Seguimiento tensionantes reportados.

Tensionantes reportados en 2009	Reportados en 2022	Sin nuevos reportes de afectación en 2022	Sin reporte en matriz de tensionantes de 2022 pero con presencia o posible ocurrencia en el humedal
Reclamación de tierras (barrio construido encima, invasiones) Conflicto por pertenencia de predios ocupados actualmente en el sector sur del humedal (Falsa tradición no resuelta).	Agrupados en tensionante: 1) Ocupación ilegal 2) Irregularidad en la prestación de servicios básicos (Agua - Luz)		
Asentamiento informal, en gran parte legalizada y regularizados los servicios públicos			
Variación en el nivel de agua por precipitación	Corresponde a: Desecación o ausencia de la lámina de agua en zonas destinadas para la recolección de esta		
Variaciones en nivel de la corriente			
Modificación completa de regímenes hidráulicos y Reclamación del espacio físico del humedal:	Agrupados en tensionante: Fragmentación por vías u otras construcciones		
Canalizaciones			
Rellenos antrópicos con mayor intensidad entre 1987 y 1993; en consecuencia 14 barrios se erigieron sobre rellenos sistemáticos.			
Contaminación	Corresponde a Vertimiento de aguas residuales y/o conexiones erradas		
Humedal con alta afectación por colmatación (2006) y alimentado por agua lluvias que reciben contaminación por conexiones erradas	Corresponde a: 1) Procesos de sedimentación en las zonas de acumulación de agua 2) Vertimiento de aguas		

Tabla 73. Seguimiento tensionantes reportados.

Tensionantes reportados en 2009	Reportados en 2022	Sin nuevos reportes de afectación en 2022	Sin reporte en matriz de tensionantes de 2022 pero con presencia o posible ocurrencia en el humedal
	contaminadas y/o conexiones erradas		
Contaminación orgánica, química en industrial	Corresponde a: Emisión de malos olores		
Especies invasoras foráneas (kikuyo), con predominancia en el sector sur.	Corresponde a: 1) Especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora terrestre 2) Presencia de especies invasoras y/o potencialmente invasoras de flora acuática		
Por décadas, el humedal fue obstáculo para los proyectos de vivienda informal, lo que condujo a configurar rechazo hacia el humedal. Situación que presenta un cambio a partir del 2006	Corresponde a: 1) Daños a infraestructura 2) Daños al cerramiento - malla eslabonada		
Disposición de basuras, quemas, ocupación con viviendas, fenómeno que persiste en el sector sur.	Corresponde a: 1) Presencia de residuos sólidos en franja acuática		
	2) Presencia de residuos sólidos en franja terrestre		
	3) Quemados, Conatos, Incendios		
	4) Presencia de RCD's en cualquier parte del área protegida		
Cambio climático			
Introducción de ganado y mascotas en el sector sur, presencia de roedores por basura en espacios públicos.	Corresponde a: 1) Presencia de semovientes		
	2) Presencia de Vectores		

Tabla 73. Seguimiento tensionantes reportados.

Tensionantes reportados en 2009	Reportados en 2022	Sin nuevos reportes de afectación en 2022	Sin reporte en matriz de tensionantes de 2022 pero con presencia o posible ocurrencia en el humedal
	(roedores, moscos, mosquitos) 3) Tenencia irresponsable de mascotas		
	Emisión de ruido		
	Proceso de remoción en masa		
	Presencia de árboles en riesgo de volcamiento		
	Extracción o manipulación ilegal de flora y fauna del área protegida		
	Acciones delictivas (problemas de seguridad)		
	Consumo de sustancias Alcohólicas y psicoactivas		
	Presencia de habitante de calle		
	Actos indecentes en espacio público		
			Déficit hídrico
			Desconexión superficial del sistema natural de ríos y quebradas
			Afectación por salud pública dentro del humedal
Total tensionantes reportados en el humedal en 2009			15
Total tensionantes aún persistentes en 2022			26
Total tensionantes considerados sin afectación en 2022			10

Fuente: Elaboración propia.

Como se evidencia en la Tabla 73 muchos de tensionantes identificados en 2009, como Factores de problemática ambiental en el humedal, hoy día se mantienen a pesar de las acciones emprendidas desde la SDA y otras entidades. Adicional a esto, hoy día se reportan nuevos tensionantes, debido a que, en 2009, muchas de las problemáticas se agruparon, y el estado de recuperación del humedal era incipiente, por lo que algunos factores aledaños no eran de fácil identificación.

2.5.6 Resultados

La calificación final para el humedal se realizó sumando los valores obtenidos por los indicadores, calculando 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 criterio si todos hubieran sacado la máxima calificación de 4:

$$\text{CALIFICACIÓN TOTAL} = \sum \% \text{ criterio} / \# \text{ criterios} * 100$$

Tabla 74. Escala de calificación cualitativa para el resultado general obtenido del humedal.

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

Fuente: Elaboración propia, adaptado de SINAC 2016.

El resultado final para el humedal de La Vaca se presenta en la Tabla 75.

Tabla 75. Calificación final de la evaluación de efectividad del manejo del humedal de La Vaca.

CRITERIOS	# indicadores	Calificación ideal	Calificación real	% criterio
Evaluación ecológica	18	72	49	68%

Tabla 75. Calificación final de la evaluación de efectividad del manejo del humedal de La Vaca.

CRITERIOS	# indicadores	Calificación ideal	Calificación real	% criterio
Evaluación socioeconómica y cultural	23	92	66	72%
Problemática ambiental	2	8	3	38%
Planificación y gestión	23	92	73	79%
CALIFICACIÓN TOTAL \sum % criterio / # criterios * 100	66	264	191	64,2%
RESULTADO EVALUACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL MANEJO				Aceptable

Fuente: Elaboración propia.

2.6 REFERENCIAS

- Administración de Parques Nacionales (APN). 2007. Lineamientos estratégicos para el Manejo de Especies Exóticas en la APN. Argentina.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Plan de Acción, Política Pública de Humedales del Distrito Capital. Bogotá D.C. Bogotá D.C.
- Andrade, G. M. (2008). *Estructura Ecológica Principal y Áreas Protegidas de Bogotá*. Bogotá.
- Andrade-Pérez, G.I.; Corzo-Mora, G.A. (2011) ¿Qué y dónde conservar? Parques Nacionales Naturales de Colombia. 190 p.
- Angermeier, P. (2000). The natural imperative for biological conservation. *Conservation Biology* 14: 373-381
- Arroyave, M., Gómez, C., Gutiérrez, M., Munera, P., Zapata, P., Vergara, I., Andrade, L., Ramos, K. (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Rev. EIA. Esc. Ing. Antioq* No.5.
- Bejorge-García, M., & Cantonal, E. (2016). La importancia ecológica de las algas en los ríos. *Hidrobiológica*, 26(1), 1-8.
- Bernal, R., Gradstein, S., Celis, M. (eds.). (2019). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.
- Cárdenas, D. Salinas, N. (2006). Libro rojo de plantas de Colombia, especies maderables amenazadas I parte. Bogotá, D.C.
- Carvajal-Chitty, H. (1993). Some notes about Intermediate Disturbance Hypothesis and its effects on the phytoplankton of the middle Orinoco river. En J. Padisak, C. Reynolds, & U. Sommer

(Edits.), *Intermediate Disturbance Hypótesis in Phytoplankton Ecology*. (págs. 117-124). Belgium: Kluwer Academic Publishers.

CITES (2022). Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. <https://www.speciesplus.net/>.

CITES. (12 de 12 de 2022). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Obtenido de <http://checklist.cites.org>

Clavijo-Awazacko, H., & Amarillo-Suarez, A. (2013). Variación taxonómica y funcional en la Artrópofauna asociada a comunidades vegetales en humedales altoandinos. *Revista Colombiana de Entomología*.

DAMA; SUNA HISCA;. (2010). Componente Biofísico Fauna-Anfibios y Reptiles. En DAMA, & SUNA HISCA (Eds), *Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes* (págs. 334 - 370). Departamento Técnico Administrativo de Medio Ambiente - Corporación SUNA HISCA.

Death, R. (2008). Margalef's Index. En R. Death, *Encyclopedia of Ecology* (pages. 2209-2210). Massey University.

Diaz, R., Nestlerode, J., & Diaz, M. (2004). A Global Perspective on the Effects of Eutrophication and Hypoxia on Aquatic Biota and Water Quality. En *Fish physiology, toxicology, and water quality*. VIMS Books and Books Chapters.

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

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

- Guarnizo, C., Armesto, L. O., & Acevedo, A. (2014). *Dendropsophus labialis* (Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia). Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia, 2(2), 56-61.
- Hammer, O. (2022). PAST - Paleontological Statistics. Reference Manual. Natural History Museum.
- Haward, G. (1999). Especies invasoras y humedales. 7a. Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes en la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) (págs. 1-11). San José de Costa Rica: Ramsar COP7 DOC. 24.
- Howard, G. (1999). Especies invasoras y humedales. Ramsar COP7 DOC. 24.
- IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. metodología corine lad cover adaptada para Colombia escala 1:100000. Bogotá: IDEAM.
- Izaguirre, I., Allende, L., Escaray, R., Bustingorry, J., Pérez, G., & Tell, G. (2012). Comparison of morpho-functional phytoplankton classifications in human-impacted shallow lakes with different stable states. En N. Salmaso, L. Naselli-Florez, L. Cerasino, G. Flaim, M. Tolotti, & J. Padisak (Edits.), *Phytoplankton Responses to Human Impacts at Different Scales* (pages. 203-216). *Developments in Hydrobiology* 221. Springer.
- Jaramillo, L. (2013). Evaluación del potencial arqueológico y desarrollo de planes de manejo arqueológico para los humedales El Burro, Capellanía, La Conejera D.E. Bogotá: Licencia arqueológica 3274 de 2013. Bogotá D.C.
- Kattan, G. H. (1992). Rarity and Vulnerability: The birds of the Cordillera Central of Colombia. *Conservation Biology*, 6: 64-70.
- LaMotte, C. (1992). *The Monitor's Handbook*. Chestertown.

- Machado, A., Redondo, C., & Carralero, I. (2004). Ensayando un Índice de Naturalidad en Canarias. En J. Fernández-Palacios, & C. Morici, *Ecología Insular* (págs. 413-438). Asociación Española de Ecología Terrestre (AEET).
- Machado, A., Redondo, C., Carralero, I. (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.
- MADS. (12 de septiembre de 2017). Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017. Bogotá D.C.: República de Colombia.
- Magurran, A. (1989). *Diversidad biológica y su medición*. Barcelona: Ediciones Vedral.
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Malden, USA.: Blackwell Science Ltd.
- Mahecha G., Ovalle A., Camelo D., Rozo, A., Barrero D. 2004. Vegetación del territorio CAR 450 especies de sus llanuras y montañas. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR).
- Malagón, A. (2017). Estado trófico de los humedales Tibanica, Guaymaral, Jaboque y Meridor a partir de la composición, biomasa y producción del fitoplancton. En G. Guillot, & G. Pinilla (Edits.), *Estudios ecológicos en humedales de Bogotá. Aplicaciones para su evaluación, seguimiento y manejo*. (págs. 1236-146). Bogotá D.C.: Facultad de Ciencias Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- 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*, 21-235.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ediciones Omega.
- MAVDT. (2006). Resolución 196 de 2006. Bogotá D.C.: MAVDT.

Mesa, L. (2010). Effect of spates and land use on macroinvertebrate community in Neotropical Andean streams. *Hydrobiologia*.(641), 85-95.

Ministerio de Salud. (2020). Obtenido de prevención del consumo de sustancias psicoactivas (SPA). Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/SMental/Paginas/convivencia-desarrollo-humano-sustancias-psicoactivas.aspx>

Morales-Betancourt, M. A., Lasso, C., Páez, V. P., & Bock B.C. (eds). (2015). Libro rojo de reptiles de Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Universidad de Antioquía.

More, P. Cuellar, J., Salazar, E. (2021). Propagación vegetativa de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. page "Ulcumano" en cámara de subirrigación en Chanchamayo/Perú.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza: M&T - Manuales y Tesis SEA, vol. 1.

Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Nisbet, M., & Verneaux, J. (1970). Composantes chimiques des eaux courantes. Cambridge Journals Vol. 6, No. 2., 161-190.

ONU. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. Rio de Janeiro: ONU.

Ramírez, A. (1999). Ecología Aplicada. Diseño y Análisis estadístico. Bogotá.: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Ramírez, D. T. (2008). *Coenctividad ecológica en la zona urbano rural de la localidad de Suba*. Bogotá.

Ramírez, M., Cifuentes, L., Segura, J., Vargas, Y., Arroyo, S., & Bello, A. (2021). *Informe de calidad del agua superficial y comunidades hidrobiológicas en los Parques Ecológicos*

Distritales de Humedal (PEDH) 2019-2020. Bogotá: Secretaria Distrital de Ambiente - Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad - Grupo de Monitoreo de Biodiversidad.

Ramsar COP 12. (2015). Cuarto Plan Estratégico 2016-2024. Obtenido de ramsar.org: [/https://ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf](https://ramsar.org/sites/default/files/documents/library/4th_strategic_plan_2016_2024_s.pdf)

Remolina, 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., Amaya-Villareal, A. M., Burbano-Girón, J., & Velásquez-Tibatá J. (eds). (2016). *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.* Pontificia Universidad Javeriana - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Renjifo, L. M., Gómez, M. F., Velásquez-Tibatá, J., Amaya-Villareal, A. M., Kattan, G. H., Amaya-Espinel, J. D., & Burbano-Girón J. (eds). (2014). *Libro rojo de aves de Colombia. Volumen I. Bosques húmedos de los Andes y la Costa Pacífica.* Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Restall, R., & Lentino, M. (2007). Birds of northern South America: an identification guide. Volumen 1. Species accounts. New Haven: Yale University Press.

Rodriguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). *Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia.* Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia.

Rueda-Almonacid, J., Lynch, J., & Amézquita, A. (2004). Libro Rojo de Anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá D.C: Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia & Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Ruiz-Guerra, C. (2012). Lista de Aves Acuáticas de Colombia. Bogotá: Asociación Calidris.

Schmidt, U. (1998). Vegetación acuática y palustre de la Sabana de Bogotá y plano del río Ubaté: Ecología y taxonomía de la flora acuática y semiacuática. Bogotá: Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.

Schmitter, J. (2015). Los índices bióticos de integridad en el monitoreo ambiental Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental. González, C. Zuarth, A., Pérez, J., Low Pfeng, A. (editores). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) & El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur). México, D.F. PP 65 – 82.

SDA y CAR. (2022). Plan de Manejo Ambiental del Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá. Bogotá: Secretaría Distrital de Ambiente.

SDA. (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Bogotá, D.C.

SDA. (2021). Informe de gestión. Bogotá: SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE SUBDIRECCION DE ECOSISTEMAS Y RURALIDAD GRUPO DE HUMEDALES.

SDA. (2021a). Informe de Calidad del Agua Superficial y Comunidades Hidrobiológicas en los Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH) 2019-2020. Bogotá: Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad.

SDA. (2021b). Informe Análisis de Resultados de los Monitoreos de la Biodiversidad Año 2021 del Parque Ecológico Distrital de Humedal La Vaca. Subdirección de ecosistemas y Ruralidad.

SDA. (2022b). Informe Anual Levantamiento de Línea Base de la Biodiversidad de la Reserva Distrital de Humedal (RDH) La Vaca. Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad.

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

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.

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. Obtenido de <https://www.ambientebogota.gov.co/plan-de-manejo-ambiental-pma-sitio-ramsar-complejo-de-humedales-urbanos-del-distrito-capital-de-bogota>

Secretaría Distrital de Ambiente. (2008). Protocolo de recuperación y rehabilitación ecológica de humedales en centros urbanos. Bogotá, D.C.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2020). Informe de Gestión Enero-diciembre. Bogotá D.C.: SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS Y RURALIDAD GRUPO DE HUMEDALES.

Secretaría Distrital de Ambiente. (2021). Informe de Gestión 2021 Parque Ecológico Distrital de Humedal La Vaca. Bogotá: Subdirección de ecosistemas y Ruralidad Grupo de Humedales.

Secretaria Distrital de Ambiente. (2021b). Informe análisis de los resultados de los monitoreos de biodiversidad Año 2021 del Parque Ecológico Distrital de Humedal de La Vaca. Bogotá: Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad.

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.

Stiles, F., Rosselli, L., & De La Zerda, S. (2017). Changes over 26 years in the avifauna of the Bogotá region, Colombia: Has climate change become important? *Frontiers in Ecology and Evolution*, 1-21.

Subred Occidental E.S.E. (2021). Análisis de condiciones, calidad de vida, salud y enfermedad. Bogotá D.C.: Secretaría de Salud de Bogotá.

Therrien, M. (2021). Estudio histórico de soporte para la actualización del Plan de Manejo Arqueológico de Bogotá. Bogotá D.C.: Fundación Erigaje-Max Ojeda - Instituto Distrital de Patrimonio Cultural.

Toro, E. Roldan, I. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de Juglans neotropica Diels., en zonas andinas. Madera bosques vol. 24.

UICN. (2022). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2022-2. <https://www.iucnredlist.org>.

UICN. (2022). La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. Versión 2022-2. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>

UICN. (2022). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2022-1. Obtenido de <https://www.iucnredlist.org>