Punto de monitoreo	Parámetros Analizados	Laboratorio encargado análisis	Fecha muestreo	Fecha recepción laboratorio**	No. Reporte
PM4 (lixiviado)	- Cromo hexavalente - Carbono Orgánico Total - Cloruros, nitritos, nitratos, sulfatos. -pH, conductividad -DBO, DQO, dureza, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal -Hidrocarburos totales -PCBs -Coliformes totales y fecales		18/10/2018	18/10/2018	201810180203092
PM5 (lixiviado)			19/10/2018	19/10/2018	201810190203112
PM6 (lixiviado)			19/10/2018	19/10/2018	201810190203113
PM7 (lixiviado)			19/10/2018	19/10/2018	201810190203114
PM8 (lixiviado)			19/10/2018	19/10/2018	201810190203115
PM9 (lixiviado)			19/10/2018	19/10/2018	201810190203116
PM10 (lixiviado)			22/10/2018	22/10/2018	201810220203132
PM11 (lixiviado)			22/10/2018	22/10/2018	201810220203131
PM12 (lixiviado)			22/10/2018	23/10/2018	201810230203133

* Información de reportes de laboratorio presentados al interior del radicado 2019ER104814
** *Fecha de recepción en laboratorio responsable de análisis*
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

- **Monitoreo de agua subterránea y lixiviados en el área sur del predio.**

En dos (2) de los tres (3) pozos instalados PZM6 y PZM10, se realizó el muestreo de lixiviados. Según se informa, en el PMZ8, no fue posible captar la muestra debido a la falta de fluido depositado en el mismo.

En la Tabla se presenta la información acerca de parámetros analizados en las muestras de lixiviado, fechas de muestreo y recepción en laboratorio.

Tabla 41. Información muestras y análisis de laboratorio realizados en el lixiviado del área sur del predio.

Punto de monitoreo de Lixiviados	Parámetros Analizados	Fecha muestreo	Fecha recepción laboratorio	No. Reporte
PZM 6	Alcalinidad, Aluminio, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cloruros, Cobalto, Cobre, Cromo, DBO5, DQO Total, Dureza Cálcica, Dureza Total, Fenoles Colorimétrico, Fósforo Soluble, Fósforo Total, Litio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno Amoniacal, Plomo, Selenio, Sólidos Sedimentables, Sulfatos, Vanadio, Zinc, Acidez, Color Real, Hidrocarburos Totales, pH, Cianuro Total, Estaño, Nitrógeno Total, SAAM, Fenoles	22/03/2019	22/03/2019	201903220200613

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACION Y DEPORTE
Fecha de firmado: 2024.06.04 15:03:29 COT
Firmado digitalmente desde SGD-OrfeoJADE

401

ID Analquim Ltda.		PM1
ID EAAB		201810180203089
Análisis	Unidad	C 18/10/2018
		R 18/10/2018
PCB No. 52	mg/L	<0,00002
PCB No 8	mg/L	<0,00002
Plata	mg Ag/L	0,14
Plomo	mg Pb/L	0.12
Potasio	mg K/L	19,57
Sodio	mg Nail	1147.73
Sulfatos	mg S0	127
Zinc	mg Zn /L	1,13
Hidrocarburos Totales	mg/L	2,7
Coliformes Termotolerantes (Fecales)	NMP/100 ml	1220
Nitrógeno Kjeldahl Total	mh N/L	129
PCB No. 105	mg/L	<0,00002
PCB No. 151	mg/L	<0,00002
PCB No 18	mg/L	<0,00002
PCB No. 194	mg/L	<0,00002
PCB No. 70	mg/L	<0,00002
PCB No.180	mg/L	<0,00002
pH	Unidad de pH	7,8

C:d/m/a Fecha de Muestreo
R:d/m/a Fecha recepción Laboratorio

Fuente: SDA 2022019ER104814 del 14/05/2019

En la muestra de suelo PM1, se observan concentraciones altas de DBO_5, DQO, metales, y sales indican una afectación directa de los lixiviados en el acuífero somero.

En las siguientes figuras se muestran los modelos de iso-concentraciones para cinco (5) sustancias que son, DQO, nitrógeno total, cloruros, sulfatos, hierro, dos (2) parámetros de calidad biológica, coliformes fecales, coliformes fecales totales y dos (2) parámetros fisicoquímicos en lixiviado, conductividad eléctrica, solidos disueltos totales.

El comportamiento espacial de los modelos de iso- concentraciones muestran que para el caso de DQO, nitrógeno total, cloruros, hierro, coliformes fecales y totales se presenta una elevación en la zona donde se localizan los pozos de monitoreo PM1 y PM13, siendo en algunos casos aun mayor hacia el PM13 y van disminuyendo hacia radialmente con dirección hacia los limites del predio. El comportamiento mostrado se correlaciona con el área donde el espesor de basura es mayor, de lo que se infiere posible conexión hidráulica entre la unidad Acan (basura) y Aqc.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

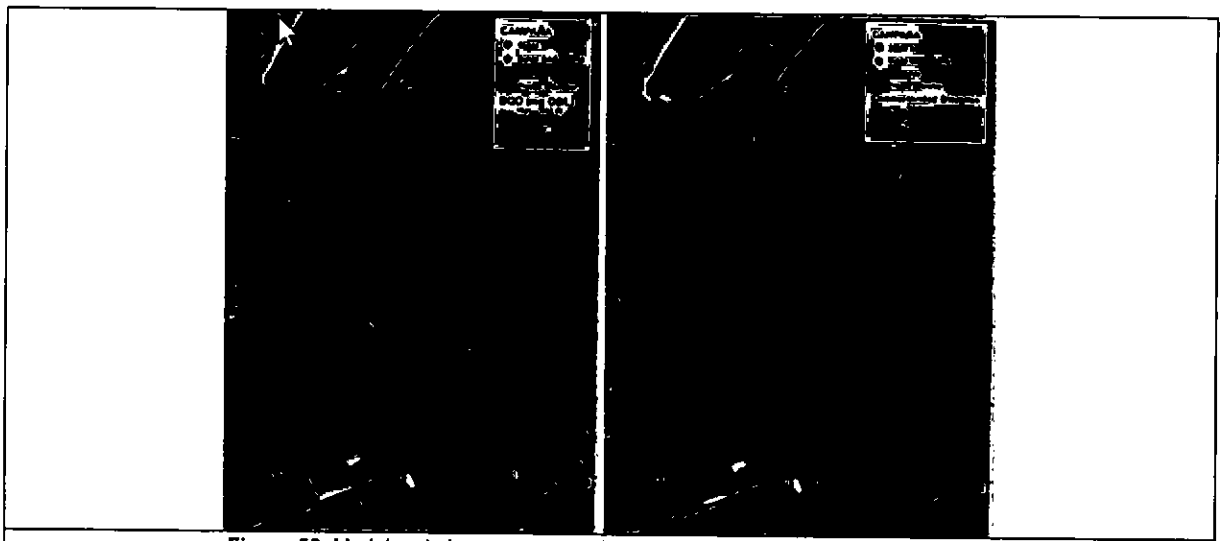


Figura 52. Modelos de iso – concentraciones para DQO y conductividad eléctrica
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

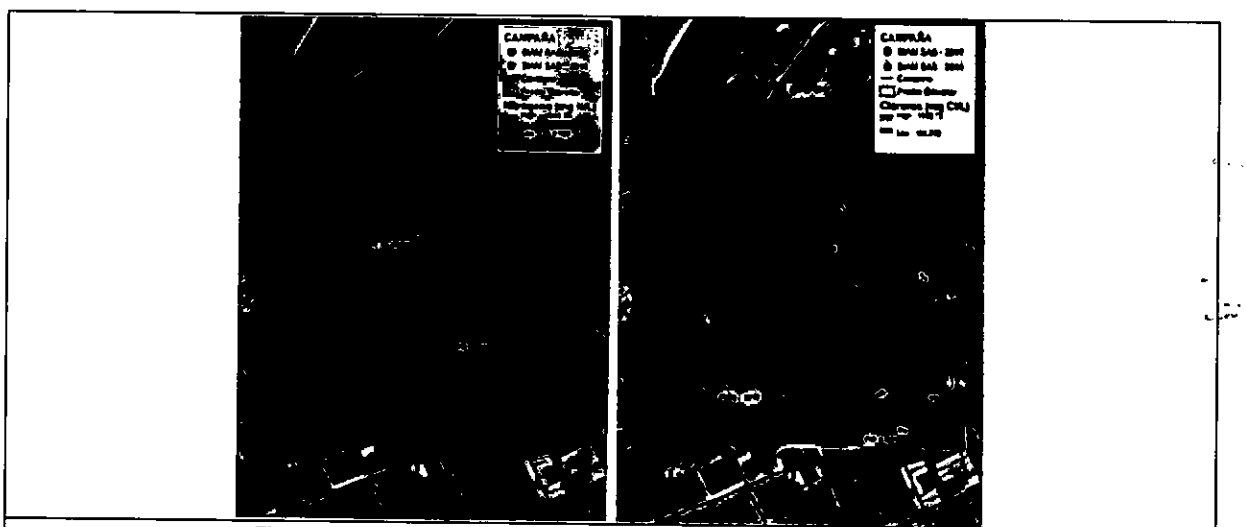


Figura 53. Modelos de iso – concentraciones para nitrógeno total y cloruros
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

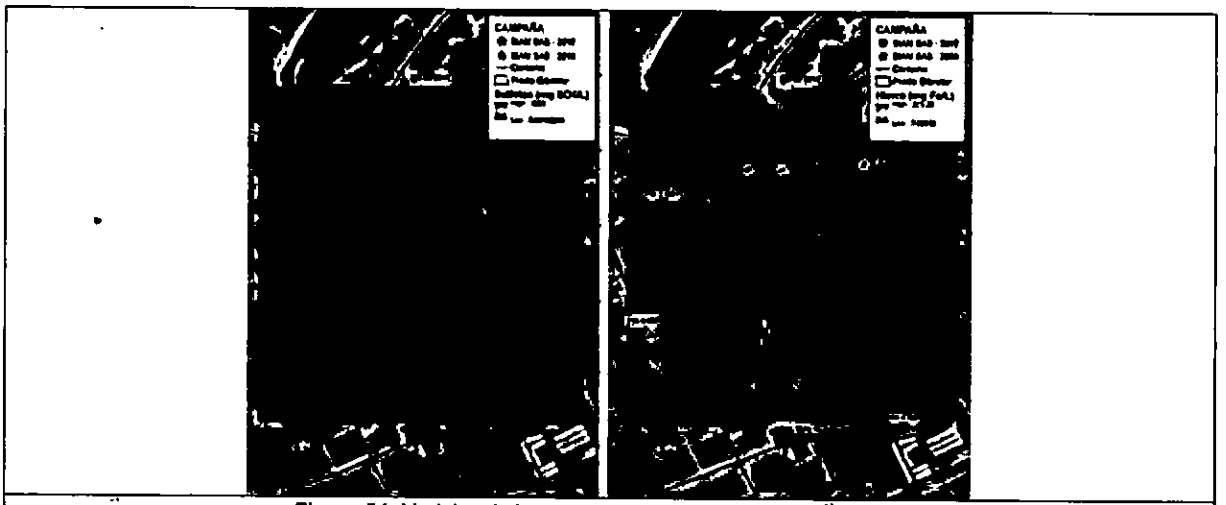


Figura 54. Modelos de iso – concentraciones para sulfatos y hierro
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

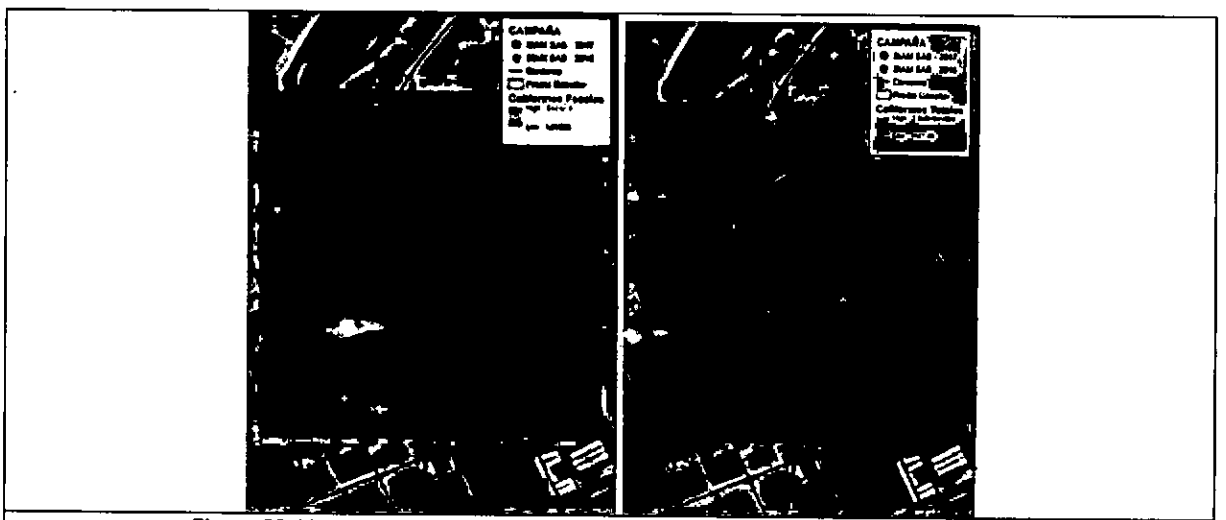


Figura 55. Modelos de iso – concentraciones para coliformes fecales y coliformes totales
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

La SDA realizó la implementación de cuatro (4) modelos de iso - concentración para Cl^-, Plomo, DQO Total y Cr a partir de la información que se encuentra en el Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019. Para la interpolación espacial de los datos, teniendo en cuenta que el número de muestras es bajo para hacer uso de un modelo geoestadístico, se utilizó una triangulación simple.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

En las siguientes figuras se muestran los resultados de los modelos de iso – concentraciones implementados por la SDA. Espacialmente se encontró que existe un aumento en las concentraciones de Cl^-, Cr y DQO en la zona donde se localizan los pozos de monitoreo PM1 y PM13, que es el área donde la capa de basura tiende a ser más espesa, mostrando una disminución radial con una forma similar a los límites sur, este y oeste del predio; para el caso del Pb se evidenció el aumento de concentración en la mitad del predio, hacia el PM13 y una disminución en dirección sureste y noroeste.

Los modelos de iso – concentración generados sugieren una posible conexión vertical entre la capa de basura (Acan) y el acuífero Aqc. Existe una alta correlación entre la localización de la zona con mayor espesor de basura y el aumento de concentración en gran parte de las sustancias analizadas, que puede ocurrir debido a la posible conexión hidráulica entre la capa de basura y la unidad Aqc, generando el paso de lixiviado al piso hidrogeológico inferior, además la disminución de dicha concentración tiende a seguir la misma dirección que mostró el modelo de isopiezas para la unidad Aqc, es decir hacia el noroeste – río Bogotá y el sureste.

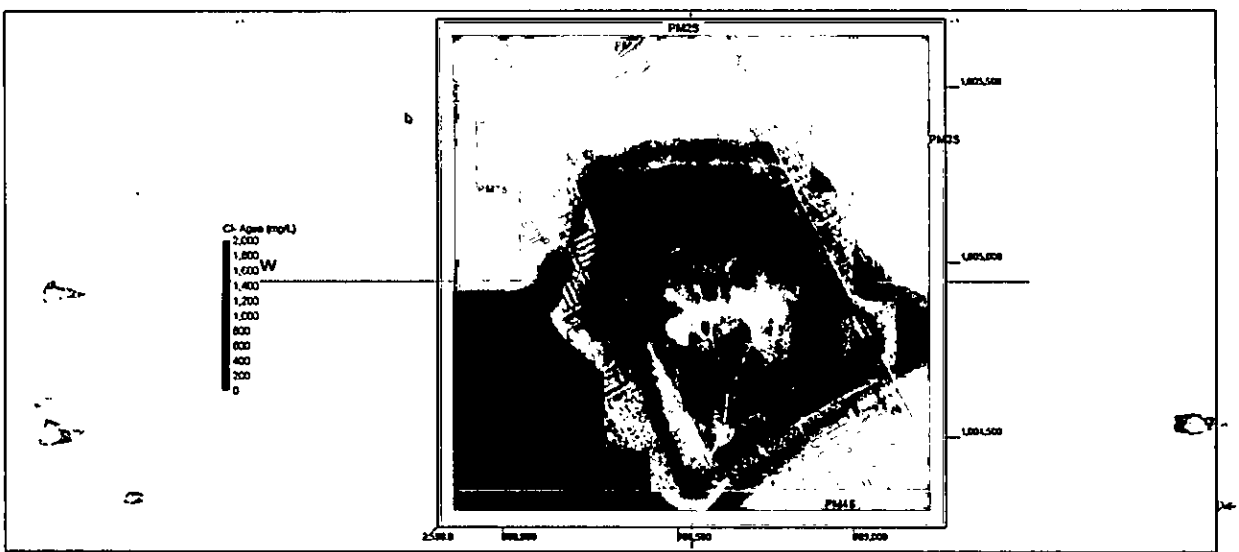


Figura 56. Modelo de iso-concentraciones de cloruros
Fuente: SDA, 2020

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

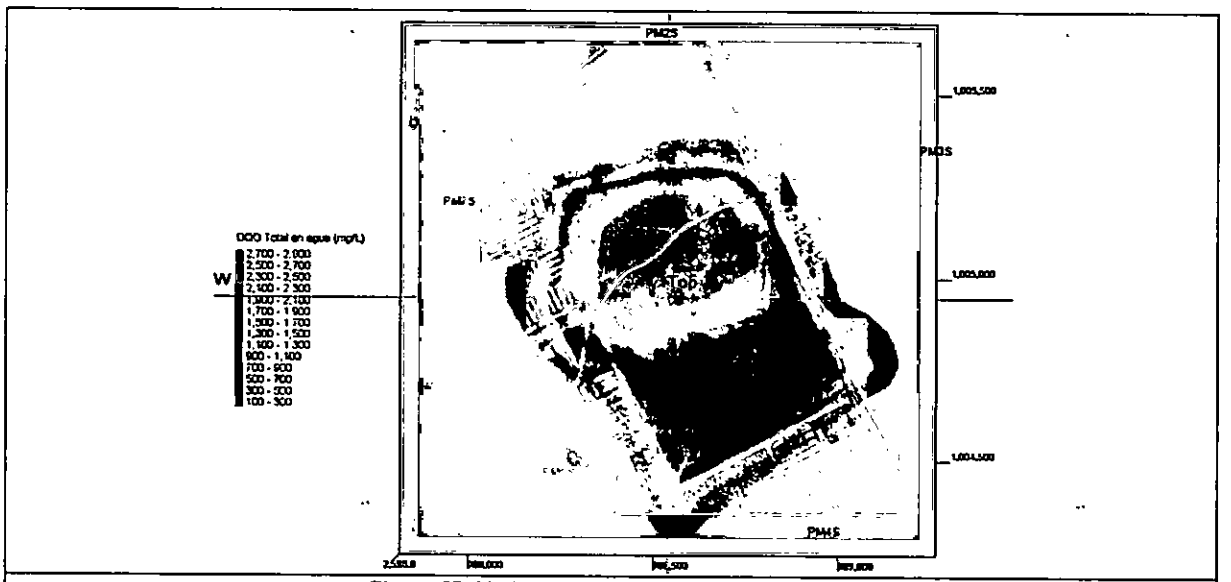


Figura 57. Modelo de iso-concentraciones de DQO
Fuente: SDA, 2020



Figura 58. Modelo de iso-concentraciones de Cr
Fuente: SDA, 2020

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

406



Figura 59. Modelo de iso-concentraciones de Pb
Fuente: SDA, 2020

2.6.2 Lixiviados

De acuerdo con análisis realizados por el laboratorio de la EAAB a muestras de lixiviados tomadas en el sitio, se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 43. Caracterización de Lixiviados predio Gibraltar

Punto de Muestreo		PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
ID del Laboratorio		2018101 80 203090	2018101 80 203091	20181018 0 203092	20181019 0 203112	20181019 0 203113	20181019 0 203114	20181019 0 203115	20181019 0 203116	20181022 0203132	20181022 0203131	20181023 0203133
Análisis	Unidad	C 18/10/20 18	C 18/10/20 18	C 18/10/201 8	C 19/10/201 8	C 19/10/201 8	C 19/10/201 8	C 19/10/201 8	C 19/10/201 8	C 22/10/201 8	C 22/10/201 8	C 22/10/201 8
		R 18/10/20 18	R 18/10/20 18	R 18/10/201 8	R 19/10/201 8	R 19/10/201 8	R 19/10/201 8	R 19/10/201 8	R 19/10/201 8	R 22/10/201 8	R 22/10/201 8	R 23/10/201 8
Cadmio	mg Cd / L	0,01	1,01	2,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0.03	0,01	0,01
Calcio	mg Ca / L	191,33	429,45	553,5	463,36	40,16	36	98,52	196,24	73,51	46,7	323,66
Carbono Orgánico Total	mg C /L	603,2	390,6	311,7	805,5	1316	996,5	1033	1413	1039	1301	382,4
Cloruros	mg Cl / L	2719	399	320	1919	3622	1909	2539	3110	1449	2655	1398
Cobre	mg Cu/L	0,35	0,27	0,9	1,03	0,73	0,37	0,48	0,89	0,65	0,37	0,25
Coliformes Totales	NMP/100 ml	290900	38800	46500	2419600	1986300	19500	727000	1119900	547500	9700	186000
Conductividad Eléctrica	pS/cm	16760	3870	2870	1378	32300	21400	18580	NRL	20500	33600	15600
Cromo	mg Cr /L	0,93	0,23	0,91	0,32	1,74	0,97	1,05	NRL	5,4	0,95	0,37

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

Punto de Muestreo		PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
ID del Laboratorio		20181018020309	20181018020309	20181018020309	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181022020313	20181022020313	20181023020313
Análisis	Unidad	C 18/10/2018	C 18/10/2018	C 18/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 22/10/2018	C 22/10/2018	C 22/10/2018
		R 18/10/2018	R 18/10/2018	R 18/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 22/10/2018	R 22/10/2018	R 23/10/2018
Cromo Hexavalente	mg Cr+6 / L	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	NRL	<0.01	<0.01	<0.01
DBO5	mg 021L	116	29	32	127,5	291	158	149	NRL	261	399	131
DQO Total	mg 02 /L	1652	797	1268	2102	4724	2804	2777	1,2	3272	3811	1343
Dureza Total	mg CaCO3/1	1246	1375	1659	1875	281	209	578	4405	334	230	1328
Hierro	mg Fe / L	178,25	57,92	146	76,98	44,66	12,66	40,31	650	72,31	27	23,45
Magnesio	mg Mg/L	187,9	74,32	68	175,59	44,48	59,6	81,67	60,3	37,99	28,94	127,73
Manganeso	mg Mn / L	2,19	4,92	2,9	4,17	0,68	0,1	0,72	39,79	1,4	1,16	1,3
Mercurio	mg Hg / L	0,0037	<0,0005	0,0008	0,0009	0,0016	0,0008	0,0022	1,14	0,0058	0,0016	0,0005
Niquel	mg Ni/L	0,32	0,07	0,34	0,33	0,69	0,27	0,28	0,0021	0,22	0,42	0,17
Nitratos	mg NO3-N/L	0,4	0,4	1,19	<0,3	<0,3	0,502	1,9	0,69	0,6	1,6	<0,3
Nitritos	mg NO2-NIL	0,056	<0,010	<0,010	<0,010	0,107	0,083	0,029	1,4	0,079	0,09	0,018
Nitrógeno Amoniacal	mg NI13-N/L	857	112	36,6	820	2589	1766	1077	3262	1718	3013	955
PCB No 101	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 138	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 153	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 195	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No 28	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 44	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 52	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No 8	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Plata	mg Ag/L	0,14	0,05	0,239	0,1	0,05	0,33	0,04	0,21	0,37	0,05	0,09
Plomo	mg Pb/L	0,58	0,07	0,9	0,13	0,27	0,1	0,36	0,31	1,63	0,1	0,09
Potasio	mg KJL	1124,38	100,8	64,37	959,36	3928,73	1888	1553,42	4698	1891,1	4191,4	1272,82
Sodio	mg Na/L	1309,68	237,38	156	1034,22	1814,34	1102	1288,76	1762	1043,12	1650	916,81
Sulfatos	mg S0	3	4	4	<2	<2	2	<2	NRL	2	2	1145
Zinc	mg Zn /L	2,55	0,34	4,1	0,78	1,47	1,47	0,77	0,98	4,78	0,46	0,31
Hidrocarburos Totales	mg/L	5,6	1,5	2,4	2,6	4,9	3,8	3,2	NRL	4	3,4	57
Coliformes (Fecales)	NMP/100 ml	11720	5040	7620	173290	2990	630	980	2430	97	31	9060
Nitrógeno Total	mg N/L	898	145	145	839	2765	1848	1203	3502	1977	3285	1087
PCB No. 105	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

Punto de Muestreo		PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9	PM10	PM11	PM12
ID del Laboratorio		20181018020309	20181018020309	20181018020309	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181019020311	20181022020313	20181022020313	20181023020313
Análisis	Unidad	C 18/10/2018	C 18/10/2018	C 18/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 19/10/2018	C 22/10/2018	C 22/10/2018	C 22/10/2018
		R 18/10/2018	R 18/10/2018	R 18/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 19/10/2018	R 22/10/2018	R 22/10/2018	R 23/10/2018
PCB No. 151	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No 18	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 194	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No. 70	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
PCB No.180	mg/L	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
pH	Unidad de pH	8,1	7,6	7,6	7,7	8,3	8,3	8,2	NRL	7,9	8,1	7,8

C:d/m/a Fecha de Muestreo
R:d/m/a Fecha recepción Laboratorio
NRL: No reportado por el laboratorio

Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

Al realizar el análisis de los resultados de laboratorio para las muestras de lixiviados se observan concentraciones de Carbono orgánico, Nitrógeno Amoniacal y Sales, estableciendo la degradación del material orgánico en el predio.

Adicionalmente, se analizaron muestras complementarias de la zona sur del predio, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 44. Caracterización muestras de lixiviados, zona sur predio Gibraltar

ID Analquim Ltda.		PZM6	PZM10
ID EAAB		201903220200613	201903220200614
Análisis	Unidad	C 22/03/2019	C 22/03/2019
		R 22/03/2019	R 22/03/2019
Alcalinidad	mg CaCO3/L	6391,5	N.A.
Aluminio	mg Al	8,22	14,8
Bario	mg Ba/L	0,58	1,06
Berilio	mg/L	<0,01	<0,01
Boro	mg B I L	2,8	4.90
Cadmio	mg CdL	0,02	0,03
Cloruros	mg Cl-/ L	2773	N.A.
Cobalto	mg Co/L	0,09	0,09
Cobre	mg Cu / L	0,1	0,09
Cromo	mg Cr /l	0.30	0,44
DBO5	mg 02 /L	158	N.A.
DQO Total	mg 02 /L	1795	N.A.
Dureza Cálcica	mg CaCO3/L	136	N.A.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

ID Analquim Ltda.		PZM6	PZM10
ID EAAB		201903220 200613	201903220 200614
Análisis	Unidad	C 22/03/2019 R 22/03/2019	C 22/03/2019 R 22/03/2019
Dureza Total	mg CaCO3/L	468	N.A.
Fenoles Colorimétrico	mg Fenol/L	0,41	N.A.
Fosforo Soluble	mg P / L	15,6	N.A.
Fosforo Total	mg P I L	18,6	N.A.
Litio	mg Li / L	0,05	0,04
Manganeso	mg Mn I L	0,4	0,39
Mercurio	mg Hg /L	0,0012	0,0013
Molibdeno	mg Mo/L	0,01	0,02
Niquel	mg Ni	0,2	0,23
Nitratos	mg NO3-N/L	1,3	N.A.
Nitritos	mg NO2-N/L	0,03	N.A.
Nitrógeno Amoniacal	mg NH3-NIL	1035	N.A.
Plomo	mg Pb/L	0,17	1,24
Selenio	mg Se/L	0,01	0,02
Solidos Sedimentables	mg/l	1,3	N.A.
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	292	N.A.
Sulfatos	mg SO4/L	<2	N.A.
Sulfuros	mg S' ft.	1	N.A.
Vanadio	mg VII_	0,08	0,17
Zinc	mg Zn /L	0,4	0,4
Acidez	mg/L	296	N.A.
Color Real 436 nm	m-1	69,9	N.A.
Color Real 525 nm	m-1	31,4	N.A.
Color Real 620mm	m-1	15,9	N.A.
Hidrocarburos Totales	mg/L	1,7	1,6
pH	unidad pH	7,1	N.A.
Cianuro Total	mg CN-71	<0,005	N.A.
Estaño	mg Sn/L	2,2	1,37
Nitrógeno Kjeldahl Total	mg N/L	1046	N.A.
SAAM	g/mol	2.20	N.A.
Fenoles Cromatografia	mg/L	0,39	N.A.
Nitrógeno Total	mg N/L	1047	N.A.

N.A.: Parámetro no analizado por laboratorio de la EAAB

Fuente: Radicado 2019ER184547 del 13/08/2019

Los resultados obtenidos en las dos muestras de lixiviados en el área sur del predio presentan concentraciones de Aluminio, Cadmio, Cromo, Manganeso, Plomo, lo que ratifica las condiciones del lixiviado presente en el predio como un residuo peligroso o desecho toxico. Adicionalmente se observan concentraciones de DQO, DBO_5 y sales que confirman la degradación de materia orgánica en esta zona.

La distribución espacial de los parámetros DQO, Nitrógeno Total, Cloruros, Sulfatos, Hierro, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Conductividad Eléctrica se muestran en los siguientes gráficos de iso-concentración. Los resultados muestran que en general, la zona donde se localizan los pozos PM6, PM9 y PM11 (costado NE del predio), presenta valores de concentración elevados para cada uno de los parámetros evaluados, con excepción del hierro,

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

410

sulfatos y coliformes fecales. Este comportamiento se correlaciona con la ausencia de la capa de arcilla en la misma área y el hecho de que piezométricamente en este lugar existe un gradiente hidráulico hacia el PM9, donde descienden los niveles más de 9 m y se genera un sumidero, de manera que pueden aumentar los niveles de dichas sustancias y parámetros en este sector del sitio.

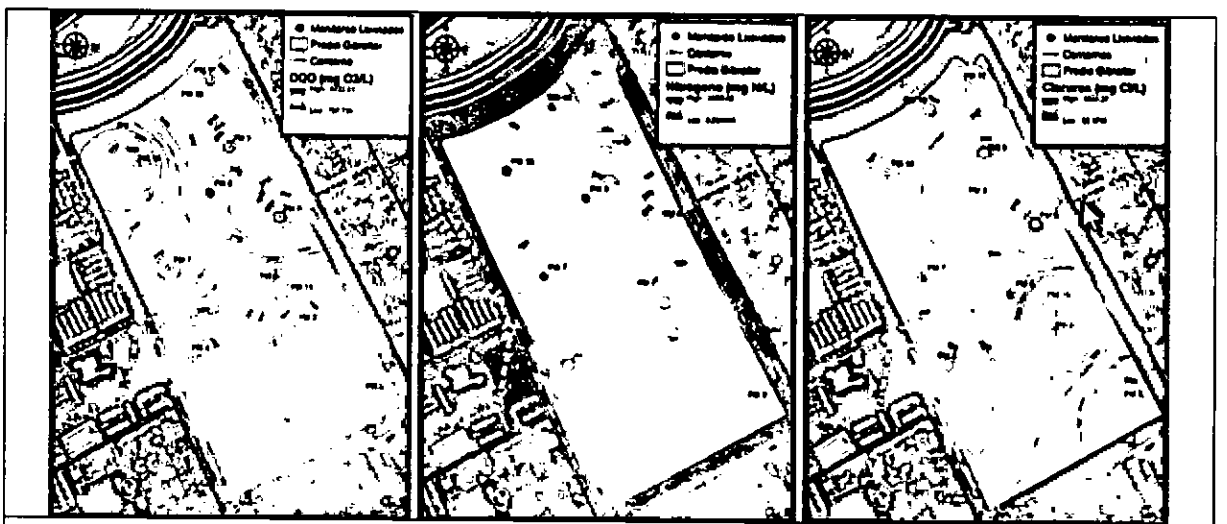


Figura 60. Modelo de Iso-concentraciones; Parámetros DQO, N Total y Cl-
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

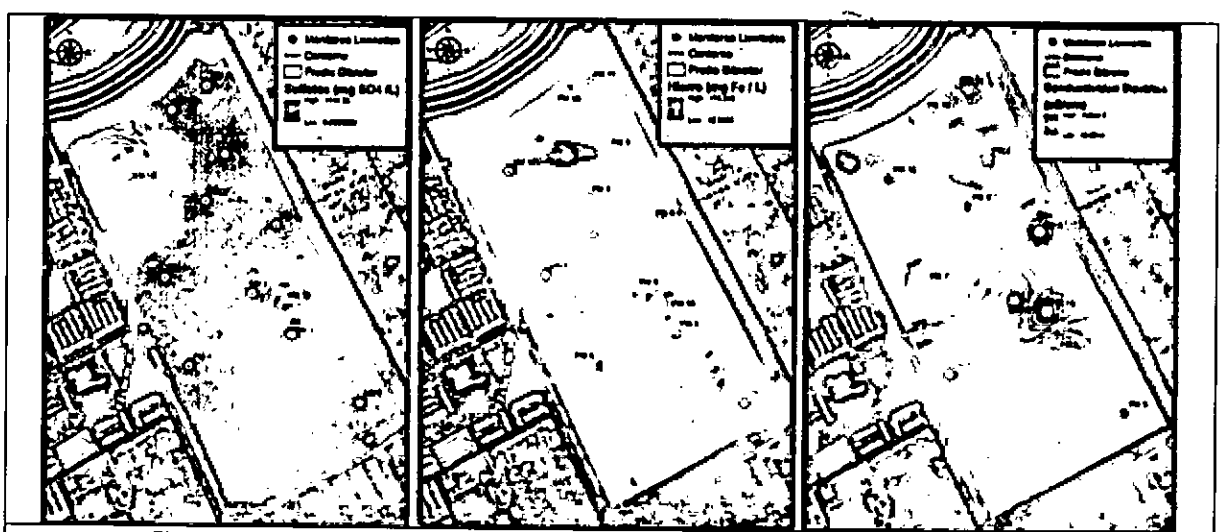


Figura 61. Modelo de Iso-concentraciones; Parámetros Sulfatos, Hierro y Conductividad Eléctrica

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

411

Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

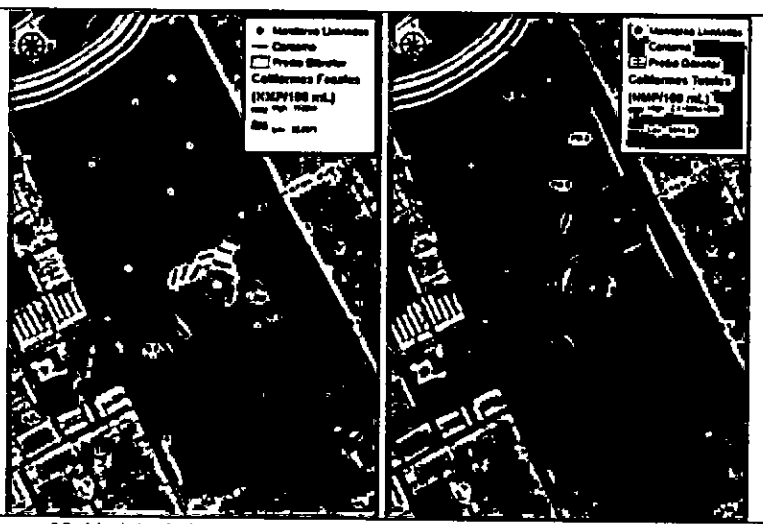


Figura 62. Modelo de Iso-concentraciones; Parámetros Coliformes Fecales y Totales
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

Adicionalmente, la SDA realizó la implementación de cuatro (4) modelos de iso - concentración para Cl^-, Plomo, DQO Total y Cr en lixiviado, a partir de la información que se encuentra en el Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019. Para la interpolación espacial de los datos se tuvo en cuenta que el número de muestras es bajo para hacer uso de un modelo geoestadístico, por lo que se utilizó una triangulación simple.

En las siguientes figuras se muestran los resultados de los modelos de iso – concentraciones realizados. Espacialmente se encontró que existe un aumento en las concentraciones de Cl^- y DQO en la zona donde se localizan los pozos de monitoreo PM6, PM9 y PM11 (Costado NE del predio, área donde no hay presencia de la capa de arcilla bajo la unidad de basura). Para el caso del Pb, se evidenció un aumento en la concentración en dirección al meandro del rio Bogotá, este último comportamiento se observó en el caso del Cr, junto con la disminución de concentración hacia la zona del PM6, PM9 y PM11.

Para el caso de los lixiviados, existen cambios representativos en la concentración de gran parte de las sustancias analizadas en la zona donde no hay presencia de la capa de arcilla bajo la unidad de basura. Existe una correlación clara entre las caracteristicas litoestratigráficas y el comportamiento de las concentraciones de gran parte de las sustancias modeladas, aumentando los niveles (como lo fue para el caso de Cloruros y DQO) o disminuyendo considerablemente (como lo fue para el caso de Cromo y Plomo) en el sector donde se presenta el sumidero cerca del PM9, PM6 y PM11.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

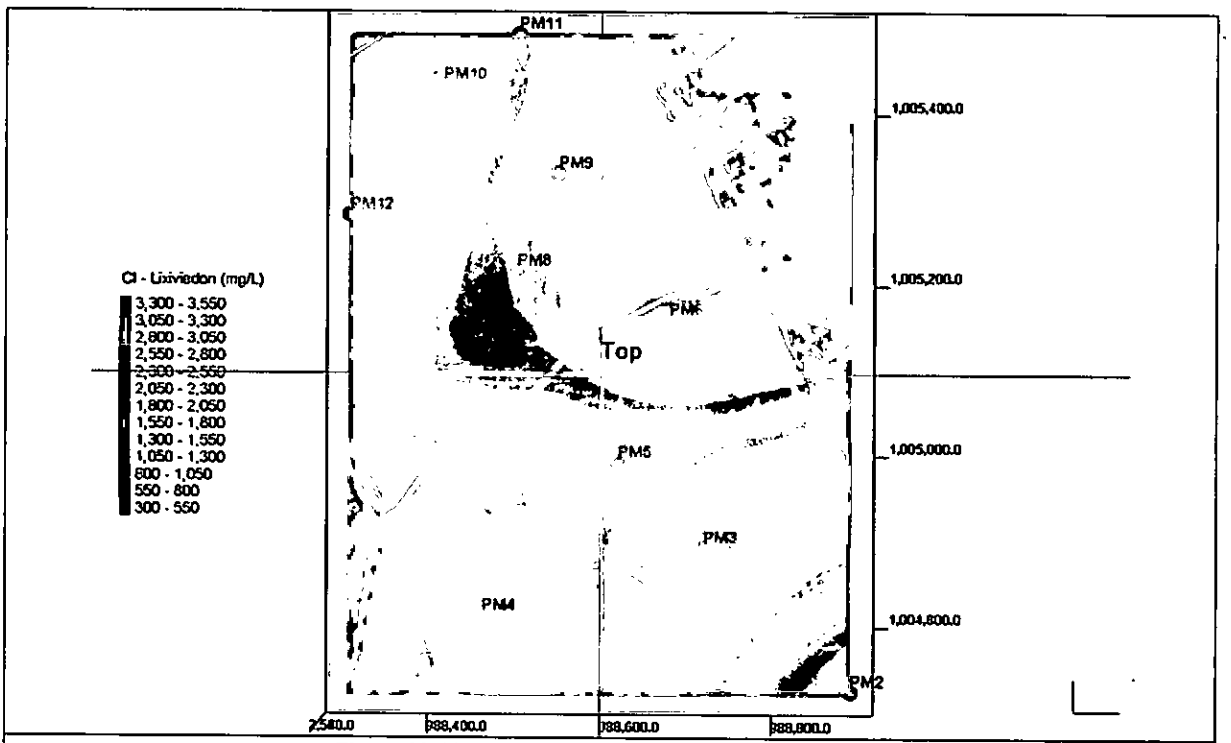


Figura 63. Modelo geoestadístico de concentración de Cl-
Fuente: SDA, 2020

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

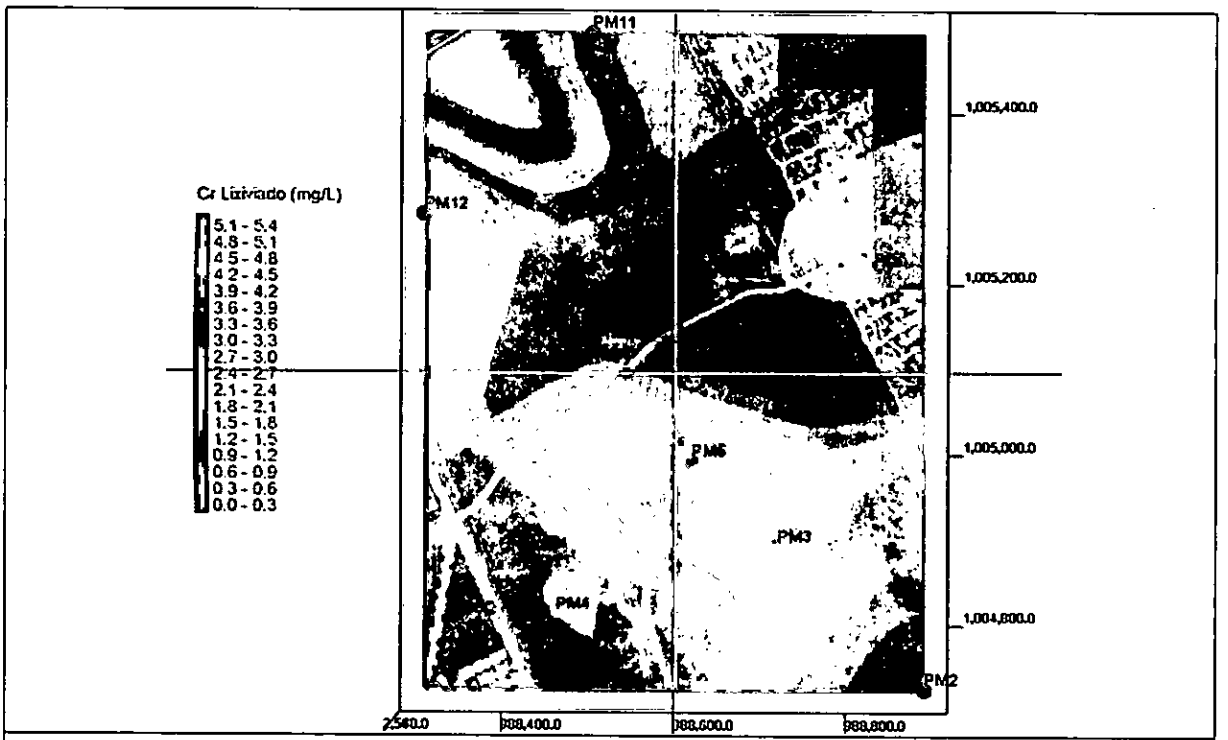


Figura 64. Modelo geoestadístico de concentración de Cr.
Fuente: SDA, 2020

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

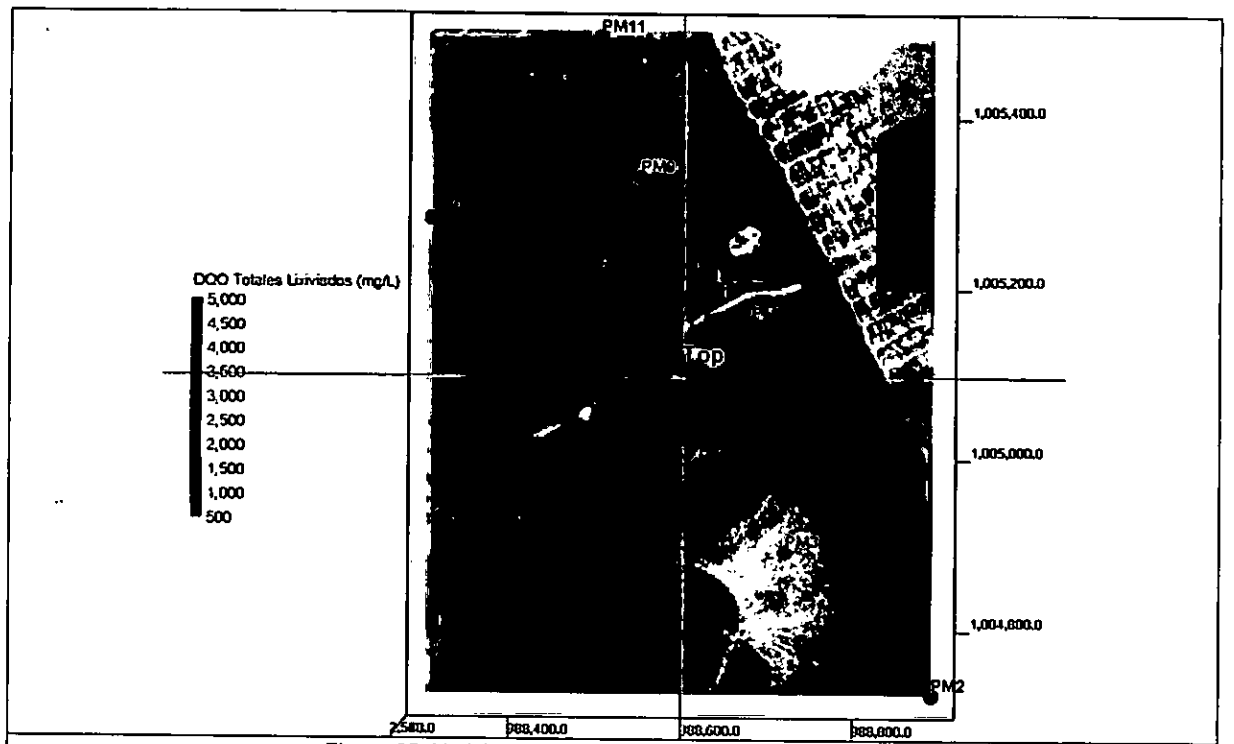


Figura 65. Modelo geoestadístico de concentración de DQO.
Fuente: SDA, 2020

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

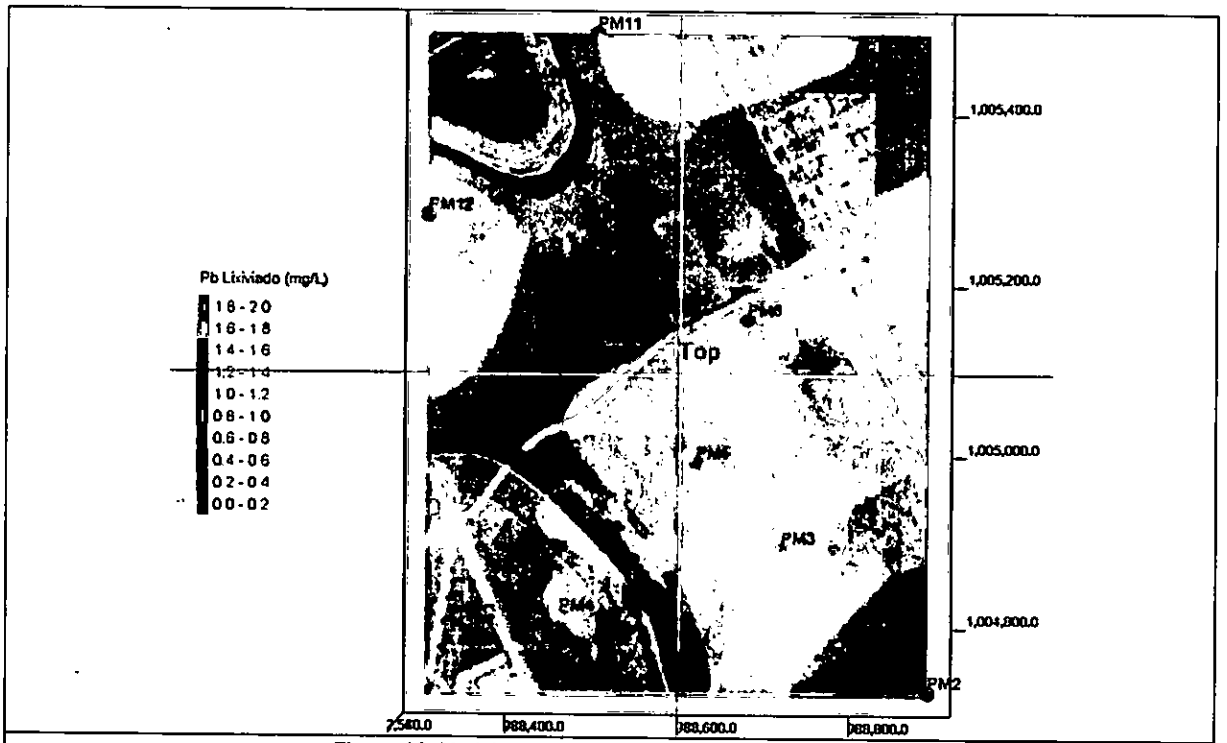


Figura 66. Modelo geoestadístico de concentración de Pb.
Fuente: SDA, 2020

2.7 COBERTURA SUPERFICIAL

De acuerdo con las campañas de perforación y monitoreo de suelos relacionados en el radicado 2019ER104814 del 14/05/2019, de manera general, la cobertura superficial del predio Gibraltar está conformada por 20 cm de suelo natural seguido de material limo arcilloso a arcillo limoso, mezclado en diferentes proporciones con material de relleno compuesto por escombros y recebo cuyo porcentaje puede variar entre un 10% a un 30% con fragmentos de ladrillo y gravas.

Hacia la zona NNW (en dirección del Río Bogotá) corresponde a suelos de tipo arcilloso con matriz tipo limo y con alto contenido de materia orgánica, hacia el centro del predio la composición es de un suelo limoso con matriz arcillosa, presencia de materia orgánica y residuos de escombros. Hacia el SSW (entrada al predio Gibraltar) se encuentran niveles de suelo con predominancia de limos. Las características de composición y espesor se presentan en la **Tabla** y la distribución espacial de las condiciones del suelo superficial se presentan en la Figura 67

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

Adicionalmente, en la Figura 68 se presentan en rojo aquellos espesores de la capa superficial menores a 1 m, observando el menor espesor en la parte central del predio, en la zona NNE y en algunas partes del sector SSE a la entrada del predio.

Tabla 45 Composición de del suelo radicado No 2019ER104814 predio Gibraltar

Ubicación		Espesor	Composición
	Zona SSW Entrada al predio y en áreas centrales	0,25m - 2,5 m	Suelo Limoso con presencia de materia orgánica y Fragmentos de escombro
	Parte central del predio	0,2 m - 2,3 m	Suelo Limoso con matriz arcillosa con presencia de materia orgánica y residuos de escombros
	Zona NNW (en dirección del Río Bogotá)	0,2 m - 3,0 m	Suelo Arcilloso con presencia de limos con alto contenido de materia orgánica, recebo y escombro

Fuente: Modificado de Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019



Figura 67. Distribución de las características del suelo.
Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019

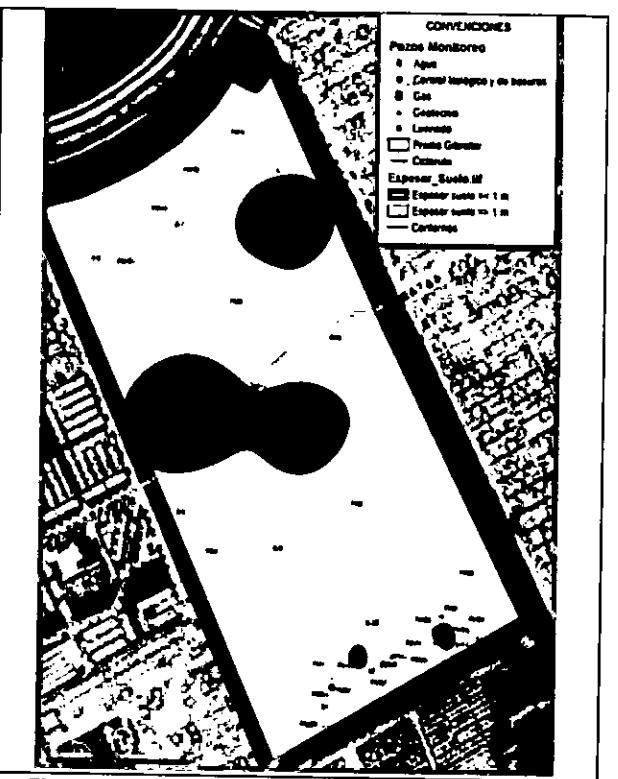


Figura 68. Capa superficial con espesores menor a 1 m.
Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

2.7.1 Condiciones Ambientales

Para establecer las condiciones de calidad y presencia de contaminantes de la capa superficial, la EAAB mediante radicado 2019ER184547 del 13/08/2019 Producto 4, realizó la caracterización de 4 muestras de suelo en la zona sur del predio.

Teniendo en cuenta que la cantidad de muestras analizadas y su ubicación no son suficientes para lograr una representatividad de las condiciones del área, referente al comportamiento de los compuestos presentes en las matrices suelo y agua subterránea, de manera que se logre conocer el estado con la suficiente precisión que permita establecer plumas de contaminación, áreas afectadas y los consecuentes riesgos que esto acarree, para que de éste modo sea posible tomar decisiones que permitan ejecutar las actividades de construcción y desarrollo del parque; para establecer las condiciones actuales de las matrices agua subterránea y suelo, se definieron los lineamientos para la toma y análisis de muestras de suelo de la cobertura superficial, especificando el número, localización y características de muestreo, a la vez que los parámetros a ser analizados mediante memorando 2021IE58504 del 31/03/2021.

2.8 GASES

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB ESP mediante los radicados No. 2019ER10484 del 14/05/2019, 2019ER180582 del 09/08/2019 y 2019ER184547 del 13/08/2019 presentó el diagnóstico, selección de medidas de manejo ambiental y diseños detallados de ingeniería para la construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, a llevarse a cabo en el predio Gibraltar (KR 91 43-20 Sur), documentos elaborados por la firma SIAM S.A.S, enfocados en el cumplimiento de determinantes ambientales comunicadas por medio del oficio 2017EE173838 del 06/09/2017.

Dentro de la información evaluada se encuentra el aparte de manejo de gases, donde se concluye entre otras que para el año 2024 se proyecta la producción del 100% del biogás dentro del predio y que actualmente dentro Gibraltar se estima una producción de 44m^3/hora, siendo 0,7m^3/ha-hr. Así mismo, la EAAB establece una relación directa del % de LEL con la presencia de Metano y Oxigeno, por tanto al realizar el análisis de las muestras de suelo durante las perforaciones exploratorias se concluye la presencia de bolsas de metano hacia los pozos PM10, PM12 y PM7 ubicados hacia la zona NNW.

Por lo anterior, y con el fin de evitar riesgos sobre el medio ambiente, comunidad aledaña y trabajadores, al momento de ejecutarse la etapa de construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, en el predio Gibraltar (KR 91 43-20 Sur), previo a la ejecución de cualquier actividad constructiva y sin excepción, se deben adelantar los trabajos de desgasificación descritos en el memorando 2021IE58504 del 31/03/2021.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

1.5 LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL PCA

LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA EL PLAN DE CONTINGENCIA AMBIENTAL PARA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE METROPOLITANO PM 10 EL PORVENIR

Contenido

1 GASES 2
2 COBERTURA SUPERFICIAL 3
3 LIXIVIADOS 5
3.1 Consideraciones de almacenamiento. 5
4 ESCORRENTÍA 8
5 ANÁLISIS DE RIESGOS 8
6 MATERIAL PARTICULADO Y OLORES 9
7 GEOTECNIA 10
8 MANEJO DE EXCAVACIONES 10
8.1 Material Antrópico (Basuras) 11
8.2 Residuos Peligrosos Especiales 11
9 RED DE MONITOREO 13
10 INVESTIGACIONES ADICIONALES 13
11 MEDIDAS DE HSE 13
12 RED DE MONITOREO ADYACENTE AL ÁREA DE ESTUDIO 14

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

1 GASES

Previo al desarrollo de cualquier tipo de actividad de construcción y/o adecuación del área de interés es indispensable desarrollar la desgasificación en aras de evitar cualquier tipo de afectación, por lo que la Secretaria de Ambiente estableció mediante memorando 2021IE58504 del 31/03/2021 (anexo al presente documento y el cual hace parte integral del mismo), la actividad de desgasificación como requisito imprescindible previo a cualquier intervención y determina los lineamientos mínimos que debe contener el plan de desgasificación que se desarrolle, los cuales fueron formulados considerando la linea base del predio, los estudios técnicos existentes y la propuesta allegada por la EAB.

La actividad de desgasificación debe ser desarrollada en la totalidad del predio.

Así las cosas, la totalidad del área de interés denominada como "Predio Gibraltar" se dividirá en 3 zonas para efectos de las labores de desgasificación como se describe a continuación y se presenta en la figura 1:

1. Área 1: Área norte del predio definida por la EAAB como la zona de desgasificación en el documento allegado bajo radicado 2019ER104814 del 14/05/2019.
2. Área 2: Área denominada por la EAAB como "Zona de Menor restricción Ambiental".
3. Área 3: Área restante del predio

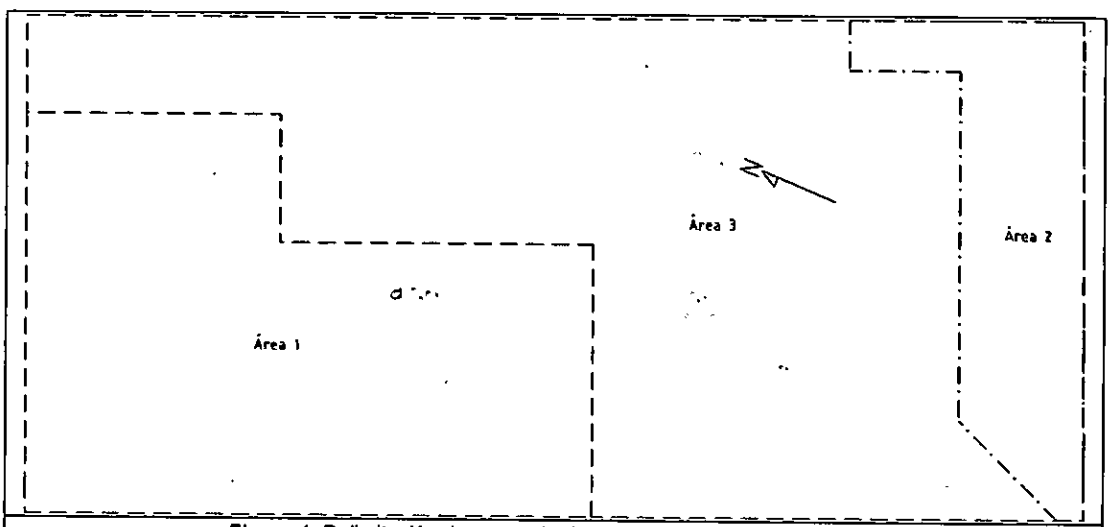


Figura 1. Delimitación de zonas de desgasificación "Predio Gibraltar"
Fuente: SDA 2021

En la figura No. 2 se muestra la distribución de todas las chimeneas de desfogue, en las tres (3) áreas consideradas.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

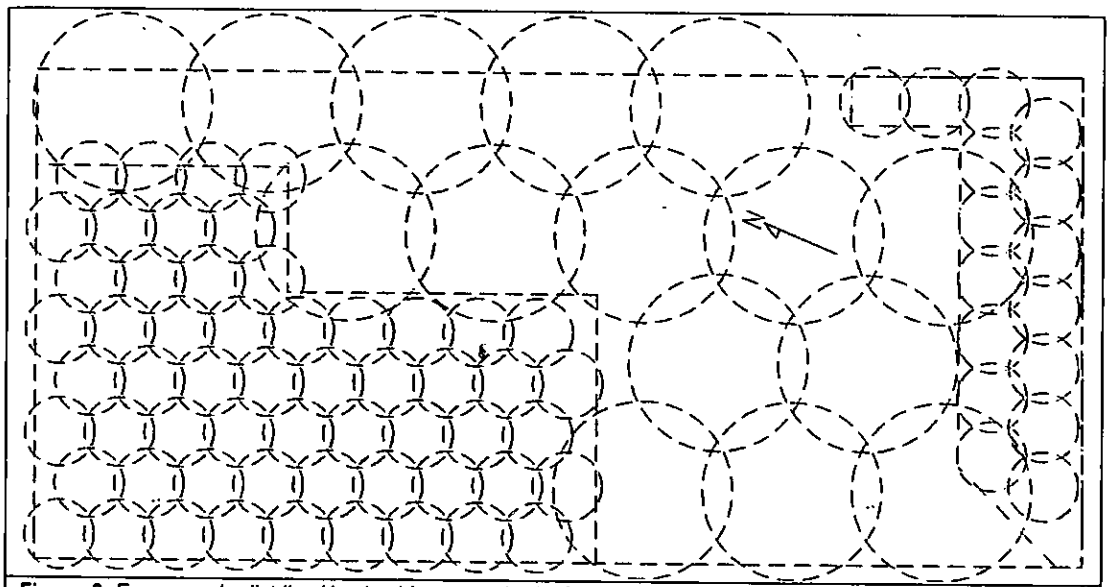


Figura 2. Esquema de distribución de chimeneas de desfogue en las tres (3) áreas consideradas. Fuente: SDA 2021

De esta forma la distribución de chimeneas de desfogue en las tres áreas seria:

1. Área 1: 57 chimeneas pasivas distanciadas 60 m.
2. Área 2: 17 chimeneas pasivas distanciadas 60 m.
3. Área 3: 15 chimeneas pasivas distanciadas 150 m.

Para un total de 89 chimeneas pasivas ubicadas en patrón de "tresbolillo" para las 66 ha del área de interés.

2 COBERTURA SUPERFICIAL

Teniendo en cuenta que la cantidad de muestras con que se cuenta y su ubicación no son suficientes para lograr una representatividad de las condiciones del área de interés, referente al comportamiento de los compuestos presentes en las matrices suelo y agua subterránea, de manera que se logre conocer el estado con la suficiente precisión que permita establecer plumas de contaminación, áreas afectadas y los consecuentes riesgos que esto acarree, para que de éste modo sea posible tomar decisiones que permitan ejecutar las actividades de construcción y desarrollo del parque; para establecer las condiciones actuales de las matrices agua subterránea y suelo, se definieron los lineamientos para la toma y análisis de muestras de suelo de la cobertura superficial, especificando el número, localización y características de muestreo, a la vez que los parámetros a ser analizados mediante memorando 2021IE58504 del 31/03/2021.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

En dicho documento se requiere la caracterización de compuestos como arsénico, metales pesados[1] (como mínimo plomo, mercurio total, cadmio, cromo total, cromo hexavalente, cobalto, aluminio, níquel y cobre) e hidrocarburos totales del petróleo (fracciones GRO, DRO y ORO), para poder definir las condiciones de riesgo inherente a la exposición de los trabajadores a este material durante las etapas constructivas de excavaciones y usuarios futuros de este predio.

Se sugiere la siguiente distribución de muestras:

- Área 1: 19 muestras compuestas.
- Área 2: 6 muestras compuestas.
- Área 3: 15 muestras simples de esta zona.

En total se deben recuperar un total de 40 muestras de suelo para ser analizadas por un laboratorio acreditado en los parámetros anteriormente estipulados.

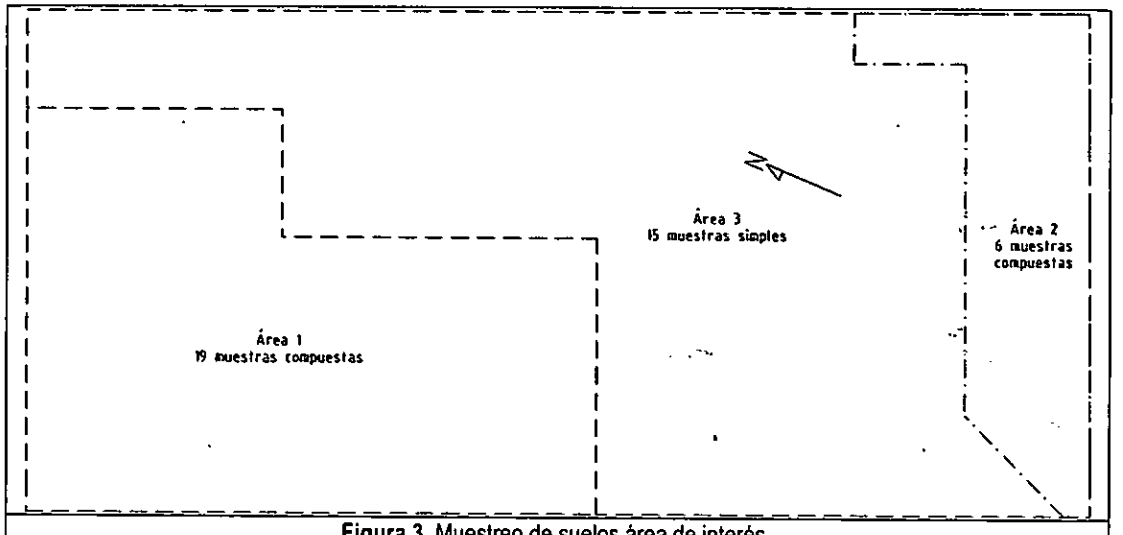


Figura 3. Muestreo de suelos área de interés.
Fuente: SDA 2021

Del resultado de dichos análisis se podrá determinar el procedimiento de gestión de los materiales presentes y las condiciones que se deben cumplir durante las labores de construcción del Parque Metropolitano PM10 El Porvenir.

[1] Esta Entidad recomienda se realice el análisis de las sustancias mediante la técnica ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente) teniendo en cuenta su alta precisión y sensibilidad así como bajos límites de detección

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

423

3 LIXIVIADOS

La EAAB, dentro de la información allegada en el radicado 2019ER104814 del 14/05/2019 calcula la producción medio anual de lixiviados de 4,38 l/s asociado a la infiltración. Así mismo, estima una reserva pasiva mediante el área promedio, espesor saturado de lixiviados y una porosidad eficaz obteniendo un total de 292092,51 m^3 de lixiviado.

Teniendo en cuenta que durante las excavaciones que se ejecuten dentro del predio, para algunas será necesario llegar a niveles en donde se encuentre presente agua subterránea, en los casos donde dicho recurso esté, o haya estado en contacto con la capa de relleno artificial antrópico (basuras), se debe considerar como un lixiviado. Por lo anterior; se hace necesario un manejo adecuado de los achiques que se hagan a las excavaciones gestionando este lixiviado o mezcla de lixiviado/agua adecuadamente, tanto desde el punto de vista de salud y seguridad en el trabajo, teniendo en cuenta una minimización del contacto del lixiviado con el personal y su consecuente uso de EPP adecuado; como desde el punto de vista ambiental, impidiendo su contacto con cuerpos de agua superficial y controlando su flujo subsuperficial.

Así pues, éste lixiviado o mezcla de lixiviado/agua será gestionado como residuo peligroso consecuente con lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 - Título 6 (Decreto 4741 de 2005), por lo cual deberá conservar como evidencia, las certificaciones emitidas por el correspondiente gestor autorizado. De no gestionarse de dicha manera, debe ser manejado como un vertimiento, previo tratamiento y tendría que dar cumplimiento con los valores máximos establecidos en la Resolución MADS 631 de 2015 y Resoluciones distritales 3956 y 3957 de 2009 aplicables por rigor subsidiario dependiendo si el vertimiento es dirigido a cuerpo de agua superficial o red de alcantarillado público, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015. Como evidencia de esto, debe realizar las correspondientes caracterizaciones inmediatamente después del tratamiento y antes de ser vertida, incluyendo todos los parámetros exigidos por la Resolución MADS 631 de 2015 para "Tratamiento y Disposición de Residuos".

En caso que deban realizarse excavaciones profundas (cimentaciones) se debe impedir a toda costa una posible conectividad hidráulica entre el acuífero somero (comprometido por el contacto con los residuos dispuestos en el sitio) y el subyacente. Se deben utilizar técnicas de cimentación profunda que garanticen que no se produce conexión hidráulica alguna, ya sea intencional o accidental, entre el cuerpo de agua comprometido y el acuífero subyacente natural.

3.1 Consideraciones de almacenamiento.

Independientemente del proceso de gestión seleccionado para los lixiviados recuperados durante las labores de construcción, se hace necesaria la implementación de estructuras de almacenamiento de los mismos.

Los diseños de las instalaciones de almacenamiento, al igual que las de tratamiento, si se decide hacerlo in situ; deben reflejar el hecho que los sitios de almacenamiento de lixiviados son las áreas de mayor riesgo de contaminación. Esta condición surge del potencial de fuga puntual del lixiviado contenido. Para mitigar este riesgo, se debe contar con un

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

diseño apropiado, construcción de alta calidad, operación adecuada, inspección y mantenimiento, todo lo cual debe detallarse en el plan de trabajo a ser elaborado.

Como mínimo, se deben considerar los siguientes peligros potenciales al momento de diseñar los sistemas de almacenamiento de lixiviados:

a.) Pérdida de estanqueidad (tanques).

El uso de materiales de alta calidad, buenas prácticas de construcción/instalación y una adecuada operación reducen el potencial de fugas en el sistema de contención primaria. Sin embargo, la infraestructura de contención de lixiviado crudo y los sistemas de tratamiento deben contar con contención secundaria[2]. El almacenamiento de efluentes, dependiendo de su caracterización, puede no requerir de contención secundaria.

b.) Pérdida de contención (escapes en tuberías, conexiones y accesorios hidráulicos)

En relación con las instalaciones de almacenamiento de lixiviados, siempre que sea posible y práctico, se prefieren las tuberías por encima del suelo.

c.) Selección de materiales

Los materiales de fabricación de los equipos de contención deben seleccionarse de manera tal que sean robustos y puedan resistir el ataque químico y físico tanto de los líquidos que se almacenan en ellos como del entorno externo en el que se encuentran.

d.) Diseño estructural (de ser necesario)

Todos los tanques y recipientes deben diseñarse de manera que sean capaces de soportar las cargas estáticas y dinámicas asociadas con su uso previsto. Esto debe incluir la evaluación de cargas desarrolladas como resultado de escenarios de falla.

e.) Daño por impacto

[2] Siempre que se tenga almacenamiento de lixiviados en bruto es necesaria la contención secundaria; esta contención puede ser realizada tanto con materiales de ingeniería como por utilización de las condiciones de topografía y geología "natural". La contención secundaria se define como;
"Una instalación (incluidas las paredes y una base) construida alrededor de un área donde se manipulan, procesan o almacenan materiales potencialmente contaminantes, con el propósito de contener cualquier escape no intencional de material de esa área hasta que se puedan tomar medidas correctivas. Los diques deben ser estructuralmente independientes del tanque de contención principal."
Cualquier material que sea retenido por el sistema de contención secundaria debe ser tratado como la sustancia original, en este caso, lixiviado.
- http://www.esauk.org/application/files/5015/3589/6447/20161228_424_00156_00197_ICoP_Leachate_Storage_Containment.pdf

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

Los recipientes de almacenamiento de lixiviados y otros recipientes que almacenan liquidos asociados con el almacenamiento y tratamiento de lixiviados (por ejemplo, almacenes de productos quimicos de proceso) deberán estar adecuadamente protegidos contra daños accidentales y perforaciones. Se deberán considerar otros escenarios de impacto creíbles e incluir medidas de control en los diseños. A menudo, la contención secundaria puede proporcionar a las estructuras de contención primaria protección contra daños por impactos accidentales (por ejemplo, impactos de vehículos). Cuando la contención secundaria no proporcione esta protección, se deben proporcionar otros medios adecuados para evitar daños por impacto.

f.) Derrames de sustancias químicas

El almacenamiento de productos químicos puede estar asociado con el almacenamiento de lixiviados, particularmente en plantas de tratamiento de lixiviados. Se debe considerar la posibilidad de que estos químicos contaminen receptores tales como aguas controladas y el suelo. Los riesgos que plantean estos productos químicos pueden ser muy diferentes a los que plantean los lixiviados y esto puede afectar cuestiones como la elección de los materiales de construcción y las condiciones de contención requeridas. Es posible que se requieran consideraciones adicionales de salud y seguridad, incluida la necesidad de mantener los productos químicos incompatibles separados entre sí y de otras plantas y equipos ubicados en el mismo lugar, incluso en condiciones de derrame.

g.) Intervención no autorizada

Los diseños de sistemas de contención deben considerar la posibilidad de una intervención no autorizada accidental o maliciosa. Los sistemas de control de nivel pueden sufrir interferencias y, al hacerlo, pueden resultar ineficaces; Las válvulas se pueden abrir para permitir que los recipientes de almacenamiento se drenen cuando no está previsto. Los diseños de infraestructura deben minimizar las consecuencias de tal evento cuando sea posible y también deben considerar la instalación de medidas de seguridad adecuadas para prevenir el acceso no autorizado.

h.) Escenarios de falla

Los efectos de una posible falla estructural deben considerarse y mitigarse. Se debe considerar la inclusión de estrictos procedimientos de supervisión e inspección en el sitio puede reducir el riesgo de fallas, al igual que el compromiso de mantener la planta según las instrucciones del fabricante/constructor.

En lo referente a los materiales en los que se puede construir o implementar el sistema de contención de lixiviados, se contemplan los siguientes:

- Concreto reforzado;
- Prefabricados de concreto reforzado;

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

- Acero dulce o inoxidable vitrificado o recubierto con resinas epóxicas;
- Varios tipos de plásticos, tales como (HDPE, GRP etc);
- Revestimientos con membranas flexibles (i.e. Geomembrana) y/o
- Suelo (arcillas)

4 ESCORRENTÍA

Teniendo en cuenta las características del área a intervenir en cuanto a los antecedentes de almacenamiento de residuos, degradación de los mismos y generación de lixiviados, toda la escorrentía proveniente de dicha área debe ser gestionada como residuo peligroso consecuente con lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005), por lo cual deberá conservar como evidencia, las certificaciones emitidas por el correspondiente gestor autorizado.

De no gestionarse de dicha manera, debe ser manejado como un vertimiento, previo tratamiento y tendría que dar cumplimiento con los valores máximos establecidos en la Resolución MADS 631 de 2015 y Resoluciones distritales 3956 y 3957 de 2009 aplicables por rigor subsidiario dependiendo si el vertimiento es dirigido a cuerpo de agua superficial o red de alcantarillado público, de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015. Como evidencia de esto, debe realizar las correspondientes caracterizaciones inmediatamente después del tratamiento y antes de ser vertida, incluyendo todos los parámetros exigidos por la Resolución MADS 631 de 2015 para "Tratamiento y Disposición de Residuos".

No obstante lo anterior, se recomienda el diseño de estructuras de contención y desvío de escorrentía externa al predio, con el objeto de evitar que ésta entre en contacto directo, ya sea con el lixiviado recuperado, presente o con residuos o materiales de características peligrosas, expuestos por labores de excavación o construcción.

5 ANÁLISIS DE RIESGOS

En consideración a las características peligrosas potenciales de las sustancias que históricamente han sido arrojadas en el predio en evaluación, se considera pertinente y necesario realizar un diagnóstico preliminar de plausibilidad de presencia de sustancias químicas con potencial toxico que puedan llegar a estar presentes en el sitio con el fin de clasificarlas por su probabilidad de ocurrencia y posteriormente introducirlas en un modelo que permita estimar el riesgo asociado a la eventual exposición de receptores sensibles, bióticos humanos, bióticos no humanos y abióticos.

La definición de sustancias potencialmente presentes en el sitio debería seguir una línea lógica desde la posibilidad de presencia, pasando por la probabilidad de ocurrencia y una clasificación pertinente en función de sus características físicas, químicas, toxicológicas y destino ambiental.

De igual forma, en el modelo conceptual de eventual exposición de receptores sensibles a las sustancias seleccionadas, se deberían contemplar las rutas de exposición, modelos de dispersión y demás parámetros de escenario exposición que lleven a un modelamiento adecuado, en función de la reducción de la incertidumbre.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

Una vez seleccionadas racionalmente la sustancias de interés en el sitio, se debería proceder al cálculo del riesgo para todos y cada uno de los receptores probables de conformidad con la realidad de sus interacciones con el medio contaminado, de manera que se genere información técnica de base para la toma de decisiones en el contexto de la gestión del riesgo medido.

Para esto se debe incorporar toda la información existente y necesaria incluyendo los resultados del análisis de muestras de suelo de la cobertura superficial y mediciones de gases durante el proceso de desgasificación del predio (análisis y desgasificación descritos en el memorando 2021IE58504 del 31/03/2021) con el fin de generar un modelo tan aproximado a la realidad como sea posible.

6 MATERIAL PARTICULADO Y OLORES

Debido a las condiciones de uso del predio, durante las labores de construcción será necesario realizar excavaciones que involucren la capa de relleno artificial antrópico (basuras). Esta capa se encuentra en diferentes estados de degradación anaerobia y existe la posibilidad que al exponer el material, se liberen a la atmósfera algunos subproductos gaseosos derivados de la descomposición tales como ácido sulfhídrico (H_2S) y mercaptanos; sustancias que se caracterizan por presentar un olor fuerte y desagradable.

Teniendo en cuenta estas condiciones, se hace necesario que el constructor/contratista cuente con un plan de manejo de los olores ofensivos que potencialmente se generen durante las labores de construcción (excavaciones) que se realicen y que involucren el manejo del material relleno artificial antrópico (basuras) del sitio. Cualquiera de las siguientes recomendaciones puede tenerse en cuenta para manejar los olores durante las excavaciones en dicha capa, sin prejuicio de aquellas que el operador considere eficientes o necesarias para tal fin:

- Minimizar la extensión aérea de la excavación en la medida necesaria para mantener condiciones de trabajo seguras.
- Utilizar neutralizadores de control de olores en una concentración adecuada durante el proceso de excavación y relleno. La concentración se puede ajustar según sea necesario para lograr una neutralización aceptable. Estos controles deben incluir el material excavado, así como las paredes y fondos de excavación donde la capa de relleno artificial antrópico (basuras) se vea expuesta.
- Cubrir con materiales que minimicen el flujo de gas desde y hacia la capa de relleno artificial antrópico (basuras) expuesta.

Cualquiera que sea el manejo que se dé a los olores ofensivos, se deberá dar cumplimiento a lo establecido en la Resolución MADS 1541 del 12/11/2013.

Control de olores durante el transporte de desechos excavados

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

De igual manera, de ser necesaria la remoción y transporte del relleno artificial antrópico (basuras) excavado, se hacen las siguientes recomendaciones con la intención de manejar los olores durante el transporte del mismo:

- Los desechos excavados se deben colocar un recipiente o contenedor removible, o en un camión/volqueta para ser transportados a su sitio de disposición final. El contenedor o camión/volqueta deberá ser cubierto con una lona o cualquier otro material que sirva como aislamiento entre el material y la atmósfera.
- De ser necesario, los desechos pueden cubrirse con un producto de control de olores al interior del contenedor utilizado para el transporte.

7 GEOTECNIA

Teniendo en cuenta que el Instituto Distrital de Recreación y Deporte no ha presentado el diseño definitivo en cuanto a la distribución de la infraestructura del parque, no es posible aún definir lineamientos específicos. Aun así, y resaltando que no es competencia de esta autoridad ambiental, es necesario verificar la información relacionada con estabilidad de estructuras o geotecnia del lugar, y en este sentido se recomienda:

- Incluir el perfil del suelo para el diseño sismo resistente y los parámetros para análisis de interacción suelo-estructura, tal como lo establece la NSR-10 en el numeral A.2.4.4
- Incluir un capítulo relacionado con las características sismológicas del subsuelo, de acuerdo con lo establecido en el decreto 523 de 2010 microzonificación sísmica de Bogotá.
- Descartar la presencia de suelos con características especiales, tales como suelos expansivos, dispersivos, colapsables y potencial de licuación.
- Presentar el análisis de estabilidad global en condiciones estáticas y psuedoestáticas para las excavaciones de las piscinas.
- Incluir la memoria de cálculo de las alternativas de cimentación y finalmente mencionar cuál será la alternativa final para la cimentación de las estructuras proyectadas en el predio Gibraltar.
- A fin de establecer el comportamiento del estrato de relleno antrópico presente en el área de estudio, dado su espesor y extensión, se recomienda que para el estudio de ingeniería de detalle se lleve a cabo un estudio de efectos locales. El estudio a realizarse podrá ejecutarse bajo los lineamientos definidos en el decreto 526 de 2010 y su numeral 5.11.
- Para los diseños de mezcla de concreto, se recomienda el uso de cementos resistentes a ataques químicos u otro tipo de aditivos que permitan mantener la integridad de los elementos de cimentación ante la presencia de compuestos químicos presentes en los lixiviados.

Finalmente, es importante resaltar que esta Autoridad Ambiental recomienda que los diseños de distribución de la infraestructura del parque se ajusten a los resultados del muestreo de suelo de la cobertura superficial especificado en el memorando 2021IE58504 del 31/03/2021.

8 MANEJO DE EXCAVACIONES

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

De acuerdo con los resultados del muestreo de suelo de la cobertura superficial especificado en el memorando 2021IE58504 del 31/03/2021, se deben determinar los parámetros de selección de EPP para trabajadores del lugar. Estos resultados también deberán ser tenidos en cuenta en las definiciones de procedimientos de remoción del material comprometido diferente al material antrópico (basuras) y las condiciones de disposición final adecuadas.

8.1 Material Antrópico (Basuras)

La totalidad del material antrópico (basuras) deberá ser manejado como residuo peligroso consecuente con lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005), por lo cual deberá conservar como evidencia, las certificaciones emitidas por el correspondiente gestor autorizado. Por ningún motivo se deberá realizar almacenamiento a cielo abierto de residuos peligrosos, ni facilitar las labores de contaminación cruzada como consecuencia del arrastre por escorrentía. En caso de no gestionar dicho material como residuo peligroso, debe efectuarse la caracterización del mismo de acuerdo con las metodologías indicadas por la Resolución 0062 de 2007 del IDEAM, con fin de descartar la peligrosidad de suelo removido.

El transporte del material debe seguir los lineamientos establecidos en el Decreto 1079 de 2015 - Titulo 1/Capitulo7 (Decreto 1609 de 2002), para lo cual es necesario disponer de empresas autorizadas que garanticen el traslado del residuo peligroso dando cumplimiento a la normatividad ambiental. Así mismo, como evidencia a conservar, deberá contar con los manifiestos de transporte entregados por la correspondiente empresa.

De igual forma, a partir de los análisis de volumen de lixiviados estimado, la cantidad de excavaciones a ejecutar y su profundidad, se deberá llevar a cabo la extracción del fluido presente así como su posterior almacenamiento, transporte y gestión por empresas licenciadas cuyos documentos soporte deben ser presentados ante esta autoridad ambiental. Lo anterior teniendo en cuenta que éstos lixiviados se tratan de un residuo peligroso.

Durante los procesos de excavación y remoción de suelos/materiales de relleno antrópico, que se encuentren en estado de saturación, se debe contar con un área específicamente destinada para el recibo de estos materiales y la captura de las aguas que se desprendan del mismo, con el objeto de minimizar la contaminación cruzada derivada de la lixiviación de estos materiales.

8.2 Residuos Peligrosos Especiales

En caso de encontrarse residuos peligrosos especiales, tales como Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEEs); Residuos de Riesgo Biológico (particularmente corto-punzantes) o Residuos de Asbesto; éstos deben ser gestionados de manera adecuada, de acuerdo con sus características.

- Para el caso de RAEEs, estos deben ser separados de los demás tipos de residuos y se debe considerar la posibilidad de aprovechamiento. De ser viable el aprovechamiento, estos deben ser enviados a un gestor autorizado para que se proceda a la realización de dicha actividad, caso contrario, se deberá gestionar como RESPEL de acuerdo a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005). En cualquiera

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

de los dos casos, deberá conservar como evidencia, las certificaciones emitidas por los correspondientes gestor autorizados.

- En el caso de Residuos de Riesgo Biológico, estos deben ser separados, en la medida de lo posible, de los otros tipos de residuos recolectados y deben ser embalados de manera tal que se minimice el riesgo de daño al personal. El material así recolectado debe ser gestionado de acuerdo con lo estipulado dentro del "MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES EN COLOMBIA"[3], promulgado por los Ministerios de Salud y Ambiente, en todo aquello que le sea pertinente.

  Este tipo de residuos debe ser embalado en bolsas rojas, debidamente rotulados y enviados a procesos de tratamiento asociados con los mismos.

- En caso de encontrar, durante excavaciones, residuos de asbesto o materiales que lo contengan, se debe proceder con extremo cuidado y de acuerdo con la totalidad de los lineamientos definidos dentro de la "GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE ASBESTO Y DE LOS PRODUCTOS QUE LOS CONTENGAN"[4], promulgada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; en lo referente a los procedimientos que deben seguirse para la extracción y posterior gestión de los materiales con asbesto, además de las acciones de protección y cuidado que se deben implementar durante el procedimiento de recuperación/recolección del material.

  Se debe proceder de acuerdo con los siguientes criterios:

  - Limitar al máximo la emisión y la exposición de los trabajadores a las fibras y el polvo de asbesto durante las operaciones de retiro y limpieza.
  - Eliminar la dispersión de las fibras y polvo en el ambiente, evitando una mayor contaminación.
  - Reducir a un nivel aceptable la carga física de los trabajadores, según la dificultad y la dureza de este tipo de trabajo.
  - Facilitar el retiro y evacuación de los residuos o de los materiales con asbesto.

  Se debe tener en cuenta, de igual manera, que durante el procedimiento de retiro es necesario:

  - Humedecer la masa de residuo.

---

[3] MinAmbiente, MinSalud, (2002); "MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS Y SIMILARES EN COLOMBIA"; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social, Bogotá, D.C.

[4] Min Ambiente, (2014); "GUÍA TÉCNICA PARA LA GESTIÓN AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS DE ASBESTO Y DE LOS PRODUCTOS QUE LOS CONTENGAN"; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Bogotá, DC. ISBN: 978-958-8491-85-1

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

- Utilizar, preferiblemente, herramienta de tipo manual para minimizar la generación de polvo. Emplear herramientas de baja velocidad en caso de realizar perforaciones o cortes.
- Los residuos de asbesto deben ser recogidos y acopiados separados de todos los demás tipos de residuo.
- Todo material que resulte contaminado con asbesto, incluyendo EPP utilizado, se debe considerar como residuo peligroso y debe gestionarse adecuadamente.

- En caso de encontrarse material de construcción y demolición (RCD) asociados a residuos sólidos, se recomienda hacer una recolección de los mismos y enviarlos al "Punto Limpio" operado por la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos – UAESP, donde serán sometidos a tratamiento de selección y aprovechamiento.

9 RED DE MONITOREO

Se deberá realizar la red de monitoreo del recurso hídrico tanto superficial como subterránea con una frecuencia de monitoreo adecuada para identificar las variaciones del sistema debido a las condiciones climáticas, durante todas las etapas de construcción del parque.

10 INVESTIGACIONES ADICIONALES

En caso tal de determinarse la necesidad de desarrollar labores de investigación en complementación de los estudios existentes, para los aspectos ambientales de los componentes relacionados en el presente documento tales como lixiviados, aguas subterráneas, suelo, material particulado y olores, que vaya a presentar resultados de relevancia para la toma de decisiones, deberán solicitarse los lineamientos técnicos particulares para presentar plan de trabajo de manera que sea evaluado por la Secretaría Distrital de Ambiente y se dé el aval correspondiente de ejecución de actividades.

11 MEDIDAS DE HSE

Para el proceso constructivo y la ejecución de las diferentes actividades del parque Metropolitano PM-10 la EAAB deberá acoger las disposiciones del Decreto 1072 de 2012, (Decreto Único del Sector Trabajo) que establece en su libro 2, parte 2, titulo 4, capitulo 6 las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), con el objetivo de gestionar los riesgos y peligros que puedan afectar la seguridad y salud los trabajadores durante el desarrollo del proyecto.

Se deberá establecer medidas de prevención soportadas en la metodología de la norma GTC-45 para la identificación de peligros y valoración de riesgos. Esto permitirá establecer los riesgos en SST asociados a las actividades específicas del proyecto para definir controles efectivos para proteger la salud y promover la seguridad del personal involucrado.

Asi mismo, deberá tener presente como mínimo la implementación de actividades tales como: control de ingreso, inducción del SST, análisis de trabajo seguro (ATS), charlas diarias de seguridad, uso de elementos de protección

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

personal, protocolos de limpieza de personal, inspecciones de seguridad, señalización, plan de emergencias, y los que así considere dadas las condiciones especificas de afectación a los trabajadores de la construcción del parque.

Como se indicó anteriormente, de acuerdo con los resultados del muestreo de suelo de la cobertura superficial especificado en el memorando 2021IE58504 del 31/03/2021, se deben determinar los parámetros de selección de EPP para trabajadores del lugar.

12 RED DE MONITOREO ADYACENTE AL ÁREA DE ESTUDIO

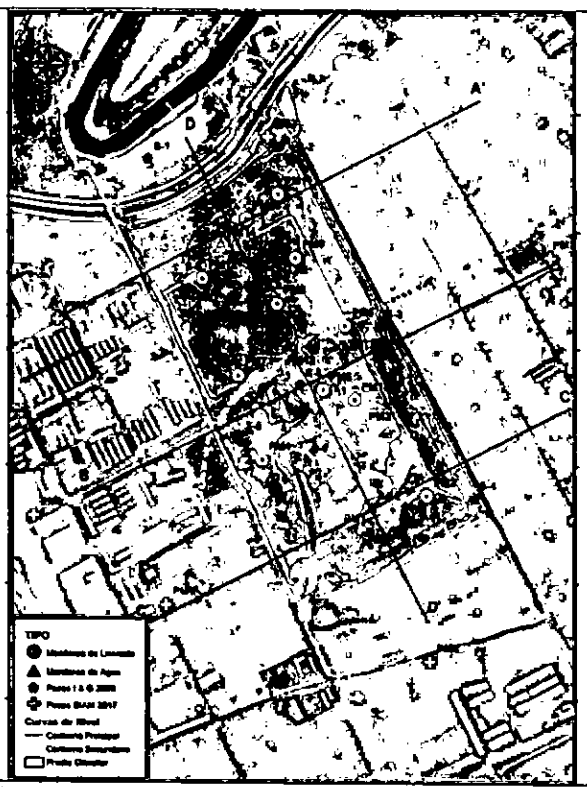


Figura 4. Ubicación piezómetros adyacentes predio Gibraltar
Fuente: Radicado 2019ER104814 del 14/05/2019

Es necesario realizar una inspección de los pozos de monitoreo externos al predio, realizando, como mínimo, las siguientes actividades:

- Realizar el reconocimiento visual e inventario de la totalidad de pozos existentes, descritos en la figura anterior como "Pozos SIAM 2017".

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

BOGOTÁ

- Realizar la inspección y pruebas de integridad de los pozos de monitoreo externos con el fin de conocer la integridad de estos incluyendo secciones ciegas y secciones de filtro.
- En caso tal que se identifiquen pozos con problemas de integridad mecánica y no sea posible adelantar procesos de rehabilitación, debe definir, en acuerdo con esta Secretaría, la necesidad de ser reemplazados.
- Deberá presentar levantamiento topográfico actualizado de la red pozos de monitoreo finalmente establecida. Tanto en planta como de niveles, teniendo en cuenta lo establecido por la norma NTC 6271:2018[5].

Además de las consideraciones de mantenimiento expresadas, se debe tener en cuenta la información derivada de esta red y, **al finalizar las actividades de intervención del sitio, se debe realizar un muestreo de calidad de agua subterránea en esta red, teniendo en cuenta, como mínimo, los siguientes parámetros**:

- Realizar las tareas de limpieza y desarrollo de los pozos de monitoreo, teniendo en cuenta la guía técnica ASTM D6452-99 y los siguientes aspectos:
  a) Aplicar un dispersor de arcillas que permita la limpieza de los filtros de los pozos de monitoreo, el cual debe dejarse actuar por 24 horas y luego realizarse su posterior remoción.
  b) Los pozos de monitoreo deberán ser purgados y muestreados usando equipo exclusivo, las aguas del purgado y de la descontaminación se deberá colocar en contenedores de 55 galones y etiquetar para manejo de materiales peligrosos, se caracterizarán para su posterior disposición final, por lo tanto, se debe efectuar su manejo de acuerdo con los lineamientos técnicos requeridos en el Decreto 1076 de 2015 – Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005).
  c) Se debe extraer como mínimo 6 veces el volumen de agua que está contenida en los pozos, este procedimiento se debe realizar durante por lo menos durante 7 días seguidos.
  d) La toma de muestras de agua subterránea se debe realizar 72 horas después de la finalización de la extracción y después de haber efectuado la limpieza de los pozos de monitoreo.
- El muestreo de agua subterránea en los pozos de monitoreo debe realizarse utilizando procedimientos en los cuales se garantice la inocuidad de las muestras y se minimice la probabilidad de contaminación cruzada y perdida de volátiles de acuerdo con los lineamientos establecidos en las guías ASTM D4448-01 (2013); ASTM D5903 - 96(2012) y D6517 - 00(2012)e1.
- Se deberá tomar una (1) muestra de agua subterránea de cada uno de los pozos de monitoreo instalados en la zona de estudio. En caso de encontrarse líquidos ligeros en fase no acuosa se deberá tomar una muestra del producto en fase libre y no del agua subterránea para su posterior caracterización.
- Se debe efectuar la medición in situ de los parámetros pH, conductividad especifica, Solidos Disueltos Totales temperatura, oxigeno disuelto (OD), potencial de óxido reducción (POD), Oxigeno disuelto y turbiedad en el momento de la toma de las muestras.
- Los parámetros in situ deberán medirse utilizando un multiparámetro que permita la lectura simultanea de los parámetros. El equipo de medición deberá contar con certificado de calibración vigente expedido por una empresa acreditada por la ONAC.

[5] Norma Técnica Colombiana: "INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS".

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

- Se realizará el análisis, como mínimo, de los siguientes parámetros para todas las muestras de agua subterránea obtenidas: **plomo, mercurio total, cadmio, cromo total, cromo hexavalente, cobalto aluminio, níquel y cobre) e hidrocarburos totales del petróleo (fracciones GRO, DRO y ORO).** No obstante lo anterior, tanto la Secretaría Distrital de Ambiente como la entidad responsable del proceso constructivo del Parque, podrán incluir cualquier sustancia de interés adicional, que se considere deba ser incluida de acuerdo con los antecedentes y conocimiento del sitio. Toda sustancia adicional que se proponga a ser incluida deberá, de igual manera, ser considerada dentro de los Análisis de Riesgo correspondientes.
- Conforme al Artículo 2.2.8.9.1.5. del Decreto 1076 de 2015, tanto la toma de muestra como el análisis de los parámetros deberán ser realizados por laboratorios que se encuentren acreditados para dicho fin por el IDEAM. De no contarse con laboratorios acreditados en el país, para los análisis de las muestras, podrá subcontratarlos con laboratorios internacionales que deberán estar acreditados para tales fines por el organismo facultado en el país de origen. Se deberá remitir los respectivos soportes del alcance de la acreditación. Los métodos analíticos utilizados deberán estar acordes con los procedimientos establecidos en las técnicas SW 846 de la USEPA y el límite de cuantificación del laboratorio debe encontrarse por debajo de los niveles de referencia de las normas nacionales o internacionales seleccionadas por el usuario, la cual debe cubrir la totalidad de los parámetros evaluados. En caso contrario, el parámetro analizado deberá ser manejado directamente como compuesto de interés dentro del Análisis de Riesgo TIER II.
- Se deben seguir adecuados protocolos de custodia de las muestras colectadas, por tanto el manejo de las muestras debe ser enteramente realizado por el laboratorio ambiental que realice el muestreo, el cual debe estar acreditado por el IDEAM para esta actividad, es decir que desde la toma de muestras hasta la recepción de estas en el laboratorio ninguna otra compañía o empresa debe intervenir en la logística de envió y entrega de las muestras, en este sentido en la documentación del proceso de muestreo, envió y análisis de las muestras debe figurar este laboratorio (cadenas de custodia, guías de envió, entre otros).
- Se deben seguir los protocolos y criterios QA/QC en el desarrollo de muestreos y análisis de las muestras tomadas con el fin de realizar control sobre el aseguramiento de la calidad de los procedimientos de muestreo y de los resultados de los análisis.
- Se deberá realizar la clasificación del agua subterránea en el área de estudio de acuerdo con los lineamientos técnicos establecidos en el numeral 2.2.2 del MTEAR, así como tener en cuenta si existen concesiones de agua subterránea en el área de influencia del sitio de investigación.

Se deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones técnicas para la ejecución de la toma y análisis de las muestras:

- Los análisis de las muestras deberán realizarse en los menores tiempos que ofrezcan los laboratorios que los realicen para lo cual el adjudicatario del contrato deberá realizar las gestiones necesarias para que dicha condición se cumpla y deberá informar dentro del plan de trabajo allegado y el cronograma la duración de dichos análisis. Se hace importante resaltar que, por ningún motivo, se aceptarán resultados analíticos de muestras que hayan superado el Tiempo de Espera (Holding Time) máximo especifico para cada CDI, así como sus condiciones de conservación durante el envio como lo es la temperatura máxima determinada por los métodos de análisis para cada CDI; independientemente de lo que consignen los laboratorios dentro de sus informes.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

- Las técnicas de muestreo que se utilicen deberán ser consecuentes con lo establecido en las guías técnicas ASTM o los lineamientos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), estas deben ser referenciadas en los reportes que se generen y que documenten las actividades desarrolladas.
- La(s) cadena(s) de custodia deberá(n) ser diligenciada(s) en su totalidad, se deberá identificar claramente los resultados de medición de parámetros in-situ, conservantes, tipo de envase, ubicación exacta de los puntos de muestreo, cantidad e identificación de cada muestra tomada en cada uno de los puntos y codificación de la muestra, consecuente con los reportes de resultados arrojados por el laboratorio que desarrollo el análisis.
- La totalidad de los residuos que se generen durante la realización de las actividades de muestreo serán almacenados y transportados a las instalaciones destinadas por el usuario para dicho fin. El usuario será, de acuerdo a las características de los residuos, responsable de realizar una adecuada gestión. Los soportes de la apropiada gestión, clasificación y disposición deberán ser allegados.
- La totalidad de las actividades de campo, para la implementación de métodos directos e indirectos, serán objeto de acompañamiento por parte de la Secretaria Distrital de Ambiente.

Nota 1: El muestreo de calidad de agua subterránea de la red de monitoreo adyacente al área de estudio, establecido en el presente numeral, debe ser ejecutado sin perjuicio del cumplimiento de la caracterización informada por la EAAB mediante oficio 2020ER167025 del 29/09/2020 donde indica que se realizará el segundo y cuarto trimestre de 2021, siguiendo siempre los lineamientos informados por esta Entidad mediante oficio 2016EE202407 del 17/11/2016.

Nota 2: El Plan de Contingencia Ambiental que genere el responsable de adelantar las etapas constructiva y operativa del parque, basado en los lineamientos contenidos en el presente documento; así como el correspondiente plan de trabajo y cronograma de actividades, deberán ser allegados de igual forma a la Secretaría Distrital de Ambiente para su conocimiento y fines pertinentes.

Secretaría Distrital de Ambiente
Av. Caracas N° 54-38
PBX: 3778899 / Fax: 3778930
www.ambientebogota.gov.co
Bogotá, D.C. Colombia

1.6 RADICADO 2021IE58504 DEL 31_03_2021

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE AMBIENTE

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE Folios: 7. Anexos: No.
Radicación #: 2021IE58504 Proc 5054611 Fecha: 2021-03-31 16:33
Tercero: DEP_81 - SUBDIRECCION DE ECOURBANISMO Y GESTION AMBIENTAL EMPRESARIAL
Dep Radicadora: SUBDIRECTOR DEL RECURSO HÍDRICO Y DEL SUELOClase Doc: Interno Tipo Doc: Memorando Consec:

MEMORANDO

PARA: **DIEGO FRANCISCO RUBIO GOYES**
Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial

CAMILO ALEXANDER RINCÓN ESCOBAR
Dirección de Control Ambiental

DE: **REINALDO GÉLVEZ GUTIÉRREZ**
Subdirector de Recurso Hídrico y del Suelo

ASUNTO: **MEMORANDOS 2019IE111766 del 22/05/2019 y 2019IE120199 del 31/05/2019. Alcance a Concepto técnico 00325 del 29/01/2021 (2021IE17142).**
Lineamiento técnicos desgasificación predio Gibraltar.

Cordial Saludo,

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAB ESP mediante los radicados No. 2019ER10484 del 14/05/2019, 2019ER180582 del 09/08/2019 y 2019ER184547 del 13/08/2019 presentó el diagnóstico, selección de medidas de manejo ambiental y diseños detallados de ingeniería para la construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, a llevarse a cabo en el predio Gibraltar (KR 91 43-20 Sur), documentos elaborados por la firma SIAM S.A.S, enfocados en el cumplimiento de determinantes ambientales comunicadas por medio del oficio 2017EE173838 del 06/09/2017.

La Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo- SRHS de la Secretaría de Ambiente realizó el análisis y evaluación de la información allegada mediante concepto técnico 00325 del 29/01/2021, el cual, fue comunicado a la Subdirección de Ecourbanismo y Gestión Ambiental Empresarial mediante memorando 2021IE17298 del 29/01/2021, quien a su vez lo comunicó al Instituto Distrital de Recreación y Deporte – IDRD mediante oficio 2021EE20780 del 03/02/2021.

Dentro de la información evaluada se encuentra el aparte de manejo de gases, donde se concluye entre otras que para el año 2024 se proyecta la producción del 100% del biogás dentro del predio y que actualmente dentro Gibraltar se estima una producción de 44m^3/hora, siendo 0,7m^3/ha-hr. Así mismo, la EAB establece una relación directa del % de LEL con la presencia de Metano y Oxigeno, por tanto al realizar el análisis de las muestras de suelo durante las perforaciones exploratorias se concluye la presencia de bolsas de metano hacia los pozos PM10, PM12 y PM7 ubicados hacia la zona NNW. La EAB manifiesta que para la desgasificación de la zona NW del predio Gibraltar estima la construcción de 57 chimeneas pasivas con un espacio entre las mismas de 50 m, las cuales serán instaladas mediante un programa de monitoreo de metano y COV cuyo registro sea inferior a 1% en COV y 5% en LEL.

Ahora bien, considerando que previo al desarrollo de cualquier tipo de actividad de construcción y/o adecuación del área de interés es indispensable desarrollar la desgasificación en aras de evitar cualquier tipo de afectación, la SRHS ha encontrado necesario realizar un alcance al concepto técnico 00325 del

29/01/2021 específicamente para: establecer la actividad de desgasificación como requisito imprescindible previo a cualquier intervención y determinar los lineamientos minimos que debe contener el plan de desgasificación que se desarrolle, los cuales fueron formulados considerando la línea base del predio, los estudios técnicos existentes y la propuesta allegada por la EAB.

Por lo anterior, y con el fin de evitar riesgos sobre el medio ambiente, comunidad aledaña y trabajadores, al momento de ejecutarse la etapa de construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, en el predio Gibraltar (KR 91 43-20 Sur), previo a la ejecución de cualquier actividad constructiva y sin excepción, se deben adelantar los trabajos de desgasificación descritos en el presente documento.

1. LÍNEA BASE DE GASES

Teniendo en cuenta que el área de interés denominada como "Predio Gibraltar", compuesta por 6 predios identificados con CHIPs AAA0138ZKFZ, AAA0138ZKBS, AAA0138ZKCN, AAA0162DKLW, AAA0173DWCX y AAA0173DWDM se utilizó como botadero de basuras hasta el mes de agosto de 1988, y que de acuerdo con el Informe Producto 1 del contrato *"CONSULTORÍA PARA REALIZAR DIAGNÓSTICO, SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL Y SUS DISEÑOS DETALLADOS DE INGENIERÍA QUE PERMITAN PLANIFICAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PARQUE METROPOLITANO PM10 EL PORVENIR (GIBRALTAR)"* allegado a ésta Entidad bajo radicado 2019ER104814 del 14/05/2019, dicho botadero se encuentra en la Fase V, es decir la fase de maduración, por lo que la degradación biológica de los residuos putrescibles presentes dentro de la masa se encontraria casi finalizada.

Ahora bien, las condiciones de flujo vertical de gases dentro de la masa se encuentran dominadas por el fenómeno de difusión molecular[1], de acuerdo con al siguiente expresión:

$$N_A = \frac{-D\alpha^{4/3}(C_{A_{atm}} - C_{A_{rell}})}{L}$$

Donde N_A es el flujo másico del compuesto A (g/cm^2·s); α porosidad llena de gas; C_{Aatm} es la concentración del compuesto A en la superficie en contacto con la atmósfera (g/cm^3); C_{Arell} es la concentración del gas dentro de la masa de relleno (g/cm^3) y L es la distancia promedio que debe recorrer el gas (cm). Tomando 0,2 cm^2/s y asumiendo la porosidad del material de relleno lleno[2] de biogás, daría el mayor valor posible de flujo másico (Tchobanoglous et al., 1993).

En este punto se hace importante tener en cuenta que la producción de gas considerada por la EAB no se encuentra uniformemente distribuida en el área del terreno como se evidencia en la figura No. 1. De igual

[1] Se asume que el gradiente de presión es muy pequeño para causar movimiento convectivo en esa dirección; sin embargo, si existe en la dirección horizontal.

[2] Si el material se encuentra completamente saturado, como es el caso por debajo del nivel freático, el movimiento depende de la difusividad del metano en agua ($2x10^{-10}$ cm^2/s); haciendo que el flujo másico a través de este medio sea insignificante.

manera, se debe considerar que la producción de biogás estimada está relegada al área donde se encontraron las mayores concentraciones de metano (~18,6 ha, no en la totalidad de las 66 ha).

El caso más crítico, de acuerdo con los datos presentados (Ver Figura 1) en el documento allegado bajo radicado 2019ER104814 del 14/05/2019, considera una concentración de metano mayor al 20% del LEL en la masa de gas atrapada dentro del relleno. Asumiendo una porosidad promedio de 0,3 y una distancia de recorrido equivalente al espesor de la capa de cobertura del relleno mismo (~3,0 m), se obtiene como resultado un flujo másico máximo posible de $1,81x10^{-8}$ g/cm^2·s (1,81 g/ha·s; 6,52 kg/ha·hr; 9,78 Nm^3/ha·hr). Este valor de flujo es la condición más favorable posible para el movimiento vertical de gas a través de la masa de suelo de cobertura, pues considera que ésta se encuentra completamente seca (toda la porosidad está llena de gas) y no toma en cuenta adsorción u otros aspectos. Este valor de flujo másico es mucho mayor que la producción estimada de biogás calculada por la EAB para el año 2018 (44 m^3/hr - Producto 1 allegado bajo radicado 2019ER104814 del 14/05/2019), dado que se debe considerar, en primer lugar, que como ya se indicó, dicha producción de biogás se encuentra relegada al área donde se detectaron las mayores concentraciones de metano (~18,6 ha); se estima que la producción sería del orden de 2,36 Nm^3/ha·hr (44 Nm^3/hr en 18,6 ha, no en la totalidad de las 66 ha), producción que sería menor que el "flujo másico máximo posible".

Sin embargo, es claro, que el flujo másico real es mucho menor a la cifra estimada como máximo posible y, al mismo tiempo, que la producción de gas considerada no se encuentra uniformemente distribuida en el área del terreno como se presenta por la EAB en el documento "Producto 1" allegado mediante radicado 2019ER104814 del 14/05/2019 (Ver Figura 1)

Se debe tener en cuenta entonces que el material de cobertura debe tener un contenido de humedad, el cual es variable, (dependiendo de si es época de lluvias o sequía); esta humedad ocupa parte de la porosidad (sin saturar el suelo) que puede estar entre el 10 y 20% del volumen del suelo. En estas condiciones, el valor de la porosidad (α) libre (que permite el flujo de gas) pasa de 0,3 a 0,10[3]. Recalculando el valor del flujo másico en estas condiciones, se obtiene un resultado de 2,24 Nm^3/ha·hr; valor menor que el de producción, lo que es consistente con la presencia de biogás dentro de la masa de relleno, pues en este caso, se estaría produciendo más del que puede salir y, por ende, se acumula.

La producción residual (0,12 Nm^3/ha·hr), equivalente a 52,4 Nm^3/día en el área donde se encontraron las mayores concentraciones de metano (~18,6 ha), de no ser evacuada se moverá de forma lateral, de manera convectiva, al generarse un gradiente de presión entre la zona donde se genera el gas y las zonas donde la actividad biológica terminó o se encuentra en fase terminal. Este exceso puede ser evacuado de la masa de relleno a través de un sistema de desfogue pasivo (chimeneas), uniformemente distribuido en el área de interés, de manera que provean una vía de evacuación aprovechando la condición de movimiento lateral. Para los cálculos de caudal de evacuación se debe utilizar la ley de Darcy, considerando un gradiente de presión lineal desarrollado en el área de influencia de cada chimenea y asumiendo una presión máxima en el punto más lejano de 0,1 atm (~1 m columna de agua).

De acuerdo con la información suministrada, el estrato más permeable muestra una conductividad hidráulica de 0,147 m/d (PM2 - 2019ER104814 del 14/05/2019). Se puede estimar la permeabilidad de ese estrato con

[3] Asumiendo el valor medio de volumen ocupado por agua de 20% del suelo.

respecto al biogás, multiplicando el valor de la permeabilidad hidráulica por la relación de las viscosidades de los dos fluidos (*6 Gas Transport in Soil*, 1983). Teniendo en cuenta que la viscosidad del biogás que se estaría generando dentro del relleno (debido a los residuos de degradación lenta) es cercana a $1{,}69 \times 10^{-5}$ Pa·s [4] y la del agua es de $1{,}0 \times 10^{-3}$ Pa·s, se tiene una relación de 59,17; que al aplicarse, la permeabilidad del gas dentro de esta capa se estima cercana a los 8,7 m/d (8,7 $m^3/m^2 \cdot d$).

Lo anterior es congruente con los estudios realizados y allegados por la EAB respecto a la acumulación de gas y la elección de la alternativa de desgasificar mediante la construcción de chimeneas pasivas con el fin de minimizar los riesgos ambientales y para la salud humana.

2. DISTRIBUCIÓN DE CHIMENEAS DE DESFOGUE

Para la construcción de la propuesta allegada por la EAB, dicha Entidad tuvo en cuenta las mediciones realizadas en los 12 pozos de monitoreo de lixiviados y agua subterránea al interior del área de interés, específicamente para los parámetros de %LEL (Límite inferior de explosividad, Metano), CO (Monóxido de Carbono) y H_2S (Sulfuro de hidrógeno), arrojando los siguientes resultados para %LEL:

Tabla 1. Resultados de medición de LEL

PM1	0%	PM2	9% (a 3m)	PM3	0%
PM4	2% (a 6,5m)	PM5	0%	PM6	0%
PM7	>20% (>1 m)	PM8	20% (>7m)	PM9	20% (>6m)
PM10	20% (>0,5m)	PM11	20% (>0,5m)	PM12	20% (>2m)

Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019

De acuerdo con la distribución espacial de los pozos de monitoreo y los resultados de las mediciones se determinó que la producción de gas se concentra en el costado noroccidental del predio, como se muestra en la siguiente figura.

[4] La viscosidad del biogás se estima utilizando la siguiente expresión:

$$\mu_{biogás} = \frac{y_i \mu_i \sqrt{M_i} + y_j \mu_j \sqrt{M_j} + y_k \mu_k \sqrt{M_k}}{y_i \sqrt{M_i} + y_j \sqrt{M_j} + y_k \sqrt{M_k}}$$

Donde $y_{i,j,k}$ es la fracción molar de cada componente; $\mu_{i,j,k}$ es la viscosidad de cada componente y $M_{i,j,k}$ es el peso molecular de cada componente. (i) Metano; (j) Dióxido de Carbono; (k) Amoniaco. Las fracciones molares se tomaron de los cálculos de biogás generado por degradación lenta, presentado en el documento identificado bajo el radicado 2019ER104814 del 14/05/2019.

Valores de viscosidad de los componentes tomados de https://www.engineeringtoolbox.com/

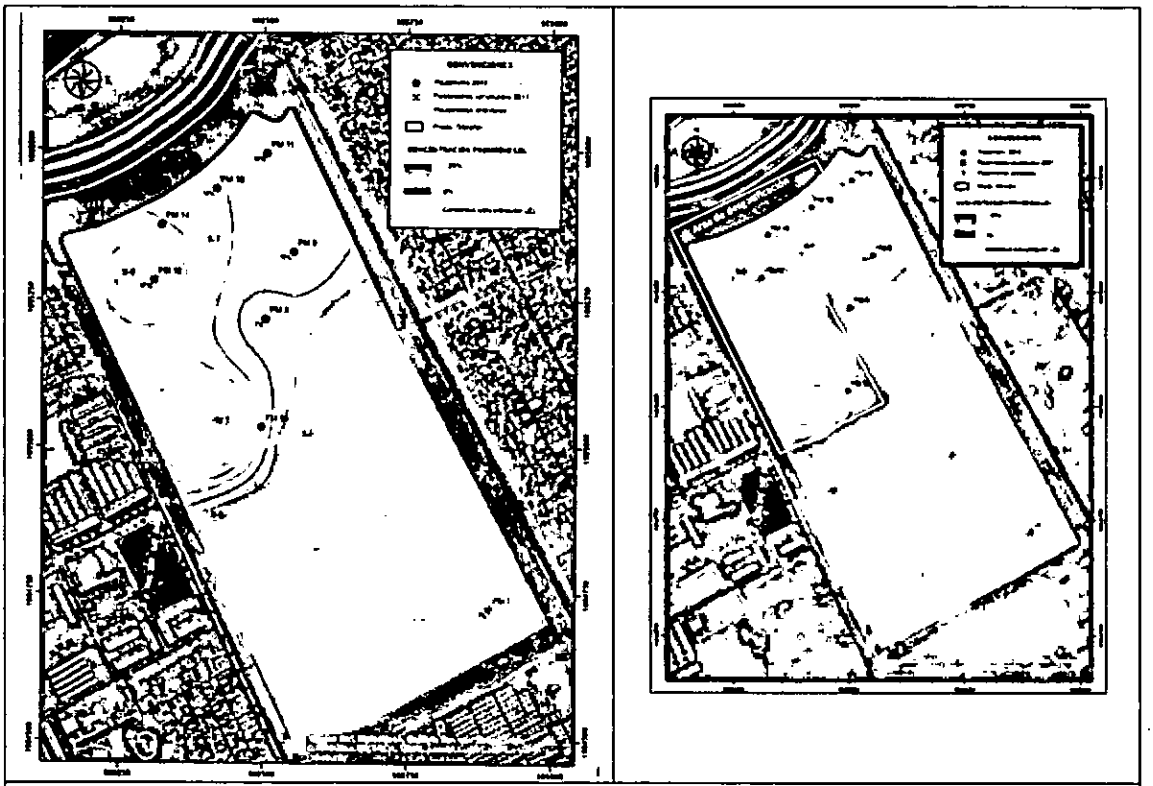


Figura 1. Valores de %LEL detectados en el predio
Fuente: 2019ER104814 del 14/05/2019

Así las cosas, mediante radicado 2019ER104814 del 14/05/2019 la EAB define el área norte del predio como la zona de desgasificación, donde según su propuesta allegada bajo radicado 2019ER180582 del 09/08/2019, se deben concentrar las acciones para evacuación del excedente de gas estimado de producción mediante la construcción de 57 chimeneas pasivas con un espacio entre las mismas de 60 m, área delimitada tal y como se indica en la figura No. 1.

No obstante lo anterior, y teniendo en cuenta que:

- Dentro del área denominada por la EAB como "Zona de Menor restricción Ambiental", se evidencian concentraciones de % LEL superiores al 20% en las mediciones realizadas durante el año 2019 (2019ER184547 del 13/08/2019).

- Teniendo en cuenta la baja densidad de información (12 puntos distribuidos en la totalidad del área - 66 ha), cabe la posibilidad de que existan paquetes o "bolsas" de gas que no pudieron ser identificadas; en particular en el área que corresponde con el mayor almacenamiento histórico de residuos. Por lo que es posible que existan zonas de actividad biológica diferencial que generen algunas acumulaciones de gas, relativamente puntuales que no fueron detectadas.

Esta autoridad ambiental considera que la actividad de desgasificación no solo debe ser desarrollada en la zona norte del predio, sino que debe contemplar la totalidad del mismo.

Así las cosas, la totalidad del área de interés denominada como "Predio Gibraltar" se dividirá en 3 zonas para efectos de las labores de desgasificación como se describe a continuación y se presenta en la figura 2:

1. Área 1: Área norte del predio definida por la EAB como la zona de desgasificación en el documento allegado bajo radicado 2019ER104814 del 14/05/2019.
2. Área 2: Área denominada por la EAB como "Zona de Menor restricción Ambiental".
3. Área 3: Área restante del predio

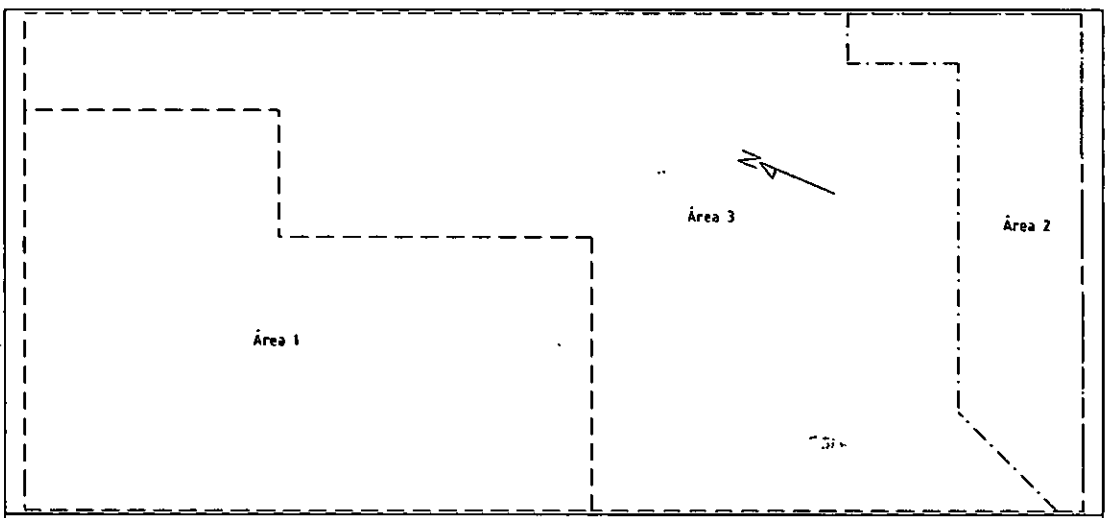


Figura 2. Delimitación de zonas de desgasificación "Predio Gibraltar"
Fuente: SDA 2021

Así las cosas, considerando el número de chimeneas propuestas por la EAB para el Área 1, la SDA ilustra la ubicación espacial aproximada a través de la Figura 3, de las 57 chimeneas pasivas. La distribución se realiza siguiendo un patrón "tresbolillo" distanciando cada perforación 60 m. El área de influencia de cada perforación se estima teniendo en cuenta la separación y utilizando la siguiente relación:

$$D = 2rCos(30)$$

Donde D es la distancia entre chimeneas y r es el radio de influencia de la misma (Tchobanoglous et al., 1993). En este caso, el radio de influencia por chimenea es de 34,6 m (~35 m), lo que se traduce en un área de influencia cercana a 0,38 Ha por cada punto.

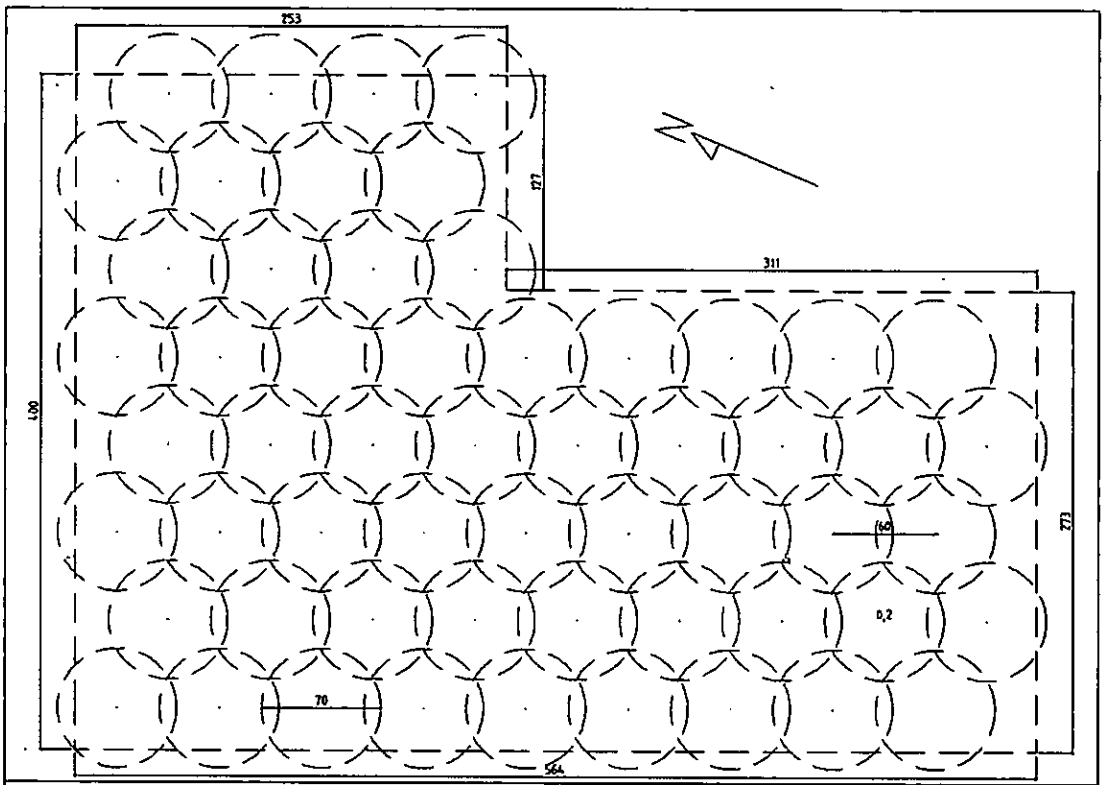


Figura 3. Propuesta de distribución espacial de las 57 chimeneas pasivas en el Área 1. (Todas las medidas en m)
Fuente: SDA 2021

Con esta misma condición de distribución se plantea la instalación de 17 chimeneas de desfogue en la zona sur del predio, denominada como Área 2, tal y como se muestra en la figura No. 4.

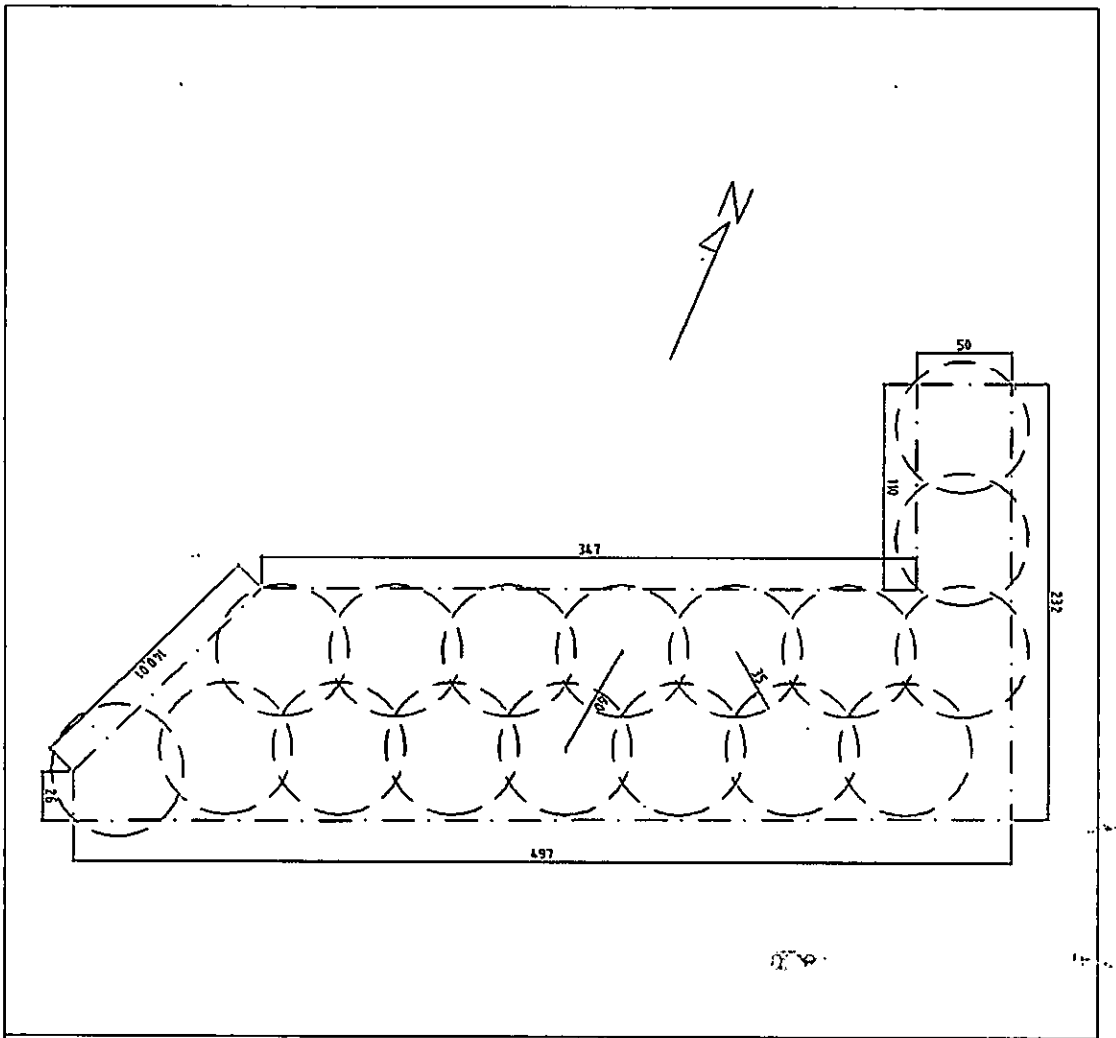


Figura 4. Propuesta de distribución espacial de las 17 chimeneas pasivas en el Área 2. (Todas las medidas en m)
Fuente: SDA 2021

Como medida de precaución, se considera necesaria la instalación de 15 chimeneas pasivas, con las mismas características de las que se instalarán en las Áreas 1 y 2, y de igual forma distribuidas en una configuración "tresbolillo", pero con una menor densidad, quedando a una distancia de 150 m entre cada una. Esta distribución arroja un radio de influencia de cada chimenea de 86,6 m (~90 m), lo que se traduce en un área de influencia de aproximadamente de 2,54 Ha por cada punto, como se muestra en la figura No. 5. Esta distribución complementa el estudio exploratorio previo, cubriendo la totalidad del área restante del predio.

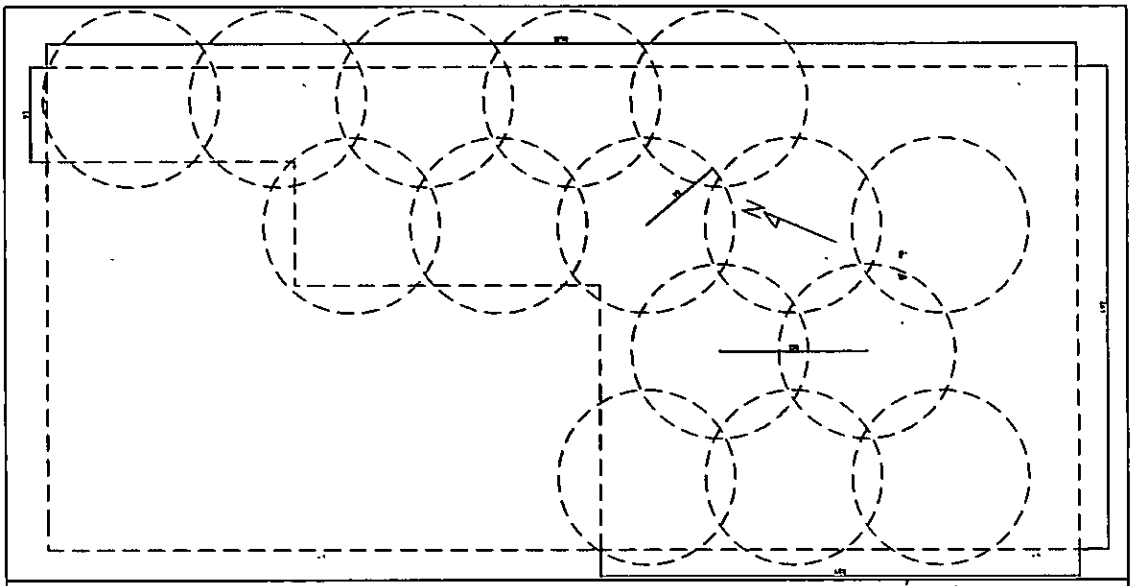


Figura 5. Propuesta de distribución espacial de las 15 chimeneas complementarias en el Área 3. (Todas las medidas en m)
Fuente: SDA 2021

En la figura No. 6. se muestra la distribución de todas las chimeneas de desfogue, en las tres (3) áreas consideradas.

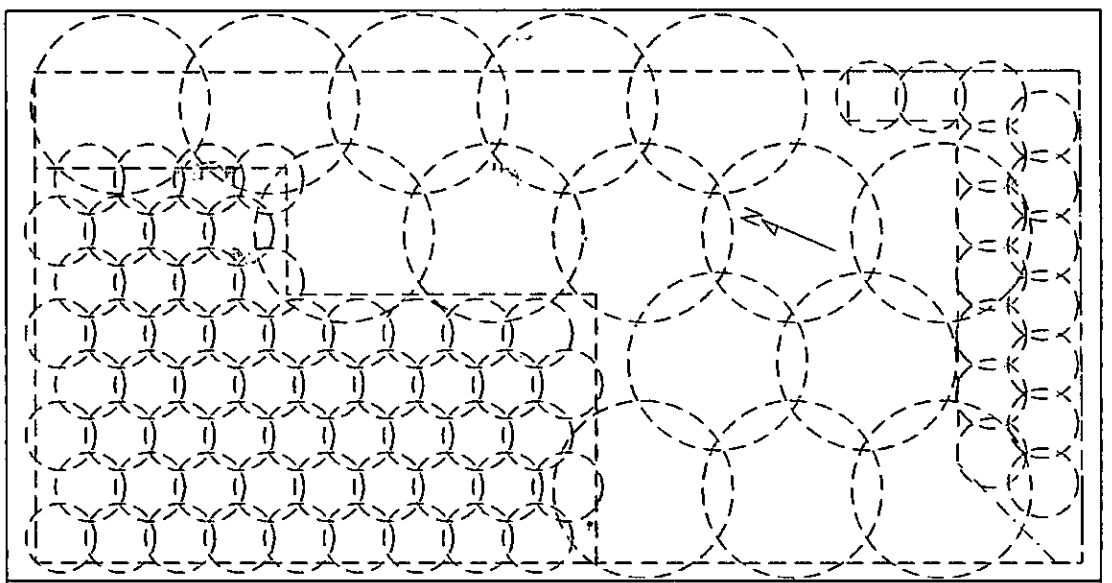


Figura 6. Esquema de distribución de chimeneas de desfogue en las tres (3) áreas consideradas. Fuente: SDA 2021

De esta forma la distribución de chimeneas de desfogue en las tres áreas sería:

1. Área 1: 57 chimeneas pasivas distanciadas 60 m.
2. Área 2: 17 chimeneas pasivas distanciadas 60 m.
3. Área 3: 15 chimeneas pasivas distanciadas 150 m.

Para un total de 89 chimeneas pasivas ubicadas en patrón de "tresbolillo" para las 66 ha del área de interés.

3. INSTALACIÓN DE LAS CHIMENEAS DE DESFOGUE

Se deberá allegar un Plan de Trabajo que contemple la totalidad de los lineamientos técnicos que a continuación define esta Secretaría, así como un cronograma que establezca los plazos, fechas de inicio y finalización de cada una de las acciones a realizar, este documento debe ser presentado a la SDA con el fin de que sea avalado mediante comunicación oficial, así las cosas, deberá allegarse con mínimo treinta (30) días calendario previo a la fecha de inicio propuesta, con la finalidad que los profesionales de la SDA cuenten con el tiempo suficiente para evaluar la documentación y dispongan del personal para el acompañamiento.

Dicho plan de trabajo debe contener la descripción de procedimientos a desarrollar, equipos a emplear, información de laboratorios responsables de muestreos y análisis, certificaciones de calibración de los equipos de medición en campo, información de la manera en que serán gestionados los residuos peligrosos generados, plan para atender cualquier contingencia derivada de estas actividades y cronograma de actividades, todo lo anterior considerando como mínimo los siguientes lineamientos técnicos:

Las chimeneas de desfogue se construyen dentro de una perforación vertical de 8" (20 cm) de diámetro utilizando el sistema de barreno hueco (Hollow Stem Auger). La profundidad de la perforación debe llegar hasta un mínimo del 80% del espesor del relleno antrópico (basura), independientemente de que se llegue a nivel de agua/lixiviado. En ningún caso y sin excepciones, la perforación debe tocar o penetrar la capa inferior de arcilla que aísla la capa de basura del acuífero inferior.

Durante la totalidad del proceso de perforación se debe monitorear de manera constante, la concentración de oxígeno (O_2), %LEL (Límite inferior de explosividad, Metano), CO (Monóxido de Carbono), Dióxido de Carbono (CO_2), COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles) y H_2S (Sulfuro de hidrógeno) en superficie alrededor del barreno. Dichas mediciones se realizarán por medio un explosímetro, para los parámetros CH_4, O_2, H_2S y CO, y un fotoionizador – PID (para COVs) que deben encontrarse calibrados y verificados de acuerdo con los gases patrón, para lo cual deberá contar con certificado de calibración vigente expedido por una empresa acreditada por la ONAC.

Como se están realizando perforaciones en lugares de sospecha de acumulaciones subsuperficiales de metano en concentraciones mayores al 20%, cabe la posibilidad que durante el proceso de perforación se generen flujos de gas hacia la atmósfera con el potencial de llegar a concentraciones de peligro. El metano es inflamable y forma fácilmente mezclas explosivas con el aire en concentraciones entre el 5 y 15%. Si en algún momento la lectura del explosímetro supera el 50% del Límite Inferior de Explosividad (%LEL) o una

concentración de metano en aire superior al 2,5%, se deben detener las actividades de perforación de manera inmediata. Si se está utilizando equipo mecánico de perforación impulsado por motor de combustión interna, debe ser removido del lugar de forma inmediata y con la mayor celeridad posible. Se debe permitir que la perforación drene libremente el gas y se debe monitorear el lugar si la concentración de gas metano varía. En caso de aumentar y superar el 75% del Límite Mínimo de Explosividad (%LEL) se debe contactar a los bomberos y seguir sus indicaciones. No obstante lo anterior, quien desarrolle la actividad deberá tener un plan para atender cualquier contingencia derivada de estas actividades relacionado con los gases emanados, riesgos sobre la salud de los trabajadores, población aledaña y futuros usuarios del parque, riesgos de ignición-explosión, olores, manejo de RESPEL, lixiviados y demás riesgos que acarreen los trabajos requeridos, de manera que dicho plan conlleve a una reacción inmediata y a notificar a las autoridades de gestión del riesgo como el Cuerpo Oficial de Bomberos y demás autoridades competentes.

Para la construcción de cada chimenea se debe seguir lo establecido en la guía ASTM D5092-04 y considerar los siguientes lineamientos:

Dentro de la perforación se debe instalar una tubería de 2" (5 cm) o 4" (10 cm) la cual debe contar con una sección ranurada iniciando inmediatamente debajo del material de cobertura y hasta la profundidad de la perforación. La tubería debe tener una sección ciega a partir del punto más bajo de la capa de cobertura y prolongarse por fuera de la superficie del suelo a una altura mínima de 1,5 m[5]. Así mismo, debe terminar en un accesorio tipo "cuello de ganso" para evitar entrada de agua a la tubería durante momentos de lluvia. Este accesorio puede ser removible. De igual forma, a 0,5 m sobre el nivel de superficie se debe instalar una "T" que servirá como puerto para la toma de medidas de caudal y salida de tuberías de muestreo de gases. La salida lateral del accesorio permanecerá cerrada, con un tapón del diámetro adecuado mientras no se estén realizando las mediciones de caudal y/o calidad de gases.

Luego de la instalación de la tubería, la perforación debe ser llenada con grava lavada, limpia, con tamaños de partícula entre 3/8" (1.0 cm) y ½" (1.25 cm) en toda la extensión de la sección ranurada, hasta el límite inferior de la capa de cobertura. Esta grava servirá tanto de material permeable para el flujo de gas, como para mantener la integridad de la perforación e impedir su colapso.

Inmediatamente encima de la grava, a la profundidad que se encuentre el límite inferior de la capa de cobertura se debe aplicar una capa de 15 a 30 cm de espesor de bentonita, a manera de sello. Esta capa impedirá el flujo vertical de gases a través de la gravilla al mismo tiempo que retiene cualquier infiltración superior hacia la capa de residuos. Por encima de este sello de bentonita se debe rellenar la sección de perforación restante con el mismo material de la capa de cobertura removido durante el proceso de perforación (USEPA, 1985). La figura No. 7 muestra un esquema general de la chimenea de desfogue típica[6].

[5] Esta altura puede modificarse, de acuerdo a condiciones de operación medidas en campo, como se indica en el numeral 4 del presente documento.

[6] Dada la forma de su construcción, estas chimenea pueden servir como piezómetros para control de nivel de agua subterránea/lixiviados en toda la extensión del predio.

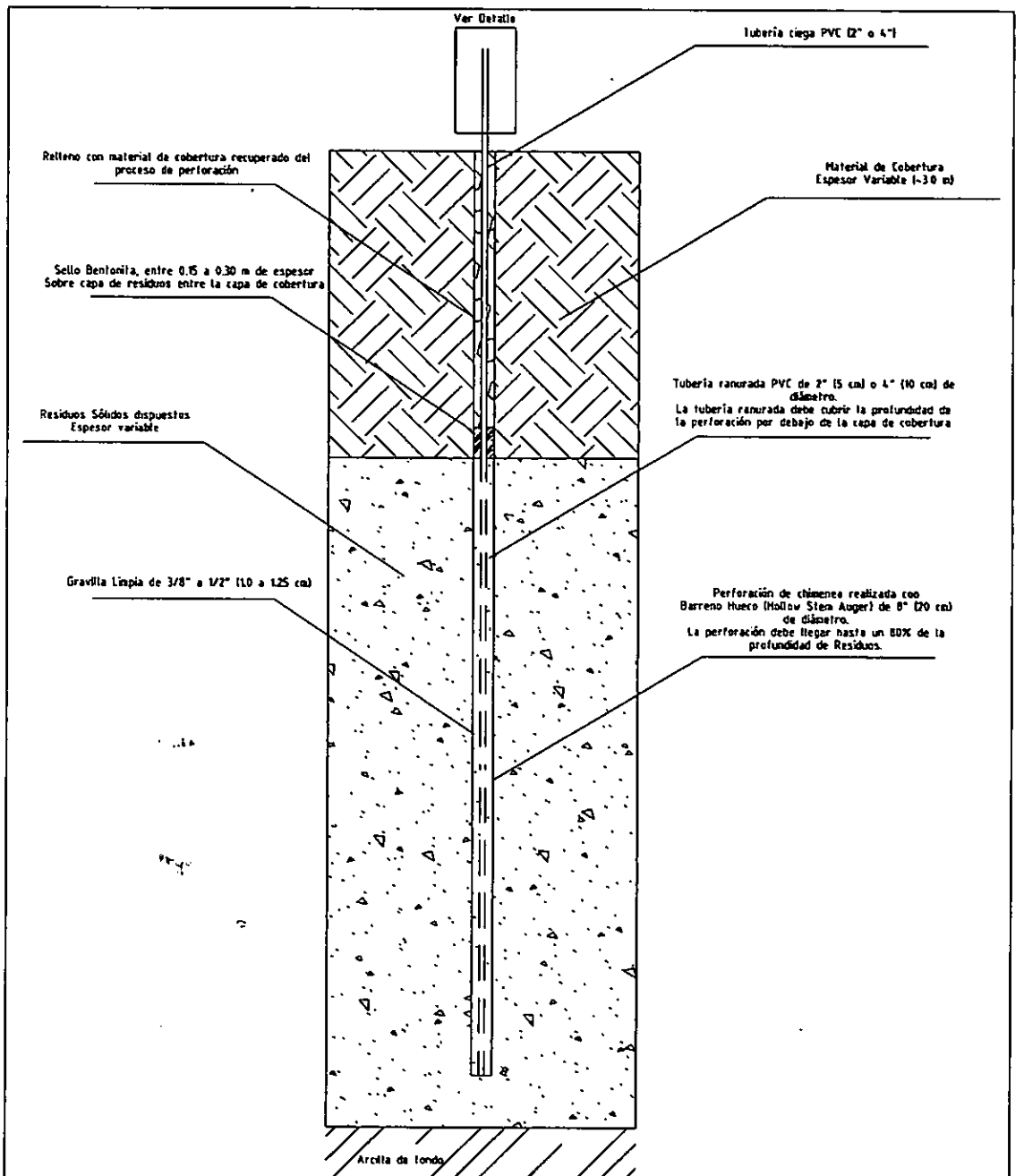


Figura 7. Esquema de chimenea de desfogue típica. Fuente: SDA 2021

- **Nota 1**: Las actividades a adelantar deben ser informadas previamente al Cuerpo Oficial de Bomberos de manera que se cuente con el visto bueno, y en caso de ser necesario acompañamiento de su personal para garantizar que los trabajos se realicen cumpliendo con todas las normas de seguridad que este determine.

- **Nota 2**: La totalidad del material extraído durante las labores de perforación e instalación de las chimeneas de desfogue (suelo, mezclas de lixiviado y agua) deberá ser manejado como residuo peligroso consecuente con lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005), por ningún motivo se deberá realizar almacenamiénto a cielo abierto de dichos residuos ni facilitar la contaminación cruzada como consecuencia del arrastre por escorrentía.

- **Nota 3**: El transporte del material afectado debe seguir los lineamientos establecidos en el Decreto 1079 de 2015 - Titulo 1/Capitulo 7 (Decreto 1609 de 2002), para lo cual es necesario disponer de empresas autorizadas que garanticen el traslado del residuo peligroso dando cumplimiento a la normatividad ambiental.

- **Nota 4**: Los puntos donde se instalen las chimeneas deben ser georreferenciadas y sus coordenadas geográficas se deben presentar con base en el sistema MAGNA SIRGAS Datum Observatorio Astronómico Bogotá Latitud: 4° 40' 49.75" 00 N, Longitud 74° 08' 47.73" W, la altura del plano de proyección 2550 metros. Origen coordenadas planas cartesianas Norte: 109320.96, Este: 92334.88. NOTA: Si se calculan manualmente especificar el método de transformación de coordenadas y parámetros elipsoidales usados. Si se usa un programa o calculadora geográfica para transformar las coordenadas planas a geográficas anexar o especificar el método de transformación que utiliza el software y parámetros usados

- **Nota 5**: En caso que durante las labores de perforación, instalación u operación de las chimeneas se identifique la presencia de bolsas de gas adicionales y en consecuencia se determine la necesidad de instalar chimeneas adicionales, se podrán construir previa comunicación a esta autoridad ambiental.

4. PROCESO DE MEDIDA DE GASES Y CAUDALES

A continuación se dan los lineamientos técnicos mínimos que deben ser considerados para la determinación de las concentraciones de gases de interés (CH_4, H_2S, CO_2, CO y O_2) así como los caudales de gas evacuados por las chimeneas[7]:

- Caudal de gas en la tubería: se utiliza un anemómetro de alambre caliente (Hot Wire Anemometer), insertando la sonda a través del orificio lateral a la altura de la "T". Este puerto de monitoreo se ubica, por lo menos, a 1 m por debajo de la parte superior de la tubería para reducir la influencia del viento del exterior. La velocidad del gas debe medirse tres veces y se promedia para dar el resultado. Se debe medir la velocidad de salida de los gases por lo menos dos (2) veces por semana

[7] Se deben atender los lineamientos presentados, además de considerar lo estipulado dentro del estándar IEC 60079-29-2:2015: "Gas detectors - Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen"

en cada una de las chimeneas instaladas; haciendo el registro correspondiente para reporte (Kim et al., 2010). La figura No 8 muestra el esquema de medición de caudales.

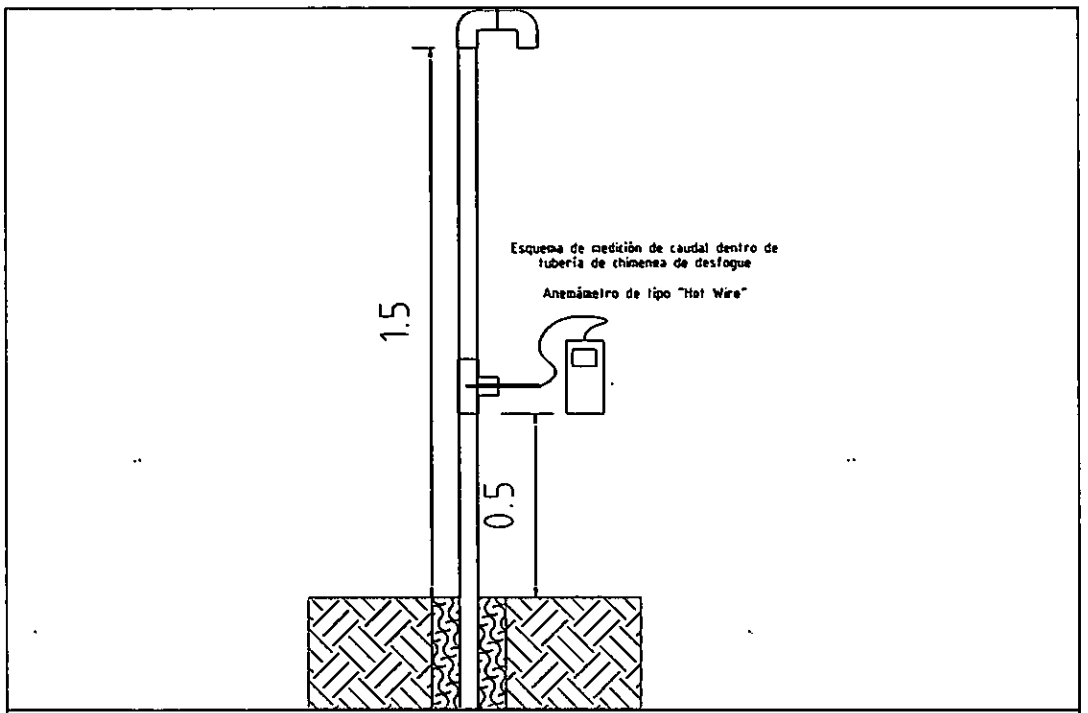


Figura 8. Esquema del sistema de medición de caudales dentro de las chimeneas de desfogue.
Fuente: adaptado de (Kim et al., 2010)

- Composición de los gases: La composición del gas se debe controlar usando un analizador de gas portátil (GA2000Plus, Geotechnical Instruments, explosímetro portátil o similar) y se debe registrar la lectura después de un tiempo de muestreo de 60 segundos. La cantidad de N_2 se determina a partir del balance de todas las lecturas de gas (CH_4, CO_2, O_2, CO y H_2S). La temperatura en la tubería también se debe medir a través de una termocupla, pues influye en los cálculos de caudales de gas.

  La composición del gas se debe medir bajando un tubo colector de plástico PVC transparente (o similar) de 5 mm de diámetro insertado dentro de la tubería de la chimenea, a través de la apertura lateral utilizada igualmente para la medida de caudal. Antes de tomar las medidas, se determinaba el nivel del agua con sonda. El tubo de recolección, al igual que la termocupla, deben ser bajados, por dentro de la tubería, hasta llegar un poco por encima (~15-30 cm) del nivel del agua. En ese punto se debe tomar una medida de la composición de los gases y registrar. Para minimizar tiempos de preparación, se sugiere el uso de una pequeña bomba de succión manual para llenar (purgar) la tubería flexible con el gas interior, antes de iniciar la determinación. Dependiendo de las condiciones de caudal de muestreo del aparato medidor, esta operación puede durar un par de minutos (Kim et al., 2010). La composición del gas debe medirse tres (3) veces y se debe utilizar el promedio de las

medidas. La medida se debe realizar al menos 2 veces por semana en todas las chimeneas de desfogue instaladas. La figura No. 9 representa el esquema de control de composición de gases para el sitio.

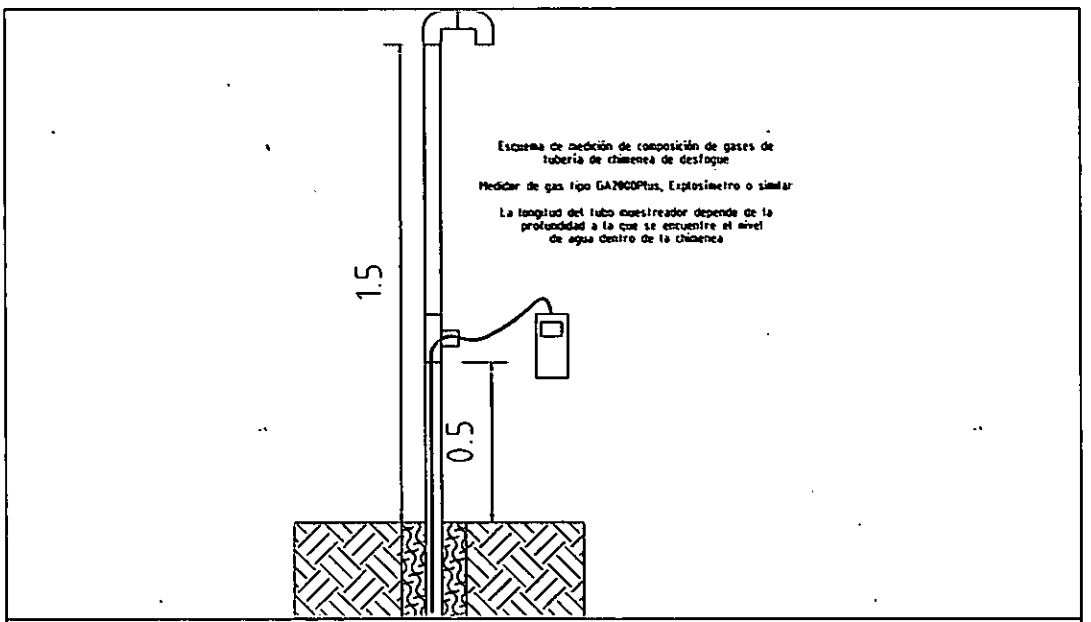


Figura 9. Esquema de medida de composición de gases en chimenea de desfogue.
Fuente: adaptado de (Kim et al., 2010)

En caso que la determinación de las concentraciones de gases dentro de chimenea arroje valores de concentración de metano por encima del 2.5% (50% LEL) se debe determinar la posibilidad de que este gas genere mezclas explosivas al salir al aire (como función del caudal de salida).

Si ocurre esta situación, se debe elegir alguna de las siguientes opciones:

- Instalar a la salida del tubo de la chimenea un control de caudal (válvula) que regule la cantidad de gas liberado para mantener la condición de mezcla siempre por debajo de la concentración LEL indicada.
- Levantar el desfogue (la tubería de PVC) a una altura superior a 2,5 m sobre el nivel de la superficie, para mejorar la dispersión del gas en la atmósfera.

En cualquiera de los dos casos, se debe modificar la frecuencia de monitoreo, tomando y registrando una medida diaria de caudal y composición.

En el evento en que tres (3) instancias de medida consecutivas de caudal de gas se encuentren por debajo del límite de medición del anemómetro y, de la misma manera, estas mismas instancias consecutivas no

455

registren concentraciones de metano por encima del límite de detección del medidor[8], se puede considerar que la chimenea ha drenado completamente el exceso de gas.

Cuando esto ocurra, se puede prescindir de la estructura superficial de la chimenea de desfogue; sin embargo, se recomienda que no se clausure, ya que la estructura enterrada sigue cumpliendo la labor de desfogue de cualquier biogás que se pueda estar produciendo dentro de la masa de relleno antrópico (residuos), evitando su acumulación. Se puede aprovechar esta condición, ocultando el extremo superior de la chimenea de manera que siga habiendo una conexión con la atmósfera pero con una estructura inconspicua. Se sugiere hacer una pequeña excavación, de unos 30 cm de profundidad, alrededor de la sección sobresaliente de la tubería de desfogue y recortarla a este nivel; instalando un accesorio que permita el flujo de gas, sin permitir la entrada de material a la tubería y cubrir con material grueso (gravas) hasta llegar a superficie. De esta manera se asegura que la chimenea sigue drenando cualquier producción esporádica de gas y no se generen acumulaciones dentro de la masa que puedan causar algún riesgo a futuro, además de quedar oculta a la vista.

En caso que la chimenea se encuentre en una zona donde se deban realizar excavaciones (para obras futuras) se debe recortar la chimenea a nivel de superficie y colocar un tapón agujereado. En el momento de en que se pretenda iniciar las excavaciones se debe medir la concentración de gases en la chimenea (de manera similar a la operación de control) y si las concentraciones de gases no presentan ningún cambio, proceder con la excavación.

Si, por el contrario, las concentraciones son detectables y entran dentro de los rangos anteriormente descritos, se debe reconstruir la extensión de desfogue y retomar el monitoreo de gases en las mismas condiciones antes descritas.

- **Nota 6**: Todos los equipos que se utilicen para realizar mediciones en campo como caudal de gas y composición de gases deben encontrarse calibrados, para lo cual deberán contar con certificado de calibración vigentes expedidos por una empresa acreditada por la ONAC.

- **Nota 7**: Tanto para las actividades de instalación de chimeneas de desfogue, como durante el proceso de desgasificación pasiva se debe contar con un plan para atender cualquier contingencia derivada de estas actividades relacionado con los gases emanados, riesgos sobre la salud de los trabajadores, población aledaña y futuros usuarios del parque, riesgos de ignición-explosión, olores, manejo de RESPEL, lixiviados y demás riesgos que acarreen los trabajos requeridos, de manera que dicho plan conlleve a una reacción inmediata y a notificar a las autoridades de gestión del riesgo como el Cuerpo Oficial de Bomberos y demás autoridades competentes.

- **Nota 8**: Todas las personas que hagan parte de las labores de desgasificación pasiva requeridas, tanto durante la instalación de chimeneas como durante el monitoreo de gases deben contar en todo momento con todos los EPPs necesarios para garantizar su seguridad de manera que se reduzca al máximo cualquier riesgo hacia su salud.

[8] De forma complementaria, se puede concluir lo mismo si el medidor de gases registra, a la profundidad de medida, una concentración de oxígeno por encima de 19%.

454

5. INFORME DE ACTIVIDADES DE DESGASIFICACIÓN

Finalizadas las actividades de desgasificación del área de interés se deberá remitir un informe de actividades a esta Autoridad Ambiental, el cual debe contener o considerar como mínimo lo siguiente:

- Descripción de actividades de campo y procedimientos implementados para las perforaciones y mediciones en campo soportados con registro fotográfico.
- Reporte de cada una de las perforaciones e instalación de chimeneas indicando hallazgos, profundidad, registro de mediciones de gases durante la instalación y observaciones a tener en cuenta.
- Informe de la georreferenciación de la totalidad de los puntos donde se instalen las chimeneas de desfogue junto con planos donde se ubique cada una.
- Histórico de todas las mediciones de gases y caudales en las chimeneas instaladas.
- Descripción del tratamiento realizado con las chimeneas descomisionadas en caso que se haya prescindido de alguna/s de esta/s.
- Los certificados que soporten la gestión del material extraído durante las perforaciones e instalación de las chimeneas de desfogue (suelo, mezclas de lixiviado y agua) (residuos peligrosos) en cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al tema, así las cosas, deberá allegar documentos soporte como lista de chequeo para transporte de residuos peligrosos, manifiesto de carga y el certificado de disposición final.
- Proporcionar un análisis detallado de toda la información, los resultados y conclusiones.

6. MUESTREO DE SUELOS

Teniendo en cuenta que en una extensa zona del predio se acostumbró a disponer lodos de alcantarillado directamente sobre la superficie, se considera importante hacer un muestreo de este suelo superficial para determinar las condiciones ambientales del mismo, en términos de contenido de compuestos como arsénico, metales pesados[9] (como mínimo plomo, mercurio total, cadmio, cromo total, cromo hexavalente, cobalto aluminio, niquel y cobre) e hidrocarburos totales del petróleo (fracciones GRO, DRO y ORO), para poder definir las condiciones de riesgo inherente a la exposición de los trabajadores a este material durante las etapas constructivas de excavaciones y usuarios futuros de este predio.

Por tal motivo, se ha considerado que durante las actividades de construcción del sistema de desgasificación es posible recuperar fácilmente una muestra del suelo superficial para su posterior análisis en laboratorio y de ésta forma determinar, previo desarrollo de las actividades de construcción, acciones correctivas asociadas al riesgo generado por las concentraciones de sustancias de interés presentes en el lugar, asi las cosas se deberá tomar muestras del suelo de cobertura (primeros 50 cm, descartando suelo de los primeros 5 cm de profundidad por debajo de la cobertura vegetal) para determinación de los parámetros antes mencionados.

[9] Esta Entidad recomienda se realice el análisis de las sustancias mediante la técnica ICP-MS (Espectrometría de Masas con Plasma Acoplado Inductivamente) teniendo en cuenta su alta precisión y sensibilidad así como bajos límites de detección.

Debido a que no se tiene información sobre la dispersión de la concentración de las sustancias de interés en la extensión del predio, el "Soil Screening Guidance" de la USEPA sugiere que se considere la posibilidad de tener una alta dispersión y estimar un número de muestras que cumplan con un nivel de error específico utilizando la distribución "t". Para este caso, dada la incertidumbre existente, se asume una dispersión de las concentraciones de las sustancias potencialmente presentes del orden de 3 veces el nivel de referencia. En esas condiciones, (Watts, 1998) sugiere que el número mínimo de muestras se calcule utilizando la siguiente expresión:

$$n = \frac{t^2 s^2}{D^2}$$

Donde n es el número mínimo de muestras que se deben tomar para cumplir con un intervalo de confianza definido; t es el valor de la distribución "t" para ese mismo intervalo de confianza específico (1-α) y un número definido de grados de libertad; s es la desviación estándar (para este caso se asume 3 veces el valor del nivel de referencia) y D es el nivel de referencia de la sustancia específica.

Así las cosas, para este caso en particular, se define un intervalo de confianza del 95% (α=2,5% en dos colas); considerando infinitos grados de libertad, el valor de la distribución "t" es de 1,96 (t). Aplicando estos valores a la expresión anterior resulta $n=9t^2$, lo que al calcular da como resultado 34,57, es decir, se deben tomar un mínimo de 35 muestras para lograr el 95% de intervalo de confianza.

Teniendo en cuenta que se realizarán 89 perforaciones dentro del predio para la construcción de chimeneas de desfogue, se considera la utilización del material superficial de cobertura resultante de la perforación como muestra.

Se sugiere la siguiente distribución de muestras:

- Área 1: Muestras compuestas tomando el material recuperado de 3 perforaciones contiguas, pudiéndose hacer la composición de éstas de tres formas diferentes (como se muestra en la figura 10), de manera tal que se cubra toda el área y se recupere un total de 19 muestras compuestas.

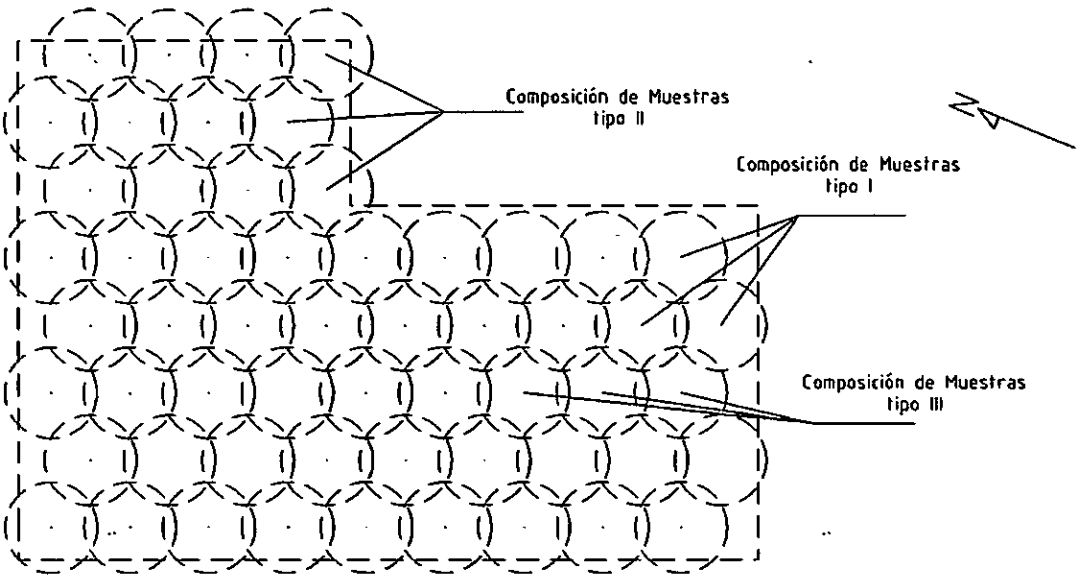


Figura 10. Opciones para muestreo compuesto Área 1.
Fuente: SDA 2021

- Área 2: Tomar seis (6) muestras compuestas siguiendo el mismo procedimiento de composición[10].

- Área 3: Las muestras deberán ser puntuales, provenientes de cada una de las perforaciones para las chimeneas de desfogue; es decir, que se deben recuperar 15 muestras simples de esta zona.

En total se deben recuperar un total de 40[11] muestras de suelo para ser analizadas por un laboratorio acreditado en los parámetros anteriormente estipulados.

La figura 11 muestra un resumen del muestreo.

[10] Dado que el número de chimeneas planteadas para este lugar es de 17, una de las muestras se debe componer de solamente dos puntos.

[11] Este número de muestras es mayor que el mínimo estipulado, lo que significa que se cumple con el intervalo de confianza definido.

457

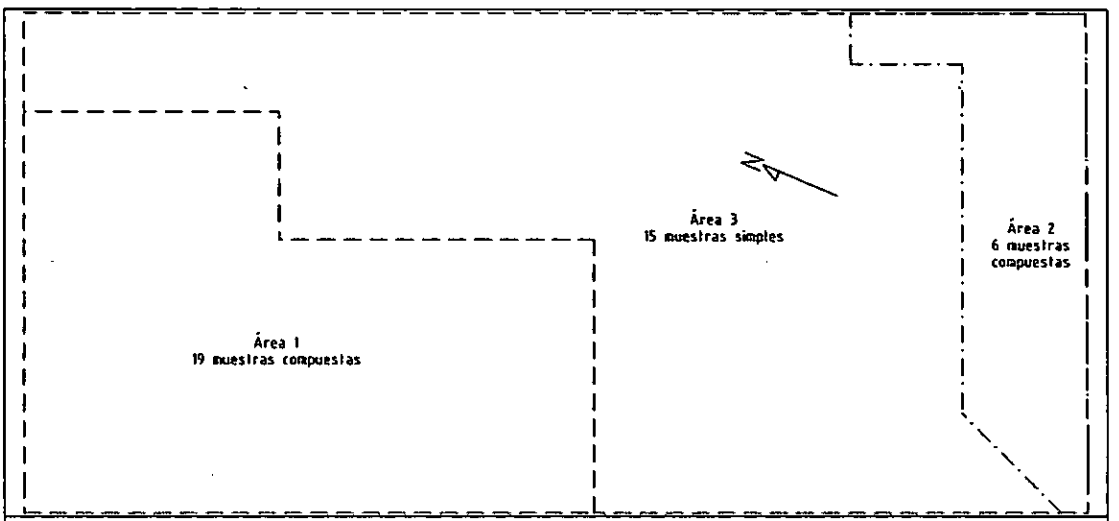


Figura 11. Muestreo de suelos área de interés.
Fuente: SDA 2021

Los muestreos deben considerar como mínimo los siguientes aspectos:

- Es importante tener en cuenta que para la ejecución de los sondeos no se debe utilizar ningún tipo de fluido de perforación, ya sea aire o liquido debido a que se perdería la integridad de las muestras de suelo, además de modificar los resultados de laboratorio, especialmente los COV.
- La toma de muestras de suelo debe realizarse teniendo en cuenta métodos perforación y muestreo que garanticen que las muestras no sean alteradas y que puedan impedir la contaminación cruzada.
- Se deberá identificar exactamente el tramo de muestra que fue recolectado, y la profundidad con relación al nivel del suelo que fue muestreada.
- Conforme al Artículo 2.2.3.3.4.9 del Decreto 1076 de 2015, tanto la toma de muestra como el análisis de los parámetros deberán ser realizados por laboratorios que se encuentren acreditados para dicho fin por el IDEAM. De no contarse con los laboratorios acreditados en el país para los análisis de las muestras se podrá subcontratarlos con laboratorios internacionales que deberán estar acreditados para tales fines por el organismo facultado para el pais de origen.
- La cadena de custodia deberá ser diligenciada en su totalidad, debe contener la información de cada una de las muestras tomadas incluyendo identificación de la muestra, fecha y hora de toma, matriz involucrada y análisis a ejecutar.
- Todos los muestreos se deberán identificar claramente en la cadena de custodia, indicando la profundidad a la cual fue tomada la muestra y el tramo de la columna que fue enviado a laboratorio.
- Se deben seguir adecuados protocolos de custodia de las muestras colectadas, por tanto el manejo de las muestras debe ser enteramente realizado por el laboratorio ambiental que realice el muestreo, el cual debe estar acreditado por el IDEAM para esta actividad, es decir que desde la toma de muestras hasta la recepción de estas en el laboratorio ninguna otra compañía o empresa debe intervenir en la logística de envió y entrega de las muestras, en este sentido en la documentación del proceso de muestreo,

458

envió y análisis de las muestras debe figurar este laboratorio (cadenas de custodia, guías de envió, entre otros).

- La totalidad del material sobrante de las labores de perforación e instalación de chimeneas de desfogue deberá ser manejado como residuo peligroso consecuente con lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6 (Decreto 4741 de 2005), por ningún motivo se deberá realizar almacenamiento a cielo abierto de residuos peligrosos, ni facilitar las labores de contaminación cruzada como consecuencia del arrastre por escorrentía.
- El transporte del material afectado debe seguir los lineamientos establecidos en el Decreto 1079 de 2015 - Titulo 1/Capitulo 7 (Decreto 1609 de 2002), para lo cual es necesario disponer de empresas autorizadas que garanticen el traslado del residuo peligroso dando cumplimiento a la normatividad ambiental.
- Todo equipo (si no es exclusivo) deberá ser limpiado entre ubicaciones de muestreo, y antes de retirarse del sitio, consecuente con lo establecido en la guía técnica ASTM -D5088-15a.

7. INFORME DE MUESTREO DE SUELOS

El informe de actividades se deberá remitir a esta Autoridad Ambiental después de finalizadas las actividades de monitoreo, el cual debe contener o considerar lo siguiente:

- Descripción de actividades de campo y procedimientos implementados para las perforaciones, toma de muestras y mediciones en campo soportados con registro fotográfico.
- Resultados de los análisis expedidos por los laboratorios acreditados, con sus respectivas cadenas de custodia.
- Espacialización de los resultados de laboratorio en mapas de la zona. Se deben presentar planos en donde ubiquen las chimeneas de desfogue.
- Los certificados que soporten la gestión del material extraído durante las perforaciones e instalación de las chimeneas de desfogue (suelo, mezclas de lixiviado y agua) (residuos peligrosos) en cumplimiento de la normativa ambiental aplicable al tema, asi las cosas, deberá allegar documentos soporte como lista de chequeo para transporte de residuos peligrosos, manifiesto de carga y el certificado de disposición final.
- Proporcionar un análisis detallado de toda la información, los resultados y conclusiones.

6 Gas Transport in Soil (pp. 183–192). (1983). https://doi.org/10.1016/s0166-2481(08)70053-9

Kim, H. J., Yoshida, H., Matsuto, T., Tojo, Y., & Matsuo, T. (2010). Air and landfill gas movement through passive gas vents installed in closed landfills. *Waste Management*, *30*(3), 465–472. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.10.005

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrateed Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill - Water Resources and Environmental Engineering Series.

USEPA. (1985). *Remedial Actions Waste Disposal.pdf*. USEPA.

Watts, R. J. (1998). *Hazardous wastes : sources, pathways, receptors*. Wiley.

ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DE
AMBIENTE

Atentamente,

REINALDO GELVEZ GUTIERREZ
SUBDIRECCION DE RECURSO HIDRICO Y DEL SUELO

Sin anexos

Proyectó: JULIO CESAR REYES VARGAS

2. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO PDGREPP

PGRDEPP VELÓDROMO (V5)

"CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ".

CONTRATO IDRD N° 3232 DE 2023

UNIÓN TEMPORAL METROPOLITANO PORVENIR

UNIÓN TEMPORAL METROPOLITANO PORVENIR

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

PROYECTO VELÓDROMO GIBRALTAR

DECRETO 2157 DE 2017

CONTRATO DE INTERVENTORÍA IDRD N° 3219 DE 2023

CONSORCIO INTERVENTORES GIBRALTAR

MAYO, 2024

BOGOTÁ D.C

465

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL PROYECTO VELÓDROMO GIBRALTAR

Responsables de Elaboración del Documento		
Elaborado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Ing. Ingrid Johanna Barrientos Murcia Profesional en Gestión del Riesgo de Desastres	**Ing. Alfonso Peñaranda Suárez** Director de Obra	**Arq. José Luis Clavijo Olmos** Representante Legal
Fecha: 06/05/2024	**Fecha:** 06/05/2024	**Fecha:** 06/05/2024

Responsables de Revisión del Documento		
Revisado por:	**Revisado por:**	**Aprobado por:**
Ing. Edwin Castillo Landinez Profesional en Gestión del Riesgo de Desastres	**Ing. Raúl Pinzón** Director de Obra	**Arq. Adriana Guerrero** Coordinadora
Fecha: 06/05/2024	**Fecha:** 06/05/2024	**Fecha:** 06/05/2024

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES DEL PROYECTO VELÓDROMO GIBRALTAR

Control de Versiones del Documento			
Versión	**Fecha**	**Descripción Modificación**	**Folios**
1	20/02/2024	Versión inicial del documento. Documento remitido a la Interventoría mediante Comunicado CE-206-125-055.	69
2	9/03/2024	Segunda versión del documento. Se atienden las recomendaciones brindadas por la Interventoría mediante oficio CIG-IDRD-VEL-044-2024 del 21 de febrero de 2024; remitido mediante Comunicado CE-206-125-0108.	253
	14/03/2024	Se atienden las observaciones y recomendaciones brindadas por la interventoría mediante oficio IDRD-VEL-073-2024 del 12 de marzo de 2024; remitido mediante Comunicado CE-206-125-0127.	
3	20/03/2024	Tercera versión del documento. Se atienden las observaciones y recomendaciones brindadas por la interventoría mediante oficio CIG-IDRD-VEL-089-2024 del 18 de marzo de 2024; remitido mediante Comunicado CE-206-125-0156.	281
4	25/03/2024	Cuarta versión del documento. Documento remitido a la interventoría mediante Comunicado CE-206-125-0175.	315
	27/03/2024	Se realizan ajustes al PGRDEPP, relacionados con las salidas cartográficas del plan; remitido a la interventoría mediante Comunicado CE-206-125-0181.	318
	01/04/2024	Se realizan ajustes al PGRDEPP, conforme al Comité de Obra No. 7; remitido a la interventoría mediante Comunicado CE-206-125-0188.	346
	03/04/2024	Se realizan ajustes al PGRDEPP, relacionados con el Capítulo 6.2. Valoración del riesgo; remitido a la interventoría mediante Comunicado CE-206-125-207.	357
5	16/04/24	Se realizan ajustes al PGRDEPP, relacionadas con las observaciones remitidas por el IDRD (Versión 1) del 12/04/24.	375

165

Control de Versiones del Documento			
Versión	**Fecha**	**Descripción Modificación**	**Folios**
	06/05/24	Se realizan ajustes al PGRDEPP, relacionadas con las observaciones remitidas por el IDRD, desde el componente ambiental (Versión 2) el día 25/04/24, y componente de geotecnia el día 26/04/24. Se actualiza información relacionada con el Plan de Manejo Ambiental V4, con fecha del 2 de mayo, y con el Plan de Contingencia Ambiental V3, con fecha del 1 de mayo.	399

466

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 16
2. ALCANCE 18
3. OBJETIVOS 20
3.1. OBJETIVO GENERAL 20
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20
4. MARCO CONCEPTUAL 21
5. MARCO REFERENCIAL 25
5.1. REFERENCIAS NORMATIVAS 25
5.2. NORMAS TÉCNICAS 33
5.3. REFERENCIAS CONTRACTUALES 34
6. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO 35
6.1. Establecimiento del contexto 35
6.1.1. Información general de la actividad 35
6.1.1.1. Datos del Proyecto 36
6.1.1.2. Localización del Proyecto 38
6.1.1.3. Etapas del Proyecto 40
6.1.1.3.1. Etapa Inicial 42
6.1.1.3.2. Etapa de Construcción 44
6.1.1.4. Área de Influencia del Proyecto 52
6.1.1.4.1. Área de Influencia Directa (AID) 53
6.1.1.4.2. Área de Influencia Indirecta (AII) 54
6.1.2. Contexto Externo 56
6.1.2.1. Generalidades de la Zona 56
6.1.2.2. Problemáticas Ambientales 58
6.1.2.3. Estratificación Urbana 59
6.1.2.4. Dinámica Poblacional 59
6.1.2.5. Aspectos Socio-culturales y Actividades económicas 60
6.1.2.6. Estructura Ecológica Principal 61
6.1.2.7. Instrumentos de Planificación Territorial y de Gestión del Riesgo 63
6.1.2.8. Áreas Ambientalmente Sensibles 66
6.1.3. Contexto Interno 67
6.1.3.1. Gobierno, Estructura Organizacional, Funciones y Responsabilidades 67

467.

6.1.3.2. Políticas, Objetivos y Estrategias diseñadas para la Implementación del Plan de Gestión del Riesgo....70
6.1.3.3. Capacidades....70
6.1.3.3.1. Recurso Humano....70
6.1.3.3.2. Recursos Financieros....71
6.1.3.4. Listado de las Directivas de la Entidad....72
6.1.4. Contexto del Proceso de Gestión del Riesgo....73
6.1.4.1. Identificación y Definición de las Actividades de Gestión del Riesgo a Implementar....73
6.1.4.2. Relaciones entre el Proyecto y otros Actividades de la Organización....74
6.1.4.3. Definición de las Metodologías de Valoración del Riesgo....75
6.1.4.3.1. Metodología Adoptada en el Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación, con base en el Estándar AS/ NZS ISO 31000 75
6.1.4.3.2. Metodología de la Norma GTC-45 para la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos....82
6.1.4.4. Identificación de Estudios Realizados para la Elaboración del Proyecto....83
6.1.4.5. Contexto Histórico y Ambiental del Predio Gibraltar....84
Climatología....87
6.1.4.6. Geología de la Zona....87
6.1.4.7. División y Características Actuales del Predio....89
6.1.4.8. Inclusión en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT)....89
6.1.4.9. Determinantes Ambientales y Plan Director....90
6.1.5. Criterios de Riesgo....91
6.2. Valoración del Riesgo....98
6.2.1. Identificación del riesgo....98
6.2.1.1. Levantamiento Histórico de Eventos....99
6.2.1.2. Identificación de Amenazas de Origen Natural....102
6.2.1.2.1. Amenaza por Sismos....102
6.2.1.2.2. Amenaza por Granizadas....106
6.2.1.2.3. Amenaza por Fuertes Vientos....109
6.2.1.2.4. Amenaza Ceraúnica o Caída de Rayos....112
6.2.1.3. Identificación de Amenazas de Origen Socionatural....115
6.2.1.3.1. Amenaza por Movimientos en Masa....115

6.2.1.3.2. Amenaza por Avenidas Torrenciales 116
6.2.1.3.3. Amenaza por Inundación 118
6.2.1.3.4. Amenaza de Inundación por Rompimiento del Jarillón 121
6.2.1.3.5. Amenaza de Inundación por Desbordamiento 123
6.2.1.3.6. Amenaza de Inundación por Encharcamiento 124
6.2.1.3.7. Amenaza por Incendios Forestales 126
6.2.1.3.8. Subsidencia o Hundimiento 128
6.2.1.4. Identificación de Amenazas Tecnológicas 130
6.2.1.4.1. Amenaza por Incendios Estructurales 130
6.2.1.4.2. Contaminación de Acuíferos 131
6.2.1.4.3. Aumento de Lixiviados por Escorrentía 152
6.2.1.4.4. Fuga de Gases 154
6.2.1.5. Identificación de Amenazas Asociadas a los Procesos Constructivos del Proyecto Velódromo 160
6.2.1.5.1. Incendios por Acumulación de Gases del Relleno Antrópico 160
6.2.1.5.2. Explosiones por Acumulación de Gases del Relleno Antrópico 165
6.2.1.5.3. Afloramiento de Lixiviados 169
6.2.1.5.4. Accidentes Vehiculares 173
6.2.1.5.5. Accidentes de Trabajo 175
6.2.1.5.6. Deslizamiento de Materiales 177
6.2.1.5.7. Colapso Estructural 179
6.2.1.6. Identificación de Amenazas de Origen Antrópico Intencional 180
6.2.1.6.1. Orden Público y Social 180
6.2.1.7. Identificación de Amenazas de Origen Biológico 180
6.2.1.7.1. Infecciones y brotes de enfermedad por contacto con RESPEL 180
6.2.1.7.2. Afectación a la salud por olores ofensivos y material particulado 194
6.2.1.7.3. Epidemias o pandemias 199
6.2.1.8. Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático 199
6.2.1.9. Identificación y Priorización de Escenarios de Riesgo para el Proyecto 202
6.2.2. Análisis del riesgo 203
6.2.2.1. Análisis y Calificación de la Vulnerabilidad 203
6.2.3. Evaluación del riesgo 215
6.2.4. Anexos Cartográficos 229
6.3. Monitoreo del Riesgo 230

7. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO 252
7.1. Intervención correctiva 252
7.1.1. Identificación de alternativas de intervención correctiva 252
7.2. Intervención prospectiva 269
7.3. Protección financiera 272
8. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE 273
8.1. Plan de Emergencias y Contingencia - PEC 273
8.1.1. Preparación para la respuesta a emergencias 273
8.1.1.1. Capacitación 273
8.1.1.2. Simulaciones y simulacros 275
8.1.1.3. Equipamiento 294
8.1.1.4. Planeación y organización 296
8.1.1.5. Equipo de respuesta del PEC 297
8.1.1.6. Roles y responsabilidades 298
8.1.1.7. Inventario de recursos 309
8.1.1.8. Apoyo a terceros 311
8.1.2. Ejecución para la Respuesta a Emergencias 316
8.1.2.1. Objetivos y Alcance 316
8.1.2.2. Niveles de Emergencia 317
8.1.2.3. Alerta, Alarma y Niveles de Actuación 320
8.1.2.3.1. Sistema de alerta 320
8.1.2.4. Estructura de la Intervención y Articulación de la Respuesta 321
8.1.2.5. Protocolos y Procedimientos de Respuesta para cada Tipo de Emergencia 323
8.1.2.6. Rutas de evacuación y punto de encuentro 369
8.1.2.7. Mecanismo de actualización del PEC 370
9. PLAN DE INVERSIONES 371
10. SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN 383
11. SOCIALIZACIÓN Y COMUNICACIÓN 384
12. BIBLIOGRAFÍA 386
13. ANEXOS 393

470

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Marco legal aplicable al proyecto. 25
Tabla 2. Información del Contratista. 35
Tabla 3. Información de la Interventoría. 36
Tabla 4. Tiempos de ejecución de las etapas del proyecto. 40
Tabla 5. Distribución de Zonas. 49
Tabla 6. Directivas del Proyecto. 72
Tabla 7. Riesgos Ambientales, Operacionales, Socio-políticos y Sociales Identificados y Evaluados para el Proceso Contractual No. IDRD-SG-SAMC-071-2023. 78
Tabla 8. Clasificación de probabilidad de la amenaza. 94
Tabla 9. Clasificación de la Gravedad de las Consecuencias. 94
Tabla 10. Criterios para la Definición de las Consecuencias. 95
Tabla 11. Valoración de la Gravedad del Evento Amenazante. 96
Tabla 12. Matriz de Evaluación Aleatoria (RAM): valoración de escenarios de probabilidad y gravedad. 98
Tabla 13. Fenómenos amenazantes identificados. 99
Tabla 14. Registros historias de emergencias ocurridas en el área de influencia del proyecto. 100
Tabla 15. Descripción de las zonas de respuesta sísmica. 104
Tabla 16. Rangos de amenaza en relación a la velocidad del viento. 110
Tabla 17. Variables analizadas para la amenaza por contaminación de acuíferos. 148
Tabla 18. Datos incluidos en el modelo. 162
Tabla 19. Escenario planteado para modelación. 163
Tabla 20. Vías de exposición plausibles para cada compuesto medido en la totalidad del área de interés. 183
Tabla 21. Definición de pesos de los compuestos medidos en la totalidad del área de influencia. 193
Tabla 22. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire. 195
Tabla 23. Escenarios de riesgo identificados para el proyecto. 202
Tabla 24. Grados de vulnerabilidad valorados para el proyecto. 204
Tabla 25. Interacciones de Escenarios de Riesgo y Elementos Expuestos. 211
Tabla 26. Grado de Vulnerabilidad de los Elementos Expuestos por cada Escenario de Riesgo Identificado. 213
Tabla 27. Matriz RAM para el proyecto. 215
Tabla 28. Escenarios de Riesgos Priorizados para el proyecto. 228
Tabla 29. Valoración de grados de respuesta por nivel de riesgo. 229
Tabla 30. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER01. 230

171

Tabla 31. Acciones de monitoreo planteadas para los escenarios de riesgo ER02 y ER03.....233
Tabla 32. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER04.....234
Tabla 33. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER05.....235
Tabla 34. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER06.....235
Tabla 35. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER07.....238
Tabla 36. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER09.....239
Tabla 37. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER10.....240
Tabla 38. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER11.....243
Tabla 39. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER08, ER12, y ER13. 243
Tabla 40. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER14.....246
Tabla 41. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER15.....249
Tabla 42. Acciones de monitoreo planteadas para el escenario de riesgo ER16.....249
Tabla 43. Medidas de Intervención Correctiva de tipo No estructural para cada uno de los escenarios de riesgo priorizados. 252
Tabla 44. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER01.....252
Tabla 45. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER02.....253
Tabla 46. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER03.....253
Tabla 47. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER04.....254
Tabla 48. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER05.....254
Tabla 49. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER06.....254
Tabla 50. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER07.....256
Tabla 51. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER09.....256
Tabla 52. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER10.....259
Tabla 53. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER11.....262
Tabla 54. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER08, ER12 y ER12. 263
Tabla 55. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER14.....264
Tabla 56. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER15.....267
Tabla 57. Medidas de Intervención Correctiva para el Escenario de Riesgo ER16.....268
Tabla 58. Acciones que permiten evitar la aparición de nuevos riesgos. 269
Tabla 59. Capacitación y entrenamiento. 274
Tabla 60. Plan de Capacitaciones, Simulacros y Cronograma de Ejecución del Plan de Contingencia Ambiental.....278
Tabla 61. Equipamiento para el proyecto. 294
Tabla 62. Roles del Equipo de Emergencias. 299
Tabla 63. Responsabilidades de cada uno de los Integrantes del comité de emergencias.....299
Tabla 64. Actores de ayuda mutua. 309

472

Tabla 65. Inventario de Recursos Propios del Proyecto. 309
Tabla 66. Contactos de entidades para la atención de emergencias. 312
Tabla 67. Directorio de líderes del AID. 313
Tabla 68. Niveles de Emergencia definidos para el proyecto. 318
Tabla 69. Estrategia de comunicación de reportes de contingencias. 322
Tabla 70. Procedimientos operativos del PEC. 324
Tabla 71. Ficha No. 1. 324
Tabla 72. Ficha No. 2. 331
Tabla 73. Ficha N° 3. 337
Tabla 74. Ficha N° 4. 344
Tabla 75. Ficha No. 5. 348
Tabla 76. Ficha No. 6 355
Tabla 77. Ficha N° 7. 362
Tabla 78. Plan de Inversiones del PGRDEPP. 371

473

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización UPL Porvenir. 37
Ilustración 2. Mapa de Localización del Área del Proyecto. 38
Ilustración 3. Localización del proyecto. 39
Ilustración 4. Render del proyecto. 40
Ilustración 5. Plano de implantación de la obra. 42
Ilustración 6. Zonas verdes del proyecto. 49
Ilustración 7. Diseño paisajístico. 50
Ilustración 8. Árboles propuestos para el proyecto Velódromo Gibraltar. 51
Ilustración 9. Vegetación en praderas silvestres, cubierta verde y SUDS. 51
Ilustración 10. Área de Influencia Directa (AID) del proyecto. 53
Ilustración 11. Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto. 55
Ilustración 12. Localización localidad de Kennedy. 56
Ilustración 13. Localización del Sector Suroccidente, sus Unidades de Planeamiento Local y sus Actuaciones Estratégicas 58
Ilustración 14. Elementos ambientales presentes en el territorio. 61
Ilustración 15. Mapa de Identificación de Áreas Ambientalmente Sensibles. 66
Ilustración 16. Estructura Organizacional. 69
Ilustración 17. Mapa de Procesos de la Entidad. 75
Ilustración 18. Matriz para Valoración del Riesgo. 77
Ilustración 19. Criterios para Valoración del Riesgo. 78
Ilustración 20. Niveles de Exposición para Arsénico, Cromo Hexavalente, TPH y Plomo. 83
Ilustración 21. Estudio de Biogás, Ingeniería y Georiesgos. 2007. 85
Ilustración 22. Distribución de residuos identificados en el predio 2018. 86
Ilustración 23. Estaciones Meteorológicas. 87
Ilustración 24. Perfiles litológicos zona sur del predio. Producto 4. 88
Ilustración 25. Dimensiones del análisis de riesgo en Proyectos de Inversión 92
Ilustración 26. Mapa de zonificación sísmica de Colombia. 103
Ilustración 27. Zonificación Geomorfológica para el proyecto. 104
Ilustración 28. Mapa de respuesta sísmica para el proyecto. 105
Ilustración 29. Mapa de zonificación sísmica para el proyecto. 105
Ilustración 30. Distribución espacial de los reportes de granizadas en Colombia por municipio en el periodo 1980 -2014. 107
Ilustración 31. Distribución espacial de la probabilidad de granizadas en 10 años (2001-2010). 108
Ilustración 32. Amenaza por granizadas para el proyecto. 109
Ilustración 33. Rangos de velocidad del viento para el proyecto. 111

Ilustración 34. Amenaza por fuertes vientos o vendavales para el proyecto. 111
Ilustración 35. Mapa de ISO-Niveles ceraunicos para Colombia (Área de 30 km x30 km) – 1999. 112
Ilustración 36. DDT Colombia 1999 (áreas 300 km² x 300 km²). 113
Ilustración 37. Mapa de amenaza ceraúnica para el proyecto. 115
Ilustración 38. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el proyecto. 116
Ilustración 39. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales para el proyecto. 117
Ilustración 40. Cuerpos de agua contiguos al área del proyecto. 119
Ilustración 41. Contexto de intervención del predio. 120
Ilustración 42. Mapa de amenaza de inundación por rompimiento del Jarillón para el proyecto. 122
Ilustración 43. Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento para el proyecto. 123
Ilustración 44. Mapa de amenaza de inundación por encharcamiento para el proyecto. 124
Ilustración 45. Mapa de amenaza de inundación por encharcamiento para el AID. 125
Ilustración 46. Mapa de amenaza por incendios forestales para el proyecto. 127
Ilustración 47. Mapa del modelo de subsidencia para Bogotá, desde el 28 de septiembre de 2011 hasta el 17 de octubre de 2017, obtenido utilizando imágenes TerraSAR–X. 129
Ilustración 48. Ubicación de hidratantes cercana al área del proyecto. 131
Ilustración 49. Equipotenciales y direcciones de flujo del agua subterránea. 134
Ilustración 50. Equipotenciales y direcciones de flujo del lixiviados. 134
Ilustración 51. Equipotenciales y principales vectores de flujo del lixiviado. 135
Ilustración 52. Condición topográfica del predio Gibraltar (vista Norte-Sur y vista Este-Oeste). 136
Ilustración 53. Modelo Hidrogeológico Conceptual-MH. 137
Ilustración 54. Resultados de las muestras de agua subterránea. 140
Ilustración 55. Distribución espacial de la conductividad hidráulica en zonas adyacentes al predio. 142
Ilustración 56. Valores de Permeabilidad o Conductividad Hidráulica. 143
Ilustración 57. Distribución espacial de la conductividad hidráulica para el proyecto. 143
Ilustración 58. Definición Práctica de las clases de vulnerabilidad. 144
Ilustración 59. Vulnerabilidad intrínseca del acuífero. 145
Ilustración 60. Contenido de Cadmio Total (mg/L) en muestras de agua subterránea para el proyecto. 146
Ilustración 61. Contenido de Arsénico Total (mg/L) en muestras de agua subterránea para el proyecto. 147
Ilustración 62. Contenido de Cromo Total (mg/L) en muestras de agua subterránea para el proyecto. 147
Ilustración 63. Mapa de amenaza por contaminación de acuíferos para el proyecto. 149

475

Ilustración 64. Ubicación pozos de monitoreo de aguas subterráneas. 151
Ilustración 65. Distribución espacial de la precipitación anual para el área urbana, con base en 47 estaciones ubicadas en la capital - Periodo de las series 2000-2015. 152
Ilustración 66. Rangos de precipitación promedio anual para el proyecto. 153
Ilustración 67. Visor del Sistema de Alerta Bogotá -SAB. 154
Ilustración 68. Localización general chimeneas Área 2 y Área 3 – Predio Gibraltar. 157
Ilustración 69. Concentración de metano (CH_4 %) julio y agosto de 2022 – Área 2. 158
Ilustración 70. Concentraciones de metano (CH_4 %) junio y julio de 2022 – Área 3. 159
Ilustración 71. Chimeneas ubicadas dentro del área de influencia del proyecto. 161
Ilustración 72. Niveles de preocupación inflamable. 164
Ilustración 73. Niveles de Preocupación por sobrepresión. 166
Ilustración 74. Niveles tóxicos de preocupación. 167
Ilustración 75. Mapa de amenaza relacionada con la acumulación de gases del relleno antrópico. 168
Ilustración 76. Modelo de iso-concentraciones de Cloruros. 171
Ilustración 77. Modelo de iso-concentraciones de Cr. 172
Ilustración 78. Modelo de iso-concentraciones de DQO. 172
Ilustración 79. Modelo de iso-concentraciones de Pb. 173
Ilustración 80. Sistema de acueducto y sistema de alcantarillado colindante al Proyecto. 179
Ilustración 81. Niveles de Exposición para Arsénico, Cromo Hexavalente, TPH y Plomo para el proyecto. 184
Ilustración 82. Contenido de TPH de muestras de suelo para el proyecto. 185
Ilustración 83. Contenido de TPH ERO/ORO de muestras de suelo para el proyecto. 186
Ilustración 84. Contenido de Arsénico de muestras de suelo para el proyecto. 187
Ilustración 85. Concentración de cromo en muestras de suelo para el proyecto 187
Ilustración 86. Concentración de cromo hexavalente en muestras de suelo para el proyecto. 188
Ilustración 87. Concentración de níquel en muestras de suelo para el proyecto. 189
Ilustración 88. Concentración de plomo en muestras de suelo para el proyecto. 189
Ilustración 89. Concentración de mercurio en muestras de suelo para el proyecto 190
Ilustración 90. Concentración de cobre en muestras de suelo para el proyecto 190
Ilustración 91. Concentración de cadmio en muestras de suelo para el proyecto. 191
Ilustración 92. Concentración de cobalto en muestras de suelo para el proyecto. 191
Ilustración 93. Concentración de aluminio en muestras de suelo para el proyecto. 192
Ilustración 94. Mapa de amenaza por Infecciones y brotes de enfermedad por contacto con RESPEL. 194
Ilustración 95. Concentración de PM 10 promedio anual para el proyecto 195
Ilustración 96. Concentración de PM 2,5 promedio anual para el proyecto 196

476

Ilustración 97. Mapa de amenaza de afectación a la salud por material particulado para el proyecto. 197
Ilustración 98. Distribución espacial de concentración de Ácido Sulfhídrico (H_2S ppm) meses de julio y agosto 2022. 199
Ilustración 99. Mapa de vulnerabilidad integral al cambio climático para el proyecto. 200
Ilustración 100. Mapa de capacidad adaptativa al cambio climático para el proyecto. 201
Ilustración 101. Mapa de localización de elementos expuestos del nivel operacional y tecnológico para el proyecto 205
Ilustración 102. Mapa de localización de elementos expuestos del componente ambiental para el proyecto. 206
Ilustración 103. Mapa de localización de elementos expuestos del componente sociopolítico y/o cultural para el proyecto. 209
Ilustración 104. Esquema de Preparación del Simulacro. 277
Ilustración 105. Procedimientos típicos en caso de situaciones de emergencias 296
Ilustración 106. Estructura del Comité de Emergencias 298
Ilustración 107. Actores sociales. 313
Ilustración 108. Componentes de la estructura de Plan de Contingencia y Emergencia - PEC. 321
Ilustración 109. Plano de rutas de evaluación y puntos de encuentro 369

1477

1. INTRODUCCIÓN

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Empresas Públicas y Privadas (PGRDEPP) del Proyecto Velódromo Gibraltar se construye en el marco del Contrato IDRD 3232 de 2023, cuyo objeto es "CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ". Este proceso se lleva a cabo en conformidad con lo establecido por la Ley 1523 de 2012, artículo 42, el Decreto 2157 de 2017 y las determinantes ambientales del Plan Director del Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar).

El plan será presentado ante la interventoría para verificación, aprobación y seguimiento, y posteriormente será cargado al Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER). Así mismo, será presentado ante la Secretaría Distrital de Salud (SDS), con copia a la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), antes del inicio de las actividades en el predio, conforme al Concepto Técnico No. 03441 del 31 de marzo de 2023 emitido por la SDA y lo establecido en el Apéndice de Calidad, el Apéndice SST y el Apéndice Ambiental. En este último, se establece:

> *Se deberá elaborar el Plan de Gestión de riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en los términos de referencia contemplados en el Decreto 2157 de 2017 "Por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012".*
>
> *Así mismo deberá dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 27 del decreto 555 de 2021 Obligatoriedad de análisis de riesgo para la construcción de infraestructuras, "Para el desarrollo de infraestructuras en cualquier zona con nivel de amenaza por movimientos en masa e inundación, el responsable de esta deberá elaborar los planes de gestión de riesgos de que trata el Decreto Nacional 2157 de 2017 que adiciona el Decreto Único Reglamentario 1081 de 2015 la norma que lo adicione, modifique o sustituya, y establecer las medidas de mitigación necesarias."*
>
> *Por otro lado, el Plan de Gestión del riesgo deberá incluir el análisis de riesgo de los compuestos de interés identificados por la autoridad ambiental o en la ejecución de la obra, implementar acciones de gestión de riesgo nivel 1 (Acciones de reducción de concentración de la sustancia contaminante.), nivel 2 (Retiro o aislamiento de la zona contaminada de los receptores sensibles) y/o nivel (Limitación o eliminación de la vía de exposición) establecidas en el concepto técnico 03441 de 2023 y las demás que considere*

178

el contratista, la interventoría o la supervisión. Se considera necesario que el responsable de las labores constructivas para el proyecto PM-10 El Porvenir, implemente medidas de gestión del riesgo para minimizar o eliminar el riesgo medido, se deberá articular con el componente de seguridad y salud en el trabajo (APÉNDICE AMBIENTAL, LINEAMIENTOS TÉCNICOS DE LA GESTION AMBIENTAL, 2023, p. 17).

Es esencial destacar que el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres del Proyecto Velódromo Gibraltar. (PGRDEPP) abarca, entre otros aspectos, un análisis detallado de riesgos que contempla los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional sobre la infraestructura expuesta. Esto se extiende a aquellos eventos derivados de los daños durante la etapa inicial y la construcción, con potencial para generar alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad en el área de influencia de posible afectación.

479

2. ALCANCE

El Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de las Empresas Públicas y Privadas (PGRDEPP) del Proyecto Velódromo Gibraltar, aplica para el Contrato IDRD-3232 de 2023, cuyo objeto es "CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ", cuya área de influencia se ubica en el Distrito Capital. Por consiguiente, la Unión Temporal Metropolitano Porvenir responsable tanto de la fase inicial como de la etapa de construcción del proyecto, reconoce el ámbito de aplicación definido en el Artículo 2.3.1.5.1.2.1. y el Artículo 2.3.1.5.1.2.2. del Decreto 2157 de 2017. Estos artículos establecen que las entidades, ya sean públicas o privadas, encargadas de la ejecución de obras mediante megaproyectos, macroproyectos, proyectos estratégicos de interés nacional, regional, departamental y/o local, así como todas las obras civiles que conlleven modificaciones al entorno, herramientas y equipos con potencial riesgo de desastre para la sociedad y el ambiente, tienen la responsabilidad de elaborar e implementar el PGRDEPP.

En consonancia con lo expuesto, el PGRDEPP del Proyecto Velódromo Gibraltar comprende los tres (3) procesos de la gestión del riesgo de desastres: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre. Por tanto, a partir de la identificación, caracterización y análisis de los escenarios de riesgo identificados para el Proyecto Velódromo Gibraltar, se implementarán acciones de intervención orientadas a mitigar la amenaza y la vulnerabilidad. Así mismo, se definirán medidas de preparación y ejecución de la respuesta, con el propósito de salvaguardar a la población, mejorar la seguridad, promover el bienestar y garantizar la sostenibilidad del área afectada.

El alcance del PGRDEPP se extiende a todos los aspectos relacionados con la seguridad y respuesta ante situaciones de emergencia en el contexto del Proyecto Velódromo Gibraltar. Involucra a todas las personas presentes en las instalaciones y frentes de trabajo, como trabajadores, contratistas, proveedores, visitantes y la comunidad circundante.

Las acciones y responsabilidades del personal están claramente delimitadas por principios fundamentales, siendo prioritario no comprometer la vida o integridad personal al tomar decisiones en situaciones de emergencia. La participación del personal se centra en proporcionar respuestas inmediatas y controlar eventos incipientes hasta la llegada de los equipos especializados, como el Comité de Emergencias del proyecto, el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER), junto con las entidades del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (SDGR-CC).

480

Es fundamental reconocer que la cobertura temporal del plan es continua, las 24 horas del día, durante 24 meses y sus presuntas modificaciones al plazo de ejecución, lo que indica una preparación constante y disposición para afrontar cualquier eventualidad en cualquier momento. El alcance abarca tanto la etapa inicial como la fase de construcción del proyecto, asegurando una gestión integral y proactiva de los riesgos de desastres en todas las actividades relacionadas con el mismo.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Orientar la gestión del riesgo de desastres en el Proyecto Velódromo Gibraltar, en el marco del Contrato IDRD 3232 de 2023, cuyo objeto es "CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ", dando cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Ley 1523 de 2012, el Decreto 2157 de 2017 y las determinantes ambientales definidas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar, analizar y elaborar el análisis específico del riesgo, considerando los posibles escenarios de riesgo de desastres del Proyecto Velódromo Gibraltar, en su etapa inicial y etapa de construcción.

- Diseñar medidas de intervención del riesgo de desastre, de tipo correctivo y prospectivo, incluyendo la protección financiera, conforme los escenarios de riesgo identificados.

- Elaborar el Plan de Emergencia y Contingencia (PEC) del Proyecto Velódromo Gibraltar, teniendo en cuenta el resultado de los procesos de conocimiento del riesgo y reducción del riesgo.

482

4. MARCO CONCEPTUAL

Alerta: Estado que se declara con anterioridad a la manifestación de un evento peligroso, con base en el monitoreo del comportamiento del respectivo fenómeno, con el fin de que las entidades y la población involucrada activen procedimientos de acción previamente establecidos (Ley 1523 de 2012).

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012).

Análisis de riesgos: Proceso de comprender la naturaleza del riesgo para determinar el nivel de riesgo, es la base para la evaluación de riesgos y las decisiones sobre las medidas de reducción del riesgo y preparación para la respuesta. Incluye la estimación del riesgo (ISO/IEC, 2009, como se cita en UNGRD, 2017).

Calamidad pública: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la población, en el respectivo territorio, que exige al municipio, distrito o departamento ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción (Ley 1523 de 2012).

Cambio climático: Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (Ley 1523 de 2012).

Conocimiento del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la identificación de escenarios de riesgo, el análisis y evaluación del riesgo, el monitoreo y seguimiento del riesgo y sus componentes y la comunicación para promover una mayor conciencia del mismo que alimenta los procesos de reducción del riesgo y de manejo de desastre (Ley 1523 de 2012).

Desastre: Es el resultado que se desencadena de la manifestación de uno o varios eventos naturales o antropogénicos no intencionales que al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en las personas, los bienes, la infraestructura, los medios de subsistencia, la prestación de servicios o los recursos ambientales, causa daños o pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, generando una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, que exige del Estado y del sistema nacional ejecutar acciones de respuesta a la emergencia, rehabilitación y reconstrucción (Ley 1523 de 2012).

Emergencia: Situación caracterizada por la alteración o interrupción intensa y grave de las condiciones normales de funcionamiento u operación de una comunidad, causada por un evento adverso o por la inminencia del mismo, que obliga a una reacción inmediata y que requiere la respuesta de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general (Ley 1523 de 2012).

Escenario de riesgo: Son fragmentos o campos delimitados de las condiciones de riesgo del territorio presentes o futuras, que facilitan tanto la comprensión y priorización de los problemas como la formulación y ejecución de las acciones de intervención requeridas. Un escenario de riesgo se representa por medio de la caracterización y/o análisis de los factores de riesgo, sus causas, la relación entre las causas, los actores causales, el tipo y nivel de daños que se pueden presentar, la identificación de los principales factores que requieren intervención, así como las medidas posibles a aplicar y los actores públicos y privados que deben intervenir en la planeación, ejecución y control de las líneas de acción (UNGRD, 2017).

Exposición (elementos expuestos): Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, servicios ambientales y recursos económicos y sociales, bienes culturales e infraestructura que por su localización pueden ser afectados por la manifestación de una amenaza (Ley 1523 de 2012).

Gestión del riesgo: Es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible (Ley 1523 de 2012).

484

Intervención correctiva: Proceso cuyo objetivo es reducir el nivel de riesgo existente en la sociedad a través de acciones de mitigación, en el sentido de disminuir o reducir las condiciones de amenaza, cuando sea posible, y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Ley 1523 de 2012).

Intervención prospectiva: Proceso cuyo objetivo es garantizar que no surjan nuevas situaciones de riesgo a través de acciones de prevención, impidiendo que los elementos expuestos sean vulnerables o que lleguen a estar expuestos ante posibles eventos peligrosos. Su objetivo último es evitar nuevos riesgos y la necesidad de intervenciones correctivas en el futuro (Ley 1523 de 2012).

Manejo de desastres: Es el proceso de la gestión del riesgo compuesto por la preparación para la respuesta a emergencias, la preparación para la recuperación posdesastre, la ejecución de dicha respuesta y la ejecución de la respectiva recuperación, entiéndase: rehabilitación y recuperación (Ley 1523 de 2012).

Plan de gestión del riesgo de desastres: Es el instrumento que define los objetivos, programas, acciones, responsables y presupuestos, mediante las cuales se ejecutan los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y de manejo de desastres, en el marco de la planificación del desarrollo (UNGRD, 2017).

Preparación: Es el conjunto de acciones principalmente de coordinación, sistemas de alerta, capacitación, equipamiento, centros de reserva y albergues y entrenamiento, con el propósito de optimizar la ejecución de los diferentes servicios básicos de respuesta, como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros (Ley 1523 de 2012).

Prevención de riesgo: Medidas y acciones de intervención restrictiva o prospectiva dispuestas con anticipación con el fin de evitar que se genere riesgo. Puede enfocarse a evitar o neutralizar la amenaza o la exposición y la vulnerabilidad ante la misma en forma definitiva para impedir que se genere nuevo riesgo. Los instrumentos esenciales de la prevención son aquellos previstos en la planificación, la inversión pública y el ordenamiento ambiental territorial, que tienen como objetivo reglamentar el uso y la ocupación del suelo de forma segura y sostenible. (Ley 1523 de 2012).

Reducción del riesgo: Es el proceso de la gestión del riesgo, está compuesto por la intervención dirigida a modificar o disminuir las condiciones de riesgo existentes, entiéndase: mitigación del riesgo y a evitar nuevos riesgos en el territorio, entiéndase: prevención del riesgo. Son medidas de mitigación y prevención que se adoptan con antelación para reducir la amenaza, la exposición y disminuir la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia, los bienes, la infraestructura y los recursos ambientales, para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de producirse los eventos físicos peligrosos. La reducción del riesgo la componen la intervención correctiva del riesgo existente, la intervención prospectiva de nuevo riesgo y la protección financiera (Ley 1523 de 2012).

Respuesta: Ejecución de las actividades necesarias para la atención de la emergencia como accesibilidad y transporte, telecomunicaciones, evaluación de daños y análisis de necesidades, salud y saneamiento básico, búsqueda y rescate, extinción de incendios y manejo de materiales peligrosos, albergues y alimentación, servicios públicos, seguridad y convivencia, aspectos financieros y legales, información pública y el manejo general de la respuesta, entre otros. La efectividad de la respuesta depende de la calidad de preparación (Ley 1523 de 2012).

Riesgo de desastres: Corresponde a los daños o pérdidas potenciales que pueden presentarse debido a los eventos físicos peligrosos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, en un período de tiempo específico y que son determinados por la vulnerabilidad de los elementos expuestos; por consiguiente, el riesgo de desastres se deriva de la combinación de la amenaza y la vulnerabilidad (Ley 1523 de 2012).

Vulnerabilidad: Susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un evento físico peligroso se presente. Corresponde a la predisposición a sufrir pérdidas o daños de los seres humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos físicos peligrosos (Ley 1523 de 2012).

5. MARCO REFERENCIAL

5.1. REFERENCIAS NORMATIVAS

Tabla 1. Marco legal aplicable al proyecto.

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Ley 9 de 1979 "Por la cual se dictan Medidas Sanitarias"	Artículo 1°.- Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley establece: a. Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana; b. Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.
Decreto 2811 de 1974 "Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente"	Artículo 185°.- A las actividades mineras, de construcción, ejecución de obras de ingeniería, excavaciones, u otras similares, precederán estudios ecológicos y se adelantarán según las normas, sobre protección y conservación de suelos.
Ley 9 de 1989 "Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones"	Artículo 5°.- Entiéndese por espacio público el conjunto de inmuebles públicos y los elementos arquitectónicos y naturales de los inmuebles privados, destinados por su naturaleza, por su uso o afectación, a la satisfacción de necesidades urbanas colectivas que transcienden, por tanto, los límites de los intereses, individuales de los habitantes
Ley 99 de 1993 "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema	Artículo 1°.- Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales: 9. La prevención de desastres será materia de interés colectivo y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento.

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones"	
Ley 388 de 1997 "Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones"	Artículo 10°.- Determinantes de ordenamiento territorial y su orden de prevalencia. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial, los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes. 1. Nivel 1. Las determinantes relacionadas con la conservación, la protección del ambiente y los ecosistemas, el ciclo del agua, los recursos naturales, la prevención de amenazas y riesgos de desastres, la gestión del cambio climático y la soberanía alimentaria. d) Las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos de desastres, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales, y las relacionadas con la gestión del cambio climático.
Ley 400 de 1997 "Por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes"	Artículo 1°.- Objeto. La presente Ley establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas impuestas por la naturaleza o el uso, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que éstas producen, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.
Acuerdo 079 de 2003 "Por la cual se expide el Código de Policía de Bogotá, D.C.", modificado por el Acuerdo Distrital 735 de 2019.	Artículo 23.- Comportamientos que favorecen la seguridad en las construcciones. Quienes adelanten obras de construcción, ampliación, modificación, adecuación o reparación, demolición de edificaciones o de urbanización, parcelación para construcción de inmuebles o de terrenos en las áreas rurales o urbanas, además de observar todas las normas sobre construcción de obras y urbanismo, deberán obtener los conceptos previos y las licencias a que haya lugar y tienen además la obligación de adoptar las precauciones para que los peatones o los vecinos de la construcción no corran peligro.
Decreto 926 de 2010 "Por el cual se establecen los requisitos de carácter	Modificado por los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012, 945 de 2017, 2113 de 2019, 1711 de 2021, 1401 de 2023

148

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10"	Artículo 1°. Adóptese el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10, anexo al presente decreto, el cual tendrá vigencia en todo el territorio de la República.
Decreto 523 de 2010 "Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C."	Artículo 1°.- Adoptar las disposiciones de Microzonificación Sísmica de Bogotá, D.C., de acuerdo con los resultados del estudio de zonificación de la respuesta sísmica de Bogotá, de conformidad con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010; que dentro del presente Decreto se denominará el Reglamento NSR-10. La presente reglamentación tiene carácter obligatorio y es substitutiva de las secciones A.2.4 y A.2.6 del Reglamento NSR-10, es aplicable para el diseño y construcción de las edificaciones cubiertas por el alcance establecido en su sección A.1.2.3 y no se podrán aplicar con la versión del Reglamento NSR-98.
Ley 1523 de 2012, "por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones".	Que el artículo 1° de la citada Ley dispone que "la Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social orientado a la formulación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas, y acciones permanentes para el conocimiento y la reducción del riesgo y para el manejo de desastres, con el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar, la calidad de vida, de las personas y al desarrollo sostenible"; Que su artículo 2° establece que la responsabilidad de la gestión del riesgo corresponde a todas las autoridades y habitantes del territorio colombiano y, en tal virtud, "...las entidades públicas, privadas y comunitarias desarrollarán y ejecutarán los procesos de gestión del riesgo, entiéndase: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres, en el marco de sus competencias, su ámbito de actuación y su jurisdicción, como componentes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres". "Por su parte, los habitantes del territorio nacional, corresponsables de la gestión del riesgo, actuarán con precaución, solidaridad, autoprotección, tanto en lo personal como en lo de sus bienes, y acatarán lo dispuesto por las autoridades";

1489

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
	Que el artículo 42 relacionado con Análisis específicos de riesgo y planes de contingencia, establece que: "Todas las entidades públicas o privadas encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre para la sociedad, así como las que específicamente determine la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, deberán realizar un análisis específico de riesgo que considere los posibles efectos de eventos naturales sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia, así como los que se deriven de su operación. Con base en este análisis diseñará e implementarán las medidas de reducción del riesgo y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento".
Decreto 1072 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo"	Regula el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de Colombia y es de obligatorio cumplimiento por todas las organizaciones, independientemente de su naturaleza y tamaño.
Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"	Artículo 2.2.2.3.9.3. Contingencias ambientales. Si durante la ejecución de los proyectos obras, o actividades sujetas a licenciamiento ambiental o plan de manejo ambiental ocurriesen incendios, derrames, escapes, parámetros de emisión y/o vertimientos por fuera de los límites permitidos o cualquier otra contingencia ambiental, el titular deberá ejecutar todas las acciones necesarias con el fin de hacer cesar la contingencia ambiental e informar a la autoridad ambiental competente en un término no mayor a veinticuatro (24) horas.
Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio"	Plantea el desarrollo de estudios detallados en aquellas áreas identificadas por los estudios básicos incorporados en el POT vigente del municipio.
Resolución 600 de 2015 "Por la cual se adoptan los Lineamientos Técnicos para la Reducción de Riesgos en Excavaciones en Bogotá D.C.".	Artículo 2.- Alcance. Los Lineamentos Técnicos para la Reducción de Riesgos en Excavaciones en Bogotá D.C. constituyen una guía para el análisis específico de riesgos por excavaciones que considere los posibles efectos sobre las edificaciones e infraestructura expuestas y aquellos que se deriven de los daños de las mismas en su área de influencia; con base en este análisis se deberán diseñar e implementar las medidas de reducción del riesgo

1190

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
	y planes de emergencia y contingencia que serán de su obligatorio cumplimiento. Parágrafo. - Los Lineamientos Técnicos para la Reducción de Riesgos en Excavaciones en Bogotá D.C. deben incorporarse en las fases de diseño, ejecución y control de obras que incluyan excavaciones.
Resolución 603 de 2015 "Por la cual se adopta la Estrategia Institucional de Respuesta del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático – IDIGER".	Artículo 1. Adopción. Adóptese la Estrategia Institucional de Respuesta (EIR) del IDIGER de conformidad con la Estrategia Distrital de Respuesta, la cual se incorporará al Sistema Integrado de Gestión de la Entidad. Artículo 2. Objetivo. Garantizar el cumplimiento de las funciones y protocolos de respuesta asignadas al IDIGER, en el marco de actuación de la Estrategia Distrital de Respuesta a través de la atención integral, oportuna, eficiente y eficaz de las situaciones de emergencia, calamidad o desastre que se presenten en Bogotá D.C.
Ley 1801 de 2016 "Por la cual se expide el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana"	Artículo 27. Comportamientos que ponen en riesgo la vida e integridad. Los siguientes comportamientos ponen en riesgo la vida e integridad de las personas, y, por lo tanto, son contrarios a la convivencia: 5. No retirar o reparar, en los inmuebles, los elementos que ofrezcan riesgo a la vida e integridad. Construcción, cerramiento, reparación o mantenimiento de inmuebles; Remoción de bienes; Reparación de daños materiales de muebles o inmuebles; Destrucción de bien.
Decreto 2157 de 2017, "por medio del cual se adoptan directrices generales para la elaboración del plan de gestión del riesgo de desastres de las entidades públicas y privadas en el marco del artículo 42 de la ley 1523 de 2012".	Que mediante el Decreto 2157 de 2017, se reglamenta el Articulo 42 de la Ley 1523 de 2012; Que el artículo 2.3.1.5.2.1 del precitado Decreto establece el PGRDEPP como el instrumento mediante el cual las entidades públicas y privadas, objeto del presente capítulo, deberán: identificar, priorizar, formular, programar y hacer seguimiento a las acciones necesarias para conocer y reducir las condiciones de riesgo (actual y futura) de sus instalaciones y de aquellas derivadas de su propia actividad u operación que pueden generar daños y pérdidas a su entorno, así como dar respuesta a los desastres que puedan presentarse. En este sentido, las entidades públicas y privadas están en la obligación de dar a conocer sus PGRDEPP a las comunidades cercanas y a las entidades territoriales, para que sean incluidos dentro de los PMGRD.

491

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
	En cuanto a su Ámbito de aplicación, indica que le aplica a (…) todas las entidades públicas o privadas que desarrollen sus actividades en el territorio nacional, encargadas de la prestación de servicios públicos, que ejecuten obras civiles mayores o que desarrollen actividades industriales o de otro tipo que puedan significar riesgo de desastre debido a eventos físicos peligrosos de origen natural, socio natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional (…) … Que el Artículo 2.3.1.5.2.3.1. de la Implementación sectorial y armonización territorial del PGRDEPP, indica que: "Una vez adoptado el PGRDEPP, la entidad deberá implementar con sus propios recursos económicos, técnicos, tecnológicos, logísticos, humanos, entre otros, las medidas de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres establecidas en el citado Plan.
Resolución 1486 de 2018 "Por la cual se adopta el formato único para el reporte de las contingencias para proyectos no licenciados y se adoptan otras determinaciones",	Las entidades jurídicas o individuos que experimenten una contingencia ambiental como resultado de sus obras, actividades o proyectos, y que realicen estas actividades sin requerir licenciamiento ambiental, están obligados a completar y enviar a las autoridades ambientales competentes a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (VITAL), un informe inicial en el Formato Único para el reporte de Contingencias Ambientales en un plazo de veinticuatro (24) horas después de la ocurrencia o conocimiento de la contingencia ambiental. En los siete (7) días calendario posteriores al informe inicial, se debe proporcionar a través de VITAL el Formato Único que detalla los progresos parciales en la gestión de la contingencia hasta su conclusión. En caso de que las labores de atención de la contingencia se completen, se deberá completar el informe final, que debe ser entregado a la autoridad ambiental dentro de los treinta (30) días posteriores a la finalización de dichas labores.
Ley 1931 de 2018 "por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático"	Artículo 1. Objeto. La presente ley tiene por objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono.

492

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
Decreto 837 de 2018 "Por medio del cual se adopta el Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para Bogotá D.C., 2018-2030 y se dictan otras disposiciones"	Por medio del cual se adopta el "Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para Bogotá D.C., 2018-2030", y la "Estrategia Distrital para la Respuesta a Emergencias -Marco de Actuación".
Decreto 510 de 2019 "Por el cual se reglamenta el Sistema Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Computo – C4 y se dictan otras disposiciones"	Artículo 1º.- Definición del Sistema Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo, C4. El Centro de Comando, Control, Comunicaciones y Cómputo es el sistema que articula las herramientas tecnológicas, operacionales y humanas dispuestas por el Distrito Capital con el propósito de dar una respuesta coordinada, eficiente y oportuna a los eventos de seguridad y emergencia que ocurren en Bogotá, D.C., a la vez, que genera información centralizada y confiable para la toma de decisiones y aporta conocimiento para la prevención y anticipación de dichos eventos. Artículo 13º.- Definición Número Único de Seguridad y Emergencias-NUSE 123. Para efecto del presente decreto se entenderá por Número Único de Seguridad y Emergencias - NUSE 123 el número único liderado por la Secretaria Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia para la atención de requerimientos de la ciudadanía o de entidades nacionales o distritales en cuanto a eventos de seguridad, convivencia ciudadana, urgencias, emergencias y desastres de cualquier tipo, y de despachar las unidades de los organismos de emergencia y seguridad en forma coordinada, para dar una respuesta eficiente y rápida para cada uno de los escenarios de emergencias y seguridad.
Resolución 312 de 2019 "Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST"	Artículo 16. Estándares Mínimos para empresas de más de cincuenta (50) trabajadores. Las empresas de más de cincuenta (50) trabajadores clasificados con riesgo I, II, III, IV ó V y las de cincuenta (50) o menos trabajadores con riesgo IV ó V, deben cumplir con los Estándares Mínimos definidos, con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores.
Ley 2041 de 2020 "por medio de la cual se garantiza el derecho de las personas a	Se busca asegurar el crecimiento físico, mental y global de todos los individuos, particularmente de los niños que viven en el país, mediante la creación de medidas para promover un entorno libre de plomo (Pb). Estas directrices tienen como objetivo prevenir la

1493

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
desarrollarse física e intelectualmente en un ambiente libre de plomo, fijando límites para su contenido en productos comercializados en el país y se dictan otras disposiciones	contaminación, intoxicación y enfermedades causadas por la exposición a este metal.
Decreto 345 de 2020 "Por el cual se adopta la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS- del Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones"	Artículo 1°.- Objeto. Adóptese la actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- del Distrito Capital, para un horizonte de doce (12) años, contados a partir de la entrada en vigencia del presente decreto como el instrumento de planeación distrital contentivo de los objetivos, metas, programas, proyectos, actividades, y recursos para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos. Modificado parcialmente por el Decreto 342 de 2023. "Por medio del cual se actualizan los parámetros de la línea base y se modifica el numeral 3.9. Programa de disposición final del Documento Técnico de Soporte, del Decreto Distrital 345 de 2020 - Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos -PGIRS y se dictan otras disposiciones"
Decreto 555 de 2021 "Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C."	Artículo 5. Objetivos de ordenamiento territorial. Los principios rectores del presente Plan y sus estrategias buscan concretar siete objetivos de largo plazo, a través de estrategias de las estructuras territoriales, proyectos estructurantes y actuaciones estratégicas que determinan el Modelo de Ocupación del Territorio, y se concretan en disposiciones normativas y en programas que garantizan el seguimiento de su ejecución, los cuales se detallan en los componentes urbano y rural, y en el contenido programático del presente Plan. Son objetivos de largo plazo del presente Plan: 2. Incrementar la capacidad de resiliencia del territorio frente a la ocurrencia de desastres derivados de la variabilidad y del cambio climático. El Distrito Capital incorpora la gestión del riesgo en el ordenamiento territorial y la implementación de medidas de adaptación y mitigación que incidan en la protección de la vida y el bienestar de la población.

NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
	Artículo 27. Obligatoriedad de análisis de riesgos para la construcción de infraestructuras. Para el desarrollo de infraestructuras en cualquier zona con nivel de amenaza por movimientos en masa e inundación, el responsable de esta deberá elaborar los planes de gestión de riesgos de que trata el Decreto Nacional 2157 de 2017 que adiciona el Decreto Único Reglamentario 1081 de 2015 o la norma que lo adicione, modifique o sustituya, y establecer las medidas de mitigación necesarias. Parágrafo. En el caso en el cual se pretendan desarrollar servicios conexos o usos del suelo en la infraestructura de qué trata el presente artículo, los mismos podrán hacer parte de los estudios y demás insumos y componentes de los planes de gestión del riesgo mencionados, con el objetivo de proteger las personas y los bienes que se localicen por cuenta de estas actividades. Artículo 30. Gestión del Riesgo por Fenómenos de Origen Tecnológico. Gestión del Riesgo por Fenómenos de Origen Tecnológico. Todos los proyectos de inversión pública en el Distrito Capital deben desarrollar un análisis de riesgo de desastres de acuerdo con su naturaleza y complejidad, el cual deberá ser considerado desde las etapas tempranas de la maduración de los proyectos, conforme a lo señalado en la Ley 1523 de 2012 o la norma que la modifique o sustituya.

Fuente: Los autores.

5.2. NORMAS TÉCNICAS

NORMA TÉCNICA	DESCRIPCIÓN
NTC ISO 39001:2014	Sistemas de Gestión de la Seguridad Vial
NTC ISO 9001:2015	Sistemas de Gestión de la Calidad
NTC ISO 14001:2015	Sistemas de Gestión Medioambiental
NTC ISO 45001:2018	Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo
NTC ISO 31000:2018	Gestión del Riesgo: principios y directrices

Fuente: Los autores.

495

5.3. REFERENCIAS CONTRACTUALES

REFERENCIA	EMISOR
Contrato de Consultoría No. 2758 de 2021, cuyo objeto contractual consistió en "Realizar proyecto arquitectónico definitivo, estudios y diseños técnicos de ingeniería para el velódromo ubicado en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar), en la Localidad de Kennedy del Distrito Capital"	Paralelo 621 Gerencia Diseño y Construcción S.A.S.
Proceso de Contratación No. IDRD-SG-SAMC-071-2023	Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD)
Contrato de Obra No. IDRD-CTO-3232-2023, cuyo objeto es "Contratar las obras y actividades complementarias del velódromo ubicado en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar), en la Localidad de Kennedy en Bogotá"	Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD)
Apéndice Ambiental. Lineamientos técnicos de la gestión ambiental. "Contratar las obras del Velódromo Ubicado en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar), en la Localidad de Kennedy del Distrito Capital."	Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD)

Fuente: Los autores.

496

6. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

6.1. ESTABLECIMIENTO DEL CONTEXTO

6.1.1. Información general de la actividad

El INSTITUTO DISTRITAL DE CULTURA, RECREACIÓN Y DEPORTE (IDRD) y la UNIÓN TEMPORAL METROPOLITANO PORVENIR, integrada por CYG INGENIERIA Y CONSTRUCCIONES SAS (con una participación del 59% en el proponente plural), PROYECTOS DE INGENIERIA S.A PROING S.A. (con una participación del 23% en el proponente plural), GUSTAVO HERNAN VELANDIA POVEDA (con una participación del 17% en el proponente plural) y INCITECO SAS (con una participación del 1% en el proponente plural) – ver Tabla 2, celebraron el Contrato No. 3232 del 2023, cuyo objeto es "CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ". Así las cosas, la UNIÓN TEMPORAL METROPOLITANO PORVENIR estará encargada de desarrollar las actividades administrativas y de coordinación del proyecto, así como la construcción de la edificación del VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR) (IDRD, 2023a).

Tabla 2. Información del Contratista.

CONTRATISTA	
NOMBRE	UNIÓN TEMPORAL METROPOLITANO PORVENIR
DIRECCIÓN	CARRERA 7 No. 75 – 51 OFICINA 602, BOGOTÁ D.C.
TELÉFONO	(+57) 601 6401500
N° DE CONTRATO	3232 DEL 2023
OBJETO DE CONTRATO	"CONTRATAR LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DEL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ"
RERESENTANTE LEGAL	JOSE LUIS CLAVIJO OLMOS
PLAZO DEL CONTRATO	26 MESES
FECHA INICIO	6 DE FEBRERO DE 2024
FECHA INICIO DE ETAPA CONSTRUCTIVA	6 DE ABRIL DE 2024
FECHA FINAL	5 DE ABRIL DE 2026

Fuente: Los autores.

497

Tabla 3. Información de la Interventoría.

INTERVENTORÍA	
NOMBRE	CONSORCIO INTERVENTORES GIBRALTAR
DIRECCIÓN	CALLE 120 A # 7- 36 OFI. 802
TELÉFONO	(601) 2456144
N° DE CONTRATO	3219-2023
OBJETO DE CONTRATO	"REALIZAR LA INTERVENTORÍA TÉCNICA, ADMINISTRATIVA, CONTABLE, FINANCIERA, SOCIAL, AMBIENTAL, SST Y JURÍDICA A LAS OBRAS Y ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE LOS PROYECTOS 1 Y 2 A CARGO DE LA SUBDIRECCIÓN TÉCNICA DE CONSTRUCCIONES - STC DEL IDRD PARA EL PREDIO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ"
REPRESENTANTE LEGAL	ANDRES HUMBERTO MARTINEZ VESGA
PLAZO DEL CONTRATO	27 MESES
FECHA INICIO	6 DE FEBRERO DE 2024
FECHA INICIO DE ETAPA CONSTRUCTIVA	6 DE ABRIL DE 2024
FECHA FINAL	5 DE MAYO DE 2026

Fuente: Los autores.

6.1.1.1. Datos del Proyecto

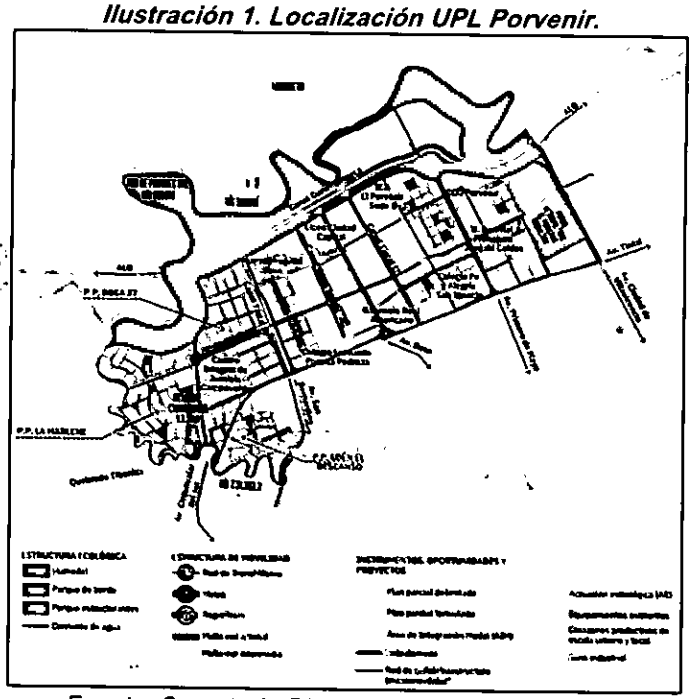
El Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar) y el futuro Velódromo, se encuentra situado de manera estratégica dentro de la UPL 15 - El Porvenir, en la Localidad de Kennedy. La Unidad de Planeamiento Local Porvenir está situada en el límite suroccidental de la ciudad, colindando con el municipio de Mosquera al noroccidente, la UPL Patio Bonito al nororiente, el municipio de Soacha al suroriente y la UPL Bosa al suroccidente. Sus 1,119.69 hectáreas están delimitadas por la Avenida Ciudad de Villavicencio, la Avenida Tintal y los ríos Tunjuelo y Bogotá. Además, atraviesan el área la Avenida Primero de Mayo, la Avenida Bosa, la Avenida San Bernardino y la Alameda El Porvenir, que funcionan como ejes principales de la zona (Secretaría Distrital de Planeación, 2023).

Tiene una superficie total de 1.119,69 hectáreas, de las cuales 664,50 están dentro del área urbana y 275,35 corresponden a zonas de expansión, principalmente asociadas a planes parciales como Bosa 37, ya aprobado, y Edén El Descanso en proceso de formulación. Además,

4198

cuenta con 179,83 hectáreas de área rural, mayormente situadas a lo largo del corredor hídrico del río Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2023).

Ilustración 1. Localización UPL Porvenir.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2023.

El predio del proyecto abarca dos áreas separadas por la Alameda El Porvenir: el Globo Norte (A) y el Globo Sur (B). El primero limita con la Avenida Longitudinal de Occidente, la Alameda Porvenir, la Calle 49 Sur y la Avenida Ciudad de Villavicencio, abarcando aproximadamente 156.585,00 m^2. El segundo limita con la Alameda El Porvenir, la Calle 49 Sur, la Avenida Ciudad de Villavicencio y la Carrera 91, con una extensión aproximada de 305.000,00 m^2.

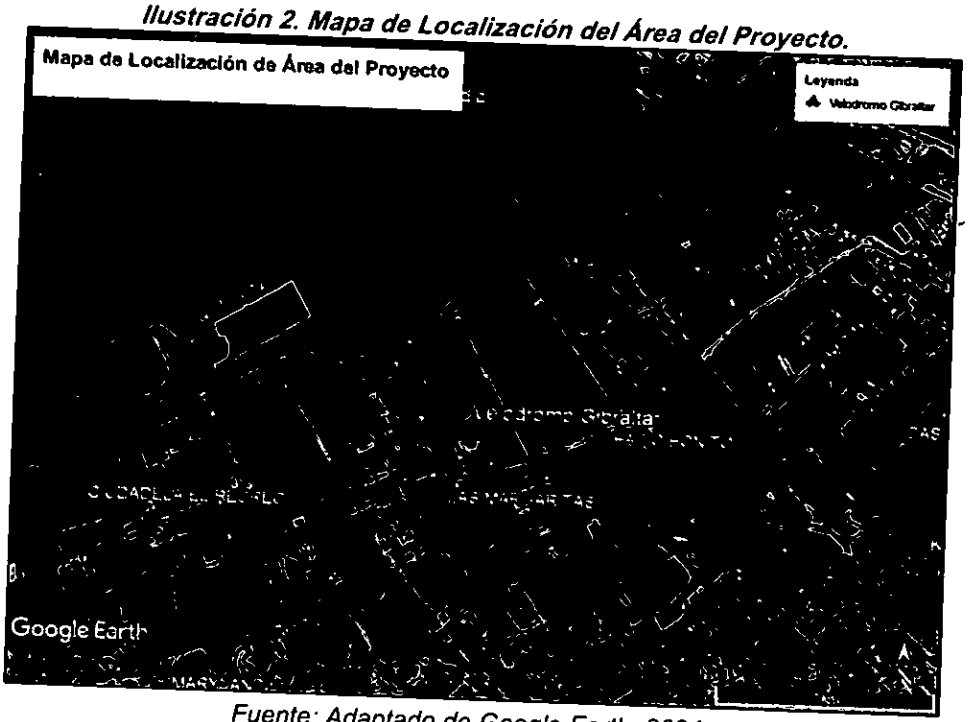
Además, esta Unidad de Planeamiento Local desempeña un papel crucial como punto de conexión entre la región y el sector suroccidental de la ciudad, cuyos elementos estructurantes son el río Tunjuelo, el Parque Metropolitano Porvenir (Gibraltar), la Red de Parques del Río Bogotá y la Avenida Longitudinal del Occidente (ALO) (Secretaría Distrital de Planeación, 2023).

El Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar) se erige como un componente fundamental del Sistema Distrital de Parques y Espacio Público, enlazándose con diversos equipamientos públicos y proyectos de infraestructura vial y espacio público, como las arterias viales Avenida

499

Longitudinal de Occidente, Avenida Ciudad de Villavicencio, Avenida Santa Fe, la Alameda El Porvenir y la Estación 1 del Proyecto Metro (IDRD, 2023a).

Ilustración 2. Mapa de Localización del Área del Proyecto.



Fuente: Adaptado de Google Earth, 2024.

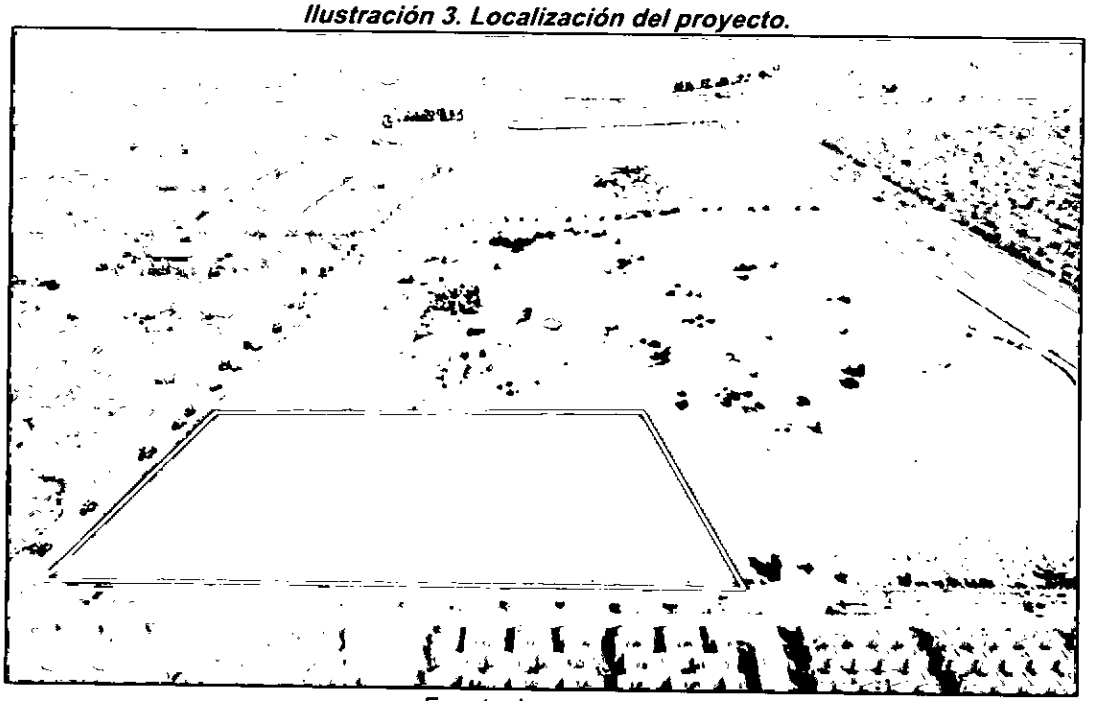
El desarrollo integral de este polo de desarrollo incluye la construcción del Centro de Alto Rendimiento El Porvenir, un parque recreo deportivo y un parque ecológico. Así mismo, se contempla un sistema de circulaciones peatonales que conecta con plazas de acceso y áreas exteriores del Velódromo El Porvenir (Gibraltar), la Estación 1 del Proyecto Metro y la red de ciclovía de la ciudad. Este diseño busca garantizar continuidad y conectividad con la red de espacio público existente y futura, fortaleciendo la integración del proyecto en el tejido urbano de Bogotá (IDRD, 2023a).

6.1.1.2. Localización del Proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en la localidad de Kennedy, en la Unidad de Planteamiento Local - UPL 15 (Porvenir) en el barrio Osorio XII, en la dirección Calle 49 Sur N° 98B-76, en el parque de categoría Estructurante El Porvenir (Gibraltar). Este parque tiene un área de 514.891,04 m^2, resultante de descontar al área bruta total (681.275,72 m^2), las áreas de reserva vial y el área de reserva para la Primera Línea del Metro de Bogotá –PLMB- equivalentes a

166.384,68 m². Ahora bien, el Velódromo ubicado en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar) posee un área construida de edificación (proyectada) de 18.638.41 m² y áreas exteriores de 25.299,67 m² (aproximadamente), es decir 43.938,08 m², correspondiente al 6,4% del área total del parque (Ver Anexo 23. Resolución No. 2295 de 2021 – Plan Director).

Ilustración 3. Localización del proyecto.



Fuente: Los autores.

Este proyecto se basa en la construcción de una pista de ciclismo homologada por la Unión Ciclística Internacional (UCI) con dimensiones de 250 metros de longitud y 8 metros de ancho, con una costa azul de 0,95 metros, adecuada para competiciones C-1 y C-2. Además, se contempla la incorporación de un óvalo o zona central de uso múltiple y una gradería con capacidad para 2.500 espectadores, incluyendo áreas VIP y para la prensa. La estructura se distribuirá en varios niveles, incluyendo acceso para deportistas, zona central y nivel de pista, acceso a plataforma, zona VIP y una cubierta. La construcción total abarcará 18.638,41 metros cuadrados, mientras que el área total de las zonas exteriores será de 25.299,67 metros cuadrados, aproximadamente.

Ilustración 4. Render del proyecto.



Fuente: Paralelo 621, 2022.

6.1.1.3. Etapas del Proyecto

Este proyecto tendrá un tiempo de ejecución total de 26 meses, como se detalla a continuación:

Tabla 4. Tiempos de ejecución de las etapas del proyecto.

ETAPA DE EJECUCIÓN	ACTIVIDAD	PLAZO
1	Etapa inicial	2 meses
2	Etapa de obra	24 meses
PLAZO TOTAL		**26 meses**

Fuente: Los autores.

En el marco de este proyecto, se realizarán diversas actividades y obras, abarcando desde las tareas administrativas y de coordinación hasta la construcción del Velódromo, situado estratégicamente en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar). La edificación se estructura en diversas zonas (Ver Ilustración 5), cada una con un propósito específico:

- La Zona Central del Velódromo comprenderá un área construida en ovalo central destinada a zonas de calentamiento y usos mixtos, y un área en rampas y escaleras de

502

acceso al ovalo central.

- Por otro lado, la Zona de Apoyo a la Competición incluirá instalaciones esenciales como áreas box equipos (4 box), salas de reuniones entrenador/formación, área de información, área de baños hombres y baños mujeres, unidades sanitarias PMR, lockers, vestier, bodegas de material del IDRD, catering, taller de bicicletas y área de circulación del primer piso.

- La Zona de Juzgamientos estará equipada con vestuarios y baños para jueces.

- En la Zona VIP y de Prensa, se dispondrán de instalaciones médicas (consultorio médico), enfermería deportiva, control antidoping, gimnasia, fisioterapia y áreas de hidromasaje.

- La Gradería y Servicios de Gradería contempla espacios generales y accesibles, con: graderías generales, graderías PMR, circulaciones de acceso a graderías, hall de acceso a graderías, taquillas, baños públicos de las graderías y previsiones para una futura ampliación de graderías.

- La Zona Administrativa estará compuesta por oficina de Federación y Administrativa, sala de reuniones, baños de mujeres y hombres y áreas de espera (hall de espera).

- La Zona Técnica incluirá cuarto eléctrico, cuarto hidrosanitario y RCI, cuarto técnico de reserva y cuarto de seguridad + cuarto Rack + cuarto de sistemas de circuito cerrado de televisión (CCTV).

- Se dedicará una Zona para Servicios Complementarios en las Graderías para locales de comida y zonas de mesas y sillas.

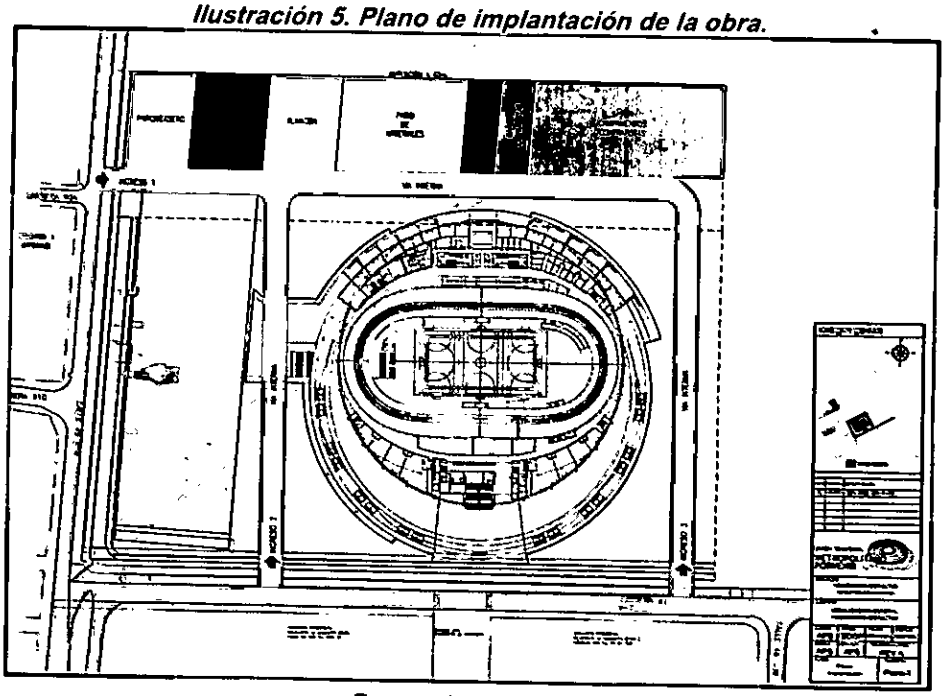
- La Zona Cubierta Verde será un espacio externo para pasarela externa verde.

- La Zona para Servicios Complementarios en el Primer Piso Cubierto albergará locales de comidas, baños para mujeres y para hombres, locales comerciales debajo de cubierta verde en el primer piso y un espacio cubierto para futura ampliación comercial.

- En la Zona Exterior, se prevén estacionamientos descubiertos, área temporal para boxes, acceso descubierto para ambulancias y centro de pista, espacio para ferias de eventos descubierto, andenes + ciclo rutas + pista de marcha, así como zonas verdes para complementar las instalaciones (IDRD, 2023a).

563

Ilustración 5. Plano de implantación de la obra.



Fuente: Los autores.

6.1.1.3.1. Etapa Inicial

Etapa que cuenta con una duración de dos (2) meses, y tiene como propósito el reconocimiento y retroalimentación de información del proyecto entregado por el IDRD, producto del Contrato de Consultoría No. 2758 de 2021, recibido a satisfacción por el supervisor del contrato, con el propósito que se realicen las actividades descritas a continuación:

- Se revisará y verificará la información suministrada por el IDRD producto del contrato de consultoría No. 2758 de 2021 con la firma PARALELO 621 GERENCIA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN S.A.S, cuyo objeto contractual consistió en "REALIZAR PROYECTO ARQUITECTÓNICO DEFINITIVO, ESTUDIOS Y DISEÑOS TÉCNICOS DE INGENIERÍA PARA EL VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY DEL DISTRITO CAPITAL" del contrato recibido por la interventoría y el supervisor del contrato de consultoría.

- Se iniciará la planificación del proyecto, incluyendo la elaboración del cronograma, planes de calidad y seguridad y salud en el trabajo.

- Se elaborará el plan de gestión del riesgo de desastres conforme a los términos

establecidos en el Decreto 2157 de 2023 y las determinantes ambientales, presentarlo ante la Secretaría Distrital de Salud con copia a la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, así como la debida radicación en el portal web del Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, previo al inicio de las actividades en el predio, de conformidad con el Concepto Técnico No. 03441 del 31 de marzo del 2023 emitido por la Secretaria Distrital de Ambiente – SDA (Anexo 1), además de acuerdo a lo establecido en el Apéndice Ambiental, Apéndice de Calidad y Apéndice SST.

- **Construcción de cerramiento de obra:** Se instalarán barreras físicas para delimitar y asegurar el área de construcción.

- **Construcción del Campamento**: Debido a la duración de las actividades constructivas, se hace necesario la adecuación de instalaciones temporales para oficinas, almacén, campamento para personal de obra, sanitarios y zona de lavado, casino para alimentación de los trabajadores, lavadero de llantas, acopios para residuos sólidos comunes, especiales, peligrosos, pétreos, químicos y combustibles y elementos constructivos en general (acero, PVC, maderas, etc.).

  Durante la ejecución de las actividades constructivas, se realizará una sola actividad de demolición para la vivienda ubicada al ingreso del predio y caseta donde actualmente se encuentra el campamento para la vigilancia del lote. El área restante está libre de edificaciones por tanto no se consideran actividades adicionales de esta tipología.

- **Elaboración de actas de vecindad:** Se realizarán acuerdos formales con los dueños de los terrenos adyacentes al proyecto mediante la elaboración de actas de vecindad. Este procedimiento permite obtener información sobre el estado de estos terrenos antes de que comiencen las obras, proporcionando así una herramienta para verificar posibles afectaciones futuras.

  Tanto el Consorcio como los vecinos tienen la responsabilidad de asegurarse de que las autoridades locales, ya sea las Alcaldías o la Inspección de Policía, realicen el debido control urbano tanto antes como durante el desarrollo de las obras. Además, es fundamental que otras entidades encargadas de la supervisión y regulación cumplan exhaustivamente con sus funciones.

  Por otro lado, los propietarios de las estructuras existentes deben llevar a cabo un mantenimiento adecuado de sus propiedades.

  Nota aclaratoria: Durante esta etapa no se realizarán actividades constructivas que impliquen la implementación de las fichas del Plan de Manejo Ambiental y los Lineamientos del Plan de Contingencia Ambiental. Hasta tanto no se radique a las

505

entidades competentes el Plan de Gestión del Riesgo de Desastres de Empresas Públicas y Privadas.

6.1.1.3.2. Etapa de Construcción

En esta etapa se llevará a cabo la construcción del VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), EN LA LOCALIDAD DE KENNEDY EN BOGOTÁ, de acuerdo con los estudios, diseños y demás documentos precontractuales entregados por el IDRD, producto del contrato de consultoría No. 2758 de 2021 con la firma PARALELO 621, así como con el resultado de los documentos entregados en la etapa inicial, una vez recibidos a satisfacción y aprobados por las Entidades competentes (SDA, ESP, curaduría, entre otros), hasta el recibo formal de la obra.

Conforme a lo anterior y al Anexo 2. Plan de Construcción y Coordinación Logística (Unión Temporal Metropolitano Porvenir, 2024), la etapa de construcción incluye las siguientes actividades:

Tala de árboles:

Se ejecutarán los tratamientos silviculturales autorizados en la Resolución SDA 01639 del 07 de septiembre de 2023, mediante la cual se autorizan ciento ochenta y un (181) talas y la conservación de ocho (8) individuos arbóreos.

Descapote y retiro del material:

Descapote y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos, comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una capa de no más de 30 cm.

Excavación mecánica a nivel cero del terreno:

Se removerá el suelo para llegar al nivel deseado del terreno (nivel cero).

Esta actividad incluye las excavaciones requeridas para alcanzar el nivel 0 de acuerdo a las condiciones de cimentación, incluye la instalación de un sello en base o subbase granular, con el fin de limitar el área de intervención y exposición con el suelo contaminado.

Según el Concepto Técnico 03441 del 31 de marzo de 2023 - Radicado 2023IE70630 (Anexo 1) por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente (2023), donde se aclara que se plantean dos escenarios así para el manejo del material de excavación:

> ***Escenario No. 1**: Gestión de la totalidad del material excavado como residuo, es decir disposición adecuada como RESPEL (Decreto 1076 de 2015 - Titulo 6).*
>
> ***Escenario No. 2:** Uso únicamente y sin excepción, del material de suelo superficial (Excavaciones de hasta 1,0 m de profundidad) para ser utilizado dentro del mismo predio como material para reconformaciones de terreno; el resto (mayores profundidades) se debe gestionar como RESPEL en todos los casos. En caso de utilizar de esta manera, suelo superficial (primer metro de profundidad), es necesario implementar acciones de gestión de riesgo nivel 1, nivel 2 y/o nivel 3 como se indica en el numeral 7 del presente concepto técnico.*

En el momento de realizar las excavaciones se evaluarán visualmente las condiciones del primer metro de suelo, con el fin de confirmar si cumple para la reconformación de terreno.

Cimentación:

Cimentación profunda: A nivel de cimentaciones o subestructura, con base en las recomendaciones del estudio de suelos AUS-21874 ESTUDIO DE SUELOS Y ANÁLISIS DE CIMENTACIONES VELÓDROMO PARQUE GIBRALTAR LOCALIDAD DE KENNEDY 1, se propone una cimentación con pilotes, atravesando los rellenos y alcanzado los niveles de arenas de densidad compacta y las arcillas arenosas de consistencia muy dura que se encuentran a profundidades cercanas a 38 m. la cimentación de estas edificaciones que conformarán el Velódromo, estará conformada por pilotes pre excavados y fundidos in situ o pilotes prefabricados e hincados a golpes o presión. En el caso de los pilotes pre excavados y fundidos in situ, la profundidad de la punta será de 38 m bajo la superficie y será necesario utilizar una camisa metálica perdida en la altura de los rellenos que tendrá una longitud de 10 m con el fin de evitar la afectación del concreto por los lixiviados de los rellenos y previendo que dicha camisa empotrará 2 m en suelo natural. El segundo sistema de pilotes son elementos prefabricados e hincados con una longitud de 32 m, con los cuales no sería necesario utilizar camisas metálicas, pero sí prever que el concreto estará sometido a la acción de los lixiviados de la basura y lo cual será analizado de común acuerdo con los Diseñadores Estructurales y los Contratistas de los pilotes.

507

De acuerdo a los planos y diseños realizados por la consultoría contratada por el IDRD para este proyecto, se encuentra que se optó por los pilotes pre excavados y fundidos en situ con un concreto de 4000 psi.

El proyecto tiene una gran complejidad técnica en la cimentaciones debido a que se tiene un suelo con rellenos contaminados desde el nivel 0,0 y hasta los 3.5 a 8.0 m de profundidad de acuerdo con los expuesto en el estudio de suelos. De acuerdo con lo enunciado anteriormente se presenta un resumen del proceso constructivo para realizar pilotes preexcavados y fundidos en situ:

- Se realiza una plataforma adecuada y nivelada para resistir el peso de la máquina y su desplazamiento sobre todo el lote.
- El pilote se ubica con la topografía y se realiza su respectivo pre hueco
- Se posiciona la máquina de Kelly y se excava hasta la profundidad diseñada
- Al tiempo que la maquina excava se llena de agua con polímero o bentonita para evitar que las paredes se derrumben a lo largo de toda la excavación.
- Cuando la excavación se ha terminado y estabilizado con agua mezclada con polímero o bentonita se instala la canasta de acero diseñada para el pilote.
- Se instala la tubería tremie por la cual se funde desde el fondo del pilote empujando el concreto hacia la superficie sacando el agua y lodo existente en el pilote.
- Cuando se llega a la cota necesaria se saca la tubería y fragua el concreto

Estructuras:

A nivel de la superestructura se ha divido en dos módulos por el momento, graderías y cubierta, la primera para tener un análisis dinámico con una estructura mucho más regular se tomó la gradería completa, se plantean 10 módulos de graderías contemplando 2 módulos en la zona central, 4 módulos en la zona intermedia y 4 módulos en la zona exterior.

A nivel de la cubierta, las estructuras están compuestas por columnas en concreto de sección circular de 1,00 m de diámetro y un amarre radial con vigas en concreto de 70x70cm, estos cómo elementos principales que hacen parte del sistema de resistencia sísmica; las vigas de amarre radial están ubicadas a los 6,8 m a nivel de plataforma y a los 15,6 m a nivel de cubierta, en la zona de techo se tienen cerchas que conforman la cubierta de la siguiente forma:

- Cuerdas superiores e inferiores compuestas por elementos circulares metálicos tipo PTE12"X10mm y diagonales PT6"X6mm.
- El domo central se compone de una retícula conformada por elementos circulares metálicos tipo PTE10"X9mm.
- Las correas de cubierta se componen de elementos laminados en frio PHR dobles

355X110X3mm y PHR dobles 305X80X2mm. Adicionalmente se plantean riostras de cubierta compuestas por perfiles circulares PT6"X6mm.

Arquitectura-Cubierta:

Se plantea un escenario deportivo a la altura de competencias de alto estándar, donde al igual que el avance tecnológico que viene teniendo las bicicletas, para que esto se vea reflejado en los edificios donde se desarrolla este importante deporte para el país. Basados en características de las bicicletas como son su simpleza y funcionalidad con materiales duraderos y de consecución a nivel regional de bajo mantenimiento, se plantea un edificio circular similar a las ruedas de la bicicleta que permita generar varios anillos que a su vez promover espacios exteriores interiores y de transición, proporcionado al escenario la posibilidad de adaptación a eventos propios del ciclismo y de uso para la comunidad.

Esta simplicidad y estandarización se ve reflejado cada uno de sus componentes:

- La estructura que conforma la cubierta del escenario, compuesta por elementos estandarizados, generando una arquitectura limpia y funcional.

- La implantación de la edificación es uno de los elementos más importantes, ya que su aro exterior permite la generación de un espacio público que genera el acceso de grandes volúmenes de personas de forma incluyente, personas con movilidad reducida; este anillo además de generar este parque lineal con vegetación y amoblamiento urbano, alojará los accesos exterior y locales comerciales que atenderían al interior y al exterior del escenario potenciando el uso del espacio público para que siempre contemple actividad aunque no haya un evento especifico y que así, se integre con la malla urbana de la ciudad y la comunidad.

Este anillo es también un elemento con una plazoleta interna que sirve como antesala de ingreso a los eventos que se desarrollan al interior; esta plazoleta permite activar otras actividades al aire libre con un escenario para conciertos, exposiciones etc., de los que podrían hacer uso la administración y la comunidad.

Redes:

Esta actividad comprende la instalación y adecuación de redes de acueducto, alcantarillado, energía entre otras, necesarias para el funcionamiento y operación del escenario deportivo y obras complementarias.

- **Instalación de Redes Hidrosanitarias:** Esta actividad implica la instalación de diferentes

509

tipos de redes relacionadas con el suministro y gestión de agua, así como sistemas sanitarios. Esto puede incluir la instalación de redes de acueducto, sistemas de drenaje pluvial, redes sanitarias y de gas. También, puede involucrar la implementación de sistemas contraincendios, así como la instalación de bombas de presión y bombas de eyección para garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas.

- **Suministro e instalación de redes eléctricas:** Esta actividad abarca el suministro y la instalación de todas las redes eléctricas necesarias para el escenario deportivo y sus instalaciones complementarias. Esto puede incluir la instalación de cables, tableros eléctricos, sistemas de iluminación, tomas de corriente y cualquier otra infraestructura eléctrica requerida para el funcionamiento del lugar.

- **Suministro e instalación de Redes de Sonido, Voz y Datos:** En esta actividad, se proporcionan e instalan las redes necesarias para la transmisión de sonido, sistemas de megafonía, sistemas de comunicación por voz y cualquier infraestructura de red de datos. Esto permite la implementación de sistemas de sonido para eventos, comunicación interna y el establecimiento de conexiones de datos necesarias para servicios como internet y telefonía.

- **Suministro e instalación de Redes de Ventilación mecánica:** Se refiere a la provisión e instalación de sistemas de ventilación mecánica para asegurar la circulación adecuada del aire dentro de las instalaciones del escenario deportivo. Esto incluye la instalación de equipos de ventilación, conductos y sistemas de control de la calidad del aire.

- **Suministro e instalación de señalética:** Esta actividad comprende la provisión e instalación de señalética en todo el escenario deportivo. Esto incluye la implementación de letreros, señales informativas, señales de seguridad, y cualquier otro medio de comunicación visual que sea necesario para orientar a los visitantes, indicar áreas específicas y proporcionar información relevante en todo el lugar.

Urbanismo:

En cuanto al urbanismo del parque metropolitano Gibraltar, se propone un edificio que responde las necesidades programáticas planteadas, pero aún más importante se hace aparte de los espacios que generan integración con la comunidad, dando respuesta mediante la ubicación del programa comercial en su primer piso, para que siempre se tenga actividad, no solo cuando hayan eventos sino que se convierta en un espacio público vivo y habitado, que sirva a diferentes escalas desde el nivel metropolitano como barrial.

El edificio urbanamente genera espacio público circundante de calidad con nuevo amoblamiento y arborización apoyando las actividades comerciales propuestas. El proyecto responde al flujo de

510

la futura estación del Metro de Bogotá, mediante la generación de una plazoleta que sirve de integrador.

A continuación, se presenta la distribución de zonas acorde al Plan director en el predio del proyecto:

Tabla 5. Distribución de Zonas.

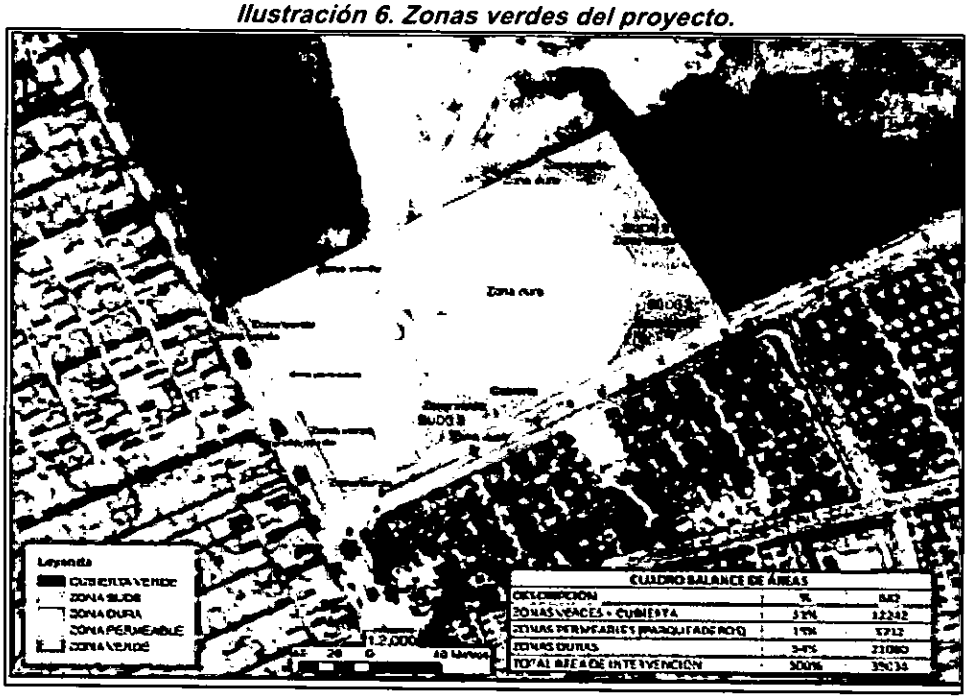
PLAN DIRECTOR	ZONAS VERDES		ZONAS DURAS						AREA DTS (m2)	
	70%		30%						552248,97	100%
	ZONAS VERDES		ZONAS PERMEABLES		ZONAS DURAS		EDIFICACIONES			
VELODROMO	10253,35	1,9%	5712	0,0%	2227,87	0,4%	18085,78	3,3%	36279,00	6,6%
	28%		56,0%							

Fuente: Acta WR 1388 del 23/10/2023.

Paisajismo:

En la información elaborada en la etapa de estudios y diseños se tienen proyectadas para paisajismo, 5 zonas verdes, las cuales tendrán una composición arbórea densa en cuanto al establecimiento de especies arbóreas y de jardines y pastos. El proyecto cuenta con el Acta WR1388 de 2023, elaborada en la mesa de trabajo en conjunto con el Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaría Distrital de Ambiente.

Ilustración 6. Zonas verdes del proyecto.



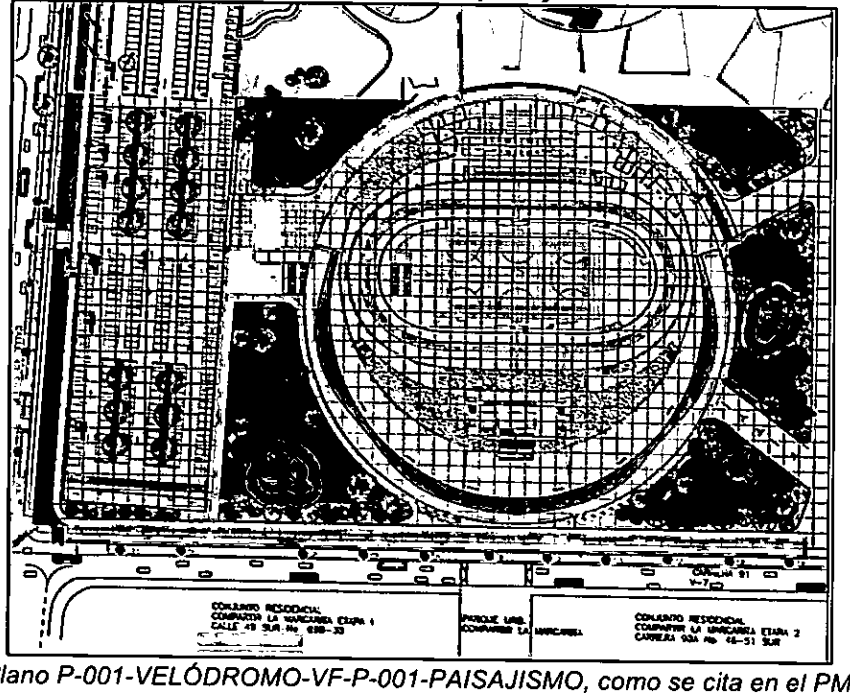
Fuente: Paralelo 621, 2023.

En el acta WR 1388 de 2023 se contempla desarrollar (5) núcleos verdes como estrategia urbana-paisajística las cuales contendrán múltiples especies arbóreas que se acoplan a las condiciones técnicas y ambientales de la zona. Complementariamente se propone especies herbáceas y un sistema de SUDS de bio-retención los cuales ayudaran para el manejo y la recolección del agua lluvia en estos grandes núcleos.

Para la zona de parqueaderos designada por el plan director y contemplada en los diseños del Velódromo se plantea una superficie permeable por medio de gramoquín, además de unas franjas verdes las cuales contendrán (12) especies arbóreas, cabe resaltar que las especies que se van a sembrar en el parqueadero al interior como perimetral a este se realizaran dentro de alcorques secos.

Para la propuesta paisajística del Velódromo Bogotá se estableció retícula de Inter distancia de 5x5 metros con una dimensión de copa arbórea de especie adulta con el objetivo de que no se presentaran problemas en su crecimiento.

Ilustración 7. Diseño paisajístico.



Fuente: Plano P-001-VELÓDROMO-VF-P-001-PAISAJISMO, como se cita en el PMA, 2024.

Ilustración 8. Árboles propuestos para el proyecto Velódromo Gibraltar.

ARBORIZACION PROPUESTA					
No.	NOMBRE		ALTURA	COPA	CANT.
FP	FALSO PIMIENTO Schinus molle		10-12M	8-10M	8
EP	EUCALIPTO POMARROSO Eucalyptus ficifolia		12-14M	6-10M	9
GY	GUARUMO,YARUMO Cecropia obtusifolia		10-15M	7-10M	5
CT	CAUCHO TEQUENDAMA Ficus tequendamae		12-20M	12-15M	9
CL	CALISTEMO LLORON Callistemon viminalis		10M	4M	14
CH	CHICALA AMARILLO Tecoma stans		10M	6M	23
NG	NOGAL Juglans neotropica		20-30M	10-14M	8
PC	PALMA DE CERA Ceroxylon quindiuense		20-30M	3-6M	11
HA	HAYUELO Dodonaea viscosa		5-6M	3-4M	36
SG	SANGREGAO Croton bogotanus		18-20M	12-15M	9
CHL	CHILCO Baccharis latifolia		4-6M	4-6M	36
CR	CARBONERO ROJO Calliandria carbonaria		5M	4-6M	20
TOTAL					188

Fuente: Plano P-001-VELÓDROMO-VF-P-001-PAISAJISMO, como se cita en el PMA, 2024.

De manera complementaria se propone una plantación de praderas silvestres, incluyendo las zonas de sistema de drenaje urbano SUDS.

Ilustración 9. Vegetación en praderas silvestres, cubierta verde y SUDS.

UNIDADES DE PAISAJE		ÁREA (M2)	UN/M2
PASTO KIKUYO Pennisetum clandestinum		4078 M2	6-9
PASTO COLA DE ZORRO Cenchrus setaceus		6360 M2	6-8
HELECHO CHINO Cyathea spp		1498 M2	4-6
PAPIRO ENANO ACUÁTICO Cyperus isodadus		180 M2	6
JUNCO Typha latifolia		40 M2	8-10
SUELDA CONSUELDA Tradescantia fluminensis		85 M2	8-10
TOTAL		12242 M2	

Fuente: Plano P-001-VELÓDROMO-VF-P-001-PAISAJISMO, como se cita en el PMA, 2024.

515

Cubierta verde:

En la pasarela elevada ubicada al costado sur del Velódromo, se incluye la plantación de un jardín, a manera de cubierta verde, con las especies Pasto Kikuyo (Pennisetum clandestinum) y Helecho Chino (Cyathea sp.).

Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS):

Como parte de los elementos de ecourbanismo implementados, se plantea:

- Un (1) tanque de almacenamiento
- Tres (3) zonas de bio-retención, en las que se sembrarán: Junco (Typha latifolia), Suelda Consuelda (Tradescantia luminensis) y Papiro Enano Acuático (Cyperus isodadus)
- Tres (3) cunetas verdes, en las que se sembrará: Papiro Enano Acuático (Cyperus isodadus)

Las tipologías propuestas a implementar en el proyecto son:

1. Zonas de Bio-Retención.
2. Tanque de almacenamiento.
3. Cunetas Verdes.

Desmantelamiento y retiro de instalaciones temporales:

Consiste en el retiro las adecuaciones temporales para el funcionamiento de campamentos y demás instalaciones provisionales de la fase constructiva, garantizando la limpieza total y disposición adecuada de los diferentes residuos producto de esta etapa del proyecto. Se realizará separación en la fuente de los residuos que se generen en esta etapa y se gestionarán a través de recuperadores específicos registrados en la Secretaría Distrital de Ambiente, lo residuos que puedan ser reciclados. Debido a que la fecha de esta actividad es finalizando el proyecto, se notificará a interventoría con el tiempo oportuno la(s) empresa(s) gestora(s) que se encargará de realizar estos retiros.

6.1.1.4. Área de Influencia del Proyecto

Con base en la identificación de riesgos que puedan ocasionarse tras la materialización de alguno de los escenarios de riesgo derivados de los procesos constructivos que se desarrollen en el Proyecto Velódromo Gibraltar, se han definido las áreas de influencia directa e indirecta.

514

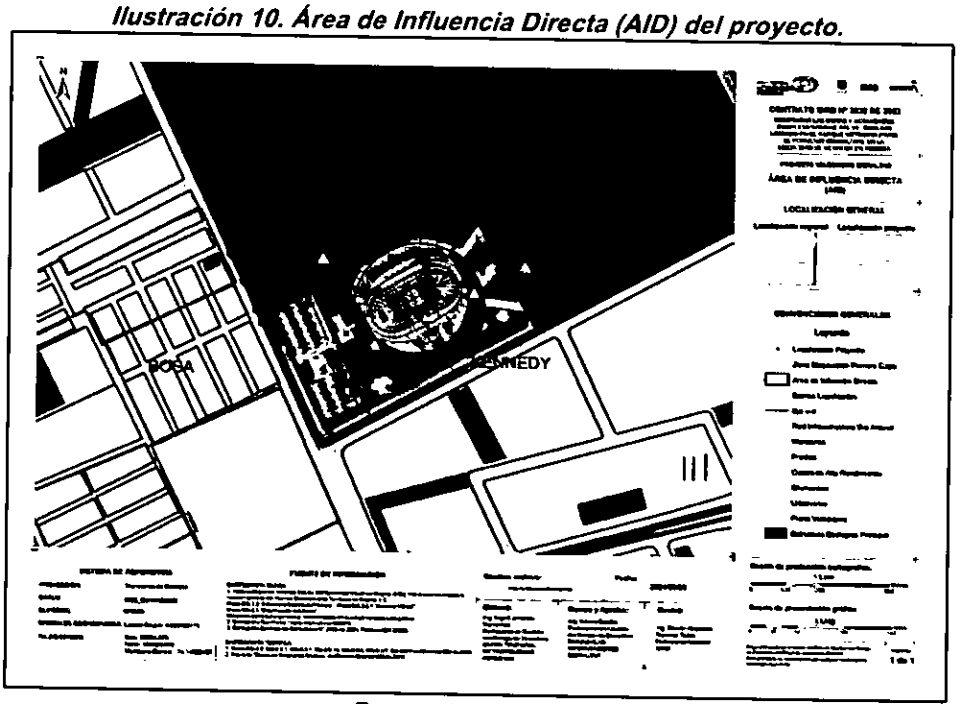
Este análisis considera las unidades fisiográficas naturales y ecosistémicas para los elementos abióticos y bióticos, mientras que, para los aspectos sociales, se tomarán en cuenta unidades territoriales y áreas culturales asociadas a las comunidades establecidas en dichas zonas. El área de influencia (AI) del proyecto abarcará el entorno ambiental susceptible de ser afectado desde las perspectivas física, biótica y social. Esta área se divide en dos niveles: el contexto regional (Área de Influencia Indirecta, AII) y el contexto local (Área de Influencia Directa, AID).

En lo que respecta a las características del área donde se llevará a cabo el proyecto, la caracterización se enfocará específicamente en el contexto local y puntual (AID). La información recopilada se complementará con cartografía, la cual cuenta con un nivel de detalle a escala 1:5.000.

6.1.1.4.1. Área de Influencia Directa (AID)

El área de influencia directa (AID) del Proyecto Velódromo Gibraltar es el espacio físico donde los riesgos se pueden presentar de forma evidente por la ocurrencia de un evento natural, socionatural, antrópico, biológico o como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto. Estos eventos, a su vez, pueden tener impactos directos al medio ambiente desfavorables.

Ilustración 10. Área de Influencia Directa (AID) del proyecto.



Fuente: Los autores.

515

Así las cosas, realizada la evaluación de los escenarios de riesgo, mencionada en el Numeral 6.2. Valoración del Riesgo, se determina que no se sobrepasan los límites de intervención de la obra. Por tanto, el AID es el medio circundante inmediato donde las actividades de construcción del proyecto inciden directamente y será aquella en la cual se implantará toda la infraestructura del Velódromo y/o servirá de manera temporal para su implantación (Ver Ilustración 10 y Anexo 20.1.1 Área de Influencia Directa).

En la AID, se ubican:

- Área puntual en donde se desarrolla el proyecto: Zonas de intervención de las obras, el campamento, el centro de acopio e instalaciones temporales y zonas verdes adyacentes al frente de intervención.
- Sitios de uso y explotación propios de la actividad.
- Zona en la que se manifiestan los impactos ambientales directos, es decir, aquellos que tienen lugar en la misma área donde se llevó a cabo la acción que originó el impacto ambiental, conforme al Anexo 3. Plan de Manejo Ambiental (Unión Temporal Metropolitano Porvenir, 2024).

Para el componente abiótico, se afectan los suelos, dado las actividades proyectadas de movimiento de tierras, así como la afectación de las aguas subterráneas, dado que el Predio Gibraltar correspondió a un depósito de residuos sólidos en cuyas primeras capas se evidencian direcciones de flujo y almacenamiento de lixiviados que se dispersan en el nivel freático (como se citó en SDA, 2021a) – Ver Numeral 6.2.1.4.2. Contaminación de Acuíferos.

Para el componente biótico, se afecta la vegetación y la fauna. Para el caso del componente social, se aclara que dentro de esta área no se ubican viviendas, terrenos, vías de acceso o áreas comunitarias que puedan ser afectadas directamente por la ejecución de las obras. Sin embargo, el talento humano del proyecto, contratista e interventoría, puede verse afectado de manera directa e indirectamente (Ver Numeral 6.2.2.1. Análisis y Calificación de la Vulnerabilidad).

6.1.1.4.2. Área de Influencia Indirecta (AII)

El Área de Influencia Indirecta (AII) definida corresponde a las áreas circundantes al sitio de influencia directa que se ven impactadas de manera indirecta por las actividades del Proyecto Velódromo, equivalente a 397,32 Ha. Estas son zonas de amortiguamiento con un radio de 1 kilometro, dada la magnitud de las amenazas identificadas y los componentes que pueden ser afectados (Ver Ilustración 11 y Anexo 20.1.2 Área de Influencia Indirecta), como las áreas

516

ambientalmente sensibles, y las posibles afectaciones indirectamente identificadas dentro del Plan de Manejo Ambiental – Ver Anexo 3 (Unión Temporal Metropolitano Porvenir, 2024).

El área de influencia se define considerando la ubicación de la red de monitoreo adyacente al predio, las zonas donde serán dispuestos temporalmente los residuos de construcción o materiales no empleados del frente de obra y almacenados hasta su traslado al sitio de disposición final y la franja potencialmente afectable, conforme a los escenarios de riesgo evaluados, en el Numeral 6.2. Valoración del Riesgo; en el cual, se incluyen los resultados de la modelación para la evaluación de los escenarios de riesgo relacionados con la acumulación de gases del relleno antrópico, en condiciones sin tratamiento.

En relación al componente abiótico, el área de influencia indirecta abarca los drenajes próximos, la geomorfología, los suelos y el paisaje del área del proyecto. En cuanto al componente biótico, esta área incluye las áreas verdes afectadas por el ruido generado por las actividades del proyecto, así como la circulación de personal y maquinaria dentro de la zona de amortiguamiento mencionada.

Ilustración 11. Área de Influencia Indirecta (AII) del proyecto.



Fuente: Los autores.

Para el componente social, el área de influencia indirecta corresponde a la zona de impacto en las personas dentro de la zona urbana del Distrito Capital de Bogotá D.C., en un radio de acción de 1 kilometro alrededor de las obras del proyecto, considerando la circulación y el ruido de maquinaria, vehículos, personal, demanda de servicios y los posibles cambios socioeconómicos (Ver Numeral 6.2.2.1. Análisis y Calificación de la Vulnerabilidad).

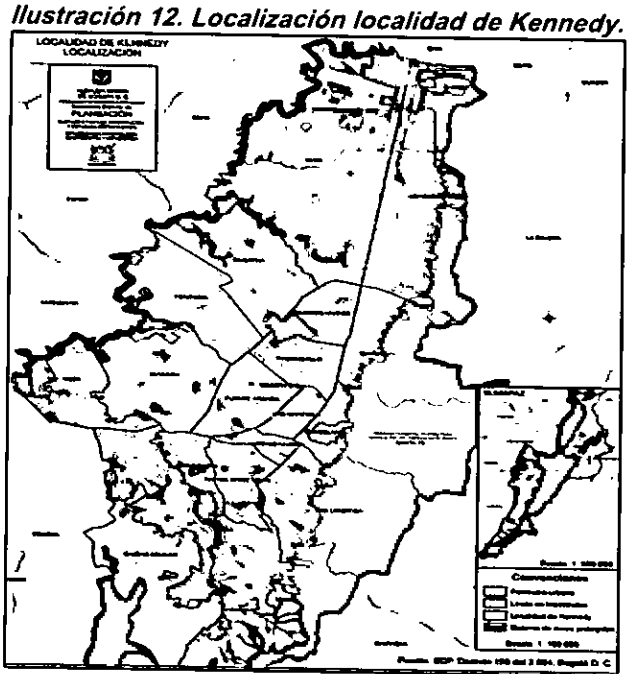
Es importante señalar que en el área de influencia indirecta del proyecto no se afectará el componente físico regional, dado que no habrá movimiento de tierras fuera del área de influencia directa.

6.1.2. Contexto Externo

6.1.2.1. Generalidades de la Zona

El sector Suroccidente de Bogotá, específicamente la localidad de Kennedy, se presenta como un área densamente poblada, siendo el segundo sector más poblado de la ciudad, albergando a 1.777.925 habitantes. Sin embargo, esta densidad poblacional no está exenta de desafíos, ya que existen déficits significativos en espacio público, equipamientos de servicios sociales y del cuidado, así como en la oferta de empleo local (Alcaldía Local de Kennedy, 2016).

Ilustración 12. Localización localidad de Kennedy.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2004, como se citó en Alcaldía Local de Kennedy, 2016.

La Localidad de Kennedy limita al norte con Fontibón, siguiendo el curso del Río Fucha, y con el municipio de Mosquera, a lo largo del Río Bogotá. Al oriente, colinda con Fontibón a través del Río Fucha y con Puente Aranda por la avenida del Congreso Eucarístico. Al sur, limita con Tunjuelito a lo largo de la Troncal NQS tramo sur, así como con Ciudad Bolívar y Bosa siguiendo el curso del Río Tunjuelo. Finalmente, al occidente, se encuentra con Bosa a través del Río Tunjuelo y con el Municipio de Mosquera por el Río Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

En términos de topografía, la localidad es mayormente plana, experimentando un descenso significativo en la frontera entre las UPZ (Hoy denominadas UPL) 47 "Kennedy" y 80 "Corabastos", a lo largo de la Avenida Agoberto Mejía o carrera 86. Esto resulta en que el sector de Patio Bonito se sitúe ligeramente más bajo que el resto de la localidad. Estas pequeñas depresiones que comprenden 35% del área total, identificadas como zonas inundables, es decir, áreas con limitadas capacidades de drenaje. Esta zona forma parte del valle aluvial del río Bogotá, que fluye de manera pausada a lo largo de su curso, serpenteando en meandros. A su paso, el río Bogotá recoge las aguas de los ríos Fucha y Tunjuelo, ambos con características propias del valle aluvial (Alcaldía Local de Kennedy, 2016).

Geomorfológicamente, el valle del río Bogotá se divide en dos áreas distintas: una elevada como terraza, que corresponde al nivel más alto del antiguo fondo lacustre del extinto lago de la sabana de Bogotá, y otra que se presenta como una depresión, formada por zonas de amortiguamiento de los ríos con un alto nivel freático, incluyendo humedales como el Humedal El Burro, el Humedal La Vaca, el Humedal de Techo y el Lago Timiza; estos se configuran como los cuerpos de agua más destacados de la zona, según la Secretaría Distrital de Planeación (2020). Este entorno hídrico, aunque rico, también conlleva el riesgo inherente de inundaciones.

La malla vial arterial resulta insuficiente para movilizar a la población local, convirtiendo las vías en barreras para la movilidad interna. Por otra parte, Kennedy cuenta con una infraestructura educativa significativa, siendo el primer lugar en número de estudiantes matriculados en el sector oficial. La tasa de cobertura bruta es del 85,4%, y la tasa de analfabetismo es baja, situándose en un 1,6%. Además, en salud, se encuentran 33 equipamientos de salud, incluyendo hospitales, centros de atención ambulatoria y unidades primarias de atención.

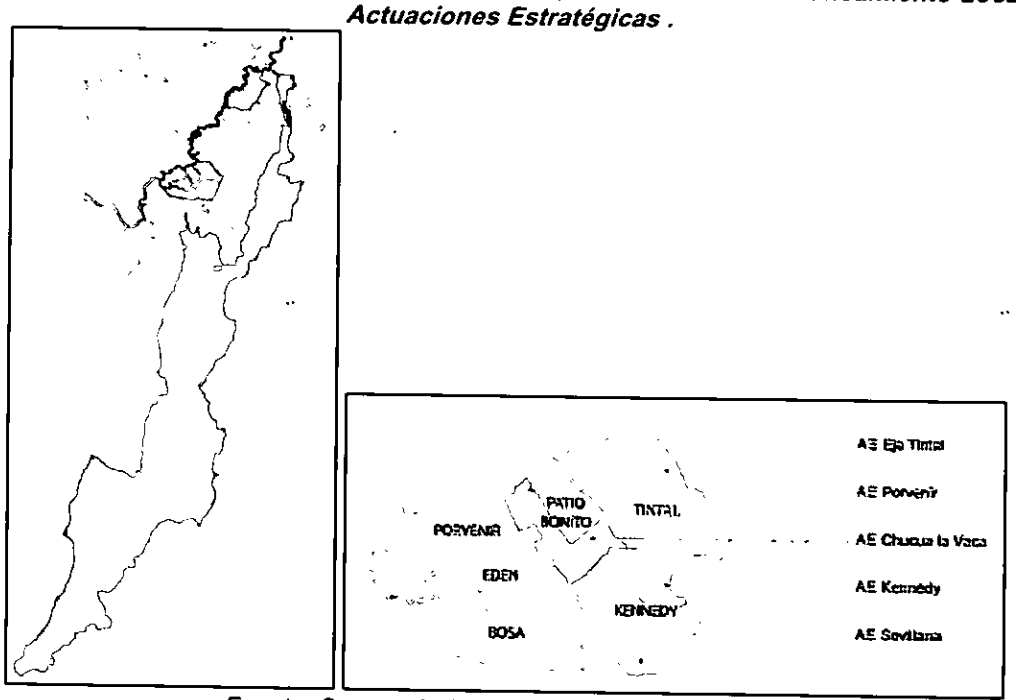
En resumen, la localidad de Kennedy se presenta como un territorio complejo y diverso, con una densidad poblacional significativa y una mezcla de desafíos y fortalezas en términos de servicios, infraestructura, cultura y calidad de vida. La atención integral a estas dimensiones se vuelve

519

esencial para promover un desarrollo equitativo y sostenible en la zona (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

El Sector Suroccidente está conformado por seis Unidades de Planeamiento Local (UPL): Tintal, Patio Bonito, Porvenir, Edén, Bosa y Kennedy, y contiene 5 Actuaciones Estratégicas: AE Porvenir, AE Chucua La Vaca, AE Metro Kennedy, AE Eje Tintal y AE Sevillana. Está delimitado por el río Bogotá al norte; con el río Fucha al nororiente; la Avenida Carrera 68 al suroriente; la Autopista Sur, que marca el límite en el costado sur; y por las carreras 77 G y J de los Barrios de Bosa Centro, que colindan con el límite del municipio de Soacha - Cundinamarca, y el río Tunjuelo, que desemboca en el río Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2023) - Ver Ilustración 13.

Ilustración 13. Localización del Sector Suroccidente, sus Unidades de Planeamiento Local y sus Actuaciones Estratégicas .



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2023.

6.1.2.2. Problemáticas Ambientales

Conforme a los resultados obtenidos de una Encuesta Multipropósito desarrollada en el año 2017 (SDP-EM, 2017, como se citó en Secretaría Distrital de Planeación, 2020), se indicaron porcentajes de afirmación superiores al promedio citadino en cuestiones ambientales como ruido,

exceso de anuncios, malos olores y contaminación del aire. Se destaca especialmente la contaminación del aire, con un 36,2% de respuestas afirmativas, y el ruido, con un 34,1%. Así mismo, Kennedy un 11,4% de la proporción de hogares indicaron vivir cerca de vertederos de basura.

Entre 2014 y 2017, se observa un incremento en la percepción de la contaminación paisajística y la contaminación del aire en la localidad, según el porcentaje de hogares que reportaron estos problemas en sus áreas residenciales. Por otra parte, con respecto a la cultura de cuidado del medio ambiente, se conoció que un 53,9% de la población realiza la segregación de los residuos sólidos generados en sus hogares (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

6.1.2.3. Estratificación Urbana

De las manzanas presentes en Kennedy, el 48,1% se ubican en el Estrato 2, el 38,7% en el Estrato 3, un 11,2% se clasifica como Sin Estrato, un 1,3% en el Estrato 1 y un 0,8% en el Estrato 4. Dentro del Estrato 2, se encuentran Las Margaritas con un 0,5% (Alcaldía Local de Kennedy, 2019).

6.1.2.4. Dinámica Poblacional

El sector suroccidente es el segundo sector más densamente poblado de Bogotá, albergando 1,777,925 habitantes (Secretaría Distrital de Planeación, 2023).

En 2017 Kennedy presenta una densidad urbana de 335 habitantes por hectárea, una densidad mucha más alta que la que relaciona la ciudad (212 Habitantes/Ha).

De acuerdo con información recolectada de este mismo año, la Localidad de Kennedy, los adultos conforman el grupo demográfico más representativo en comparación con la población total (650.174 personas), a diferencia del grupo de primera infancia y adolescencia, cuya participación en el conjunto poblacional es menor, con 77.436 personas. Este fenómeno se atribuye a la disminución de la fecundidad que experimenta la localidad. Por su parte, en primera infancia se registraron 162.149 niños y niñas, 97.481 adolescentes, 97.481 jóvenes y 116.286 adultos mayores (Alcaldía Local de Kennedy, 2019).

6.1.2.5. Aspectos Socio-culturales y Actividades económicas

En términos de estratificación socioeconómica, se observa una distribución diversa. El 52.9% de la población se encuentra en el estrato bajo, el 43,6% en el medio-bajo, el 2,1% en el medio, el 0.7% en el bajo-bajo y el 0,7% sin estrato (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

Según el Informe Perfil Económico y Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá (2006), los sectores económicos predominantes en la localidad de Kennedy incluyen el comercio, que representa el 44% de las empresas, seguido por la industria con un 19%, servicios inmobiliarios, empresariales y de alquiler con un 8,1%, transporte, almacenamiento y comunicaciones con un 8%, y hoteles y restaurantes con un 7%.

A pesar de estos indicadores positivos, la localidad enfrenta desafíos relacionados con la pobreza, con un 13,3% de personas pobres por ingresos y un 5,1% en pobreza por necesidades básicas insatisfechas. El índice de calidad de vida refleja aspectos como el acceso a servicios, educación, tamaño y composición del hogar, y calidad de la vivienda, señalando áreas de mejora.

En el ámbito cultural, Kennedy cuenta con centros culturales, bibliotecas, escenarios públicos y privados, así como una participación variable en prácticas artísticas y deportivas. La infraestructura de servicios públicos presenta altos índices de cobertura, con el 100% en acueducto, alcantarillado y recolección de basuras, el 99,8% en energía eléctrica y el 93,8% en gas natural.

La diversidad cultural y social es notable, con residentes provenientes de múltiples orígenes y participación activa en la comunidad. Grupos como muiscas, ambientalistas, deportistas, lectores, recicladores, grafiteros, barristas, familias diversas, integrantes de la comunidad LGBTIQ+, cirqueros y entusiastas de la cultura de la bicicleta y el hip hop, contribuyen a la riqueza cultural del sector.

Históricamente, durante el periodo prehispánico, los muiscas ocupaban toda la sabana, incluyendo el territorio actual de la Localidad de Kennedy. En esta área, se encontraban asentamientos indígenas en terrenos no inundables, como los cerritos de Casablanca, Catalina, Onasis, Pastranita II, Perpetuo Socorro y Villa Andrea (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

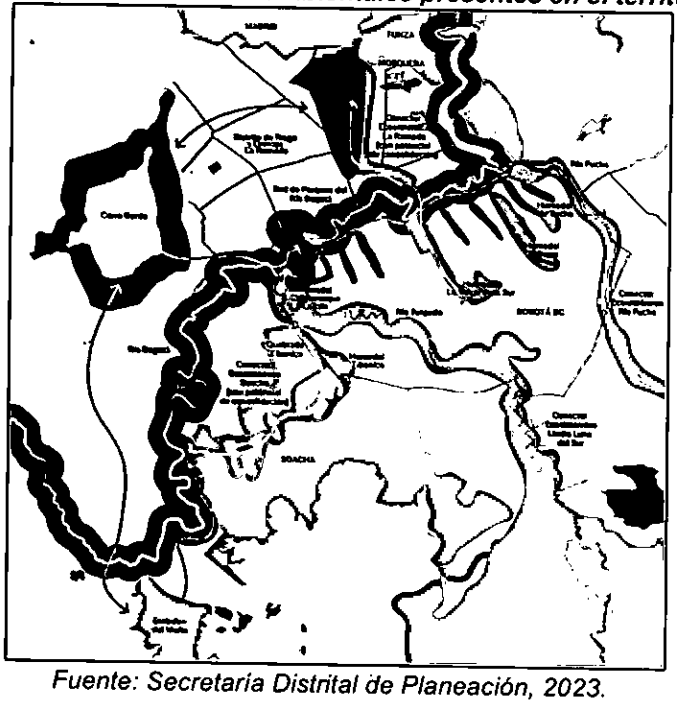
522

6.1.2.6. Estructura Ecológica Principal

La localidad posee 360 Ha de estructura ecológica principal, que corresponde al 9,3% sobre el total del suelo de esta localidad.

Las determinantes ecológicas del sector suroccidente incluyen los ríos Bogotá, Fucha y Tunjuelo, así como los humedales Techo, Burro, Tingua Azul, Vaca Norte, Vaca Sur, Tibanica y Chiguasuque-La Isla. Así mismo, forman parte de la red de parques estructurantes el Parque Gibraltar, el Parque la Igualdad y el Parque Timiza, además de la Red de Parques del Río Bogotá (Secretaría Distrital de Planeación, 2023) – Ver Ilustración 14.

Ilustración 14. Elementos ambientales presentes en el territorio.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, 2023.

Con respecto a las UPL de la ciudad, la UPL Porvenir presenta una densidad intermedia de habitantes. Sin embargo, el 24,59 % de su suelo es de expansión (275,35 hectáreas) lo cual indica que aún no ha alcanzado su capacidad habitacional máxima. En este contexto, cuenta con 240.606 habitantes (DANE, 2021, como se citó en SDP, 2023) y una densidad poblacional de 215 habitantes por hectárea (SDP, 2021, como se citó en SDP, 2023). Es relevante destacar que la UPL se caracteriza por un desarrollo predominantemente planeado, lo que representa una oportunidad para consolidar una ciudad de proximidad en la medida que cuenta con cesiones

523

públicas y ejes de movilidad sostenible como la Alameda El Porvenir. Sin embargo, estas oportunidades no están distribuidas de manera equitativa y no existe conectividad en el 100% del territorio (como se citó en SDP, 2023).

En este sentido, su área de expansión, que principalmente corresponde a los Planes Parciales La Marlene y Bosa 37 (ya aprobados) y Edén El Descanso (en proceso de formulación), además de permitir la llegada de nuevos habitantes, representan una oportunidad para la proximidad en la medida que aportan nuevas cesiones para espacio público y equipamientos. Adicionalmente, esta UPL cuenta con proyectos previstos desde el POT para complementar el sistema de movilidad, los cuales garantizan la conectividad en la escala próxima.

En lo que respecta a la disponibilidad de espacios verdes y públicos en Kennedy, se registra una proporción de 5,7 metros cuadrados de áreas verdes por habitante y 3,9 metros cuadrados de áreas de espacio público efectivo por habitante.

En los diversos escenarios de participación, se han identificado varias problemáticas en la localidad de Kennedy. Entre estas se encuentran las deficiencias en el control y manejo de mascotas, la contaminación generada por la presencia de residuos sólidos, que afecta tanto visual como auditivamente. Así mismo, se registra contaminación por material particulado vinculada a actividades de empresas de autopartes y talleres mecánicos.

En efecto, el Sistema de Áreas Protegidas (SAP) constituye el 10,7% del área de Kennedy comprendida dentro de la Estructura Ecológica Principal (EPP) y se encuentra conformado por: el Parque Ecológico Distrital de Humedal El Burro, Parque Ecológico Distrital de Humedal La Vaca y Parque Ecológico Distrital de Humedal Techo.

Adicionalmente, los corredores ecológicos representan el 39,3% del área de la EEP de esta localidad; y en parques urbanos, que hacen parte de la EEP, estructurantes y de proximidad, Kennedy cuenta con 53,8 hectáreas (21,3% a nivel de localidad y 9,3% de este componente en la ciudad) (Secretaría de Planeación, 2020), en el que destaca el Parque Las Margaritas, de escala zonal (Secretaría Distrital de Planeación, 2020).

- Ronda hidráulica y zona de manejo y preservación ambiental del río Bogotá:

De acuerdo con la Ilustración 14, la zona donde se ubica el predio de Gibraltar se ve afectada por la Ronda Hidráulica y Zona de Manejo y Preservación Ambiental del Río Bogotá, así como el Canal Tintal II y canal Cundinamarca. Este aspecto es crucial, ya que dicho corredor conecta elementos significativos como el Parque Ecológico Distrital de Humedal (PEDH) Jaboque, el

524

PEDH Juan Amarillo, la Reserva Forestal Protectora (RFP) Thomas Van Der Hammen y el PEDH La Conejera.

6.1.2.7. Instrumentos de Planificación Territorial y de Gestión del Riesgo

En este apartado, se realizó una revisión de información técnica y cartográfica levantada en los instrumentos de planificación territorial y de gestión del riesgo de desastres existentes en el territorio, con el fin de identificar el estado actual del territorio en términos de amenazas y riesgos de desastres que pueden afectar los procesos de desarrollo en el municipio, incluido el proceso constructivo del Proyecto Velódromo.

En primer lugar, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá identifica que la cuenca del río Bogotá atraviesa el altiplano cundiboyacense, en dirección noreste a sureste, en el departamento de Cundinamarca, Colombia. Nace en el Páramo de Guacheneque, a una altitud de 3.300 metros sobre el nivel del mar, en el nororiente del municipio de Villapinzón. Su recorrido culmina en la desembocadura en el río Magdalena, cerca del municipio de Girardot, a una altitud de 280 metros sobre el nivel del mar. El área de influencia del río abarca unas 589.143 hectáreas (CAR, 2019).

El río Bogotá se divide en tres cuencas: alta, media y baja, y atraviesa 47 municipios del departamento de Cundinamarca. Su influencia alcanza a más de 10 millones de personas, principalmente en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. Es considerado un ecosistema lótico debido a que sus aguas fluyen de manera natural, transportando un caudal constante en una dirección descendente hasta su desembocadura en el río Magdalena. Este río alberga una amplia biodiversidad de plantas y peces. Es de gran importancia para la población humana, ya que sus aguas se utilizan para abastecer acueductos, sistemas de riego y diversas actividades económicas como la agricultura, la navegación y la generación de electricidad, además de ser crucial para el tratamiento de aguas residuales.

Ahora bien, en la fase de zonificación, se identificaron y priorizaron cuatro (4) tipos de riesgos: nivel de amenaza por movimientos en masa, por avenidas torrenciales, por inundaciones y por incendios, revelando una distribución heterogénea de riesgos.

Las áreas de amenaza alta por movimientos en masa, aunque representan una proporción pequeña del área total de la cuenca, tienen una gran importancia debido a la alta probabilidad de procesos de inestabilidad, principalmente en zonas con pendientes pronunciadas. Por otro lado, las amenazas por avenida torrencial se concentran mayormente en las cuencas media y alta, relacionadas con terrenos de altas pendientes. Las áreas de amenaza alta por inundación se

localizan principalmente en las llanuras de inundación del río Bogotá, con focos importantes en varios municipios, mientras que las amenazas por incendios forestales afectan significativamente gran parte de la cuenca, especialmente en periodos secos (CAR, 2019).

En segundo lugar, el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) Bogotá Reverdece 2022-2035, establecido por el Decreto 555 de 2021, aborda los desafíos inmediatos de la ciudad a la vez que se proyecta hacia metas a largo plazo, como la adhesión a los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030 y la descarbonización de la sociedad para 2050 (IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

En Bogotá D.C., se enfrenta a una variedad de riesgos que pueden impactar a la población, los bienes y la infraestructura. Estos riesgos incluyen inundaciones, deslizamientos de tierra, eventos sísmicos, aglomeraciones de público, riesgos tecnológicos y los derivados del cambio climático, entre otros. La gestión efectiva de estos riesgos es crucial para el ordenamiento territorial, y debe estar alineada con las políticas institucionales y los instrumentos establecidos a nivel local, regional y nacional en los últimos años.

Es importante destacar que la ciudad de Bogotá cuenta con el Instituto Distrital para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (IDIGER) y el Sistema Distrital para la Gestión del Riesgo y el Cambio Climático (SDGR-CC). Estas entidades garantizan la articulación de principios y directrices para la prevención y adaptación ante riesgos y cambio climático. Además, facilitan la coherencia en los procesos estratégicos y transversales, así como el desarrollo de instrumentos básicos para la articulación de políticas ambientales relacionadas con la gestión del riesgo y el cambio climático.

Las amenazas climáticas que enfrenta el territorio nacional, particularmente Bogotá, están relacionadas principalmente con el aumento de la temperatura y la variación en las precipitaciones. El IDEAM califica a Bogotá como altamente vulnerable ante los efectos del cambio climático debido a las amenazas a las que se enfrenta, los altos niveles de vulnerabilidad de la ciudad y su población, y la baja capacidad de adaptación de sus instituciones. Estas amenazas incluyen incendios forestales, eventos de remoción en masa e inundaciones, que representan riesgos significativos para la seguridad alimentaria, el recurso hídrico y la biodiversidad. Además, Bogotá es el principal emisor de gases de efecto invernadero en Colombia, aunque con una tasa per cápita inferior a otras ciudades del país. Aunque la Administración Distrital ha realizado avances en la articulación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el marco de Sendai y el Acuerdo de París, así como en la introducción de marcos locales para la acción climática y la gestión del riesgo de desastres.

526

De acuerdo con el Índice de Riesgo Municipal, Bogotá es la ciudad con el mayor nivel de riesgo climático en Colombia. Esto se debe principalmente a las amenazas a las cuales se enfrenta, los altos niveles de vulnerabilidad de la ciudad y su población, y la baja capacidad de adaptación de sus instituciones, según el IDEAM (2017, como se citó en IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021). Las amenazas que enfrenta la ciudad incluyen incendios forestales, eventos de movimientos en masa, sequías e inundaciones, los cuales representan importantes riesgos para la seguridad alimentaria, el recurso hídrico y la biodiversidad de Bogotá. Además, según este índice, la ciudad enfrentará numerosos riesgos derivados de la variabilidad y cambio climático proyectado.

Por tanto, en el Distrito Capital de Bogotá, las principales amenazas son movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales, crecientes súbitas, incendios forestales y riesgos de origen tecnológico. Para estas amenazas, excepto los sismos y los riesgos tecnológicos, se han actualizado los estudios básicos y la zonificación de amenazas en los últimos años, específicamente entre 2018 y 2019. Estos datos se utilizan como base para la toma de decisiones en el ordenamiento del territorio, y se revisan y ajustan periódicamente para garantizar el cumplimiento de la normativa. Con base en esta información y de acuerdo con la normativa vigente, se han elaborado mapas que identifican áreas con condiciones de amenaza y riesgo, sobre los cuales se deben realizar estudios detallados para definir acciones de mitigación, así como restricciones y condicionamientos al uso del suelo según corresponda (IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

En tercer lugar, el Plan Distrital de Gestión del Riesgo de Desastres y del Cambio Climático para Bogotá 2018-2030 (PDGRDCC), aprobado en noviembre de 2018 y adoptado mediante el Decreto Distrital 837 de diciembre de 2018, orienta las acciones para el conocimiento del riesgo de desastres, del cambio climático y sus efectos, así como la reducción del riesgo, la mitigación y adaptación al cambio climático, y el manejo de emergencias y desastres.

En este instrumento, se reconoce que los escenarios asociados a los fenómenos amenazantes con mayor recurrencia como son los movimientos en masa, las inundaciones, las avenidas torrenciales y los de origen tecnológico. Por tanto, como resultado de este instrumento, se cuenta con una actualización de los escenarios de riesgo por actividad de la construcción, riesgo tecnológico, riesgo sísmico, inundaciones, avenidas torrenciales, movimientos en masa, incendios forestales, aglomeraciones y cambio climático y su información se encuentra disponible para consulta general en la página web del IDIGER (IDIGER, 2020).

Por último, como estrategia para la respuesta a emergencias se cuenta con el Marco de Actuación para la Respuesta a Emergencias de Bogotá D.C., carta de navegación de los servicios de

527

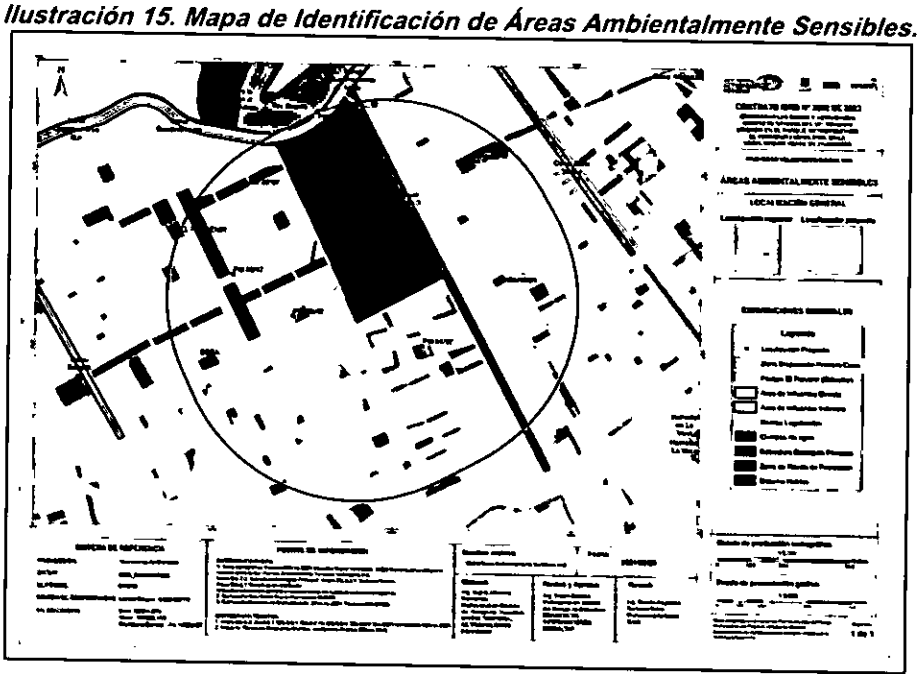
respuesta. La cual consiste en la prestación de 16 servicios básicos a la ciudadanía, organizados a través del Sistema Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático. Estos son activados en la medida en que los daños y la crisis social lo demanden. En una emergencia, el Sistema se activa y cada entidad interviene de acuerdo con su misión, niveles de coordinación y responsabilidades dentro del escenario de riesgo. A través de sus funciones específicas, se optimiza la prestación de servicios, la organización y la coordinación de la respuesta, permitiendo una actuación eficaz y coordinada para hacer frente a la situación de emergencia.

Con ello, se cuenta con protocolos de respuesta definidos para los escenarios de riesgo relacionados con incendios forestales, MATPEL, encharcamientos e inundaciones, colapso estructural y otras emergencias de manera general (IDIGER, 2017).

6.1.2.8. Áreas Ambientalmente Sensibles

Usando la base cartográfica existente en los instrumentos de planificación territorial y de gestión del riesgo como una herramienta de integración, se identificaron las áreas ambientalmente sensibles en el área de influencia directa e indirecta, representados en la siguiente ilustración (Ver Anexo 20.1.3 Áreas Ambientalmente Sensibles).

Ilustración 15. Mapa de Identificación de Áreas Ambientalmente Sensibles.



Fuente: Los autores.

528

Dentro del área de influencia indirecta, se ubican elementos expuestos del medio natural como:

- Cuerpos de agua con su sistema hídrico: Canal Cundinamarca – Norte y Sur y Canal Tintal II. 32.487,06 m² del Canal Cundinamarca y 103.466,45 m² del Canal Tintal II.
- Estructura ecológica principal: Áreas complementarias para la conservación, como áreas para la adaptación al cambio climático (franja diferenciada por tramos discontinuos paralela al cauce que se encuentra entre los tejidos urbanos de borde y el Parque Lineal del Río Bogotá) y parques estructurantes como El Porvenir y El Porvenir Gibraltar.
- Bosque urbano Porvenir.
- 47 parques con un área de 896.593,74 m², de los cuales 636.610 m² pertenecen al Parque El Porvenir (Gibraltar).
- Otros parques como La Rivera I Sector, Bellavista- Dindalito, Dindalito, Desarrollo Las Brisas, Ciudad de Cali, Desarrollo Altamar, Dindalito etapa I, Urb. Compartir La Margarita, Urb. La Margarita Primera Etapa, Urb. Las Margaritas Sector 1 Parque Etapa A, Urb. Las Americas, Desarrollo Brasilia Sector 1, Desarrollo Betania, Brasil Segundo Sector, Brasil Villa de Los Comuneros, Estación de Servicio Brasil, Urb. San Lorenzo Parque ADIC, Desarrollo Brasilia III Sector, Desarrollo San Gil, Urbanización Tangara, Desarrollo Caldas, Urbanización Centro Educativo Santa Marta, Urb. Bosa 001, Desarrollo El Porvenir San Luis, Urb. Ciudadela El Porvenir III Etapa, Urb. Ciudadela El Porvenir IV Etapa y El Porvenir.

6.1.3. Contexto Interno

6.1.3.1. Gobierno, Estructura Organizacional, Funciones y Responsabilidades

La estructura organizativa del proyecto incluye roles clave para la ejecución eficiente de los procesos y actividades constructivas (Ver Anexo 4. Plan de Calidad del proyecto). Engloba directores, profesionales auxiliares, ingenieros residentes, especialistas en distintas disciplinas, personal de obra, inspectores y profesionales en áreas como ambiente, calidad, seguridad y gestión del riesgo. La diversidad de roles asegura una gestión integral y coordinada, abarcando desde la dirección técnica hasta funciones especializadas para garantizar el éxito del proyecto, tales como:

- **Líder del Consorcio:** El líder del consorcio es el responsable de la supervisión general del proyecto; es la figura central para la toma de decisiones estratégicas, coordinación con las partes interesadas y la dirección general del consorcio.

- **Gerencia de Proyecto:** El equipo de gerencia del proyecto establecido, estará liderado por el director de la obra, el cual está a cargo de liderar los procesos de planificación, ejecución y control de todas las actividades relacionadas con el Proyecto. Incluirá roles como el jefe de obra, gerente de calidad, gerente de seguridad y otros especialistas según las necesidades del proyecto.

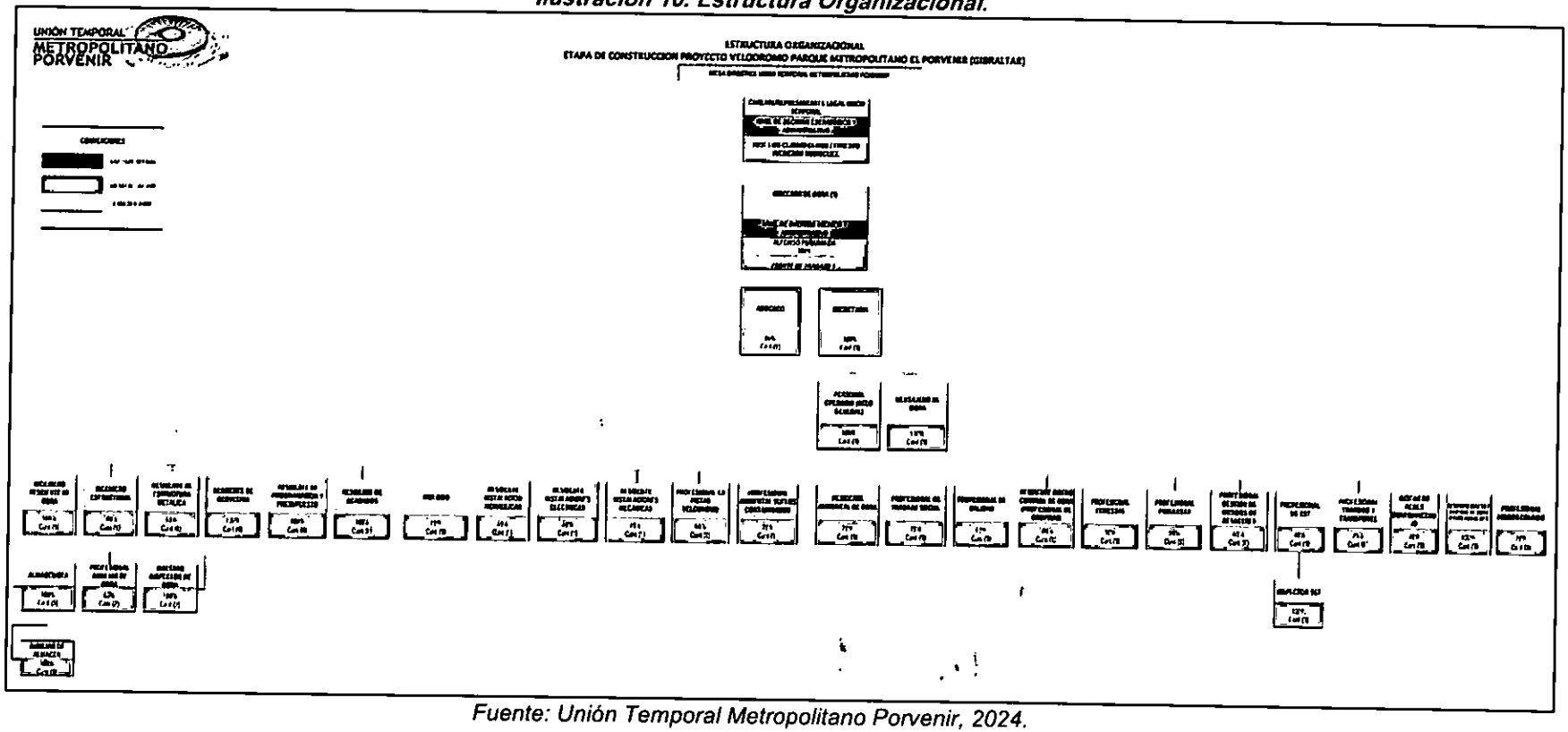
529

- **Responsables de Áreas Específicas:** Cada área clave del proyecto, como estructuras, geotecnia, ambiente, trabajo social, calidad, seguridad y salud en el trabajo (SST), paisajismo, pistas, instalaciones, acabados e instalaciones, gestión del riesgo de desastres, hidrogeología, fauna y forestal contará con un responsable designado. Estos roles garantizarán un enfoque especializado en cada aspecto crítico del proyecto.

530

A continuación, se detalla la estructura organizativa (Ver Ilustración 16 y Anexo 4. Plan de Calidad).

Ilustración 16. Estructura Organizacional.



Fuente: Unión Temporal Metropolitano Porvenir, 2024.

6.1.3.2. Políticas, Objetivos y Estrategias diseñadas para la Implementación del Plan de Gestión del Riesgo

La Unión Temporal Metropolitano Porvenir adoptará y ejecutará la Política Integral de CYG Ingeniería y Construcciones, la cual está actualizada y conforme con los estándares establecidos en la normativa legal colombiana vigente, así como con los criterios establecidos en las normas internacionales ISO 9001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 14001:2015. Estas certificaciones internacionales respaldan la implementación y el cumplimiento de dicha política, cuyos detalles se especifican en el Plan de Calidad del Proyecto.

6.1.3.3. Capacidades

Es imperativo destacar las capacidades específicas que la Unión Temporal Metropolitano Porvenir posee para abordar eficientemente los posibles riesgos en cada fase de la obra. La implementación de prácticas en gestión del riesgo no solo fortalece la seguridad de los trabajadores y la comunidad circundante, sino que también asegura la durabilidad y éxito a largo plazo del proyecto. A continuación, se presentan los recursos disponibles:

6.1.3.3.1. Recurso Humano

A continuación, se listan los profesionales clave que serán contratados para desarrollar la ejecución de la obra (especificado en el Anexo Técnico Selección Abreviada de Menor Cuantía del Sector Cultura, Recreación y Deporte, Proceso No. IDRD-SG-SAMC-071-2023 - Apartado 6.5. Personal Clave; en el cual se describe a detalle lo perfiles requeridos y dedicaciones):

- Un (1) director de obra (ingeniero civil o arquitecto)
- Dos (2) profesional– auxiliar de obra (ingeniero civil o arquitecto)
- Un (1) ingeniero residente de obra (ingeniero civil)
- Un (1) ingeniero estructural (ingeniero civil)
- Un (1) residente estructura metálica (ingeniero civil)
- Un (1) residente en geotecnia (ingeniero civil)
- Un (1) residente de programación y presupuesto (arquitecto o ingeniero)
- Un (1) residente de acabados (ingeniero civil o arquitecto)
- Un (1) residente de instalación hidráulicas (ingeniero civil)
- Un (1) residente de instalaciones eléctricas (ingeniero eléctrico o ingeniero electricista)
- Un (1) residente instalaciones mecánicas (ingeniero mecánico o ingeniero electromecánico)
- Un (1) profesional en construcción de pistas de velódromo (arquitecto, ingeniero civil o ingeniero mecánico)

532

- Un (1) profesional ambiental en manejo de suelos contaminados (ingeniero ambiental)
- Un (1) residente ambiental de obra (ingeniero ambiental)
- Dos (2) maestro(s) o inspector(es) de obra (tecnólogo en construcción de obras civiles u otro)
- Un (1) auxiliar de almacén (obrero)
- Un (1) secretaria de obra (secretaria)
- Un (1) personal operario (aseo general) (obrero)
- Un (1) mensajero de obra (obrero)
- Un (1) abogado (abogado)
- Un (1) profesional en trabajo social (trabajador social o psicólogo o sociólogo o comunicador social)
- Un (1) profesional de calidad (ingeniero civil o arquitecto o ingeniero industrial)
- Un (1) residente diseño control de obra (profesional de compras) (ingeniero civil arquitecto)
- Un (1) profesional forestal (ingeniero forestal)
- Un (1) profesional paisajista (arquitecto)
- Un (1) profesional en gestión del riesgo y desastres (ingeniero ambiental)
- Un (1) profesional SG – SST (ingeniero ambiental)
- Un (1) inspector SST (profesional en salud ocupacional o profesional en seguridad y salud en el trabajo o profesional en administración en seguridad y salud en el trabajo)
- Un (1) profesional de tránsito y transporte (ingeniero civil o ingeniero tránsito y transporte)
- Un (1) ingeniero redes contra incendio (ingeniero civil)
- Un (1) residente diseño y control obra - profesional BIM (arquitecto o ingeniero)
- Un (1) profesional hidrogeólogo (geólogo)
- Un (1) biólogo (biólogo)

6.1.3.3.2. Recursos Financieros

Los recursos financieros del Proyecto corresponden a los fondos y activos monetarios necesarios para planificar, ejecutar y completar exitosamente las obras, tales como:

- **Presupuesto de Construcción:** Conforme a las especificaciones del Contrato No. 3232 del 2023, el cual tiene como propósito la contratación de obras y actividades complementarias para la construcción del Velódromo en el Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar), ubicado en la Localidad de Kennedy en Bogotá. El valor del contrato es de CIENTO TREINTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS VEINTIÚN MILLONES SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS MIL SEISCIENTOS SEIS PESOS M/CTE ($132.821.646.606) para el año de suscripción del Contrato 2023; este monto abarca los diversos costos relacionados con el proyecto, desde materiales y mano de obra hasta servicios profesionales.

- **Financiamiento:** El financiamiento estará liderado el Instituto Distrital de Recreación y

553

Deporte, conforme a lo dispuesto en la Resolución No. 386 del 08 de octubre del 2018, mediante la cual la Contaduría General de la Nación emite lineamientos sobre el manejo de los recursos entregados en Fiducias por parte de las Entidades Públicas.

A través de la Subdirección Técnica de Construcciones del IDRD está llevando a cabo el Proyecto de Inversión 7856, titulado "Construcción y Adecuación de Escenarios y/o Parques Deportivos Sostenibles para la Revitalización Urbana en Bogotá". Este proyecto tiene como meta la construcción de 5 escenarios y/o parques deportivos, alineándose con el Plan de Desarrollo Distrital y la meta específica de construir y/o adecuar 7 parques y/o escenarios deportivos. El objetivo principal es seguir consolidando espacios públicos idóneos para la recreación y práctica deportiva en la ciudad, promoviendo el aprovechamiento del tiempo libre de la comunidad. Como parte de este enfoque, la Subdirección Técnica de Construcciones ha decidido realizar las obras de construcción del VELÓDROMO UBICADO EN EL PARQUE METROPOLITANO EL PORVENIR (GIBRALTAR), ubicado en Carrera 91 No. 43-20 SUR, en la localidad de Kennedy.

6.1.3.4. Listado de las Directivas de la Entidad

En este apartado, se destaca la importancia de la estructura organizacional de la Unión Temporal Metropolitano Porvenir (Ilustración 16), así como la interventoría y el supervisor del contrato de interventoría. A continuación, se presenta el listado de las directivas del Proyecto (Tabla 6):

Tabla 6. Directivas del Proyecto.

Entidad	Cargo	Nombre
Unión Temporal Metropolitano Porvenir	Representante Legal	José Luis Clavijo Olmos (P), Ernesto Yugueros Rodríguez (S)
	Director de Obra	Alfonso Peñaranda Contacto: 3008620623
Consorcio Interventores Gibraltar	Representante Legal	Andrés Humberto Martínez Vesga
	Coordinadora de interventoría	Adriana Guerrero Alayón Contacto: 3134230273
IDRD	Supervisor del contrato	Oscar Ricardo Tamayo Tamayo
	Subdirectora Técnica de Construcciones	Adriana María Ceballos Calle

Fuente: Los autores.

534

6.1.4. Contexto del Proceso de Gestión del Riesgo

En este aparte, se definen los aspectos de actuación en la toma de decisiones frente a la intervención del riesgo de desastres por parte del Contratista de la Obra.

6.1.4.1. Identificación y Definición de las Actividades de Gestión del Riesgo a Implementar

En lo que respecta a la formulación e implementación del Plan de Gestión del Riesgo de Desastres del Proyecto Velódromo, la Unión Temporal Metropolitano Gibraltar realizó una exhaustiva revisión de las distintas actividades de gestión del riesgo que se desarrollarán durante todas las fases de este proyecto constructivo. Esto implica identificar los riesgos potenciales asociados con cada etapa, desde la etapa inicial hasta la ejecución y cierre de la obra, mediante el desarrollo de los siguientes componentes:

- Generalidades:

En el contexto del Proyecto Velódromo Gibraltar, la gestión del riesgo se erige como un pilar fundamental para asegurar la ejecución eficiente y segura de todas las fases del proyecto. Este capítulo aborda de manera integral los aspectos clave de la gestión del riesgo, centrándose en el alcance del proyecto, los objetivos del PGRDEPP, el deslinde conceptual y el marco de referencia normativa. Este enfoque se alinea con los tres componentes esenciales de la gestión del riesgo: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres.

- Proceso de Conocimiento del Riesgo:

En este componente, se realiza un análisis detallado del contexto del proyecto constructivo. Esto incluye una revisión exhaustiva de las características operativas del entorno de construcción, así como la interacción entre los elementos ambientales y las operaciones del proyecto. El capítulo aborda la caracterización de los escenarios de riesgo, el cual incluye los factores internos y externos que podrían impactar el desarrollo del proyecto.

- Proceso de Reducción del Riesgo:

En consonancia con el componente de conocimiento del riesgo, se definen las estrategias y acciones específicas destinadas a modificar los riesgos identificados, con base en los escenarios de riesgo priorizados. Esto incluye la definición de acciones de intervención de tipo correctivo y prospectivo, así como medidas para la protección financiera.

535

- Proceso de Manejo de Desastres:

Se aborda el Plan de Emergencia y Contingencia, estructurando la ruta integral para preparar al Proyecto en caso de una emergencia. Se definen las acciones a realizar, desde el momento de la ocurrencia hasta la finalización de la emergencia, cubriendo aspectos estratégicos, operativos e informativos. Se destacan las medidas necesarias para la atención eficaz y coordinada ante situaciones de crisis.

6.1.4.2. Relaciones entre el Proyecto y otros Actividades de la Organización

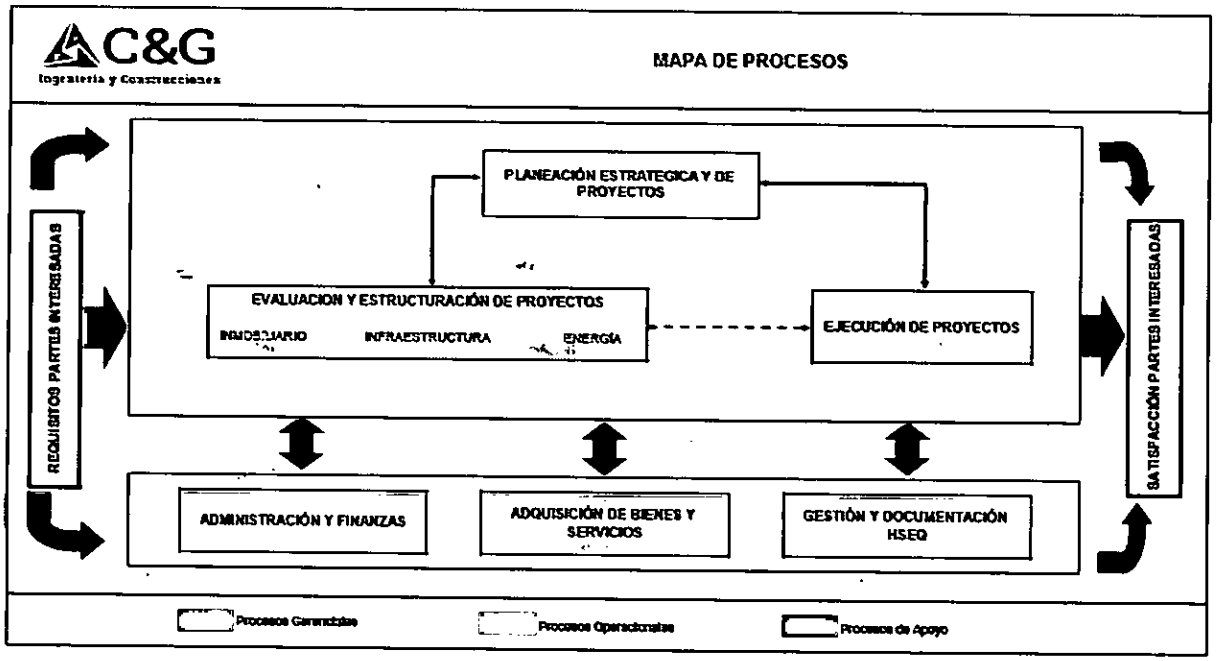
Conforme al Plan de Calidad del Proyecto (Ver Anexo 4), las actividades realizadas por la Unión Temporal Metropolitano Porvenir se soportarán en el Mapa de procesos de C&G Ingeniería y Construcciones S.A.S., con el fin de llevar a cabo el desarrollo del contrato, alineada a los estándares de calidad internacional que se requieren para cumplir a cabalidad con las obligaciones contractuales. Por tanto, a continuación, se listan los procesos que harán parte fundamental durante la ejecución del proyecto:

- Proceso de ejecución de proyectos (O)
- Proceso Administración y finanzas (A)
- Proceso Adquisición de bienes y servicios (A)
- Proceso Gestión y documentación HSEQ (A)

Lo anterior, se encuentra soportado en el siguiente esquema.

536

Ilustración 17. Mapa de Procesos de la Entidad.



Fuente: Unión Temporal Metropolitano Porvenir, 2024.

6.1.4.3. Definición de las Metodologías de Valoración del Riesgo

6.1.4.3.1. Metodología Adoptada en el Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación, con base en el Estándar AS/ NZS ISO 31000

Con base en los pliegos del Proceso de Contratación No. IDRD-SG-SAMC-071-2023, se identificaron y evaluaron los riesgos del proceso contractual y, a partir de allí, se definieron las medidas de tratamiento del riesgo a implementar, conforme a la metodología definida en el Manual para la Identificación y Cobertura del Riesgo en los Procesos de Contratación y la NTC ISO 31000:2018 "Gestión del Riesgo: principios y directrices", para el cumplimiento de lo establecido por el artículo 159 del Decreto 1510 de 2013 (Ver Anexo 5. Matriz de Identificación, Evaluación y Tratamiento de Riesgos en Procesos Contractuales: Anexo del Estudio Previo, Proceso No. IDRD-SG-SAMC-071-2023).

Entre los aspectos que se tienen en cuenta para la identificación de riesgos mediante esta metodología, se encuentra la identificación de los eventos que pueden alterar la ejecución del contrato. Dentro de los tipos de riesgos identificados se encuentran los siguientes:

557

- Riesgos Sociales o Políticos: son los derivados de los cambios de las políticas gubernamentales y de cambios en las condiciones sociales que tengan impacto en la ejecución del contrato.
- Riesgos Operacionales: son los asociados a la operatividad del contrato, tales como la suficiencia del presupuesto oficial, del plazo o los derivados de procesos, procedimientos, parámetros, sistemas de información y tecnológicos, equipos humanos o técnicos inadecuados o insuficientes.
- Riesgos de la Naturaleza: son los eventos naturales previsibles en los cuales no hay intervención humana que puedan tener impacto en la ejecución del contrato, por ejemplo, los temblores, inundaciones, lluvias, sequías, entre otros.
- Riesgos Ambientales: son los derivados de las obligaciones legales o reglamentarias de carácter ambiental, así como de las licencias, planes de manejo o de permisos y autorizaciones ambientales, incluyendo tasas retributivas y compensatorias, obligaciones de mitigación, tareas de monitoreo y control, entre otras.
- Riesgos Tecnológicos: son los derivados de fallas en los sistemas de comunicación de voz y de datos, suspensión de servicios públicos, nuevos desarrollos tecnológicos o estándares que deben ser tenidos en cuenta para la ejecución del contrato, obsolescencia tecnológica.
- Otros Tipos de Riesgos.

A partir de allí, se determinan los posibles efectos adversos que estos pueden generar, considerando aspectos relacionados con el objeto del Proceso de Contratación, los partícipes del Proceso de Contratación, la ciudadanía que se beneficia del Proceso de Contratación, las condiciones geográficas y de acceso del lugar en el cual se debe cumplir el objeto del Proceso de Contratación, el entorno socio ambiental, las condiciones políticas, los factores ambientales, el sector del objeto del Proceso de Contratación y su mercado, la normativa aplicable al objeto del Proceso de Contratación, entre otros.

Posteriormente, se evalúan cada uno de los riesgos identificados, estableciendo el impacto de los mismos frente al logro de los objetivos del Proceso de Contratación y su probabilidad de ocurrencia. Esta evaluación tiene como fin asignar a cada riesgo una calificación en términos de impacto y de probabilidad, la cual permite establecer la valoración de los riesgos identificados y las acciones que se deban efectuar.

Para estimar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de un evento que afecte de manera negativa el Proceso de Contratación, se sugiere consideran fuentes de información como registros anteriores de la ocurrencia del evento en Proceso de Contratación propios y de otras Entidades Estatales, publicaciones o noticias sobre la ocurrencia del riesgo identificado, opiniones y juicios de especialistas y expertos, estudios técnicos y otros (Colombia Compra Eficiente, 2013).

Para evaluar los riesgos, se combina la probabilidad de ocurrencia y el impacto del evento (Ilustración 18), siguiendo los siguientes pasos:

Ilustración 18. Matriz para Valoración del Riesgo.

TABLA DE VALORACIÓN DEL RIESGO						
		IMPACTO				
Cualificación Cualitativa		Obstruye la ejecución del contrato de manera intrascendente.	Dificulta la ejecución del contrato de manera baja, aplicando medidas mínimas se pueden lograr el objeto contractual.	Afecta la ejecución del contrato sin alterar el beneficio para las partes.	Obstruye la ejecución del contrato sustancialmente pero aun así permite la consecución del objeto contractual.	Perturba la ejecución del contrato de manera grave imposibilitando la consecución del objeto contractual.
Cualificación monetaria		Los sobrecostos no representan más del uno por ciento (1 %) del valor del contrato.	Los sobrecostos no representan más del cinco por ciento (5%) del valor del contrato.	Genera un impacto sobre el valor del contrato entre el cinco (5%) y el quince por ciento (15%).	Incrementa el valor del contrato entre el quince (15%) y el treinta por ciento (30%).	Impacto sobre el valor del contrato en más del treinta por ciento (30%).
CATEGORÍA	VALORACIÓN	INSIGNIFICANTE 1	MENOR 2	MODERADO 3	MAYOR 4	CATASTRÓFICO 5
Raro (Puede ocurrir excepcionalmente)	1				5	6
Improbable (Puede ocurrir ocasionalmente)	2			5	6	7
Posible (Puede ocurrir en cualquier momento futuro	3		5	6	7	8
Probable (Probablemente va a ocurrir)	4	5	6	7	8	9
Casi Cierto (Ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5	6	7	8	9	10

Fuente: Como se citó en IDRD, 2023.

a) Asignar una categoría a cada riesgo de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia así: raro, improbable, posible, probable y casi cierto y valorarlos de 1 a 5 siendo raro el de valor más bajo y casi cierto el de valor más alto. Se puede utilizar las fuentes de información sugeridas anteriormente, métodos cuantitativos con diferentes metodologías que arrojen otros resultados y complementen los resultados de la matriz de evaluación de riesgos.
b) Determinar el impacto del Riesgo, analizando los siguientes criterios: (i) la calificación cualitativa del efecto del Riesgo, y (ii) la calificación monetaria del Riesgo, la cual corresponde a la estimación de los sobrecostos ocasionados por la ocurrencia del Riesgo como un porcentaje del valor total del presupuesto del contrato. Se debe escoger la mayor valoración resultante de los criterios (i) y (ii) para determinar el impacto del Riesgo.
c) Para cada Riesgo se deben sumar las valoraciones de probabilidad e impacto, para obtener la valoración total del Riesgo.
d) Finalmente, la valoración completa del Riesgo permite establecer una categoría a cada uno de ellos para su correcta gestión (Ver Ilustración 19):

359

Ilustración 19. Criterios para Valoración del Riesgo.

Valoración del Riesgo	Categoría
8, 9 y 10	Riesgo extremo
6 y 7	Riesgo alto
5	Riesgo medio
2, 3 y 4	Riesgo bajo

Fuente: Como se citó en IDRD, 2023.

Como resultado de la aplicación de la metodología anteriormente mencionada, se obtuvo la Matriz de Identificación, Evaluación y Tratamiento de Riesgos en Procesos Contractuales (Anexo 5. Matriz de Identificación, Evaluación y Tratamiento de Riesgos en Procesos Contractuales: Anexo del Estudio Previo, Proceso No. IDRD-SG-SAMC-071-2023), identificándose los siguientes riesgos de desastres, entre otros riesgos:

Tabla 7. Riesgos Ambientales, Operacionales, Socio-políticos y Sociales Identificados y Evaluados para el Proceso Contractual No. IDRD-SG-SAMC-071-2023.

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN							
Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción	Consecuencia de la ocurrencia del evento		Probabilidad		Impacto	Valoració	Categoría
Específico	Externo	Ejecución	Operacional	Perdida, daño o hurto de los bienes en el lugar de ejecución objeto del proyecto durante la ejecución del contrato.	Demora en la restitución de los bienes y sobrecostos del contrato.	3	Posible (Puede ocurrir en cualquier momento futuro)	4	Mayor	7	Riesgo Alto
General	Externo	Ejecución	De la naturaleza	Existencia de condiciones climáticas, ambientales, adversas y/o precipitación fuera de lo común que generen retraso, dificultad o imposibilidad de ejecutar el contrato, (referidos a la precipitación estadística del sitio de los trabajos de acuerdo con el	Posibles retrasos en la ejecución de actividades contractuales, daños a obras ya ejecutadas.	4	Probable (Probablemente va a ocurrir)	3	Moderado	7	Riesgo Alto

540

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN								
Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción	Consecuencia de la ocurrencia del evento		Probabilidad		Impacto		Valoración	Categoría
				IDEAM y/o certificada por autoridad competente)								
Específico	Externo	Ejecución	Ambiental	Problemas presentados por la inestabilidad del terreno	Atrasos en el desarrollo del contrato Afectación a terceros		3	Posible (Puede ocurrir en cualquier momento futuro)	5	Catastrófico	8	Riesgo Extremo
Específico	Externo	Ejecución	Ambiental	Posibilidad de afectaciones en el predio por amenaza de inundación	Retrasos en cualquiera de las etapas previstas en el contrato.		2	Improbable (Puede ocurrir ocasionalmente)	2	Menor	4	Riesgo Bajo
Específico	Externo o Interno	Ejecución	Ambiental	Aumento del volumen de lixiviados por indebido procedimiento en la implementación del plan de contingencia por parte del contratista.	Retraso en las actividades contractuales. Sobrecosto del contrato.		2	Improbable (Puede ocurrir ocasionalmente)	4	Mayor	6	Riesgo Alto
Específico	Externo o Interno	Ejecución	Ambiental	Presencia de Gases Tóxicos y/o Explosivos y/o Inflamables y/o Reactivos y/o Radioactivos y/o Corrosivos que superen los valores permisibles en presencia del aire. Monitoreados a través del multiparámetro y demás equipos.	Retraso en las actividades contractuales. Sobrecosto del contrato.		2	Improbable (Puede ocurrir ocasionalmente)	4	Mayor	6	Riesgo Alto

541

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN								
Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción	Consecuencia de la ocurrencia del evento		Probabilidad		Impacto		Valoració	Categoría
Especifico	Externo/Interno	Ejecución	Ambiental	Posibilidad de ocurrencia de desastres de origen natural, socionatural y tecnológico (antrópico), durante la ejecución de las obras por no implementación de medidas de mitigación por parte del contratista, por indebido procedimiento en la implementación del plan de contingencia por parte del contratista.	Atrasos en el desarrollo del contrato. Sobrecosto del contrato.	5	Casi cierto (Ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5	Catastrófico	10	Riesgo Extremo
Especifico	Externo/Interno	Ejecución	Ambiental	Posibilidad de ocurrencia de desastres de origen natural, socionatural y tecnológico (antrópico), durante la ejecución de las obras por no implementación de medidas de mitigación por parte del contratista.	Reclamaciones generadas por la comunidad. Afectaciones generados a terceros. Sancionatorios ambientales. Sobrecosto del contrato. Atraso en el desarrollo del contrato.	5	Casi cierto (Ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5	Catastrófico	10	Riesgo Extremo
General	Externo	Ejecución	Socio-Políticos	Interrupción de la ejecución del proyecto debido a bloqueos, protestas, huelgas, manifestaciones de orden público o por grupos sociales.	Atrasos en el desarrollo del contrato	1	Raro (Puede ocurrir excepcionalmente)	3	Moderado	4	Riesgo Bajo

542

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN							
Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción	Consecuencia de la ocurrencia del evento		Probabilidad		Impacto	Valoració	Categoría
General	Externo	Ejecución	Socio-Políticos	Se presenta protesta social, acciones vandálicas o acciones tipificadas en la legislación penal, que afecten la ejecución del contrato. Grupos de interés o terceros quebrantan el orden público, impidiendo el inicio u obligando a la suspensión de actividades principales del contrato obra.	Se modifica o atrasa el cronograma del contrato - Plan de construcción y coordinación logística (PCCL) o, eventualmente, se suspende el contrato	2	Improbable (Puede ocurrir ocasionalmente)	2	Menor	4	Riesgo Bajo
General	Externo	Ejecución	Socio Político	Presencia de grupos al margen de la ley y/o delincuencia común que puedan afectar la seguridad y correcta ejecución del contrato.	Sobrecostos y demoras que se puedan generar en la ejecución del contrato.	4	Probable (Probablemente va a ocurrir)	3	Moderado	7	Riesgo Alto
General	Externo/Interno	Ejecución	Operacional	Perdida de la información del contratista a causa de un factor externo (Incendio, picos de tensión, averías mecánicas, averías lógicas, error humano, desastre natural, virus, entre otras)	Retraso en las actividades contractuales.	3	Posible (Puede ocurrir en cualquier momento futuro)	2	Menor	5	Riesgo Medio
Especifico	Externo/Interno	Ejecución	Operacional	Contacto con sustancias tóxicas Reactivos y/o Radioactivos y/o Corrosivos presentes que superan los valores limites permisibles	Atrasos en el desarrollo del contrato. Sobrecosto del contrato.	5	Casi cierto (Ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5	Catastrófico	10	Riesgo Extremo

IDENTIFICACIÓN				EVALUACIÓN							
Clase	Fuente	Etapa	Tipo	Descripción	Consecuencia de la ocurrencia del evento	Probabilidad		Impacto		Valoració	Categoría
				y se encuentras clasificadas como INACEPTABLES de acuerdo a los resultados de medición presentados en el Concepto 03441 del 31 de marzo de 2023 emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA.							
Específico	Externo/Interno	Ejecución	Social	Quejas y/o afectaciones a la comunidad o trabajadores por generación de olores ofensivos o vectores producto del movimiento o retiro o transporte del material de excavación (relleno antrópico y capa superficial) que puedan afectar las condiciones de salud de las personas y de saneamiento del entorno.	Reclamaciones generadas por la comunidad que pueda generar sobrecosto o requerimientos por la autoridad ambiental. Atrasos en el desarrollo del contrato. Sobrecosto del contrato.	5	Casi cierto (Ocurre en la mayoría de las circunstancias)	5	Catastrófico	10	Riesgo Extremo

Fuente: Adoptado de IDRD, 2023.

6.1.4.3.2. Metodología de la Norma GTC-45 para la Identificación de Peligros y Valoración de Riesgos

El Apéndice Sistema de Gestión SST– Contratista de Obra - Anexo Técnico (IDRD, 2023d) establece que las medidas de prevención formuladas por el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) deberán estar soportadas en la metodología de la norma GTC-45 para la identificación de peligros y valoración de riesgos. Lo cual permitirá establecer los riesgos en SST asociados a las actividades específicas del proyecto para definir controles efectivos para proteger la salud y promover la seguridad del personal involucrado.

Lo anterior, acoge las disposiciones del Decreto 1072 de 2012 (Decreto Único del Sector Trabajo), en el que cual se establece en su Libro 2, Parte 2, Titulo 4, Capitulo 6 las disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

Así mismo, el Apéndice del SG-SST indica que:

> *"Para el planteamiento de dicha matriz, se deberá tener en cuenta los riesgos descritos en el Concepto Técnico 03441 del 31/03/2023 emitido por la Secretaría Distrital de ambiente en donde se determinaron los niveles de exposición según mediciones realizadas, las cuales arrojaron los siguientes resultados:*

Ilustración 20. Niveles de Exposición para Arsénico, Cromo Hexavalente, TPH y Plomo.

ÁREA	ARSÉNICO	CROMO HEXAVALENTE
1	ACEPTABLE	INACEPTABLE
2	INACEPTABLE	INACEPTABLE
3	INACEPTABLE	INACEPTABLE

ÁREA	TPH	PLOMO
1	INACEPTABLE	INACEPTABLE
3	N/A	INACEPTABLE

Fuente: SDA, 2023 (Ver Anexo 1).

6.1.4.4. Identificación de Estudios Realizados para la Elaboración del Proyecto

Para llevar a cabo el proyecto, el IDRD en colaboración con la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAAB) estableció el Convenio Interadministrativo No. 3040 del 20/10/2017. El propósito de este convenio consistió en aunar esfuerzos técnicos, operativos, administrativos y financieros para la realización de estudios preliminares necesarios para la construcción del Parque PM-10 El Porvenir Gibraltar. En virtud de este convenio y conforme a las exigencias de la Secretaría Distrital de Ambiente, la EAAB suscribió el Contrato de Consultoría No. 1-02-24200-0721-2018 con la firma SIAM S.A.S para obtener productos específicos. A continuación, se listan los estudios realizados:

1. Diagnóstico de las condiciones ambientales del predio Gibraltar.
2. Selección de alternativas tecnológicas, operativos y/o de infraestructura que, partiendo de experiencias nacionales e internacionales, puedan ser aplicadas al cumplimiento de las determinantes ambientales emitidas por la autoridad ambiental.
3. Diseño detallado de ingeniería de las alternativas de manejo seleccionadas por componente.
4. Estudio geotécnico y ambiental de la franja adicional (5 hectáreas) predio Gibraltar.
5. Resumen ejecutivo.

345

Cuyos productos descritos son parte del manejo ambiental para el proyecto y los cuales serán considerarlos al intervenir el predio, asegurando que se ajusten a las condiciones del terreno (como se cita en el Apéndice Ambiental: Lineamientos técnicos de la gestión ambiental, SDA, 2023 – Ver Anexo 6).

6.1.4.5. Contexto Histórico y Ambiental del Predio Gibraltar

A continuación, se realiza un resumen del contexto histórico y ambiental, conforme a lo establecido en la Línea Base Ambiental para Construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, SDA (2021a) – Ver Anexo 7:

- Históricamente, el Predio Gibraltar fue una zona inundable del río Bogotá y se convirtió en un sitio de disposición final de residuos durante la década de 1980. Operado simultáneamente con el botadero Cortijo hasta 1985, el predio recibía aproximadamente 3,400 toneladas diarias de residuos a cielo abierto, sin controles efectivos. Su operación careció de sistemas de drenaje, control de gases, lixiviados, aguas de escorrentía, olores y control de vectores, creando condiciones ambientales específicas para el área.

- Este vertedero operó durante unos 10 años hasta agosto de 1988, cuando se abrió el relleno sanitario Doña Juana. Durante su operación, se llevó a cabo la disposición de residuos a cielo abierto sin medidas de control como impermeabilización de fondo, sistema de drenaje, control de gases o lixiviados.

- En 1989 y 1990, se observaron lixiviados descargados al río y vallado sur.

- En el año 2000, la EAAB presentó un informe que indicaba la presencia de lixiviados con alto poder contaminante en el agua subterránea, sin sistemas de extracción de lixiviados ni de gases, y sin cobertura final impermeable. En 2005 y 2006, se evidenciaron lixiviados en el talud oriental del predio.

- El monitoreo de gases realizado en 2007 por Ingeniería y Georiesgos reveló concentraciones de gas metano en diferentes áreas del predio, según se detalla en la Ilustración 21.

- Según el Concepto Técnico 066 del 08/01/2009, existe una conexión hidráulica entre los lixiviados generados en la masa de residuos y el agua subterránea, lo que podría afectar el recurso hídrico subterráneo.

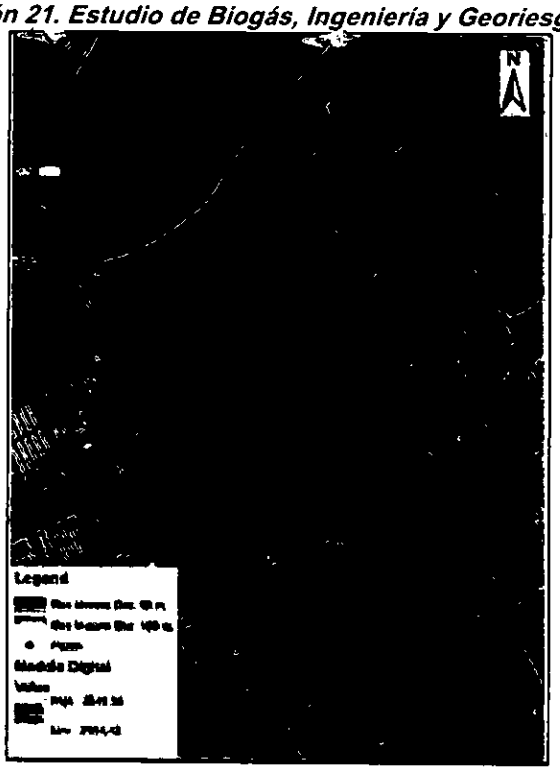
- En 2014 y 2015, la comunidad cercana presentó quejas por olores ofensivos y vertimientos de lodos a cielo abierto.

5416

- En enero de 2016, la EAAB concluyó la disposición de lodos provenientes del sistema de alcantarillado de la ciudad en el predio. Además, según el Plan de Ordenamiento Territorial, el área se encuentra designada como Parque Metropolitano, lo que indica su futura habilitación para este uso.

- En respuesta al oficio 2016EE202407 del 17/11/2016, la EAAB ejecutó perforaciones y construcción de pozos de monitoreo en 2017, concluyendo la necesidad de realizar un Análisis de Riesgos para evaluar posibles peligros a la salud humana debido a las concentraciones de compuestos de interés.

Ilustración 21. Estudio de Biogás, Ingeniería y Georiesgos. 2007.



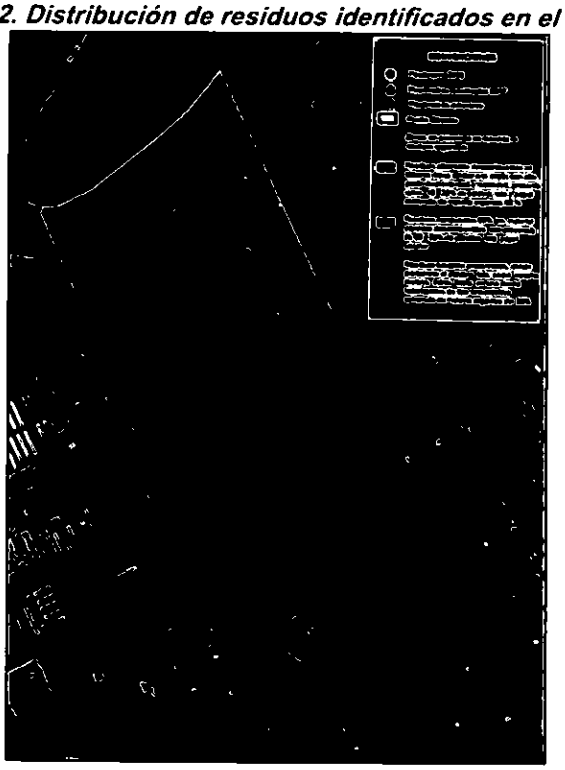
Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019, como se citó en SDA (2021a).

En el radicado No. 2019ER104814 del 14/05/2019 se señala que, durante perforaciones realizadas en 2015, los pozos de monitoreo se instalaron con tubería ranurada para todo el piezómetro, sin tramos ciegos, generando una posible conexión entre el relleno antrópico y el acuífero somero.

Los análisis de exploraciones, presentados en este radicado (2019ER104814), indican la distribución del relleno antrópico en tres áreas:

- Hacia el sur, se observa presencia de residuos altamente descompuestos.
- En la parte central, los residuos presentan un 50% de material orgánico en descomposición.
- En la zona norte, cerca del río Bogotá, se encuentran residuos bastante preservados (Ver Ilustración 22).

Ilustración 22. Distribución de residuos identificados en el predio 2018.



Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019.

La autoridad ambiental emitió un pronunciamiento sobre el Parque Metropolitano El Porvenir en Gibraltar, estableciendo medidas preventivas antes de iniciar la construcción para evitar riesgos ambientales, comunitarios y laborales. Se requirió la desgasificación del área, la cual fue realizada por la EAAB, cumpliendo con los criterios de finalización en 2022. Se instalaron 89 chimeneas de desfogue en un patrón de distribución tipo "tresbolillo" para cubrir las 66 hectáreas del área de interés en el predio. Se proporcionaron detalles sobre el diseño, instalación, métodos y procedimientos para la medición de gases y caudales, así como informes de actividades de desgasificación. La EAAB, como propietaria del predio, llevó a cabo estas labores bajo la supervisión de la Secretaría Distrital de Ambiente; cuyos resultados se resumen en el Numeral 6.2.1.4.4. Fuga de Gases del presente documento.

548

Climatología

Según la información proporcionada en el radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019, se consideraron las siguientes estaciones meteorológicas para analizar las variables climatológicas en el área de interés:

Ilustración 23. Estaciones Meteorológicas.

Nombre	Código	Tipo	Localidad / Municipio	Coordenadas: Latitud	Coordenadas: Longitud	Altitud (msnm)	Datos Disponibles
TIBAITATA	21205420	AM	Madrid	85.407,97	110.530,52	2543	1954 - 2016
AEROPUERTO EL DORADO	21505790	SP	Fontibón (Bogotá D.C.)	91.882,55	112.097,34	2547	1972 - 2016

Fuente: Radicado No 2019ER104814 del 14/05/2019.

En cuanto a la zonificación climática, se consideraron las variables meteorológicas más relevantes, como la temperatura y la precipitación. De acuerdo con la clasificación del IDEAM e IGAC, se señala que el predio se clasifica como Clima Frío Muy Seco.

NOTA: Las variables climáticas del área de interés serán monitoreadas utilizando los datos recopilados por la Estación Kennedy de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, en línea con las actividades de monitoreo establecidas en el Subcapítulo 6.3: Monitoreo del Riesgo, y prestando especial atención a las pautas detalladas en las Tablas 30, 36 y 38. El objetivo es obtener datos en tiempo real o actualizados.

6.1.4.6. Geología de la Zona

La información sobre la geología del predio Gibraltar analizada y procesada por la SDA, principalmente a partir de datos suministrados por la EAAB en los radicados No. 2019ER104814 del 14/05/2019 y 2019ER184547 del 13/08/2019 (como se citó en SDA, 2021), contiene lo siguiente:

- Geología regional

En el radicado 2019ER104814 del 14/05/2019, se proporcionó una descripción estructural y litoestratigráfica regional que destaca formaciones relevantes en el predio Gibraltar, incluyendo Formación Sabana (Qsa), Formación Tunjuelo (Qpt), y Coluviones (Qd). La Formación Sabana es de origen lacustre, la Formación Tunjuelo es un complejo de conos fluvio-glaciares, y los Coluviones se encuentran en las laderas de los cerros orientales de Bogotá. La zona presenta un sistema compresional sinclinal-anticlinal, con estructuras significativas como el sinclinal y anticlinal de Bogotá.

549

- Geología local

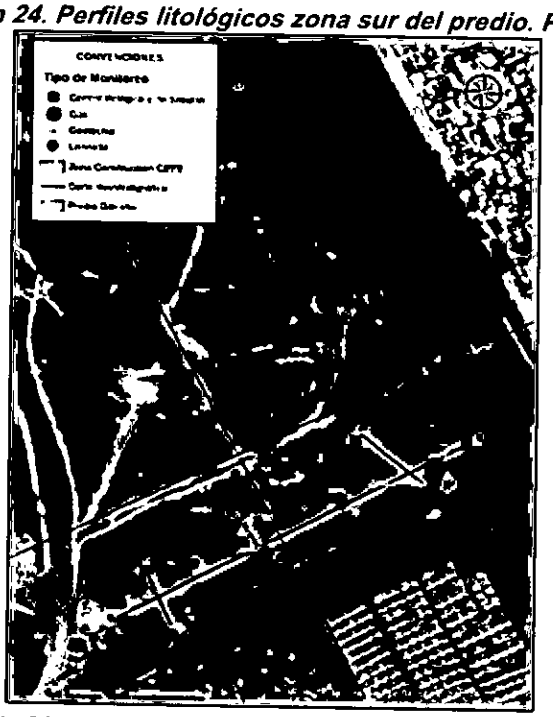
A través del radicado 2019ER104814 del 14/05/2019 y datos de quince perforaciones, se definió la geometría y extensión de capas en el subsuelo del área de estudio. Cuatro capas fueron identificadas:

Capa 1: Suelo natural limo arcilloso a arcillo limoso, mezclado con material de relleno.
Capa 2: Relleno antrópico compuesto por basuras.
Capa 3: Secuencia de arcillas grises a gris verdosas con alta plasticidad y humedad moderada.
Capa 4: Secuencia de arenas cuarzosas con matriz arcilla.

- Geología Zona sur del predio

El producto 4, radicado 2019ER184547 del 13/08/2019, presenta una valoración geotécnica-ambiental en la zona sur del predio para determinar su viabilidad para el parque metropolitano PM-10. Se destacan las mismas capas, pero con especificaciones adicionales, como la resistencia y condiciones geotécnicas en cada capa. La capa 3 actúa como sello entre el acuífero somero y el depósito de basuras.

Ilustración 24. Perfiles litológicos zona sur del predio. Producto 4.



Fuente: Radicado 2019ER184547 del 13/08/2019, como se cita en SDA (2021).

550

La Ilustración 24 muestra la localización espacial de los sondeos en la zona sur del predio Gibraltar.

6.1.4.7. División y Características Actuales del Predio

El Parque Metropolitano Porvenir (Gibraltar) está compuesto por seis predios, de los cuales dos son propiedad del distrito y cuentan con Registro Único de Predios Rurales (RUPI). Además, hay cuatro predios adicionales, lo que suma un área bruta total de 681,275.72 m2 para los seis predios.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), en calidad de propietaria del predio identificado con la Matrícula Inmobiliaria 50S-40273245 y con un área total de 578,841.88 m2, cedió al Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD) un área parcial de 470,628.29 m2 para su uso, planificación, estudios, construcción, administración y aprovechamiento. El área restante, de 108,213.59 m2, seguirá siendo administrada, vigilada y operada por la EAAB-ESP. Esta área incluye 20,000 m2 destinados a actividades administrativas de la EAAB y 88,213.59 m2 destinados a las Zonas de Manejo y Protección Ambiental (ZMPA) del Canal Cundinamarca y Tintal, así como a la zona de reserva vial de la Avenida Longitudinal de Occidente (ALO), propiedad de la EAAB.

Como parte de los usos complementarios, dentro del área del Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar), se asignaron dos áreas para la EAAB: el Área N°1 EAAB de 23,398.00 m2 para el funcionamiento de la Planta Elevadora Gibraltar, y el Área N°2 EAAB de 20,000 m2 para actividades administrativas de la EAAB (Ver Anexo 23. Resolución No. 2295 de 2021 – Plan Director).

6.1.4.8. Inclusión en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT)

En el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., según el Decreto 555 de 2021, se ha planteado dentro del subprograma de Consolidación de Espacio Público para el Encuentro en Suelo Público No Intervenido, la consolidación del Parque de El Porvenir (Gibraltar). Este subprograma tiene como objetivo mejorar la oferta de nuevos proyectos de espacio público peatonal y de encuentro. Se busca mejorar la accesibilidad, vitalidad, seguridad y sostenibilidad de estos espacios que aún no han sido intervenidos. El Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD), en coordinación con otras entidades competentes, será responsable de la ejecución de este subprograma. La estrategia de intervención se centra en la consolidación de parques a nivel de Unidades de Planeamiento Local (UPL), buscando transformar estos espacios en lugares de encuentro y recreación para la comunidad (Secretaría Distrital de Planeación, 2022).

551

Así las cosas, el Parque Metropolitano - PM-10 El Porvenir (Gibraltar) se debe habilitar para este uso, conforme al Artículo 568. Programa para la vitalidad y cuidado, del precitado Decreto (Decreto 555 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.).

6.1.4.9. Determinantes Ambientales y Plan Director

La autoridad ambiental, en concordancia con normativas como el Decreto 190 de 2004 (derogado por el Decreto 555 de 2021), el Decreto 308 de 2006, el Decreto 484 de 2007 y el Decreto 134 de 2017, emitió determinantes ambientales para la formulación del Plan Director del Parque Metropolitano El Porvenir (Gibraltar) en febrero de 2021 (Ver Anexo 23. Resolución No. 2295 de 2021 – Plan Director).

Posteriormente, la Subdirección del Recurso Hídrico y del Suelo estableció los Lineamientos Técnicos para Desgasificación y Muestreo de Suelo Superficial del predio Gibraltar, basándose en información proporcionada por la EAAB. La EAAB presentó varios informes sobre el suelo del predio Gibraltar, evaluados en un concepto técnico en el marco de la etapa constructiva del Parque Metropolitano 10 El Porvenir (PM-10). Así las cosas, en los Numerales 6.2.1.4.2. Contaminación de Acuíferos, 6.2.1.4.4. Fuga de Gases y 6.2.1.7.1. Infecciones y brotes de enfermedad por contacto con RESPEL, allí se detallan las acciones relacionadas con muestreo de suelo, desgasificación, gestión de residuos, monitoreo de aguas subterráneas y análisis de riesgos.

Así las cosas, mediante Concepto Técnico No. 03441 del 31 de marzo del 2023, Radicado 2023IE70630 (Ver Anexo 1), la Secretaría Distrital de Ambiente estableció unas conclusiones y recomendaciones, destacando la necesidad de gestión del riesgo para minimizar o eliminar riesgos ambientales. La evaluación de riesgos indica la presencia de compuestos que superan valores de referencia, lo que sugiere la necesidad de medidas adicionales de gestión del riesgo. Se establecen escenarios para la gestión de residuos, haciendo hincapié en la importancia de la disposición adecuada de los materiales excavados. Se concluye que la etapa constructiva del proyecto PM-10 El Porvenir en el predio Gibraltar no está supeditada a actividades de remediación ambiental, pero se requiere un Plan de Contingencia Ambiental que cumpla con los lineamientos establecidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, como sigue:

> *"De esta forma, el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, como responsable de las actividades constructivas para el proyecto Parque Metropolitano – PM-10 El Porvenir, debe generar el Plan de Contingencia Ambiental que incluya los aspectos establecidos en los mencionados lineamientos, y sea implementado en caso que se presente alguna*

532

situación ambiental allí contemplada. De igual forma, en este caso, deberá reportar de manera inmediata la situación ante la Secretaría Distrital de Ambiente para que esta a su vez, realice sus funciones de control y seguimiento.

Así pues, esta autoridad ambiental concluye que, una vez adelantada la evaluación técnica de la información allegada, es posible establecer que la etapa constructiva del proyecto Parque Metropolitano (PM-10) El Porvenir al interior del predio Gibraltar, no se encuentra supeditada a actividades de remediación ambiental, siendo el único requerimiento para iniciar esta etapa, la presentación del Plan de Contingencia Ambiental que debe ajustarse a los lineamientos establecidos por esta Secretaría. De igual forma, se aclara que el Plan de Contingencia Ambiental, no constituye ninguna objeción técnica o ambiental para desarrollar las actividades constructivas del Parque Metropolitano al interior del denominado predio Gibraltar.

Asimismo, se recuerda una vez más que, aun cuando no es objeto de aprobación, el Plan de Contingencia Ambiental que genere el responsable de adelantar la etapa constructiva de obras dentro del predio, basado en los lineamientos mencionados; así como el correspondiente cronograma de actividades, deberán ser allegados de igual forma a esta Entidad para su conocimiento y fines pertinentes" (SDA, 2023, p. 93).

6.1.5. Criterios de Riesgo

Para llevar a cabo este análisis, se ha adoptado la Metodología definida por DNP, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, UNGRD y GIZ (2019) para evaluar los riesgos, incluida dentro de las metodologías para desarrollar análisis y evaluación del riesgo de desastres.

En esta instancia, se busca caracterizar y evaluar las amenazas priorizadas, desde los puntos de vista espacial (zonificación), temporal (recurrencia, duración) y de magnitud (probabilidad), de acuerdo a la escala de diseño del proyecto.

De acuerdo a esta metodología, el análisis de riesgos de desastres en proyectos debe abordar tres dimensiones clave para una gestión integral:

Ilustración 25. Dimensiones del análisis de riesgo en Proyectos de Inversión



Fuente: DNP, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda, UNGRD y GIZ (2019).

- En la primera dimensión, se examinan amenazas externas al proyecto que pueden obstaculizar su ejecución, evaluando la vulnerabilidad de los componentes internos frente a estas amenazas.
- La segunda dimensión se centra en las amenazas internas del proyecto que podrían afectar elementos fuera de sus límites, analizando cómo las acciones del proyecto impactan el entorno circundante.
- La tercera dimensión aborda amenazas endógenas, originadas dentro del proyecto, evaluando cómo podrían dificultar o impedir la continuidad del proyecto en cualquiera de sus etapas.

Estas dimensiones proporcionan una visión completa de los riesgos, permitiendo la implementación de medidas efectivas para reducir los impactos de desastres y adaptarse al cambio climático en proyectos.

1. Identificación de eventos generadores de amenaza del proyecto.

Por consiguiente, el proceso de identificación de amenazas inicia con la identificación de eventos generadores de amenazas en el entorno que podrían afectar el proyecto. Se destaca que esta metodología proporciona orientación específica para analizar eventos como inundaciones, movimientos en masa, avenidas torrenciales, vendavales, incendios forestales y sequías, con recomendaciones adicionales para sismos, entre otros. Además, se destaca la importancia de

544

considerar las amenazas que el proyecto puede generar en el entorno. Estas amenazas pueden surgir de diversas maneras, como la generación de nuevas amenazas tecnológicas o la posibilidad de una falla generalizada del proyecto. También se señala la importancia de evaluar cómo el proyecto puede exacerbar o transformar amenazas preexistentes, ya sea modificando factores condicionantes, actuando como detonante, o alterando características como la severidad, magnitud o área de afectación de la amenaza. Finalmente, se destaca la necesidad de considerar eventos generadores de amenazas al interior del proyecto, particularmente aquellos que afectan su integridad y funcionalidad, y la importancia de priorizar las amenazas relevantes en la evaluación.

2. Ubicación del proyecto en una zonificación regional.

Posteriormente, el proyecto debe ser ubicado en las zonificaciones regionales de amenaza, para establecer los ambientes de amenaza en los que se encuentra enmarcado el proyecto.

3. Análisis del contexto histórico local de eventos.

Este análisis histórico es crucial, ya que proporciona información esencial para evaluar las amenazas. Se recomienda utilizar fuentes de entidades oficiales que manejen bases de datos de registros históricos de eventos, desastres, y/o emergencias, así como consultar inventarios, catálogos y estudios antecedentes. Los registros históricos se utilizan para entender la historia y tendencias de eventos pasados en el sitio del proyecto.

En el caso de amenazas generadas por el proyecto al entorno e internas, se realiza un estudio detallado del contexto histórico de proyectos similares, examinando la ocurrencia de eventos y los daños asociados en incidentes previos.

4. Método para análisis de probabilidad y estimación de probabilidad y estimar el nivel de consecuencias.

En este apartado, se establecen las variables a considerar en la valoración inicial del riesgo: cómo se va a definir la probabilidad y los marcos temporales de la probabilidad, consecuencias o ambas, cómo se va a determinar el nivel de riesgo y cómo se van a definir los niveles en el cual el riesgo se torna aceptable o tolerable para el Proyecto, conforme a la metodología adoptada en la Guía para la identificación, análisis y evaluación de riesgo de desastres en el sector minero energético (Ministerio de Minas y Energía, 2023).

Así las cosas, se establecieron los criterios para definir qué tan factible es la ocurrencia de cada escenario de riesgo identificado (probabilidad) y los criterios para determinar la severidad de las

consecuencias sobre los elementos potencialmente expuestos, si se materializa el escenario (consecuencias).

1) Determinación de la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno amenazante

La definición de la probabilidad de que ocurra una amenaza específica se sitúa en un rango que va desde eventos altamente improbables hasta eventos de ocurrencia frecuente. En cualquier análisis de probabilidad, se asigna un valor de 1 al evento seguro, mientras que un evento casi "nulo" o casi "imposible" se traduce en una probabilidad cercana a cero. La siguiente Tabla presenta la clasificación de la probabilidad de eventos adversos junto con sus respectivos ponderados porcentuales:

Tabla 8. Clasificación de probabilidad de la amenaza.

Clasificación de la Probabilidad	Descripción	Probabilidad
Extremadamente Bajo (Imposible o sumamente improbable)	De muy difícil ocurrencia. El evento podría ocurrir menos de una vez en 10 años.	0,1
Muy Bajo (Improbable)	Muy baja probabilidad de ocurrencia. El evento podría ocurrir una vez cada 5 años.	0,2
Bajo (Remoto)	Limitada posibilidad de ocurrencia al año. Puede ocurrir una vez al año.	0,4
Medio (Ocasional)	Ocurre 2 veces al año	0,6
Alto (Moderado)	Ocurre una vez entre 2 y 5 al año	0,8
Muy Alto (Frecuente)	Alta posibilidad de ocurrencia podría presentarse más de 5 veces al año	1,0

Fuente: Adaptado del Ministerio de Minas y Energía (2023).

Considerando lo mencionado previamente, se requiere evaluar todas las amenazas en relación con las operaciones y/o actividades llevadas a cabo en el Proyecto Velódromo Gibraltar. Así mismo, es esencial considerar el impacto en todos los elementos expuestos.

2) Estimación de la gravedad de las consecuencias: Con respecto a la planificación de emergencias, la gravedad de las potenciales consecuencias de un evento amenazante se categoriza de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla 9. Clasificación de la Gravedad de las Consecuencias.

Calificación de la Consecuencia	Valor	Descripción
Ninguna	1	La aparición del evento provoca alteración leve de elementos u operaciones del sistema.

556

Calificación de la Consecuencia	Valor	Descripción
Insignificante	2	Se clasifican así los eventos cuyas consecuencias no afectan el funcionamiento del sistema, pérdidas o daños despreciables.
Marginal	3	Las consecuencias afectan en forma leve al sistema. Pérdidas o daños moderados.
Crítico	4	Las consecuencias afectan parcialmente al sistema en forma grave. Pérdidas o daños considerables.
Catastrófico	5	Las consecuencias afectan en forma total al sistema. Pérdidas o daños de gran magnitud.

Fuente: Adaptado del Ministerio de Minas y Energía (2023).

En el análisis de cada escenario de riesgo, se procede a evaluar las consecuencias que surgirían en el evento más crítico de una amenaza, es decir la "gravedad" del evento. Esta evaluación se basa en parámetros como número de víctimas, daño ambiental y pérdidas económicas, entre otros, para cada escenario de riesgo (Ver Tabla 10).

Tabla 10. Criterios para la Definición de las Consecuencias.

Víctimas	Afectación Ambiental y Comunitaria	Pérdidas Económicas	Suspensión de las Actividades de la Obra	Imagen o Reputación de la Entidad
Se refiere al número de personas afectadas. Tendrá una mayor gravedad aquel evento que arroje un mayor número de heridos o muertos.	Se refiere al daño ambiental, clasificado en función de la contaminación y de la afectación al medio ambiente y hacia la comunidad colindante.	Se refiere al valor económico de los daños ocasionados por la contingencia, como las instalaciones, vehículos y pago de indemnizaciones.	Se refiere al tiempo perdido en los procesos constructivos del Proyecto Velódromo Gibraltar, como consecuencia de una emergencia súbita.	Se refiere a la afectación que puede tener el contratista de su imagen y confiabilidad en el medio externo.

Fuente: Adaptado del Ministerio de Minas y Energía (2023).

Finalmente, en este análisis, se clasifican las consecuencias que tienen el potencial de desencadenar amenazas en el Proyecto Velódromo Gibraltar. Esta clasificación se realiza de acuerdo con la matriz de la Tabla 11:

Tabla 11. Valoración de la Gravedad del Evento Amenazante.

Valoración	Consecuencias				
	Víctimas	**Afectación Ambiental y Comunitaria**	**Pérdidas Económicas**	**Suspensión de las Actividades de la Obra**	**Imagen o Reputación de la Entidad**
Ninguna	No existen lesionados	No existe afectación ambiental ni a la comunidad.	No hay pérdidas materiales ni interrupción en los procesos constructivos.	No hay pérdida de tiempo de operación por. la ocurrencia de un evento.	Solo de conocimiento al interior del Consorcio.
Insignificante	Accidente menor. Lesiones sin incapacidad	Afectación ambiental puntual. La comunidad no se afecta.	Puede haber interrupción breve en los procesos constructivos. Valor de reparación de daños más reparación de infraestructura dañada, inferior a $10.000.000.	Pérdida de tiempo mayor de 2 horas.	La noticia puede trascender al nivel local.
Marginal	Accidente con tiempo pérdido. Lesiones leves, incapacidad temporal mayor a 24 horas.	Daño ambiental en un área específica. Aumento olores ofensivos y material particulado en las zonas aledañas, y con ello aumento de quejas por parte de la comunidad.	Interrupción parcial en los procesos constructivos. Valor de reparación de daños más reparación de infraestructura dañada, mayor a $10.000.000 e inferior a $100.000.000.	Pérdida de tiempo mayor a 8 horas.	La noticia trasciende al nivel local.
Crítico	Incapacidad permanente de duración imprevisible.	Daño ambiental prolongado. Se origina preocupación en la comunidad por persistencia de olores ofensivos y material particulado en un largo periodo de tiempo. Acciones de hecho intermitentes por parte de la comunidad.	Valor de reparación de daños más reparación de infraestructura dañada, entre $100.000.000 y $1.000.000.000.	Pérdida de tiempo mayor a 24 horas.	La noticia trasciende al nivel nacional.

Valoración	Consecuencias				
	Víctimas	**Afectación Ambiental y Comunitaria**	**Pérdidas Económicas**	**Suspensión de las Actividades de la Obra**	**Imagen o Reputación de la Entidad**
Catastrófico	Fallecidos.	Daño irreversible en el medio ambiente a largo plazo. Indignación por parte de la comunidad, afectaciones en la salud. Acciones vandálicas con potencial de gran escala.	Grandes pérdidas económicas para el contratista. El costo de pérdida es superior a $5.000.000.000.	Pérdida de tiempo de más de 48 horas.	La noticia trasciende al nivel nacional e internacional.

Fuente: Adaptado del Ministerio de Minas y Energía (2023).

3) Análisis del Riesgo

Finalmente, el análisis de riesgo implica no solo examinar las causas y fuentes de riesgo, sino también analizar las consecuencias y evaluar la probabilidad de que dichas consecuencias ocurran. Por lo tanto, el último componente crucial para la definición de escenarios de escenarios es la caracterización de las consecuencias. Este paso implica identificar el tipo de pérdidas que se tomarán en cuenta y la magnitud de las mismas.

4) Evaluación del nivel de riesgo

Conforme a lo anterior, se clasifican y califican las probabilidades en una Matriz de Evaluación Aleatoria (RAM por su sigla en inglés) y se clasifica y califica la gravedad y las consecuencias. Finalmente, se genera un estimativo de la posibilidad de ocurrencia y la severidad de las consecuencias de cada escenario identificado, considerando la Tabla 12, contrastando el resultado con estándares preestablecidos por la entidad. Esto permite determinar si el riesgo es considerado aceptable o tolerable, y así especificar las acciones de intervención para disminuir el riesgo y prepararse para responder y recuperarse.

Tabla 12. Matriz de Evaluación Aleatoria (RAM): valoración de escenarios de probabilidad y gravedad.

Gravedad	Probabilidad				
	0,01-0,20	**0,21-0,40**	**0,41-0,60**	**0,61-0,80**	**0,81-1,00**
	Puede ocurrir solo en circunstancias excepcionales (1/100 años)	Podría ocurrir en algún momento (1/10 años)	Puede ocurrir en algún momento (1/año)	Probablemente ocurriría en la mayoría de las circunstancias (10/año)	Se espera que ocurra en la mayoría de las circunstancias (100/añ0)
	Sumamente improbable	**Improbable**	**Remoto**	**Ocasional**	**Frecuente**
Catastrófica (5)	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
Critico (4)	Medio	Medio	Medio	Alto	Alto
Marginal (3)	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
Insignificante (2)	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio
Ninguna (1)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Medio

Fuente: Adaptado del Ministerio de Minas y Energía (2023).

La matriz permite ver con facilidad el tipo de riesgo de cada escenario en una escala de colores que determinaran el grado de importancia de las medidas a tomar.

6.2. Valoración del Riesgo

6.2.1. Identificación del riesgo

Teniendo en cuenta que el territorio donde se encuentra el área del proyecto, presenta unas condiciones biofísicas particulares, se realizó una identificación de los fenómenos potencialmente peligrosos con injerencia en el área de interés, cuyas fuentes de información analizadas incluye:

- Estudios previos para el diseño del proyecto.
- Inventarios históricos de desastres, contenidos en bases de datos nacionales y municipales, tales como el DESINVENTAR, IDIGER, UNGRD y la Secretaría Distrital de Ambiente.
- Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.
- Plan Local de Gestión del Riesgo de Kennedy.
- Plan Distrital de Gestión del Riesgo y Cambio Climático de Bogotá.

560

- Estrategia Distrital de Respuesta a Emergencias de Bogotá.
- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá.

Conforme a lo anterior, a continuación, se listan los fenómenos amenazantes identificados para el proyecto, los cuales que se puedan materializar durante la ejecución de las obras.

Tabla 13. Fenómenos amenazantes identificados.

Clasificación de Fenómenos Amenazantes según su Origen	Amenazas
Amenazas de origen natural	Sismos
	Granizadas
	Fuertes vientos o vendavales
	Amenaza ceraúnica o caídas de rayos
Amenazas de origen socionatural	Movimientos en masa
	Avenidas torrenciales
	Inundaciones
	Incendios forestales
	Subsidencia o hundimiento
Amenazas tecnológicas	Incendios estructurales
	Contaminación de acuíferos
Amenazas asociadas a los procesos constructivos del Proyecto Velódromo	Incendios por acumulación de gases del relleno antrópico
	Explosiones por acumulación de gases del relleno antrópico
	Afloramiento de lixiviados
	Accidentes vehiculares
	Accidentes de trabajo
	Deslizamiento de materiales
	Colapso estructural
Amenazas de origen antrópico intencional	Orden público y social
Amenazas de origen biológico	Infecciones y brotes de enfermedad por contacto con RESPEL
	Afectación a la salud por olores ofensivos y material particulado
	Epidemias o pandemias

Fuente: Los autores.

6.2.1.1. Levantamiento Histórico de Eventos

Como actividad preliminar, se identificaron las zonas que han sido afectadas de forma recurrente en la localidad de Bosa y la localidad de Kennedy, del Distrito Capital de Bogotá, considerando

561

la configuración de escenarios de riesgo a nivel municipal. Esto se llevó a cabo mediante el análisis de reportes históricos de situaciones de emergencia. En primer lugar, se examinaron bases de datos a nivel nacional, como el Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DESINVENTAR), y los registros consolidados de atención de emergencias proporcionados por la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD), que datan desde el año 1998 al año 2023.

A fin de valorar la información relacionada anteriormente con mejores niveles de detalle, se consultaron las bases de datos de emergencias y desastres relacionadas con afectaciones generadas dentro del área de influencia del proyecto, consolidadas por la Secretaría Distrital de Ambiente, mediante el Visor de Emergencias Ambientales, y levantamiento histórico de emergencias consolidado por el IDIGER, que van desde el año 2016 al 2022.

Por consiguiente, se identificaron que las siguientes situaciones de emergencia han ocurrido dentro del área de influencia del proyecto:

Tabla 14. Registros historias de emergencias ocurridas en el área de influencia del proyecto.

Fecha del Evento	Tipo de Evento	Descripción	Grado de Afectación, Daños y Pérdidas	Acciones Desarrolladas
10-10-2017	Incendio forestal	Incendio forestal subterráneo en Bosa-Gibraltar, originado como una quema de basuras	Afectación de 40 hectáreas de pastizales	La emergencia fue atendida por 29 unidades y 7 vehículos de bomberos oficiales y voluntarios, Defensa Civil e IDIGER. Se utilizaron alrededor de 70.000 galones de agua. Se intervino el 100% de los focos visibles y un 90% focos subterráneos.
26-02-2018	Emergencia ambiental por materiales peligrosos (MATPEL)	Emergencia ocurrida en la Cl 43 Sur 98B Barrio Osorio XII, Kennedy	Sin información	Sin información

562

Fecha del Evento	Tipo de Evento	Descripción	Grado de Afectación, Daños y Pérdidas	Acciones Desarrolladas
06-03-2018	Emergencia ambiental residuos sólidos hospitalarios (RH)	Emergencia ambiental por acumulación de residuos sólidos de origen hospitalario, ocurrido en la Cl 42 F sur 100 Barrio El Jazmin, Kennedy	Sin información	Sin información
06-05-2023	Incendio forestal	Incendio de cobertura vegetal.	1 hectárea de pasto afectada	Evento atendido por el CBV y CBO con apoyo de carrotanques.
03-03-2024	Incendio forestal	Incendio de cobertura vegetal.	Habitantes de localidades de Bosa, Fontibón y Kennedy, hasta sectores en el centro y norte, como La Candelaria, Teusaquillo, Barrios Unidos, Engativá y Chapinero, reportaron el humo en sus residencias.	Evento atendido por el CBV con apoyo de carrotanques. Fue declarada una alerta ambiental en el suroccidente de Bogotá.
05-03-2024	Incendio forestal	Incendio de cobertura vegetal.	Habitantes de localidades de Bosa, Kennedy y Fontibón, Chapinero, Puente Aranda, Teusaquillo, Suba y La Candelaria, reportaron fuertes olores.	Evento atendido por el CBV con apoyo de carrotanques.
13-03-2024	Incendio forestal	Incendio de cobertura vegetal, cuyas causas son desconocidas.	No se reportan personas heridas.	Evento atendido por el CBV con apoyo de carrotanques.

Fuente: Adaptado de DESINVENTAR (2023); IDIGER (2022); UNGRD (2023); Secretaría Distrital de Ambiente (2024).

503

6.2.1.2. Identificación de Amenazas de Origen Natural

6.2.1.2.1. Amenaza por Sismos

Bogotá se encuentra en una región sísmica que evidencia actividad reciente desde una perspectiva geológica. Según registros históricos, en los últimos quinientos años, la ciudad y sus alrededores han experimentado una significativa actividad sísmica. En la capital, tres terremotos ocurridos en 1785, 1827 y 1917 causaron destrucción parcial con intensidades de VIII, mientras que cuatro eventos sísmicos en 1743, 1826, 1923 y 1967 resultaron en daños graves con intensidad VII. Según el Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia de 2009, Bogotá tiene un nivel de amenaza sísmica intermedio del 54,8% en áreas urbanas (Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021).

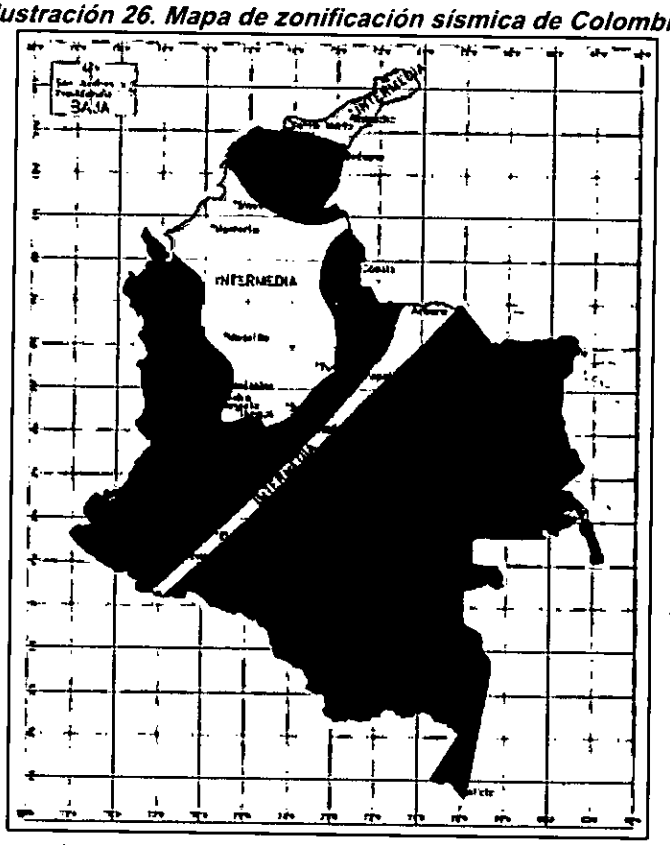
El 31 de agosto de 1917, con una magnitud estimada de 6,7, se produjo un evento sísmico que resultó con la afectación de más de 300 estructuras, las cuales sufrieron daños graves y 40 resultaron completamente destruidas (Servicio Geológico Colombiano -SGC, 2023). Otro evento que destaca, fue el ocurrido en el año 2008, sismo con una magnitud de 5,9 (MW), en el que resultaron 3 personas heridas en Bogotá (INGEOMINAS, 2008, como se citó en SGC, 2024)

En la actualidad, en el Distrito Capital se han realizado estudios exhaustivos sobre la respuesta dinámica de los suelos frente a la actividad sísmica regional, conocidos como microzonificación sísmica. Estos estudios, reglamentados por el Decreto Distrital 523 de 2010, que adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C., han establecido parámetros de resistencia sísmica para el diseño y análisis de edificaciones. Estos parámetros están alineados con la respuesta sísmica específica de los suelos en la ciudad de Bogotá D.C. El mapa de microzonificación representa la respuesta para diversos rangos de periodo de vibración de las edificaciones, lo que significa que la intensidad de la amenaza sísmica variará según las características estructurales de cada edificación (Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021).

Por lo tanto, el mapa de zonificación de respuesta sísmica no se puede clasificar directamente en niveles de amenaza, ya que representa la respuesta para un rango de periodos de vibración (Respuesta espectral), esto implica que la intensidad de la amenaza estará sujeta al periodo de vibración del elemento expuesto (IDIGER, 2017). Sin embargo, la categorización oficial de la amenaza sísmica en Bogotá se encuentra definida en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente, que establece un nivel de respuesta sísmica intermedia para la ciudad (FOPAE, 2010, como se cita en IDIGER, 2017) – Ver Ilustración 26.

564

Ilustración 26. Mapa de zonificación sísmica de Colombia.



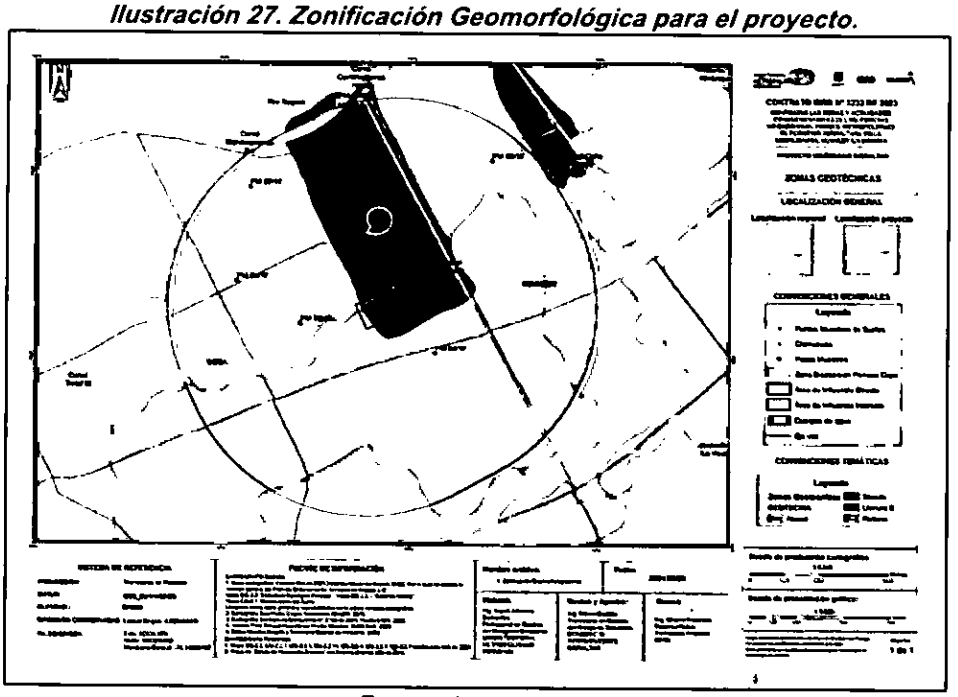
Fuente: AIS, 2009, como se citó en Alcaldía Mayor de Bogotá. 2010.

Conforme con los resultados de la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C., la ubicación del terreno se clasifica como Zona Aluvial 200 (ver Ilustración 27 y Anexo 20.1.4 Zonificación geomorfológica). Esta área está compuesta por suelo aluvial duro, que consiste en arcillas limosas o arenas arcillosas, o limos arenosos, con la presencia de lentes de arenas limpias en algunos sectores. La región más próxima al predio corresponde a la Zona Aluvial 300, ubicada a una distancia mínima de 200 metros, por lo que el predio no se encuentra en una zona de transición. El espesor del depósito varía entre 100 y 200 metros, mientras que la velocidad de onda Vs fluctúa entre 175 y 300 metros por segundo. El periodo fundamental del suelo oscila entre 1,2 y 2,5 segundos, según lo estipulado en el Decreto 523 de 2010 (Ver Tabla 15).

De acuerdo con lo expuesto, la zona se caracteriza por presentar una baja susceptibilidad a los sismos, dada la naturaleza del suelo existente. En la Ilustración 28, se presenta el mapa de respuesta sísmica correspondiente al proyecto (ver Anexo 20.1.5 Respuesta sísmica).

565

Ilustración 27. Zonificación Geomorfológica para el proyecto.



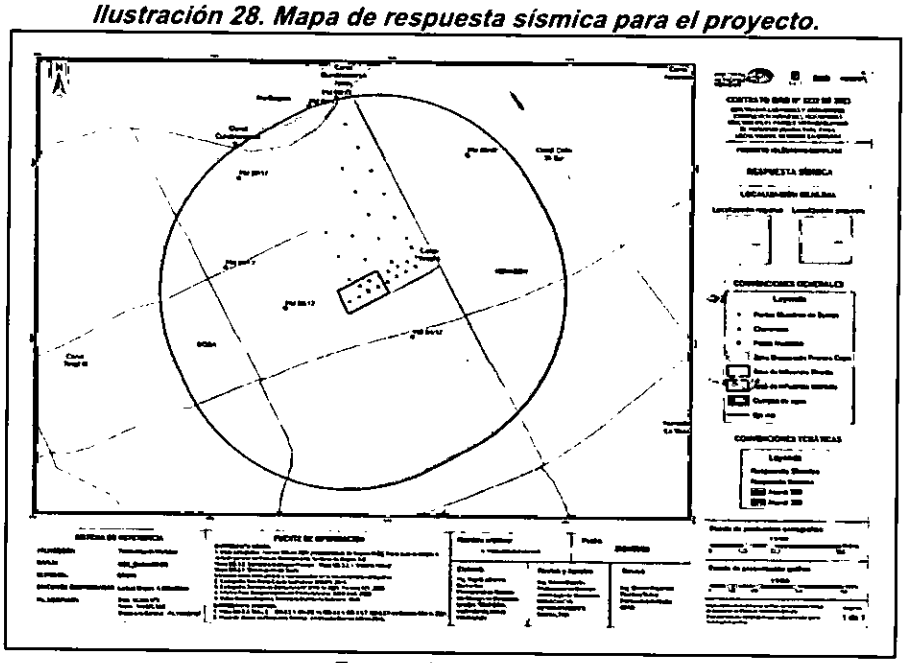
Fuente: Los autores.

Tabla 15. Descripción de las zonas de respuesta sísmica.

Zona	Espesor del depósito (m)	Periodo fundamental del suelo (s)	Descripción Geotécnica General	Velocidad onda promedio 50 m Vs (m/s)	Humedad promedio 50 m Hn (%)	Efectos de sitio relacionados
Aluvial 200	100-200	1.2-2.5	Suelo aluvial duro: arcillas limosas o arenas arcillosas o limos arenosos, en algunos sectores se encuentran lentes de arenas limpias	175-300	25-50	Amplificación, licuación
Aluvial 300	200-300	2.5-4.0				Amplificación, licuación

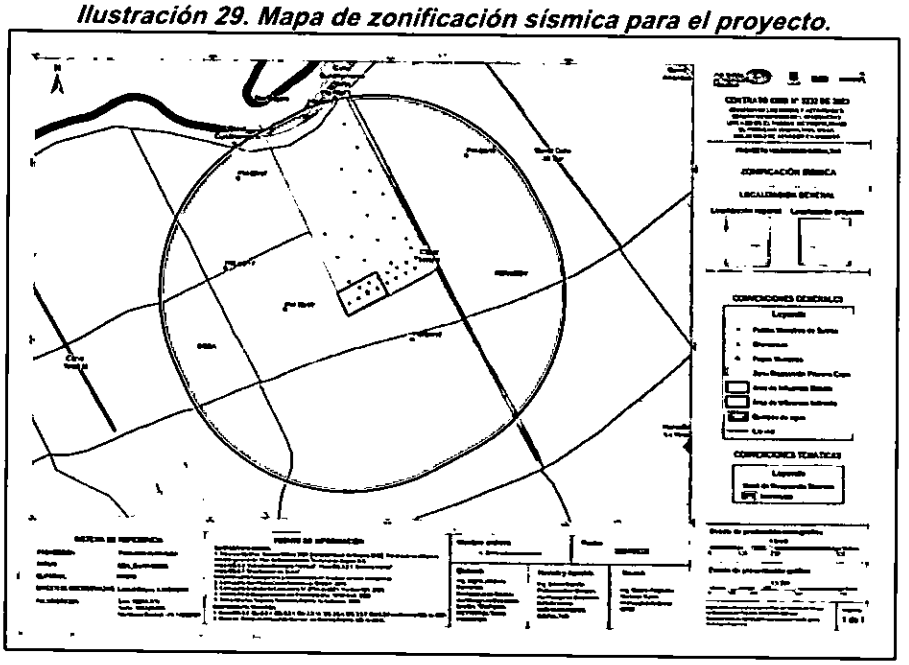
Fuente: Adaptado del Decreto 523 de 2010.

Ilustración 28. Mapa de respuesta sísmica para el proyecto.



Fuente: Los autores.

Ilustración 29. Mapa de zonificación sísmica para el proyecto.



Fuente: Los autores.

Por tanto, considerando la Ilustración 29 (Ver Anexo 20.1.6 Zonificación sísmica), el proyecto se ubica en una zona con un nivel de respuesta sísmica intermedia, que denota la capacidad de una estructura o sitio para resistir sismos de magnitud moderada sin sufrir daños significativos.

6.2.1.2.2. Amenaza por Granizadas

Bogotá no ha sido ajena al cambio climático global, ya que en los últimos años ha experimentado alteraciones climáticas, como aguaceros muy fuertes que provocan inundaciones y granizadas inesperadas en ciertas zonas de la ciudad; amenaza priorizada dentro del Plan Institucional de Gestión Ambiental (PIGA) de la Alcaldía Local de Kennedy (2016).

A nivel nacional, el informe del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2015, como se citó en IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021) sobre los Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia, se indica que las áreas del país proyectadas para experimentar un incremento gradual de la temperatura y reducciones en la precipitación podrían enfrentar impactos significativos durante los periodos de El Niño. Este fenómeno, caracterizado por una disminución de las lluvias y un aumento en la temperatura promedio, podría tener consecuencias adversas en dichas regiones.

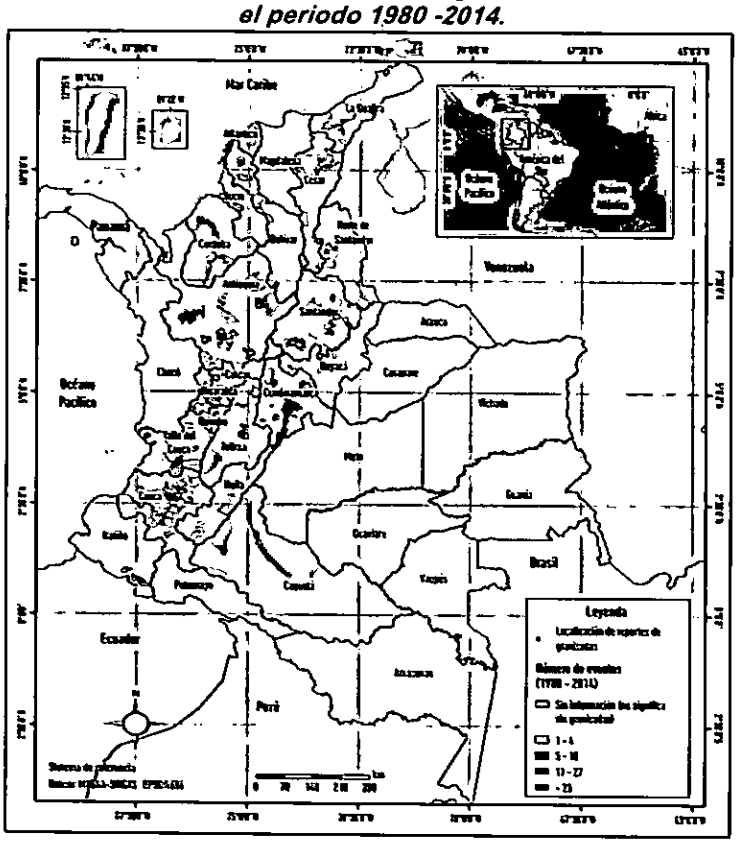
De manera análoga, durante los años en que se manifieste el Fenómeno de La Niña, las áreas que anticipan aumentos en la precipitación podrían sufrir mayores repercusiones debido al incremento de las lluvias asociadas a este fenómeno. Esta información resalta la importancia de considerar no solo las tendencias generales de cambio climático, sino también los fenómenos climáticos específicos, como El Niño y La Niña, que pueden intensificar los impactos y generar condiciones climáticas extremas en diferentes regiones del país.

De acuerdo con el informe "ALTERACIONES DE LA PRECIPITACIÓN Y LA TEMPERATURA ANTE VARIABILIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ" elaborado por la Subdirección de Meteorología del IDEAM, la década de 2001 a 2010 se destacó por ser la más lluviosa en los últimos 40 años, con un aumento de más del 40% en las precipitaciones en comparación con el periodo de referencia 1971-2000. Además, se observó un incremento de 1 a 2°C en la temperatura media de Bogotá en los últimos 40 años.

El documento sugiere que Bogotá podría experimentar una reducción del 18,4% en las precipitaciones en comparación con los valores históricos de 1971-2000, proyectando una disminución significativa hasta la década de 2091-2100, con un 50% menos de precipitación respecto a la normal climatológica actual. Esta tendencia de reducción podría afectar especialmente a la parte norte y occidental de la ciudad, incluyendo la localidad de Kennedy.

En cuanto a la temperatura, los escenarios de cambio climático del IPCC indican un continuo aumento en la temperatura media para Bogotá, con un incremento estimado de 3 a 4°C hacia finales del siglo XXI. Este aumento afectaría por igual a toda la ciudad, pero con valores más pronunciados en algunas localidades como Kennedy. Estas proyecciones generan preocupación debido a los posibles impactos en las condiciones climáticas y en la disponibilidad de agua, especialmente considerando que las precipitaciones podrían reducirse a la mitad en comparación con la situación actual (IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

Ilustración 30. Distribución espacial de los reportes de granizadas en Colombia por municipio en el periodo 1980 -2014.



Fuente: Peña y Pabón, 2020.

Adicionalmente, el IDEAM identificó nueve categorías de fenómenos climáticos extremos que representan una amenaza para las poblaciones del país, que incluyen inundaciones y encharcamientos, vendavales y granizadas. Dentro de este contexto, se clasifica a Bogotá como una ciudad altamente vulnerable a los impactos del cambio climático, debido principalmente a las amenazas específicas a las que se expone, los niveles elevados de vulnerabilidad de la ciudad y

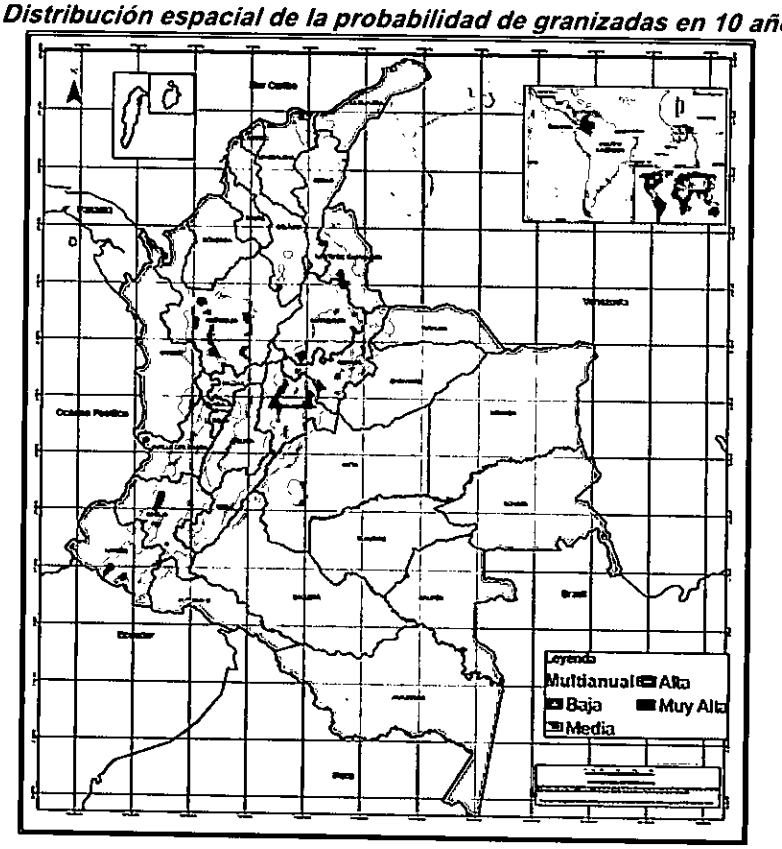
569

su población, y la limitada capacidad de adaptación de sus instituciones (IDEAM, 2017, como se citó en IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

Según un estudio realizado por Peña y Pabón (2020), Bogotá presenta un porcentaje de 34% de los eventos reportados a nivel nacional durante el periodo 1980 a 2014, siendo los meses de febrero y noviembre en los que presenta la mayor frecuencia de eventos.

Conforme a ello, se analizaron imágenes GOES (13 imágenes entre 2013 - 2015) para la determinación de las condiciones sinópticas que generan las granizadas, estableciendo que estas no ocurren con los grandes sistemas convectivos sino en la periferia de estos (Ilustración 31). En otras palabras, en áreas donde hay poca actividad convectiva y escasa cobertura de nubes, se produce un calentamiento intenso de la superficie durante las horas matutinas. Esto propicia la formación de convección local intensa, lo que a su vez desencadena la aparición de granizo y las consiguientes tormentas de granizo (Peña y Pabón, 2020).

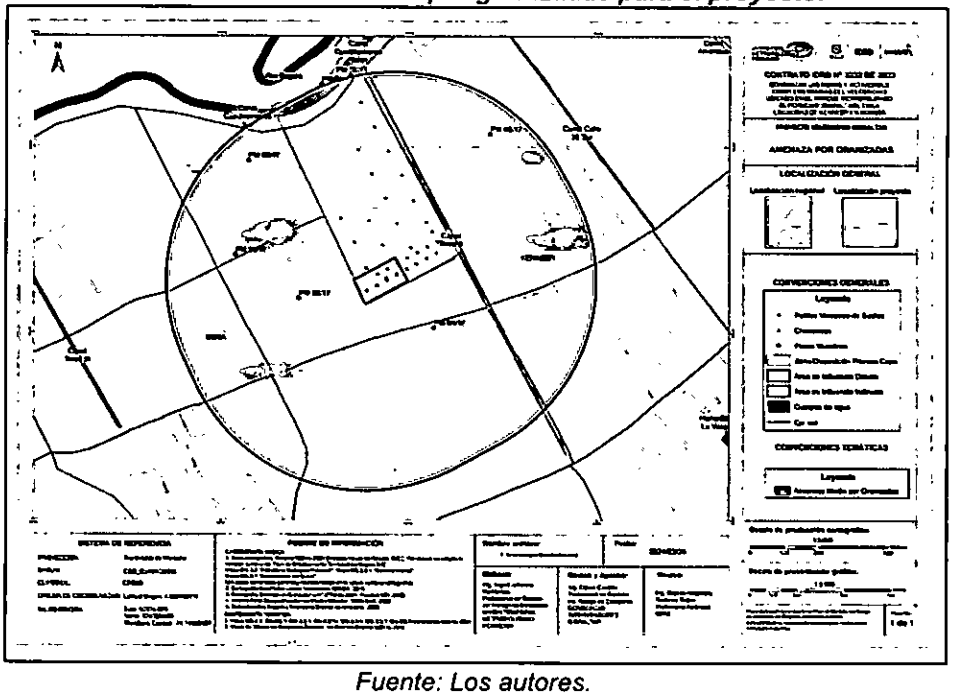
Ilustración 31. Distribución espacial de la probabilidad de granizadas en 10 años (2001-2010).



Fuente: Peña y Pabón, 2020.

En este sentido, este estudio revela que la ciudad de Bogotá D.C. se ubica en una zona con un nivel de amenaza media (ver Ilustración 32 y Anexo 20.1.7 Amenaza por granizadas).

Ilustración 32. Amenaza por granizadas para el proyecto.



Fuente: Los autores.

6.2.1.2.3. Amenaza por Fuertes Vientos

El viento predominante en Bogotá suele provenir del Este, lo que significa que hay una mayor frecuencia de vientos que se desplazan desde los cerros orientales hacia el occidente de la ciudad. Sin embargo, durante los meses de lluvias, específicamente en abril-mayo y octubre-noviembre, se produce un cambio en la dirección de los vientos de la Sabana hacia la zona urbana (IDIGER, 2019).

En relación con la velocidad del viento, con los datos de la estación El Dorado, se ha realizado un análisis por rangos que indica que, aunque predominan vientos que podrían considerarse normales a nivel nacional, alrededor del 10% de los registros superan los 4,5 metros por segundo (aproximadamente 18 kilómetros por hora), lo cual es un valor significativo (IDIGER, 2019).

Se han registrado fenómenos de vientos inusuales en Bogotá, los cuales han levantado tejados y ocasionado pérdidas económicas. El 31 de octubre del año 2006, se presentó un vendaval que afectó el sector de Bosa (DESINVENTAR, 2024).

Aunado a este fenómeno, se han registrado 443 emergencias por riesgo de caída de árboles y 265 árboles caídos en la Localidad de Kennedy, en el periodo que va desde 2018 a lo corrido del 2024. Por su parte, la Localidad de Bosa, registró 163 emergencias relacionadas con árboles en riesgo y 84 árboles caídos, según el reporte de emergencias ambientales elaborado por la Secretaría Distrital de Ambiente (2024).

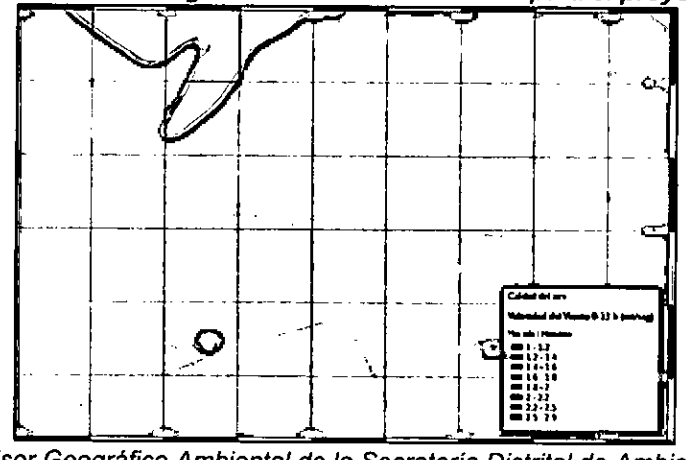
Por otro lado, se analizaron los registros de velocidad del viento entre las 0-23 horas, promedio anual, cuyos datos fueron registrados por diferentes estaciones hidrometeorológicas durante el periodo de 2012 al 2020 (Ilustración 33). Con ello se identificaron velocidades muy bajas que van desde 1 m/s hasta 2,45 m/s, de acuerdo a los rangos modelados para la variable de velocidad máxima del país y con base en las escalas de viento de Beaufort. Así las cosas, se definen los siguientes niveles de amenaza para fuertes vientos (Tabla 16), teniendo en cuenta que un vendaval podría tener un impacto fuerte en estructuras civiles, y cuyos valores corresponden a valores de velocidad superiores a 62 km/h (17 m/s), así mismo se consideran los resultados de la modelación del IDEAM y la norma NSR-10.

Tabla 16. Rangos de amenaza en relación a la velocidad del viento.

Nivel de Amenaza	Rango de velocidad del viento (m/s)	Interpretación
Alta	33	Huracán
Media	17-33	Vendaval
Baja	<17	Calma

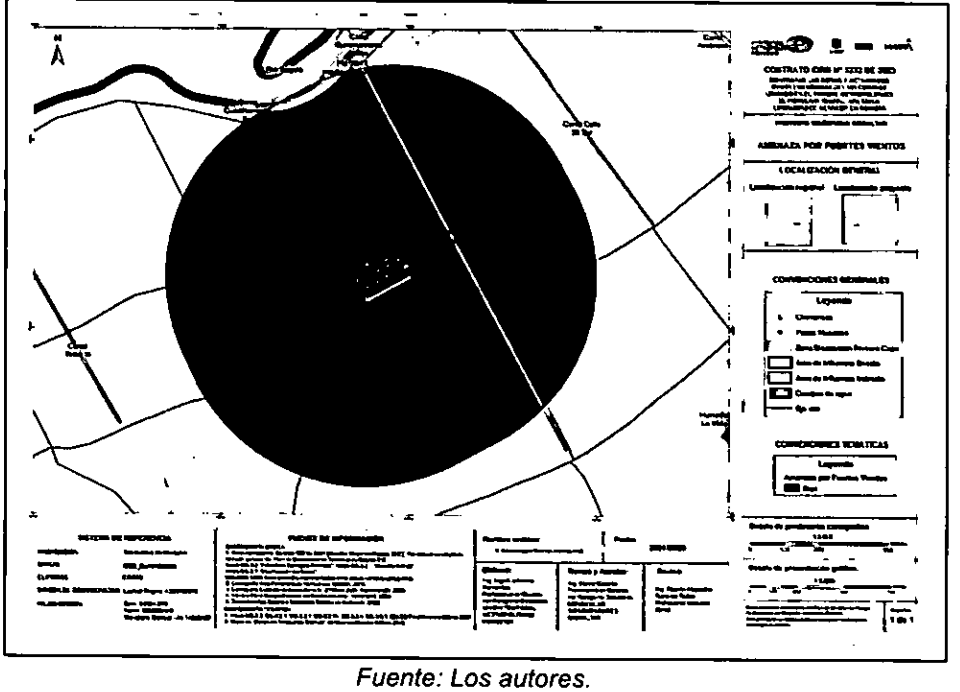
Fuente: Los autores.

Ilustración 33. Rangos de velocidad del viento para el proyecto.



Fuente: Visor Geográfico Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2024.

Ilustración 34. Amenaza por fuertes vientos o vendavales para el proyecto.



Fuente: Los autores.

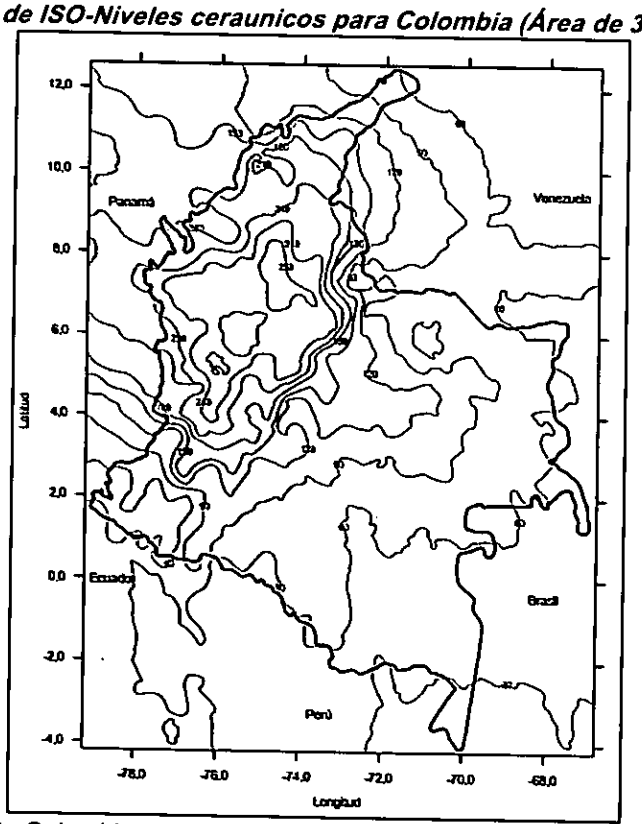
En este sentido, el análisis de estos valores revela que la ciudad de Bogotá D.C. y el proyecto se ubican en una zona con un nivel de amenaza bajo (ver Ilustración 34 y Anexo 20.1.8 Amenaza por fuertes vientos).

6.2.1.2.4. Amenaza Ceraúnica o Caída de Rayos

A nivel geográfico, los efectos de los fenómenos meteorológicos atípicos en Colombia, como la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT) y la influencia de los vientos alisios del Noreste y Sudeste (asociados con la ZCIT), tienen repercusiones significativas en las condiciones locales. Estas influencias pueden resultar en un aumento notable de la nubosidad en áreas extensas y pueden determinar períodos de mayor o menor actividad de tormentas eléctricas en diferentes regiones del país. Además, la actividad convectiva, inducida por condiciones especiales de inestabilidad atmosférica debido a factores térmicos y la orografía, también contribuye al incremento de la probabilidad de formación de tormentas (Torres, 2023).

La Norma Técnica Colombiana NTC 4552-1 afirma que, de acuerdo a la evaluación Global y o los resultados de evaluaciones de diferentes sitios del mundo, la densidad de descargas a tierra (DDT) es menos prevalente en el trópico que en el sub-trópico.

Ilustración 35. Mapa de ISO-Niveles ceraunicos para Colombia (Área de 30 km x30 km) – 1999.

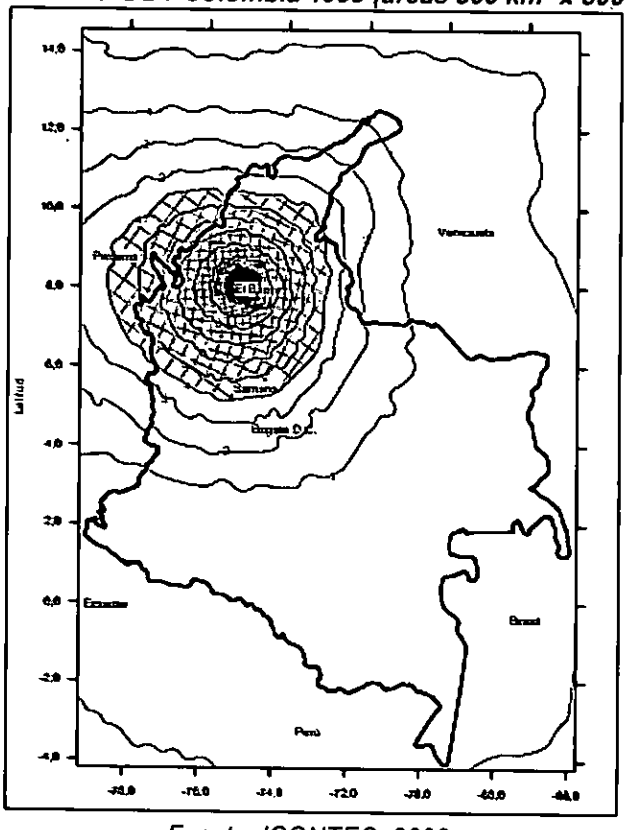


Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2008.

Sin embargo, cuando se evalúa regionalmente, en áreas de 30 km² x30 km², se pueden encontrar, en la geografía colombiana (zona tropical), valores de DDT de 35 [strokes/km²-año] (ICONTEC, 2008).

A nivel nacional, la reducción del espacio entre las cadenas montañosas, especialmente en las Cordilleras Oriental (en el noroeste de Cundinamarca y suroeste de Boyacá) y Central (en el noreste de Caldas y sureste de Antioquia), junto con la influencia de los vientos que convergen hacia ellas, juegan un papel fundamental en la determinación del nivel de actividad eléctrica atmosférica, como se evidencia en los niveles más elevados de actividad eléctrica registrados en las zonas de pie de monte de estas cordilleras (Torres, 2023).

Ilustración 36. DDT Colombia 1999 (áreas 300 km² x 300 km²).



Fuente: ICONTEC, 2008.

El documento de Caracterización Climatológica de Bogotá (IDIGER, 2019) revela que este fenómeno atmosférico es común en Bogotá durante la temporada de lluvias (abril-mayo y octubre-

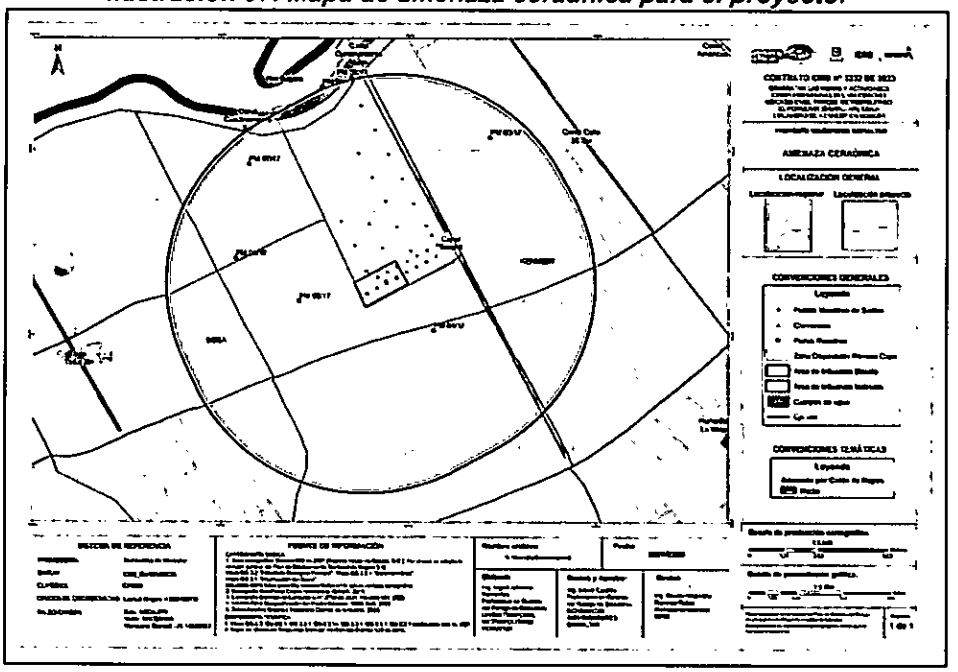
noviembre). Un aspecto relevante para la ciudad es que, más allá de la predominancia de la entrada de humedad impulsada por la actividad constante de los vientos Alisios, cuando se produce un cambio en la dirección de los vientos desde la Sabana hacia el oriente, en sentido opuesto a los Alisios, se favorece la ocurrencia de lluvias más intensas.

En ciertas ocasiones, cuando esta condición se presenta y está acompañada de suficiente humedad proveniente desde la Orinoquía, el choque entre las dos masas de aire da lugar a la formación de nubes de gran desarrollo vertical, específicamente del tipo cumulonimbus. Esto sugiere una alta probabilidad de lluvias torrenciales, que a menudo van acompañadas de tormentas eléctricas (rayos) y, en casos extremos, de granizo.

Los reportes u observaciones meteorológicas horarias en el aeropuerto El Dorado indican que durante la temporada seca o de menos lluvias, la mayor frecuencia en la ocurrencia de rayos se presenta entre las 19:00 y las 24:00 UTC, lo que equivale a entre las 14:00 y las 19:00 horas en el horario de Colombia. Esto coincide con la mayor frecuencia de precipitación en horas de la tarde. Por otra parte, los reportes u observaciones meteorológicas horarias en el aeropuerto El Dorado indican que, durante la primera temporada de lluvias, la mayor frecuencia en la ocurrencia de rayos se presenta entre las 19:00 y las 23:00 UTC, lo que equivale a entre las 14:00 y las 18:00 horas en el horario de Colombia. Esto coincide con la mayor frecuencia de precipitación en horas de la tarde. Este patrón sugiere que la actividad eléctrica atmosférica tiende a concentrarse en el período de la tarde y la noche (IDIGER, 2019).

En este sentido, este estudio revela que Bogotá D.C., y de manera específica el Predio Gibraltar, se ubica en una zona con un nivel de amenaza medio (ver Ilustración 37 y Anexo 20.1.9 Amenaza ceraúnica), lo que indica que este fenómeno meteorológico puede tener un impacto significativo en la ciudad, ya que las lluvias torrenciales y las tormentas eléctricas pueden provocar inundaciones, cortes de energía eléctrica y otros problemas asociados con condiciones climáticas adversas (IDIGER, 2019).

Ilustración 37. Mapa de amenaza ceraúnica para el proyecto.



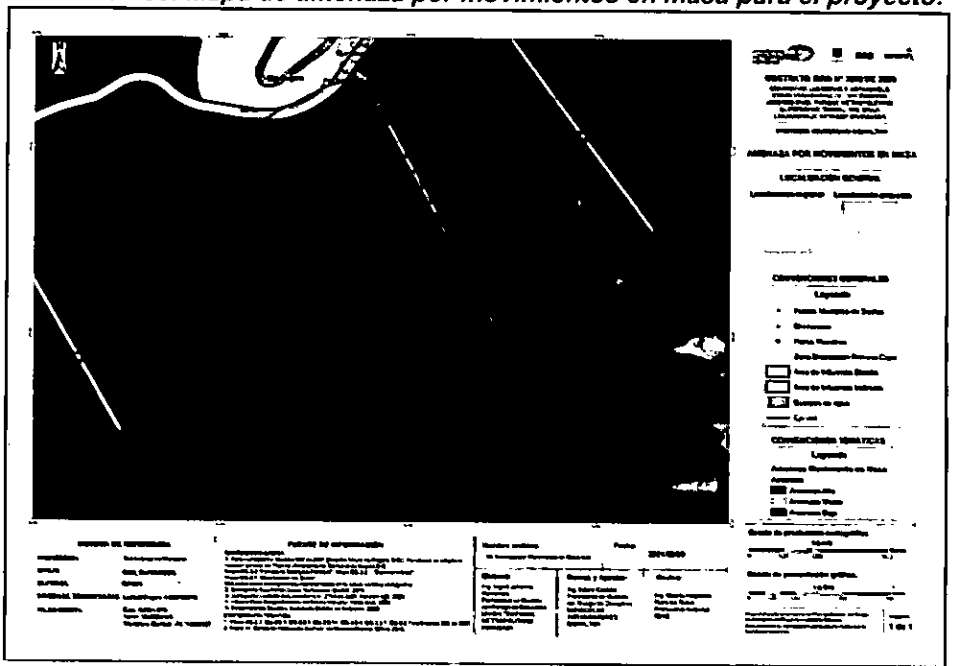
Fuente: Los autores.

6.2.1.3. Identificación de Amenazas de Origen Socionatural

6.2.1.3.1. Amenaza por Movimientos en Masa

Conforme al Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021, el sector donde se ubica el proyecto, en la Localidad de Kennedy y Localidad de Bosa, presenta un nivel de Amenaza Baja en cuanto a movimientos en masa. Este nivel indica que existe una probabilidad menor al 12% de que se produzca un movimiento en masa en un periodo de 12 años, con un factor de seguridad igual o superior a 1,9 (ver Ilustración 38 y Anexo 20.1.10 Amenaza por movimientos en masa).

Ilustración 38. Mapa de amenaza por movimientos en masa para el proyecto.



Fuente: Adaptado del Mapa CU-2.2.1. "Amenaza por Movimientos en Masa para el Suelo Urbano y de Expansión Urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

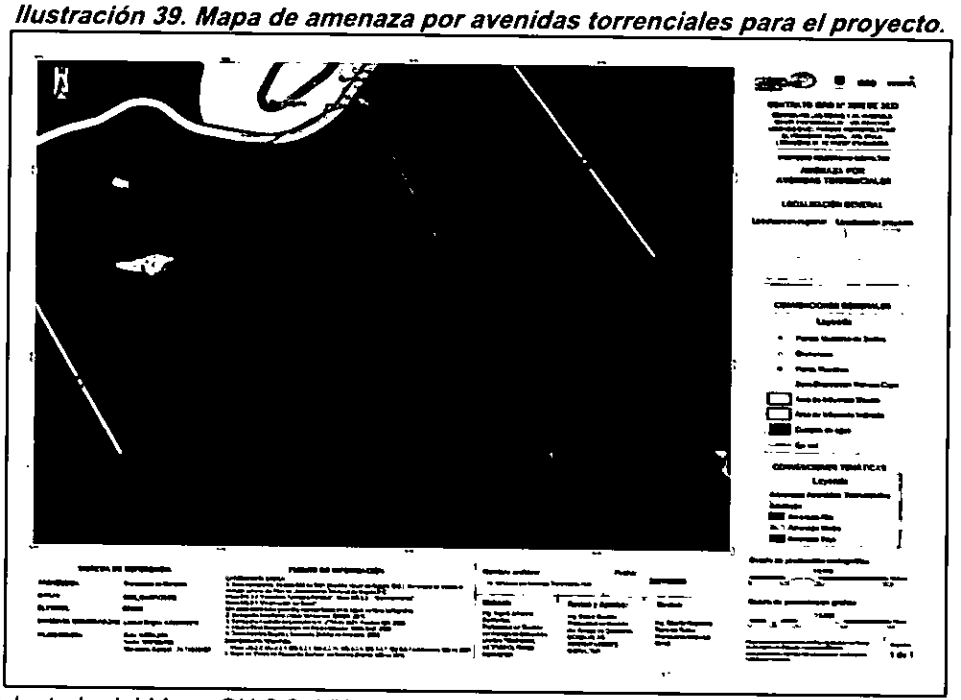
Esta información es crucial para la evaluación de riesgos, ya que indica que las condiciones geológicas y topográficas del área no presentan amenazas significativas relacionadas con movimientos de tierra. La ausencia de riesgo por remoción sugiere una mayor estabilidad en el terreno y proporciona una perspectiva positiva para las actividades constructivas, lo que debe tenerse en cuenta al planificar y ejecutar el proyecto. Sin embargo, es recomendable realizar un monitoreo continuo y evaluaciones geotécnicas para mantener una gestión proactiva de la estabilidad del suelo durante la ejecución del proyecto (IDIGER y Secretaría Distrital de Planeación, 2021).

6.2.1.3.2. Amenaza por Avenidas Torrenciales

En el ámbito municipal, la canalización de los cauces y su integración al sistema de alcantarillado pluvial ha generado desafíos significativos en la evaluación de la amenaza de inundaciones. Esta complejidad se extiende a las partes altas y medias de las cuencas hidrográficas, que están cada vez más afectadas por las dinámicas de ocupación del territorio. La intervención en estos cauces complica los estudios de amenaza, desde la obtención de información sobre materiales y

depósitos cubiertos por las construcciones hasta la integración de obras hidráulicas en los modelos de comportamiento del flujo.

Ilustración 39. Mapa de amenaza por avenidas torrenciales para el proyecto.



Fuente: Adaptado del Mapa CU-2.2.4 "Amenaza por avenidas torrenciales y/o crecientes súbitas para suelo urbano y de expansión urbana"- Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

En particular, se han identificado cuencas con comportamiento torrencial, como las que originan las corrientes de los cerros orientales y las subcuencas del río Tunjuelo al sur de la ciudad, que se ubican al sur de la ciudad y desde el centro de Usme hasta la desembocadura en el río Bogotá. Estos estudios han incluido la modelación hidrológica e hidráulica de cuencas con áreas aferentes mayores a 50 hectáreas, así como la concentración de sedimentos provenientes de procesos de remoción en masa que pueden incorporarse al flujo. Como resultados de ellos, el municipio cuenta con la zonificación de amenaza por avenidas torrenciales y/o crecientes súbitas a escala 1:5.000, así como las áreas donde existe una probabilidad de ocurrencia con caudales de un periodo de retorno de 100 años (Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021).

Sin embargo, al realizar este análisis con un mayor nivel de detalle, el área donde se ubica el proyecto se encuentra en una zona de amenaza baja (ver Ilustración 39 y Anexo 20.1.11

579

Amenaza por avenidas torrenciales), el cual corresponde a las zonas de desborde del cauce delimitadas para el caudal del periodo de retorno de 100 años, con una profundidad de flujo igual o mayor que 0 m e inferior a 0,4 m, y/o una velocidad de flujo igual o mayor que 0 m/s e inferior a 0,4 m/s.

6.2.1.3.3. Amenaza por Inundación

El desarrollo de Bogotá ha estado estrechamente vinculado al recurso hídrico, especialmente con respecto al río Bogotá y sus afluentes, cuyas planicies de inundación han sido ocupadas de manera intensiva tanto por desarrollos urbanos formales como informales. Esta ocupación extensa de las áreas inundables ha generado condiciones de riesgo por inundación que han sido una prioridad en la gestión urbana del Distrito durante décadas.

La ciudad se encuentra geográficamente limitada al oeste por el río Bogotá, que fluye de norte a sur. La totalidad de Bogotá forma parte de la cuenca del río Bogotá, la cual abarca un área de drenaje de 4.400 km^2 hasta las compuertas de Alicachín (JICA, 2006). Como el principal conducto de drenaje de la ciudad, el río Bogotá recibe los caudales de las cuencas Tunjuelo, Salitre, Fucha y Torca-Guaymaral, cuyas llanuras aluviales están altamente urbanizadas.

La mayor parte de Bogotá experimenta dos temporadas de lluvias, en marzo-mayo y octubre-noviembre, periodos en los que se registra la mayoría de los eventos de inundaciones. En contraste, la zona suroriental de la ciudad sigue un régimen monomodal con su pico de lluvias en junio (IDIGER 2020). La precipitación media anual en la ciudad es de 840 mm (IDIGER, 2020), aunque varía localmente, oscilando entre menos de 500 mm y más de 1500 mm (JICA, 2006). A lo largo de su historia, Bogotá ha enfrentado eventos significativos de inundación, a menudo desencadenados por el desbordamiento de los cuerpos hídricos, siendo la influencia del fenómeno de La Niña un factor relevante en tales acontecimientos (como se citó en IDIGER y Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

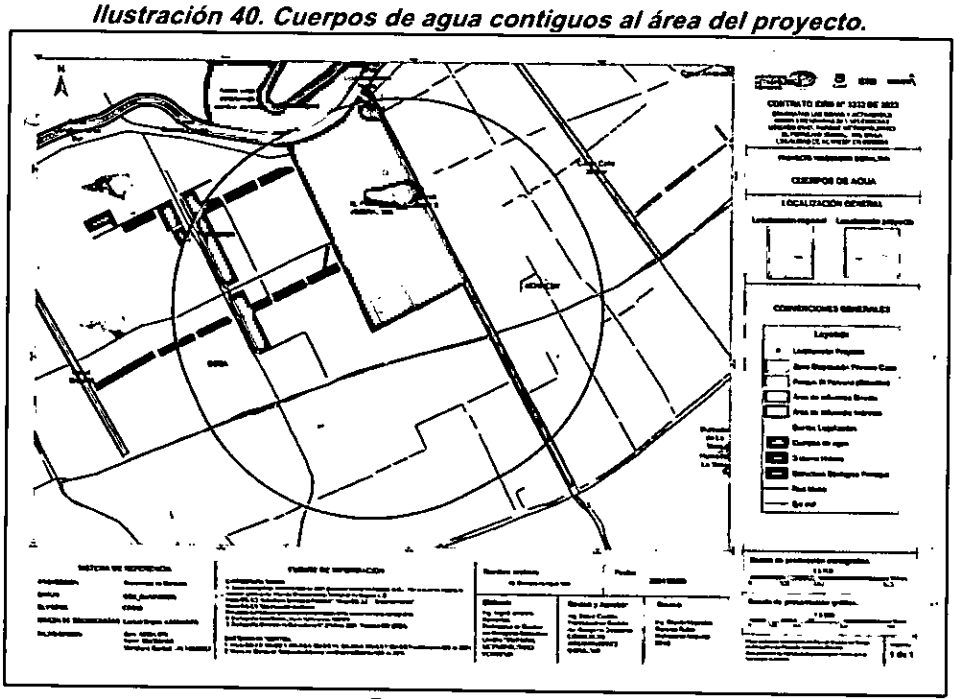
Realizando una revisión de reportes históricos de afectación, se identificaron que eventos de inundación de los años 2002, 2004, 2006, 2009 y 2015, afectaron de manera general al Distrito, destacándose los sectores de Bosa y Kennedy, generándose caos vehicular, cortes de energía y caída de árboles, tras fuertes lluvias (UNGRD, 2024).

Por su parte, el riesgo de inundación en la localidad de Kennedy se origina por las características topográficas y climáticas, combinadas con procesos de urbanización en terrenos no apropiados y la falta de alcantarillado, entre otras causas humanas. Esta situación puede dar lugar a

inundaciones, que constituyen la principal amenaza natural en la zona (Alcaldía Local de Kennedy, 2019).

- Cuerpos de agua contiguos al predio:

Ilustración 40. Cuerpos de agua contiguos al área del proyecto.



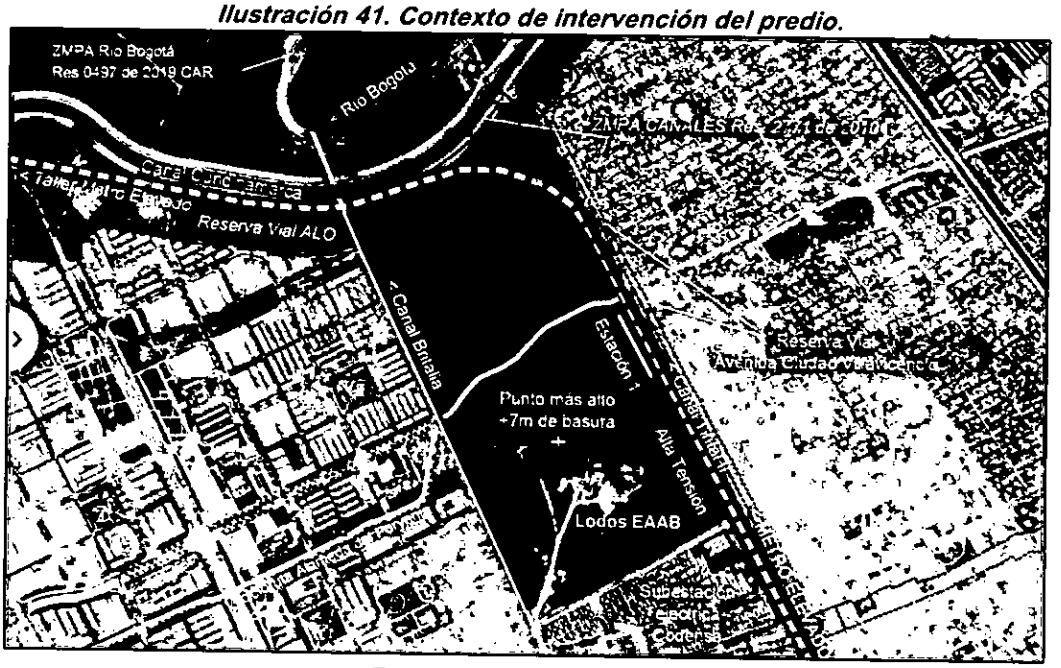
Fuente: Los autores.

La zona de influencia del predio Gibraltar se encuentra en la Cuenca No. 21 – Alto Magdalena, específicamente en la subzona correspondiente al río Bogotá. Esta cuenca, que abarca la cuenca media del río Bogotá desde el puente de la Virgen hasta antes del embalse del Muña en Alicachín, tiene una longitud de 90 km y recibe las aguas residuales del sistema de drenaje urbano de Bogotá y sus áreas periféricas a través de los ríos Juan Amarillo o Salitre, Fucha, y Tunjuelo, con un caudal medio de aproximadamente 37 m^3/s. Los municipios en el área de influencia incluyen Bogotá, Funza, Mosquera, Soacha, Sibaté, Subachoque, El Rosal, Madrid, Bojacá y Facatativá (Paralelo 621, 2022) – Ver Ilustración 40 y Anexo 20.1.12 Cuerpos de agua.

A la localidad de Kennedy le corresponde una sección de la ronda hidráulica oriental, designada como un área de manejo especial, según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), colindante con una zona aún no desarrollada urbanísticamente.

La franja de la ronda del río Bogotá en Kennedy enfrenta una considerable contaminación originada por diversas razones, que incluyen la quema de llantas y la extracción de alambre de acero a lo largo de la ribera. Además, se percibe un mal olor en sus cercanías debido a la disposición indiscriminada de residuos sólidos. Esta área también carga con contaminantes provenientes de sus afluentes, experimenta actividades de pastoreo y presenta una cobertura vegetal baja en su entorno (Alcaldía Local de Kennedy, 2016) - Ver Ilustración 41.

Ilustración 41. Contexto de intervención del predio.



Fuente: Aexpandida, 2020.

En cuanto a la infraestructura hidráulica, el Canal Cundinamarca se presenta como un elemento clave. Actuando como nivel de control aguas abajo del Sistema Tintal; este canal de 8,3 km de longitud es controlado por la descarga del bombeo de la estación de Gibraltar, drenando agua hacia el río Bogotá y evitando inundaciones en las vías que drenan al canal. El control hidráulico se mantiene para evitar problemas de inundación en las áreas circundantes.

Adicionalmente, se destaca la presencia del Canal Tintal II, que inicia su recorrido en el barrio Los Libertadores y entrega sus aguas al Canal Cundinamarca. Con áreas aferentes que incluyen Kennedy Central, Patio Bonito y Las Margaritas, esta cuenca urbana presenta una sección trapezoidal revestida en algunos tramos y en tierra con cubierta de pastos en otros. La infraestructura de canales paralelos en dirección oriente-occidente contribuye al sistema de drenaje urbano de Bogotá (Alcaldía Local de Kennedy, 2019).

En contraste, el Concepto Técnico No. 09579 del 27 de agosto del 2021 de la SDA (Radicado 2021IE180570 – Ver Anexo 8) indica que, aunque los eventos de inundación del río Bogotá no pueden vincularse directamente a la presencia del polígono donde se llevará a cabo el parque metropolitano El Porvenir (Gibraltar) y a pesar de que este proyecto no esté situado en el Área de Manejo Especial de dicho río, es esencial verificar si los eventos de inundación del río Bogotá podrían afectar al parque objeto de estudio. Al revisar el Numeral 2.2.9.3 del Mapa de amenazas por inundaciones del Volumen V – Gestión del Riesgo del Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Bogotá del año 2019 y la cartografía adjunta a dicho volumen, se constató que el área de desarrollo del proyecto no se ubica en ninguna de las categorías de amenaza de inundación definidas, ya sea alta, media o baja.

Por tanto, para evaluar la amenaza de inundación en Bogotá, se consideraron tres escenarios distintos: inundación por encharcamiento, inundación por desbordamiento e inundación por rompimiento. Estos se detallan a continuación:

6.2.1.3.4. Amenaza de Inundación por Rompimiento del Jarillón

Las inundaciones podrían ser desencadenadas por la eventual falla o ruptura de los jarillones que constituyen el sistema de defensa contra inundaciones en el Distrito Capital, principalmente ubicados a lo largo de los ríos Bogotá y Tunjuelo. A pesar de las medidas estructurales implementadas para mitigar el riesgo en la ciudad, conforme al Decreto 190 de 2004, que se centran en los ríos Bogotá y Tunjuelo, estas reducen la amenaza de inundación, pero no la eliminan por completo. Dada la morfología del terreno y la persistencia de cierto nivel de riesgo incluso después de las obras de mitigación, se planteó la necesidad de definir la zona de amenaza por inundación debido a la posible falla o ruptura de los jarillones (IDIGER y Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

En Kennedy, aproximadamente 125.000 personas distribuidas en al menos 45 barrios están expuestas a riesgos de inundación relacionados con el río Bogotá y sus afluentes. En términos generales, se identifican áreas con amenazas de inundación bajas, medias y altas de la siguiente manera:

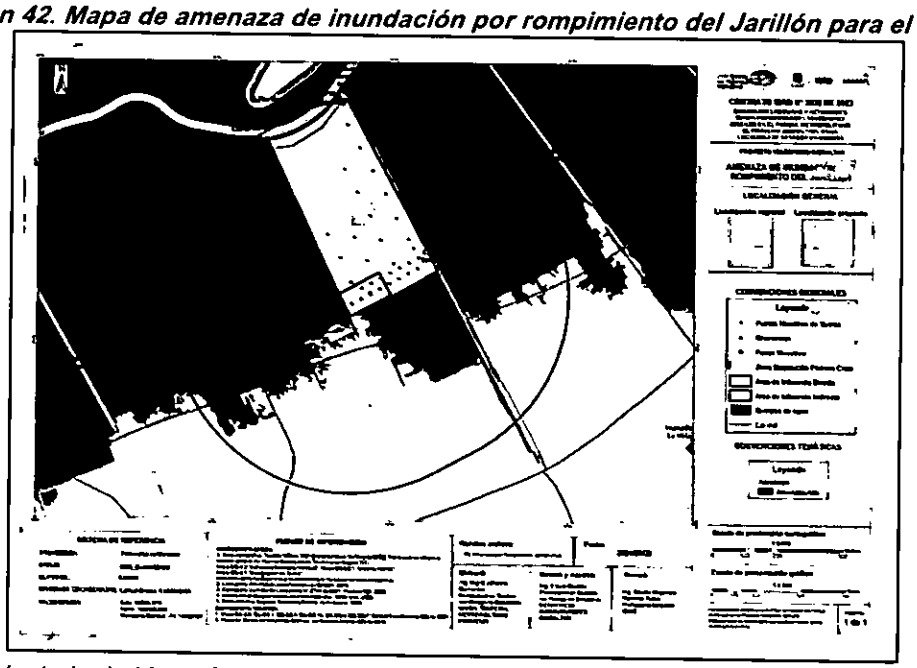
- Riesgo de amenaza baja: Se refiere a áreas donde la profundidad del agua puede tener efectos leves, con una probabilidad de inundación de al menos una vez cada cien años durante la vida útil del Jarillón del río Bogotá, con una ocurrencia menor al 10%.

- Riesgo de amenaza media: Implica efectos moderados en términos de daños, con una probabilidad de inundación del 10 al 65% durante la vida útil del Jarillón, al menos entre

los periodos de 10 a 100 años.

- Riesgo de amenaza alta: Puede tener efectos graves, con la probabilidad de inundación una vez cada diez años durante la vida útil del Jarillón, con una ocurrencia superior al 65%.

Ilustración 42. Mapa de amenaza de inundación por rompimiento del Jarillón para el proyecto.



Fuente: Adaptado de Mapa CU-2.2.10 "Amenaza por inundación para suelo urbano y de expansión urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

La población expuesta a inundaciones en estas áreas enfrenta riesgos significativos de enfermedades infecciosas, intoxicaciones y problemas sanitarios debido a la proliferación de insectos y roedores. Además, las viviendas ubicadas sobre rellenos de humedales son altamente vulnerables a inundaciones durante las lluvias, con riesgos asociados a daños en la infraestructura (Alcaldía Local de Kennedy, 2019).

Sin embargo, realizando una revisión detallada en el mapa de amenaza del POT, el área del proyecto no exhibe un nivel de amenaza por este fenómeno.

Si bien, aunque el predio no quedó categorizado por este escenario (Ver Ilustración 42 y Anexo 20.1.13 Amenaza por Rompimiento del Jarillón), es importante aclarar que las actividades en construcción se desarrollarán en un área con un nivel de amenaza no categorizado.

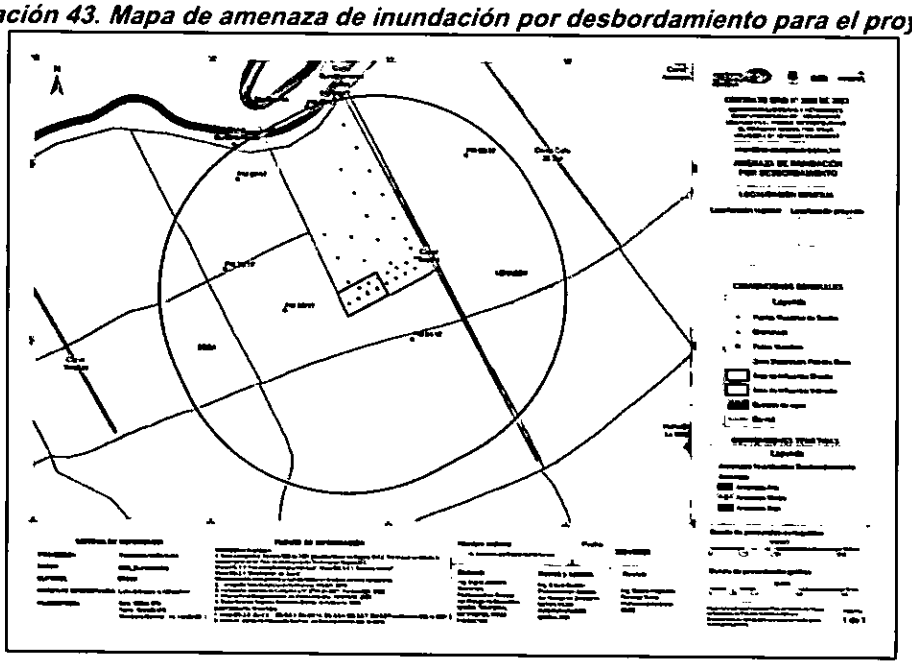
584

6.2.1.3.5. Amenaza de Inundación por Desbordamiento

El segundo escenario de inundaciones detectado en Bogotá se refiere a las inundaciones originadas por un incremento gradual del nivel del agua en un cauce, excediendo la altura de las orillas naturales o artificiales. Esto ocasiona una inundación, desbordamiento y dispersión de las aguas sobre las llanuras de inundación y áreas cercanas a los cursos de agua que generalmente no están sumergidas. Este fenómeno es resultado de lluvias persistentes y generalizadas en una región específica (IDIGER y Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

Como se mencionó previamente, el análisis de las aguas superficiales en la zona de construcción del Velódromo revela la presencia cercana de cuerpos de agua, incluyendo el Canal Tintal II y el Canal calle 38 Sur al noreste, así como el Canal Cundinamarca Sur y el Río Bogotá al norte. La distancia aproximada a estos cuerpos de agua se registra como 266 m y 1171 m para los canales mencionados y 925 m y 116 m para el Canal Cundinamarca Sur y el Río Bogotá, respectivamente.

Ilustración 43. Mapa de amenaza de inundación por desbordamiento para el proyecto.



Fuente: Adaptado de Mapa CU-2.2.10 "Amenaza por inundación para suelo urbano y de expansión urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

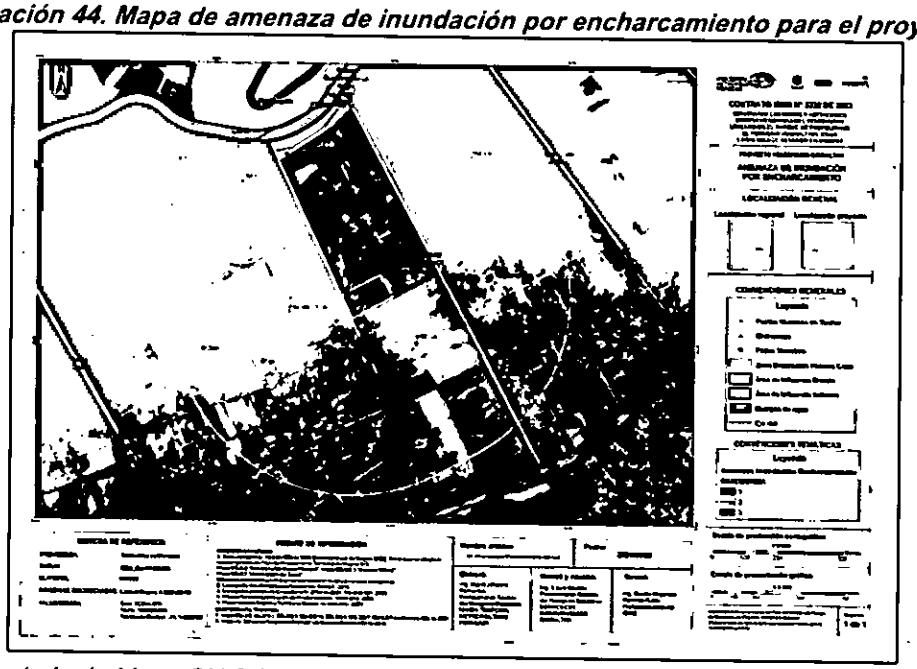
Ahora bien, conforme al Mapa de amenaza de inundación urbano por desbordamiento, Mapa CU-2.2.10 del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de

2021, se observa que el predio del Proyecto no se ubica dentro un nivel de amenaza catalogada (ver Ilustración 43 y Anexo 20.1.14 Amenaza por desbordamiento).

6.2.1.3.6. Amenaza de Inundación por Encharcamiento

Uno de los escenarios de inundaciones identificados en Bogotá se relaciona con el encharcamiento del terreno, enfocándose especialmente en la altura del nivel de agua que estas áreas podrían experimentar durante fuertes precipitaciones. Este fenómeno podría poner en riesgo o afectar los elementos situados dentro de estas áreas o en sus proximidades. El encharcamiento se produce únicamente si hay un mal funcionamiento de la red de alcantarillado, ya sea debido a la obstrucción por escombros o basura, estrechamiento de algún segmento de la red de alcantarillado, reflujo, falla operativa de una planta elevadora, lluvias intensas que superan las previstas en el diseño, entre otros. Es decir, en el análisis de esta amenaza no se consideran las características ni el funcionamiento de la red de alcantarillado, lo que facilita la identificación de las áreas susceptibles al encharcamiento (IDIGER y Secretaría Distrital de Ambiente, 2021).

Ilustración 44. Mapa de amenaza de inundación por encharcamiento para el proyecto.



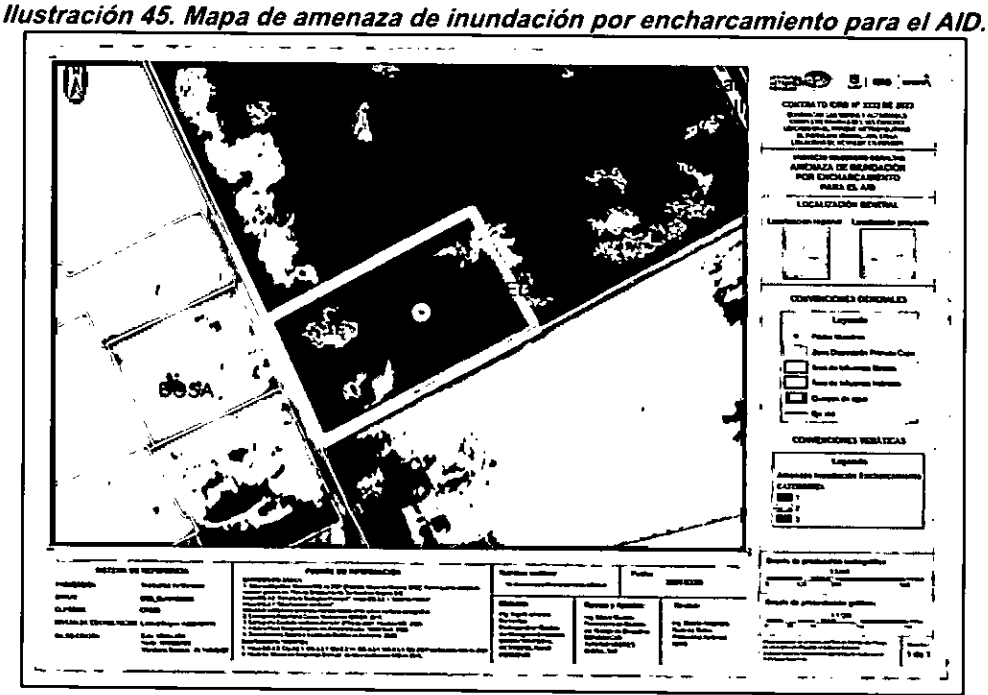
Fuente: Adaptado de Mapa CU-2.2.14 "Amenaza por encharcamiento en suelo urbano y de expansión urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

Adicionalmente, se observa que el área del Velódromo presenta una amenaza baja, como se muestra en las Ilustraciones 44 y 45, que se caracteriza por un color verde. Esta condición, común en zonas verdes, destaca la importancia de gestionar adecuadamente las aguas pluviales al modificar el coeficiente de escorrentía debido a la construcción del Velódromo.

En resumen, el proyecto se ubica dentro un área con condición de amenaza baja, lo que representa zonas deprimidas o situadas a menor altitud que muestran una baja propensión y frecuencia a experimentar episodios de encharcamiento, en los que se podrían generar niveles de agua que no superan los 25 centímetros. Adicionalmente, este nivel de amenaza indica que se podría afectar la movilidad en las vías y restringir temporalmente la habitabilidad de las viviendas, dado un episodio de encharcamiento (Ver Anexo 20.1.15 Amenaza por encharcamiento AII).

Sin embargo, las áreas contiguas al predio se ubican en una zona de amenaza alta, debido a la falla funcional del sistema de alcantarillado pluvial, lo que puede generar alturas de láminas de agua superiores a 50 centímetros, que conllevan a la pérdida de movilidad de la malla vial y compromiso de la habitabilidad de las viviendas.

Ilustración 45. Mapa de amenaza de inundación por encharcamiento para el AID.



Fuente: Adaptado de Mapa CU-2.2.14 "Amenaza por encharcamiento en suelo urbano y de expansión urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

Adicionalmente, al interior del predio, se pueden observar pequeñas zonas con un nivel de amenaza medio (1.090,83 m^2) y alto (2.591,03 m^2), situación que indica que se podrían generar alturas de láminas de agua entre 25 cms y 50 cms, o mayores a los 50 cms, respectivamente, durante eventos de encharcamiento (Ver Anexo 20.1.16 Amenaza por encharcamiento AID).

Teniendo en cuenta lo anterior y que se van a realizar excavaciones, y por tanto se pueden presentar eventos máximos de precipitación que generen encharcamientos o anegamientos en el predio, estos podrían provocar un amento de lixiviados por escorrentía. Por tanto, esta amenaza no solo está vinculada a las condiciones pluviométricas de la zona de estudio, sino también a la altura promedio del nivel freático, que se sitúa aproximadamente a 2 metros. Además, la presencia de lixiviados generados por el proceso de degradación de los residuos almacenados en el predio contribuye a este riesgo. Estos factores, combinados con las actividades constructivas, como excavaciones, podrían aumentar la probabilidad de ocurrencia de inundaciones. Por lo tanto, en el análisis del proyecto, se debe tener en cuenta de manera integral la interacción entre las actividades constructivas y las características hidrológicas del área para gestionar eficazmente la amenaza de aumento de lixiviados por escorrentía.

No obstante, este mapa de inundación por encharcamiento se emplea en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021, como una herramienta fundamental para la priorización de los programas y proyectos destinados a mejorar el sistema de alcantarillado pluvial en la ciudad. Aunque su utilización no implica limitaciones ni restricciones en el uso del suelo, no constituye un plano normativo ni establece áreas con condiciones de amenaza o riesgo.

6.2.1.3.7. Amenaza por Incendios Forestales

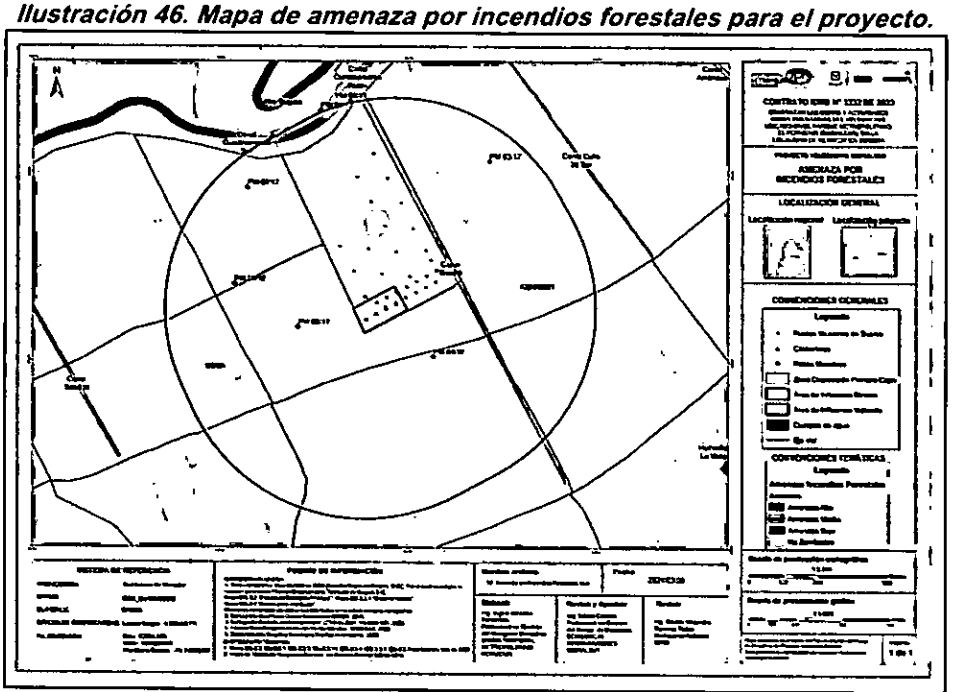
A nivel nacional no existe una definición uniforme para el concepto de incendios forestales. Por lo tanto, en el Distrito Capital, la Comisión Distrital para la Prevención y Mitigación de Incendios Forestales aclara que se considera incendio forestal aquel fuego que se propaga sin control y consume coberturas vegetales en áreas rurales o componentes de la estructura ecológica principal, con una afectación superior a media hectárea. Este tema adquiere particular importancia para la ciudad, ya que entre 2010 y 2018, se gestionaron 1.272 conatos y 139 incendios forestales, siendo el año 2010 el que registró la mayor cantidad, afectando aproximadamente 1.490,7 hectáreas (Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021).

De acuerdo con el levantamiento histórico de las emergencias (Tabla 14), los registros revelan una recurrencia media de estos eventos, que puede ser atribuido a acciones de terceros.

Ahora bien, a nivel de la zona de influencia del proyecto, el área del Parque El Porvenir Gibraltar no exhibe un nivel de amenaza por este fenómeno, conforme a lo expuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021 (Ver Ilustración 46 y Anexo 20.1.17 Amenaza por incendios forestales).

Así las cosas, si bien el predio no exhibe un nivel de amenaza por incendios forestales, se adelantarán acciones de monitoreo del riesgo definidas en la Tabla 32. De igual manera, es necesario tener en cuenta que la zona donde se ubica el proyecto no se caracteriza por alta pendiente y que, durante la etapa inicial y la etapa constructiva, se removerá gradualmente la vegetación existente, es decir el material vegetal inflamable, lo que permite realizar un control en el crecimiento de la vegetación.

Ilustración 46. Mapa de amenaza por incendios forestales para el proyecto.



Fuente: Adaptado de Mapa CU-2.2.7 "Áreas de amenaza por incendios forestales para suelo urbano y de expansión urbana" - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C., adoptado mediante Decreto 555 de 2021.

Sin embargo, las altas temperaturas podrían generar condiciones propicias para la rápida propagación del fuego en las áreas colindantes al AID. Aunque estos pueden aparecer en todas las épocas del año, los incendios son más frecuentes en los meses de verano, cuando las temperaturas son más altas. Por tanto, durante estas épocas del año se realizarán acciones de monitoreo, de manera especial, que incluye implementar sistemas de vigilancia, con el objetivo de detectarlos de forma rápida y realizar seguimiento a los informes y alertas que sean emitidas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), con relación a este fenómeno.

6.2.1.3.8. Subsidencia o Hundimiento

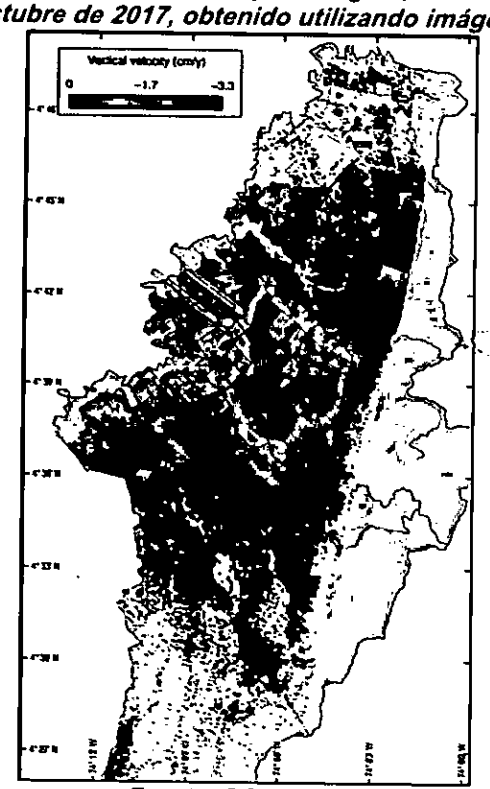
Conforme al estudio desarrollado por el Servicio Geológico Colombiano -SGC (2020), el término genérico "hundimiento" se refiere al fenómeno que implica el asentamiento de la superficie terrestre en una determinada zona debido a diversos factores, ya sean naturales o antropogénicos, provocados por los impactos de diversas actividades humanas (Polonia, 1984; Polonia et al., 1972). Corapcioglu (1984, como se citó en SGC, 2020) describe los fenómenos de hundimiento del terreno, sus principales características y su ocurrencia en diferentes partes del mundo.

El hundimiento natural es resultado de la carga isostática de sedimentos y la compactación natural de los depósitos del Holoceno, o podría ser el resultado de procesos tectónicos o volcánicos. Por otro lado, los hundimientos de origen antropogénico son consecuencia de procesos como la extracción intensiva de agua subterránea, fluidos geotérmicos, petróleo y gas; la extracción de carbón, azufre, oro y otros sólidos mediante la minería; la construcción subterránea (túneles); o causas mixtas como la hidrocompactación de sedimentos poco consolidados, la oxidación y contracción de los depósitos orgánicos, el desarrollo de sumideros en terreno kárstico y los cambios en el drenaje del agua superficial y la carga de sedimentos (Raucoules et al., 2007; UNESCO, 2018; Yuill et al., 2009). En algunos casos, este fenómeno puede afectar a edificios e infraestructuras urbanas (como se citó en SGC, 2020).

Es importante destacar que este tipo de hundimiento, de origen antropogénico, suele ser de mayor magnitud que el hundimiento natural (Meckel, 2008) y es consecuencia de modificaciones del suelo en ambientes con depósitos compresibles (como se citó en SGC, 2020).

590

Ilustración 47. Mapa del modelo de subsidencia para Bogotá, desde el 28 de septiembre de 2011 hasta el 17 de octubre de 2017, obtenido utilizando imágenes TerraSAR-X.



Fuente: SGC, 2020.

Ahora bien, en Colombia, los hundimientos son fenómenos recurrentes en las principales ciudades y pueden causar daños estructurales a edificios e infraestructuras. De hecho, el hundimiento del terreno en Colombia ha sido clasificado como el cuarto riesgo más importante en la construcción, según el Índice de Vivienda Formal (FHI; Arbeláez et al., 2011, como se citó en SGC, 2020).

Bogotá, siendo la ciudad más grande y poblada del país, enfrenta una alta concentración de riesgos naturales. Situada en una zona sísmica moderada, su topografía compleja la hace propensa a deslizamientos e inundaciones. Además de estos factores geográficos, las migraciones masivas y los crecientes procesos de urbanización desenfrenados de los últimos años han aumentado su vulnerabilidad a los fenómenos geodinámicos. La combinación de estos factores hace que Bogotá sea especialmente susceptible a problemas relacionados con los hundimientos del terreno, lo que puede representar un desafío significativo para la planificación urbana y la gestión del riesgo en la ciudad.

Así las cosas, este estudio revela que algunos sectores de las localidades de Bogotá D.C. como Bosa y Kennedy muestran tasas estimadas que oscilan entre 20 y 10 milímetros anuales, lo que indica que estas zonas se ubican en un nivel de amenaza bajo (SGC, 2020), conforme a la Ilustración 47.

Ahora bien, con respecto al AID, se aclara que la subsidencia se presenta como una amenaza de tipo prospectivo, dado que los procesos tectónicos, como los movimientos de fallas o el hundimiento de placas tectónicas, principalmente, pueden hacer que la tierra descienda lentamente a lo largo de períodos extendidos, provocando este fenómeno durante todo el territorio local.

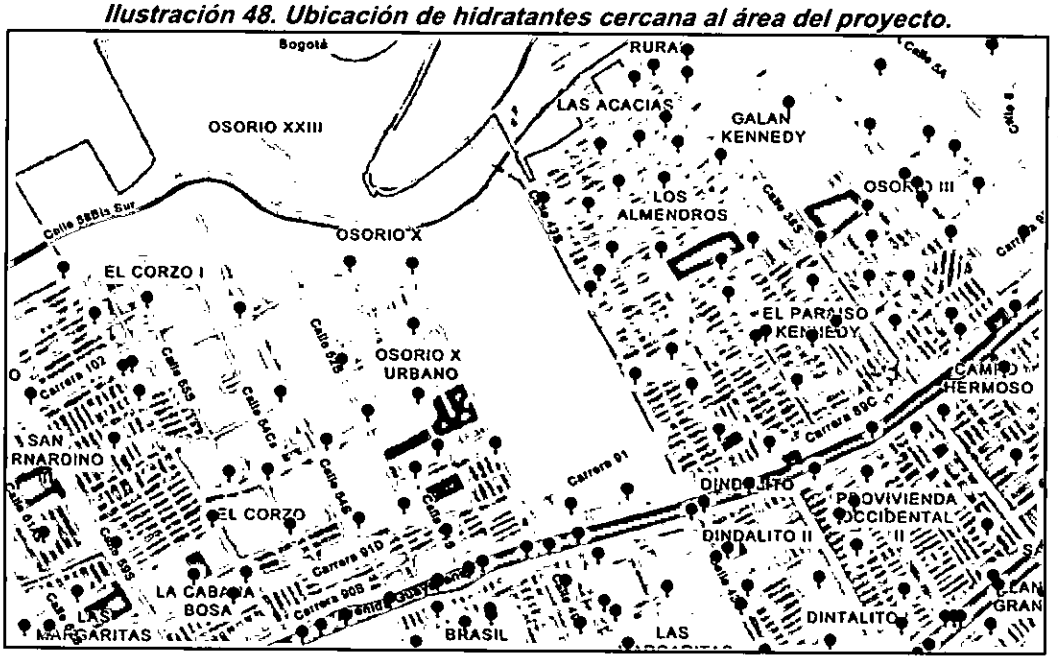
6.2.1.4. Identificación de Amenazas Tecnológicas

6.2.1.4.1. Amenaza por Incendios Estructurales

Según el POT Bogotá D.C., las causas primordiales vinculadas a eventos tecnológicos en la ciudad incluyen derrames o fugas de sustancias químicas, fallas eléctricas en viviendas o instalaciones industriales, explosiones mecánicas e incendios. En contraste, los incendios estructurales se identifican como una de las causas relacionadas con el riesgo derivado de la actividad de construcción. Sin embargo, debido a su naturaleza, estos incendios pueden estar conectados con riesgos tecnológicos, como el manejo inapropiado de sustancias químicas, fallas en las redes eléctricas o errores humanos que propician su ocurrencia (Alcaldía Mayor de Bogotá 2021).

Ahora bien, debido a que en el momento no se encuentran infraestructuras el nivel de amenaza es bajo. Sin embargo, durante la construcción se tiene contemplada la instalación de redes contra incendios en las estructuras del Proyecto. que permitan disminuir nivel de amenaza ante un posible evento de este tipo, como se explica en el Numeral 6.1.1.3.2. Etapa de Construcción del presente documento. De igual manera, se tiene identificada la red de hidrantes existente en la ciudad.

Ilustración 48. Ubicación de hidratantes cercana al área del proyecto.



Fuente: Adaptado de Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, EAAB -ESP (2024).

6.2.1.4.2. Contaminación de Acuíferos

En primer lugar, es necesario identificar la geología del predio. El terreno de Gibraltar está recubierto en su superficie por un depósito de escombros de origen antrópico, el cual cubre el depósito de basuras con un espesor y composición variables. Este último se ubica sobre una capa de arcillas y hacia la parte oriental del predio, sobre arenas de grano fino a medio (SIAM SAS, 2023 – Ver Anexo 9).

A continuación, se proporciona una descripción de las unidades encontradas, desde la parte superior hasta la base, conforme a lo descrito en el Informe de Monitoreo de Aguas Subterráneas, SIAM SAS, 2023 (Anexo 9):

- Capa 1 (0 – 3m): Suelo natural tipo limo arcilloso a arcillo limoso con coloración 10 YR y 3/3 mezclado en diferentes proporciones con material de relleno compuesto por escombros y recebo cuyo porcentaje puede variar entre un 10% a un 30% con fragmentos de ladrillo gravas de 1 – 3 cm de diámetro, presenta baja plasticidad y generalmente es compacto. Esta capa presenta espesor variable entre 0,2 m y 3,0 m.

- Capa 2 (2,5 – 13m): Relleno antrópico compuesto por basuras que varían tanto en espesor

593

como en el tipo de residuos existentes, esto debido posiblemente a que durante la época que estuvo activo el relleno, este contaba con diferentes sectores de disposición final. En cuanto a su espesor, este varía entre 2,5 m y 13 m, con un promedio de 7.5m, siendo en la zona central donde se reportan los mayores espesores.

En cuanto al tipo de basura reportado, en general se puede hacer una zonificación de la misma así: en la parte sur del predio el tipo de basura reportado corresponde a residuos altamente descompuestos con masa similar a la arcilla, con alto grado de plasticidad y humedad, con presencia de aprox. 10 - 20% de plástico, tela y papel, contenido de materia orgánica 80 %. Hacia la parte central, se observa residuos compuestos 50% por material orgánico descompuesto, con presencia de 20 - 50% de plástico, tela, papel, caucho. Hacia la parte norte del actual predio se observan residuos bastante preservados, donde predomina el plástico, tela, papel, caucho, madera, vidrio, en una matriz heterogénea de tipo limo arcilloso, con contenido de materia orgánica estimado del 30%.

- Capa 3 (3.5 – 3.9): Secuencia de arcillas grises a gris verdosas 5G, YR 5/1, de alta plasticidad y humedad moderada con matriz tipo limo a arena de grano muy fino en proporción de hasta un 30% aproximadamente, algunas veces con presencia de óxidos de hierro, que sirve de sello al depósito antrópico de basuras que se encuentra suprayaciendo la secuencia.

- Capa 4 (1,3 – 4.0m): Secuencia de arenas de grano fino a grano medio cuarzosas color gris 7,5 y YR 4/3 con matriz tipo arcilla (20% en promedio), saturadas, granocreciente hacia la base. El espesor máximo reportado fue de 4 m aproximadamente. Esta unidad se presenta hacia la parte oriental del predio, en contacto con el depósito de basura.

El subsuelo del predio Gibraltar, donde se encuentra el depósito antrópico de basuras, se compone de dos (2) unidades litoestratigráficas pertenecientes al Cuaternario, originadas por procesos aluviales asociados a la sedimentación de los ríos Bogotá y Tunjuelo. Composicionalmente, estas unidades consisten en una secuencia de arcillas en la parte superior, con una matriz tipo limo a arenas de grano fino en proporción variable, y una secuencia grano creciente (de techo a base) de arenas de grano fino hasta medio con matriz tipo arcilla, con un promedio de entre un 10% y un 30%.

El área de estudio está ubicada dentro de la cuenca hidrológica del río Bogotá - río Tunjuelo. A nivel regional, la zona hidrogeológica se caracteriza como una cuenca abierta, limitada al oriente por los Cerros Orientales y al occidente por los cerros de Chía, Tenjo, Facatativá, entre otros. Se establece que el río Bogotá actúa como nivel base en el área y constituye la principal zona de descarga de los acuíferos someros.

Las unidades acuíferas de interés tienden a ser planas y continuas, con variaciones laterales a nivel regional y local. Las zonas de descarga están principalmente asociadas al río Bogotá, que sirve como punto principal de descarga. A nivel local, se identifican dos unidades acuíferas: la primera corresponde al acuífero somero asociado a los depósitos cuaternarios del área, y la segunda es una unidad antrópica (relleno de basuras) que se encuentra saturada, ubicada encima del acuífero cuaternario y separada en la mayoría del área por una capa de arcilla de espesor variable (SIAM SAS, 2018, como se citó en SIAM SAS, 2023 – Ver Anexo 9).

"Ya que el acuífero relleno antrópico presenta variaciones en espesor y composición, desde el punto de vista hidráulico de las aguas subterráneas, se presentan variaciones tanto en magnitud como en dirección del flujo de lixiviado dentro de este relleno" (SIAM SAS, 2023 – Ver Anexo 9).

La recarga principal del predio Gibraltar se realiza a través de la infiltración directa como consecuencia de la precipitación que cae sobre el área, y la dirección del flujo del acuífero somero sugiere predominantemente una dirección hacia el río Bogotá.

Las dos unidades acuíferas principales están separadas por una unidad de baja permeabilidad denominada Acuífero Arcilloso, la cual no abarca todo el predio. Por lo tanto, es probable que parte de la contaminación informada en el acuífero cuaternario provenga de la unidad acuífero antrópico.

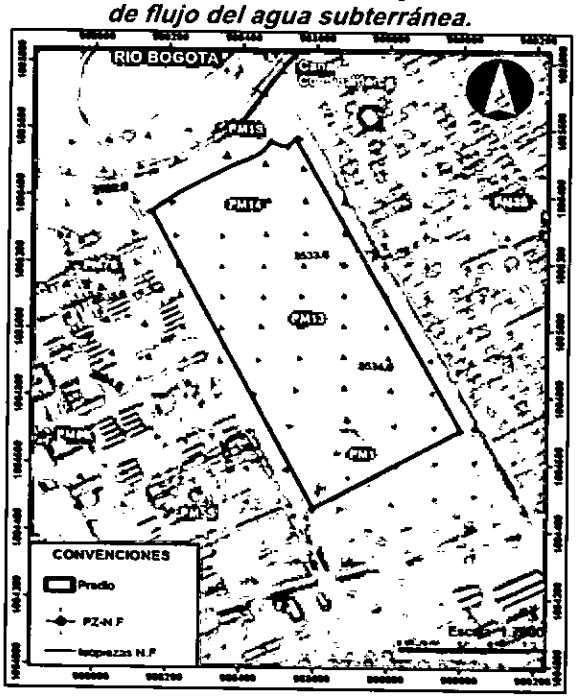
"La dirección del flujo del acuífero antrópico, no sugiere una dirección predominante clara, esto puede deberse a que la composición del relleno que no es homogénea, hay variaciones en el espesor del relleno, el tipo de material depositado no es homogéneo y puede generar mayor o menor grado de compactación" (SIAM SAS, 2023 – Ver Anexo 9).

Ahora bien, en la elaboración de un análisis de riesgo en un área contaminada, se destaca la importancia del Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC) para la evaluación, caracterización y potencial restauración del sitio. Por lo tanto, en la Línea Base Ambiental para Construcción del Parque Metropolitano PM 10 El Porvenir, el MHC busca describir la dinámica subterránea con el fin de identificar posibles receptores naturales y de exposición humana antes de las simulaciones numéricas (SDA, 2021a – Ver Anexo 7).

"En relación con la dinámica subterránea se determina que, a partir del nivel freático medido en 8 piezómetros, el flujo del agua subterránea presenta una dirección Norte-Noroeste, es decir hacia el río Bogotá, el cual se comporta como afluente, ya que recibe agua subterránea del acuífero que lo infrayace" (SDA, 2021a). En la Ilustración 49, se puede observar las líneas equipotenciales y las direcciones de flujo del agua subterránea del área de estudio.

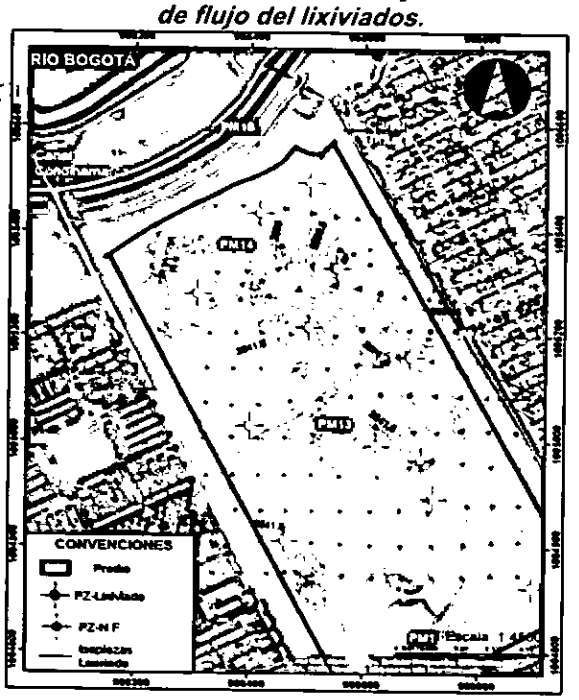
En el área del terreno, se han depositado residuos sólidos que alteran la topografía al elevar las capas iniciales, modificando las trayectorias de los flujos y almacenando lixiviados que se dispersan en el nivel freático. Considerando la elevación de los lixiviados, se elabora un mapa de isopiezas, el cual se visualiza en la Ilustración 50.

Ilustración 49. Equipotenciales y direcciones de flujo del agua subterránea.



Fuente: SDA, 2021a.

Ilustración 50. Equipotenciales y direcciones de flujo del lixiviados.



Fuente: SDA, 2021a.

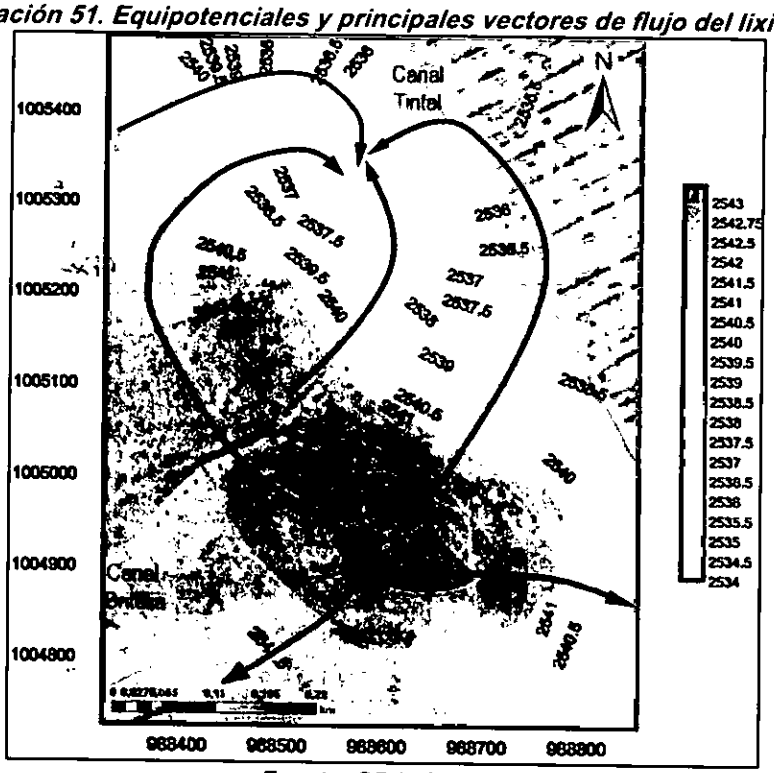
En este escenario, cabe destacar que los lixiviados se desplazan desde la cota máxima en el piezómetro PM-5 de manera radial, es decir, hacia el Sur, Sureste, Suroeste y principalmente hacia el Norte - Noroeste, donde se localiza el piezómetro PM-9 a una profundidad de 10,33 metros de lixiviado.

Los residuos generan un cambio en la topografía, condicionando el flujo de los lixiviados. El nivel freático se sitúa en el contacto entre las arenas de grano fino y las arcillas, aumentando las cargas hidráulicas hacia el río Bogotá. Las condiciones de frontera de flujo están definidas por el río Bogotá y la recarga generada por precipitación, aunque canales perimetrales restringen la migración del contaminante en la zona no saturada.

596

En la siguiente ilustración se resumen los vectores de flujo del lixiviado ubicado el área de residuos.

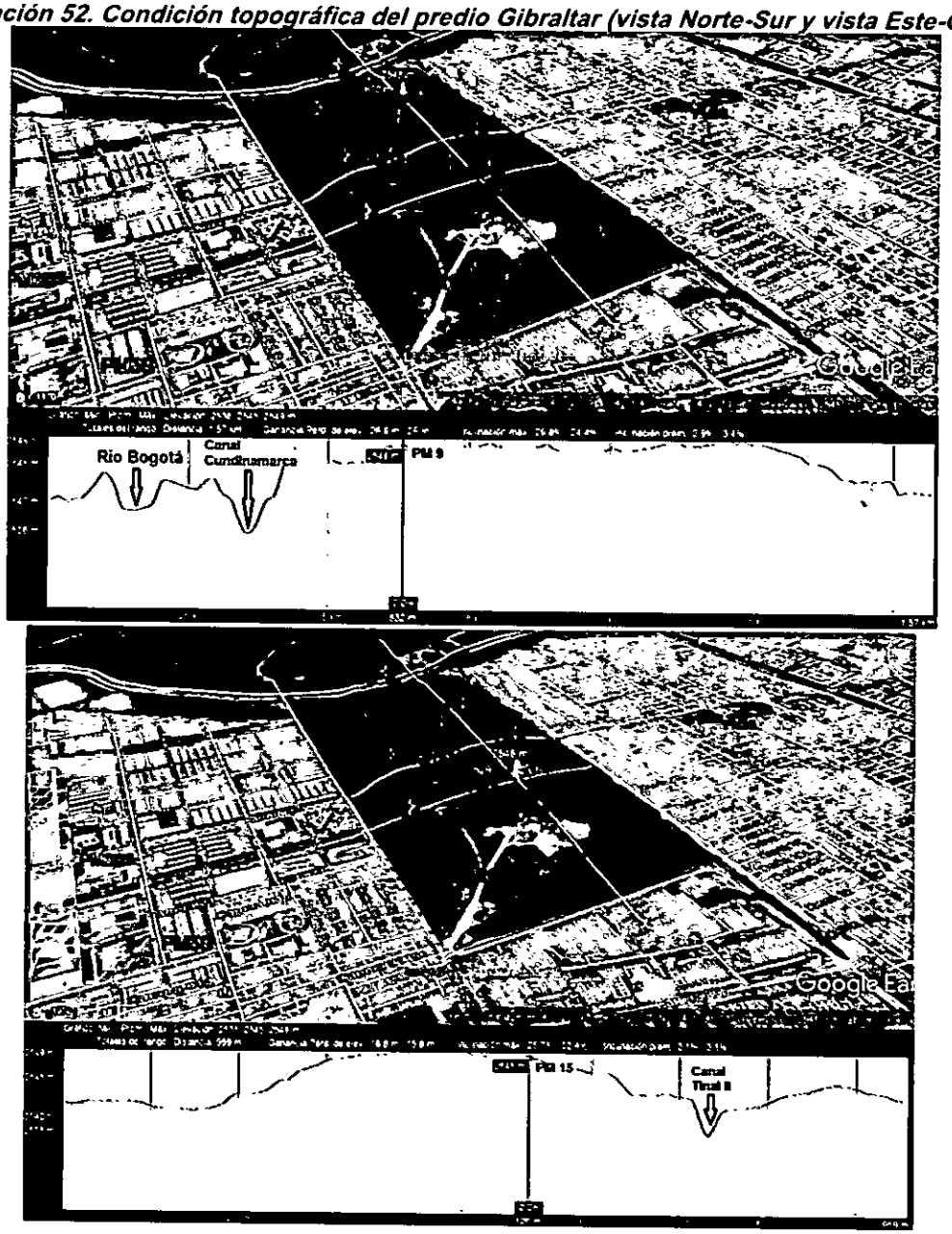
Ilustración 51. Equipotenciales y principales vectores de flujo del lixiviado.



Fuente: SDA, 2021a.

Adicionalmente a lo mencionado anteriormente, se elaboraron dos perfiles que ilustran cómo los desechos depositados ocasionan modificaciones en la topografía, afectando de esta manera el curso de los lixiviados. Estos perfiles, con orientación de Norte a Sur y de Este a Oeste, están representados en las ilustraciones siguientes.

Ilustración 52. Condición topográfica del predio Gibraltar (vista Norte-Sur y vista Este-Oeste).

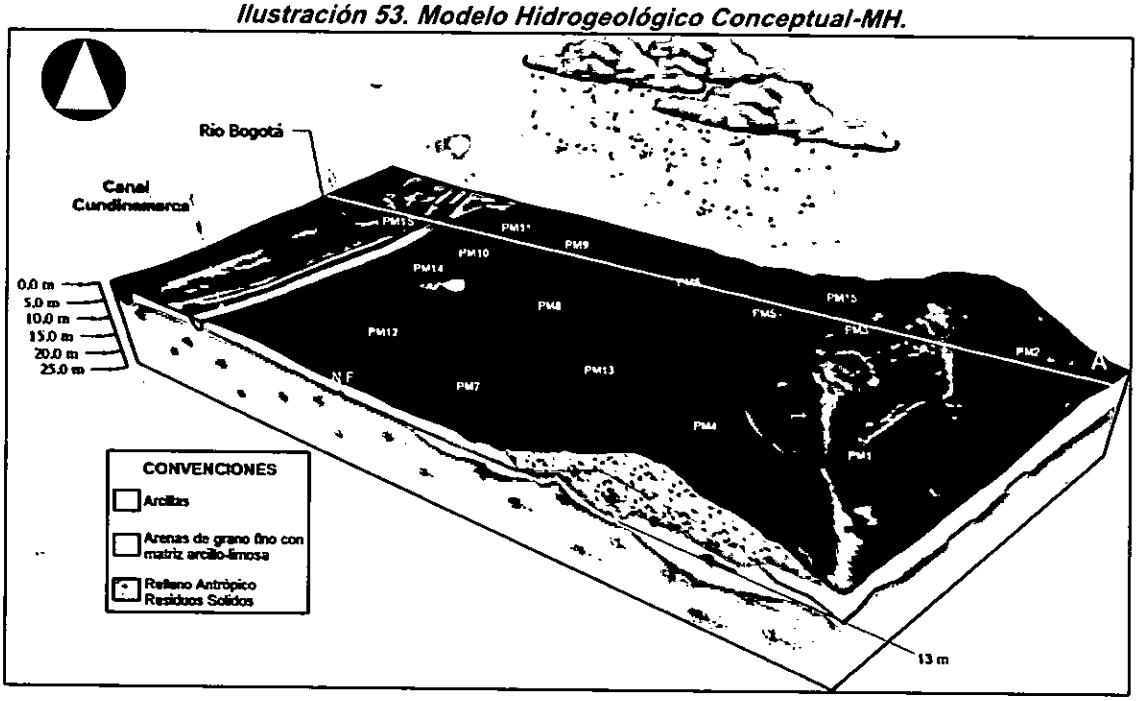


Fuente: SDA, 2021a.

"A partir de la anterior información, se puede determinar que el nivel freático se encuentra en el contacto entre las arenas de grano fino y las arcillas, aumentando las cargas hidráulicas hacia el

Rio Bogotá, con una velocidad promedio de 0.121 m/día" (ver Figura 53). *"Cabe aclarar que las condiciones de frontera de flujo, en el área de estudio, están conformadas por el Rio Bogotá y la recarga generada por precipitación; sin embargo, existen canales perimetrales que rodean el predio y están anclados a 6.0 m de profundidad, restringiendo la migración del contaminante en la zona no saturada" (SDA, 2021a).*

Ilustración 53. Modelo Hidrogeológico Conceptual-MH.



Fuente: SDA, 2021a.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta los siguientes puntos:

Según el "Modelo hidrogeológico conceptual del acuífero subsuperficial o somero en el perímetro urbano del distrito capital, Convenio de asociación No SDA-CV 20161264., noviembre de 2018", en el área de estudio, la recarga potencial varía entre 1.25 mm/año a 123 mm/año, donde los valores más bajos predominan, debido a que el predio está rodeado por una zona urbana.

Esta recarga puede variar debido a las condiciones locales del relleno, las cuales impiden que el proceso se ejecute de forma natural, induciendo una la alta variabilidad del nivel freático. Del mismo modo, es importante resaltar que el nivel freático también cambia dependiendo del comportamiento del el Rio Bogotá.

En conclusión, en el área de estudio existe una fuente superficial conformada por el Río Bogotá que tiene un caudal medio mensual multianual de mínimo 18 m^3/día y máximo 31 m^3/día, su régimen es de tipo bimodal y se comporta como un rio perdedor en relación al acuífero que lo infrayace. Esta condición bimodal permite que la recarga promedio, a partir de una precipitación total anual de 1223.12 mm/año, varié de 0.0 mm/año a 123 mm/año" (SDA, 2021a, pág. 28).

Ahora bien, se debe aclarar que, de acuerdo con el capítulo de calidad del agua, se resume que los lixiviados que conforman la pluma de contaminación ya migraron en dirección al rio Bogotá, afectando el agua subterránea con concentraciones de cadmio, hierro y plomo por encima de la norma, como se detecta en el piezómetro PM1S. Esto, se debe posiblemente al tiempo de residencia de los residuos y a que estos se encuentran en contacto directo con las arenas (SDA, 2021a, pág. 40).

En conclusión, la SDA determinó que: *"...los residuos sólidos ubicados en el predio Gibraltar están contaminando el agua subterránea. Los lixiviados generados impregnan tanto la zona no saturada como la zona saturada migrando hacia el Norte – Noroeste, es decir hacia el río Bogotá. Por este motivo, es de vital importancia mantener una red de monitoreo del recurso hídrico subterráneo en las diferentes etapas de desarrollo de construcción del parque" (SDA, 2021a, pág. 42).*

Muestreo de Lixiviados y Agua Subterránea:

La EAAB realizó el muestreo de lixiviados y agua subterránea en el predio de la siguiente manera:

- 12 muestras de lixiviados en pozos construidos en el Producto 1 radicado 2019ER104814 del 14/05/2019.
- 9 muestras de agua subterránea, en dos pozos de monitoreo construidos y siete instalados en 2017 en zonas aledañas al predio Gibraltar.
- 5 muestras de fluido acuoso (mezcla de lixiviados y agua subterránea) en pozos existentes previamente en el predio, instalados por CIC en 2015, captando el relleno antrópico y el acuífero infrayacente.

En los pozos PZM6 y PZM10 se realizó el muestreo de lixiviados, mientras que en el PMZ8 no fue posible captar la muestra debido a la falta de fluido depositado en el mismo.