

DOCUMENTO AMBIENTAL

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
DOCUMENTO AMBIENTAL

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	10/09/2025	1ª Edición
2.0	17/10/2025	2ª Edición (Tras supervisión)

DOCUMENTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2	TRAMITACIÓN AMBIENTAL	1
2.1	INTRODUCCIÓN.....	1
2.2	MOTIVACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA	2
3	MARCO LEGAL.....	4
4	DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO.....	7
4.1	OBJETIVOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN	7
4.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO	7
4.3	CONDICIONANTES PRINCIPALES	7
4.3.1	Tipología de terreno. Geología y geotecnia.	7
4.3.2	Ubicación de estaciones.....	12
4.3.3	Ubicación de pozos	13
4.3.4	Construcciones y urbanización existente	15
4.3.5	Cruces con infraestructuras del transporte terrestre y subterráneas.....	19
4.3.6	Procedimientos constructivos.....	21
4.4	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS	29
4.4.1	Alternativa 1.....	29
4.4.2	Alternativa 2.....	31
4.4.3	Alternativa 3.....	34
5	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO	37
5.1	CLIMA 37	

5.1.1	<i>Climatología</i>	37	5.9.2	<i>Red de Espacios Naturales Protegidos (RENPNP)</i>	53
5.1.2	<i>Isla de calor</i>	38	5.9.3	<i>Montes de Utilidad Pública (MUP)</i>	54
5.1.3	<i>Cambio Climático</i>	39	5.9.4	<i>Hábitats de Interés Comunitario (HIC)</i>	54
5.2	RUIDO Y VIBRACIONES	41	5.10	PAISAJE55	
5.2.1	<i>Áreas Acústicas</i>	41	5.11	PATRIMONIO CULTURAL	55
5.2.2	<i>Mapa de ruido</i>	42	5.11.1	<i>Vías pecuarias</i>	56
5.2.3	<i>Estudio de vibraciones</i>	43	5.11.2	<i>Bienes de Interés Cultural (BIC)</i>	56
5.3	CALIDAD DEL AIRE	43	5.11.3	<i>Inventario de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (INPHIS)</i>	56
5.4	GEOLOGÍA - EDAFOLOGÍA	44	5.11.4	<i>Protección urbanística</i>	56
5.4.1	<i>Geomorfología</i>	44	6	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS	57
5.4.2	<i>Litología</i>	45	6.1	EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN	57
5.4.3	<i>Edafología</i>	45	6.2	BALANCE DEMOGRÁFICO	57
5.5	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	46	6.3	MOVIMIENTOS MIGRATORIOS	58
5.5.1	<i>Hidrología superficial</i>	46	6.4	CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN	58
5.5.2	<i>Hidrología subterránea</i>	46	6.5	PRODUCTO INTERIOR BRUTO	59
5.6	DERECHOS MINEROS	47	6.6	RENTA DISPONIBLE	59
5.7	VEGETACIÓN	47	6.7	SECTORES Y ACTIVIDADES ESTRATÉGICOS	60
5.7.1	<i>Vegetación potencial</i>	47	6.8	ACTIVIDAD ECONÓMICA	60
5.7.2	<i>Vegetación actual</i>	47	6.9	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO	60
5.7.3	<i>Arbolado y Zonas Verdes</i>	48	7	POSIBLES EFECTOS SINÉRGICOS Y ACUMULATIVOS	61
5.8	FAUNA 51		7.1	INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES	61
5.9	ESPACIOS NATURALES	53	7.1.1	<i>Transporte público</i>	61
5.9.1	<i>Red Natura 2000</i>	53	7.2	BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA AMPLIACIÓN	62

8	IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS	63			
8.1	METODOLOGÍA.....	63			
8.1.1	Identificación y criterios de caracterización de impactos	63			
8.1.2	Criterios de valoración de impactos	64			
8.2	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	65			
8.2.1	Identificación de acciones de proyecto.	65			
8.2.2	Identificación de los elementos ambientales.....	69			
8.2.3	Matriz identificación de impactos.....	69			
8.3	VALORACIÓN DE EFECTOS	72			
8.3.1	Atmósfera y calidad de aire	72			
8.3.2	Calidad acústica	73			
8.3.3	Suelo.....	74			
8.3.4	Medio hídrico	75			
8.3.5	Vegetación.....	76			
8.3.6	Fauna.....	77			
8.3.7	Paisaje	77			
8.3.8	Patrimonio Cultural	77			
8.3.9	Medio social.....	78			
8.3.10	Usos del suelo	78			
8.3.11	Economía.....	79			
8.4	MATRIZ MULTICRITERIO	79			
9	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO	81			
9.1	DEFINICIONES	81			
9.1.1	Nivel de Riesgo (NR).....	81			
9.1.2	Vulnerabilidad del proyecto (VP).....	81			
9.2	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	82			
9.2.1	Identificación de Riesgos Naturales	82			
9.2.2	Identificación de Riesgos por Accidentes Graves	86			
9.3	IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL.....	88			
9.4	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD	89			
10	MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS	89			
10.1	DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA FASE DE OBRAS Y EXPLOTACIÓN	90			
10.1.1	Zonas auxiliares y caminos de acceso.....	90			
10.1.2	Protección atmosférica.....	90			
10.1.3	Protección del arbolado singular	90			
10.1.4	Criterios de tala	91			
10.1.5	Criterios de trasplante	92			
10.1.6	Protección general e individual del arbolado.....	93			
10.1.7	Protección contra ruido y vibraciones	93			
10.1.8	Protección de los suelos.....	94			
10.1.9	Protección del sistema hidrológico.....	95			
10.1.10	Espacios protegidos	95			
10.1.11	Protección sobre la fauna.....	96			
10.1.12	Patrimonio cultural.....	96			
10.1.13	Vías pecuarias.....	96			

10.1.14	Medidas de Restauración ambiental en Integración Paisajística	96
11	MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA Y COMPENSACIÓN DE HUELLA DE CARBONO	97
12	GESTIÓN DE RESIDUOS	98
13	PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	99
13.1	EXIGENCIA LEGAL	99
13.2	OBJETIVOS	100
13.3	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	100
13.4	CONDICIONES GENERALES	100
13.5	CONTROLES PREVIOS A LA EJECUCIÓN	101
13.6	VIGILANCIA DURANTE LA FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	101
13.6.1	Vigilancia de la ejecución de las medidas protectoras y correctoras	101
13.6.2	Vigilancia del movimiento de tierras.	101
13.6.3	Vigilancia de la ocupación temporal	101
13.6.4	Vigilancia de la gestión de residuos	101
13.6.5	Vigilancia en la calidad de las aguas	101
13.6.6	Vigilancia de la ejecución de vertederos y zonas de préstamo	102
13.6.7	Control sobre las operaciones de mantenimiento de la maquinaria	102
13.6.8	Vigilancia en las afecciones sobre el entorno inmediato	102
13.6.9	Vigilancia de las medidas de revegetación	102
13.6.10	Vigilancia en las plantaciones	103
13.6.11	Medidas de protección para la fauna	103
13.6.12	Vigilancia del patrimonio cultural.	103

13.6.13	Medidas para asegurar la continuidad de la permeabilidad.	104
13.6.14	Acabado y limpieza final.	104
13.6.15	Vigilancia de la aparición de impactos ambientales no previstos.	104
13.7	VIGILANCIA EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN	104
13.7.1	Mantenimiento en las áreas restauradas.	104
13.7.2	Control de la hidrogeología.	104
13.7.3	Control del ruido y vibraciones.	104
13.7.4	Evolución de las áreas restauradas.	104
13.7.5	Posibles impactos no previstos.	105
13.8	RESUMEN DE INFORMES A PRESENTAR	105
13.8.1	Antes del inicio de las obras	105
13.8.2	Durante toda la fase de obras	105
13.9	ORGANIZACIÓN DE LAS TAREAS DE SEGUIMIENTO	105
14	CONCLUSIONES	106

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Acceso a la Estación La Fortuna (Nivel de calle)	1
Ilustración 2. Plano geológico Magna Escala 1:50.000 (IGME)	8
Ilustración 3. Modelos de sedimentación de la unidad arcósica	9
Ilustración 4. Vista desde la Línea C-5 de Cercanías de la nave y edificaciones existentes en PK 1+515	16
Ilustración 5. Edificación de PK 2+250	16
Ilustración 6. Edificaciones entre PPKK 2+555 -3261	16

Ilustración 7. Vista desde la Línea C-5 de Cercanías de la nave y edificaciones existentes en PK 1+515	17
Ilustración 8. Edificación de PK 2+250	18
Ilustración 9. Edificación de PK 1+630 desde andén Norte de Cercanías de Estación de Cuatro Vientos	18
Ilustración 10. Edificaciones unifamiliares y edificación plurifamiliar de PK 1+770.....	19
Ilustración 11. Línea C-5 de Cercanías	20
Ilustración 12. Línea C-5 de Cercanías junto a cruce de Alternativa 1	20
Ilustración 13. Línea 10 de Metro de Madrid	20
Ilustración 14. Esquema tuneladora EPB. herrenknecht.....	22
Ilustración 15. Rango operativo de presiones en el frente (a cota de clave) para TBM con escudo presurizado en el frente (ZTV-ING, 2012)	23
Ilustración 16. Zonas de excavación del Método Tradicional de Madrid.....	24
Ilustración 17. Fases de excavación del Método Tradicional de Madrid	25
Ilustración 18. Esquema general de ejecución de muros pantalla con Hidrofresa (Fuente: Soletanche bachy)	26
Ilustración 19. Esquema general de construcción de estaciones.....	27
Ilustración 20. Introducción de jaula de armadura en panel de muro pantalla	28
Ilustración 21. Estaciones de Aviación Española - Planta.....	30
Ilustración 22. Estaciones de Aviación Española – Sección y conexión.....	30
Ilustración 23. Alternativa 1. Pozo de introducción tuneladora y ZIA	31
Ilustración 24. Estaciones de Cuatro Vientos (alternativa 2) - Planta	32
Ilustración 25. Nueva estación de Cuatro Vientos (alternativa 2) - Sección	33
Ilustración 26. Alternativa 2. ZIA.....	33
Ilustración 27. Estaciones de Cuatro Vientos (alternativa 3) - Planta	35

Ilustración 28. Nueva estación de Cuatro Vientos (alternativa 3) - Sección	35
Ilustración 29. Alternativa 3. Pozo de extracción tuneladora.....	36
Ilustración 30. Alternativa 3. Pozo de introducción tuneladora y ZIA	36
Ilustración 31. Diagrama ombrotérmico a partir de los valores climáticos normales en la estación de Cuatro Vientos (Madrid). Serie 1981-2010.....	38
Ilustración 32. Rosa de los vientos de Cuatro Vientos (Madrid). Fuente: Meteoblue	38
Ilustración 33. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de Buenavista, distrito de Carabanchel. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid	39
Ilustración 34. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de Cuatro Vientos, distrito de Latina. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid.....	39
Ilustración 35. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de San Andrés, distrito de Villaverde. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid.	39
Ilustración 36. Cambio anual de la temperatura mínima	40
Ilustración 37. Cambio anual de la temperatura máxima.	40
Ilustración 38. Cambio en el porcentaje de días cálidos	40
Ilustración 39. Cambio en la duración de las heladas (días).....	40
Ilustración 40. Cambio en la duración de las olas de calor (días).	40
Ilustración 41. Variación en el régimen de precipitaciones.	41
Ilustración 42. Cambio en la cantidad de días de lluvia.	41
Ilustración 43. Cambio en la duración del periodo de sequía (días).	41
Ilustración 44. Cambio en la proporción de precipitaciones intensas.....	41
Ilustración 45. Mapa de ruido de la zona de estudio	42
Ilustración 46. Puntos de Medición Vibracional en el ámbito de estudio.	43
Ilustración 47. Geomorfología de la zona de estudio	45
Ilustración 48. Litología de la zona de estudio.....	45

Ilustración 49. Edafología de la zona de estudio.	46
Ilustración 50. Hidrología superficial de la zona de estudio.	46
Ilustración 51. Hidrología subterránea de la zona de estudio con su leyenda.....	47
Ilustración 52. Series ambientales 24ab. Fuente: Memoria de Series de Vegetación de España, Rivas-Martínez 1987.....	47
Ilustración 53. Arbolado y zonas verdes presentes en la zona de estudio.	48
Ilustración 54. Riqueza de especies de fauna en la zona de estudio.	52
Ilustración 55. Espacios naturales protegidos de la Red Natura 2000 presentes en el entorno del Proyecto.	53
Ilustración 56. Zonas pertenecientes a la Red de Espacios Naturales Protegidos presentes en el entorno del Proyecto.....	54
Ilustración 57. Montes de Utilidad Pública presentes en el entorno del Proyecto.	54
Ilustración 58. Hábitats de Interés Comunitario presentes en el entorno del Proyecto	55
Ilustración 59. Unidades de paisaje presentes en el entorno del Proyecto	55
Ilustración 60. Vías pecuarias presentes en el entorno del Proyecto	56
Ilustración 61. Patrimonio Cultural presente en la zona de estudio: Bienes de Interés Cultural (BIC), Bienes de Interés Patrimonial (BIP), entornos y otros bienes protegidos.....	57
Ilustración 62. Evolución demográfica en la ciudad de Madrid (1998-2023). Fuente: Instituto Nacional de Estadística	57
Ilustración 63. Crecimiento vegetativo de la ciudad de Madrid.....	58
Ilustración 64. Saldo migratorio de la ciudad de Madrid	58
Ilustración 65. Inmigración a la ciudad durante 2022. En azul la procedente del interior del país, y en celeste la extranjera	58
Ilustración 66. Emigración de la ciudad en 2022. En azul la que se mantiene en el país, y en celeste la que se dirige al exterior.	58
Ilustración 67. Pirámide de población distrito Latina, en comparación con la de la ciudad de Madrid	59

Ilustración 68. Pirámide de población barrio Cuatro Vientos, en comparación con la de la ciudad de Madrid.	59
Ilustración 69. Renta neta media por hogar	60
Ilustración 70. Clasificación del suelo en la zona de estudio.	60
Ilustración 71. Evolución de la cantidad anual de viajeros transportados por la EMT y el Metro de Madrid	61
Ilustración 72. Peligrosidad por inundaciones y por torrencialidad de los cauces	82
Ilustración 73. Vulnerabilidad a inundaciones por torrencialidad de los cauces	83
Ilustración 74. Vulnerabilidad a sismos	83
Ilustración 75. Vulnerabilidad por terrenos expansivos.....	84
Ilustración 76. Vulnerabilidad por movimientos de laderas.....	84
Ilustración 77. Vulnerabilidad por subsidencias	84
Ilustración 78. Vulnerabilidad a incendios urbanos en exterior.	85
Ilustración 79. Vulnerabilidad por derrumbe y colapso de edificaciones.	86
Ilustración 80. Vulnerabilidad por accidentes en túneles.	87

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Alternativa 1 – Pozos de bombeo	13
Tabla 2. Alternativa 2 – Pozos de bombeo	13
Tabla 3. Alternativa 3 – Pozos de bombeo	13
Tabla 4. Alternativa 1 – Pozos de ventilación	13
Tabla 5. Alternativa 2 – Pozos de ventilación	14
Tabla 6. Alternativa 3 – Pozos de ventilación	14
Tabla 7. Alternativa 1 – Salidas de emergencia.....	14

Tabla 8. Alternativa 2 – Salidas de emergencia	14	Tabla 29. Contaminación por GEI en fase de construcción	72
Tabla 9. Alternativa 3 – Salidas de emergencia	14	Tabla 30. Contaminación por GEI en fase de explotación	72
Tabla 10. Cruce del túnel bajo infraestructuras	19	Tabla 31.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la calidad atmosférica.....	73
Tabla 11. Partes de tuneladora E.P.B. Imagen de Herrenknecht	21	Tabla 32. Ruido en fase de construcción	73
Tabla 12. Recomendaciones AETESS para pantallas (Sola Casado, 2006).....	26	Tabla 33. Vibraciones en fase de explotación	73
Tabla 13. Niveles nueva estación de aviación española	30	Tabla 34.- Evaluación de efectos del proyecto por ruidos y vibraciones.	74
Tabla 14. Niveles nueva estación de Cuatro Vientos	33	Tabla 35.- Evaluación de efectos del proyecto por ruidos y vibraciones.	74
Tabla 15. Niveles nueva estación de Cuatro Vientos	35	Tabla 36. Suelo afectado por la fase de construcción.....	74
Tabla 16. Valores climáticos normales en la estación meteorológica de Cuatro Vientos (Madrid) en la serie de 1981 a 2010. Fuente: AEMET.	37	Tabla 37. Excedentes de tierra excavada con destino vertedero en fase de construcción	74
Tabla 17. Tipos de Áreas Acústicas y objetivos de calidad acústica. Fuente: Áreas acústicas de la ciudad de Madrid 2018.	41	Tabla 38. Tierra potencialmente contaminada en fase de construcción	74
Tabla 18. Límites de concentración de contaminantes en la atmósfera establecidos por la legislación. ...	43	Tabla 39.- Evaluación de efectos del proyecto sobre el suelo.	75
Tabla 19. Contaminantes atmosféricos medidos en cada estación.	44	Tabla 40. Afección a aguas subterráneas	76
Tabla 20. Mediciones de contaminación atmosférica en el año 2023.....	44	Tabla 41.- Evaluación de efectos del proyecto sobre las aguas subterráneas.	76
Tabla 21. Listado de arbolado afectado en la zona de actuación	48	Tabla 42. Superficie de ocupación	76
Tabla 22. Especies de fauna inventariadas en la cuadrícula 30TVK36 del Inventario Nacional de Biodiversidad, señalando su inclusión en listados de especies amenazadas.	51	Tabla 43. Número y estado de árboles afectados en fase de explotación.....	76
Tabla 23. Periodo reproductor de las especies catalogadas en la cuadrícula UTM de estudio	52	Tabla 44.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la vegetación.	77
Tabla 24. Vías pecuarias en el entorno del proyecto. Fuente: Comunidad de Madrid.	56	Tabla 45. Ocupación de zonas verdes o hábitats en fase de construcción	77
Tabla 25.- Indicadores demográficos 2022. Fuente: Anuario estadístico del Ayuntamiento de Madrid. ...	58	Tabla 46.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la fauna.	77
Tabla 26.- Cantidad de movimientos de viajeros durante el año 2022 en las estaciones de cercanías cercanas al proyecto.....	62	Tabla 47. Evaluación de los efectos del proyecto sobre el paisaje	77
Tabla 27. Valores cualitativos y numéricos	65	Tabla 48.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la población.	78
Tabla 28. Coeficiente de estimación de emisiones de GEI	72	Tabla 49. Superficie de cambio de uso del suelo	78
		Tabla 50. Evaluación de los efectos del proyecto sobre el cambio de uso del suelo	78
		Tabla 51.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la población.	79

Tabla 52.- Nivel de riesgo.....	81
Tabla 53.- Clases de nivel de riesgo	81
Tabla 54.- Niveles de vulnerabilidad del proyecto.	82
Tabla 55.- Riesgos por fenómenos meteorológicos y atmosféricos.	85
Tabla 56.- Identificación de riesgos por catástrofes naturales	85
Tabla 57.- Arbolado afectado	92

APÉNDICES

APÉNDICE 1.	PLANOS.....	108
APÉNDICE 2.	ESTUDIO DE RUIDO.....	109
APÉNDICE 3.	ESTUDIO DE VIBRACIONES	110
APÉNDICE 4.	INVENTARIO DEL ARBOLADO	111
APÉNDICE 5.	RELACIÓN DE EXPLOTACIONES PARA EL VERTIDO DE TIERRAS EXCEDENTES 112	
APÉNDICE 6.	ARQUEOLOGÍA.....	113

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento se enmarca en el contrato de *REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID*, cuyo adjudicatario (Orden del Consejero de Vivienda, Transportes e Infraestructuras de fecha 11 de marzo de 2024) es la UTE AMPLIACIÓN SUR LÍNEA 11 METRO, formada por las empresas PROES CONSULTORES, S.A. – BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.U, siendo el promotor la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid.

El objeto del contrato consiste en la redacción del Proyecto Constructivo correspondiente a la ampliación sur de la Línea 11 del Metro de Madrid, desde la estación de La Fortuna hasta la Línea 10 de Metro de Madrid.



Ilustración 1. Acceso a la Estación La Fortuna (Nivel de calle)

2 TRAMITACIÓN AMBIENTAL

2.1 INTRODUCCIÓN

El artículo 45 de la Ley 21/2013 de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, establece que dentro del procedimiento sustantivo de autorización del proyecto promotor presentará ante el órgano sustantivo, junto con la documentación exigida por la legislación sectorial, una solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada, acompañada del documento ambiental con el siguiente contenido:

a) *La motivación de la aplicación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada.*

b) *La definición, características y ubicación del proyecto, en particular:*

1.º una descripción de las características físicas del proyecto en sus tres fases:

construcción, funcionamiento y cese;

2.º una descripción de la ubicación del proyecto, en particular por lo que respecta al carácter sensible medioambientalmente de las áreas geográficas que puedan verse afectadas.

c) *Una exposición de las principales alternativas estudiadas, incluida la alternativa cero, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.*

d) *Una descripción de los aspectos medioambientales que puedan verse afectados de manera significativa por el proyecto.*

e) *Una descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, que sean consecuencia de:*

1.º las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos;

2.º el uso de los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad.

Se describirán y analizarán, en particular, los posibles efectos directos o indirectos,

acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, incluido el patrimonio cultural, y la interacción entre todos los factores mencionados, durante las fases de ejecución, explotación y, en su caso, durante la demolición o abandono del proyecto.

Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio.

En los supuestos previstos en el artículo 7.2.b), se describirán y analizarán, exclusivamente, las repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio Red Natura 2000.

Cuando el proyecto pueda causar a largo plazo una modificación hidromorfológica en una masa de agua superficial o una alteración del nivel en una masa de agua subterránea que puedan impedir que alcance el buen estado o potencial, o que puedan suponer un deterioro de su estado o potencial, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones a largo plazo sobre los elementos de calidad que definen el estado o potencial de las masas de agua afectadas.

f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.

g) Las medidas que permitan prevenir, reducir y compensar y, en la medida de lo posible, corregir, cualquier efecto negativo relevante en el medio ambiente de la ejecución del proyecto.

h) La forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y

medidas protectoras y correctoras contenidas en el documento ambiental.

Los criterios del anexo III se tendrán en cuenta, si procede, al compilar la información con arreglo a este apartado.

El promotor tendrá en cuenta, en su caso, los resultados disponibles de otras evaluaciones pertinentes de los efectos en el medio ambiente que se realicen de acuerdo con otras normas. El promotor podrá proporcionar asimismo una descripción de cualquier característica del proyecto y medidas previstas para prevenir lo que de otro modo podrían haber sido efectos adversos significativos para el medio ambiente.

El presente documento constituye el Documento Ambiental, previsto en el Artículo 45 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental, para el Proyecto de ampliación Sur de la Línea 11 del Metro de Madrid.

2.2 MOTIVACIÓN DE LA AMPLIACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL SIMPLIFICADA

La Ley 2/2002, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid, queda derogada en su mayor parte por la Ley 4/2014, de 22 de diciembre, de Medidas Fiscales y Administrativas, que es su Disposición transitoria primera. Régimen transitorio en materia de evaluación ambiental, establece:

1. En el ámbito de la Comunidad de Madrid, en tanto que se apruebe una nueva legislación autonómica en materia de evaluación ambiental en desarrollo de la normativa básica estatal, se aplicará la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en los términos previstos en esta disposición, y lo dispuesto en el Título IV, los artículos 49, 50 y 72, la disposición adicional séptima y el Anexo Quinto, de la Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

La legislación ambiental en vigor, Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (texto consolidado), modificada por la Ley 9/2018, de 5 de diciembre y por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, establece en su artículo 7 que los proyectos habrán de someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria o simplificada en base a la clasificación de proyectos incluidas en los Anexos I y II de dicha ley.

a) los proyectos comprendidos en el anexo II,

b) los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000,

c) cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

- 1.º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.*
- 2.º Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.*
- 3.º Incremento significativo de la generación de residuos.*
- 4.º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.*
- 5.º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.*
- 6.º Una afección significativa al patrimonio cultural.*

Así, son objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada los siguientes proyectos incluidos en el Anexo II de la Ley 21/2013:

Grupo 7. Proyectos de infraestructuras.

f) Tranvías, metros aéreos y subterráneos, Líneas suspendidas o Líneas similares de un determinado tipo, que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros.

Asimismo, analizándose el Anexo III, apartado A) Criterios mencionados en el artículo 47.2 para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria, no se considera que ni las características del proyecto, ni por la sensibilidad medioambiental del área geográfica donde se localiza, ni por las características del potencial impacto, determinan una tramitación ambiental ordinaria.

Apartado A: Criterios mencionados en el artículo 47.2 para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria.

1. Características de los proyectos: Las características de los proyectos deberán considerarse, en particular, desde el punto de vista de:

- a) Las dimensiones y el diseño del conjunto del proyecto.*
- b) La acumulación con otros proyectos, existentes y/o aprobados.*

c) La utilización de recursos naturales, en particular la tierra, el suelo, el agua y la biodiversidad.

d) La generación de residuos.

e) La contaminación y otras perturbaciones.

f) Los riesgos de accidentes graves y/o catástrofes relevantes para el proyecto en cuestión, incluidos los provocados por el cambio climático, de conformidad con los conocimientos científicos.

g) Los riesgos para la salud humana (por ejemplo, debido a la contaminación del agua, del aire, o la contaminación electromagnética).

2. Ubicación de los proyectos: la sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas, que puedan verse afectadas por los proyectos, deberá considerarse teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad, en particular:

a) El uso presente y aprobado del suelo.

b) La abundancia relativa, la disponibilidad, la calidad y la capacidad regenerativa de los recursos naturales de la zona y su subsuelo (incluidos el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad).

c) La capacidad de absorción del medio natural, con especial atención a las áreas siguientes:

- 1.º Humedales, zonas ribereñas, desembocaduras de ríos.*
- 2.º Zonas costeras y medio marino.*
- 3.º Áreas de montaña y de bosque.*
- 4.º Reservas naturales y parques.*
- 5.º Áreas clasificadas o protegidas por la legislación del Estado o de las comunidades autónomas; lugares Red Natura 2000.*
- 6.º Áreas en las que se han rebasado ya los objetivos de calidad medioambiental establecidos en la legislación aplicable, y pertinentes para el proyecto, o en las que se considere que se ha producido un incumplimiento de dichas normas de calidad medioambientales.*
- 7.º Áreas de gran densidad demográfica.*
- 8.º Paisajes y lugares con significación histórica, cultural y/o arqueológica.*
- 9.º Áreas con potencial afección al patrimonio cultural.*
- 10.º Masas de agua superficiales y subterráneas contempladas en la planificación hidrológica y sus respectivos objetivos ambientales.*

3. *Características del potencial impacto: los potenciales efectos significativos de los proyectos en el medio ambiente deben considerarse en relación con los criterios establecidos en los apartados 1 y 2, y teniendo presente el impacto del proyecto sobre los factores señalados en el artículo 45, apartado 1.e), teniendo en cuenta:*

- a) La magnitud y el alcance espacial del impacto (por ejemplo, área geográfica y tamaño de la población que pueda verse afectada).*
- b) La naturaleza del impacto.*
- c) El carácter transfronterizo del impacto.*
- d) La intensidad y complejidad del impacto.*
- e) La probabilidad del impacto.*
- f) El inicio previsto y duración, frecuencia y reversibilidad del impacto.*
- g) La acumulación del impacto con los impactos de otros proyectos existentes y/o aprobados.*
- h) La posibilidad de reducir el impacto de manera eficaz.*

Atendiendo a lo cual, el Proyecto de ampliación sur de la Línea 11 del Metro de Madrid, se encontraría sometido al procedimiento de evaluación ambiental simplificada, ya sea por considerarse incluido en el anexo II de la Ley 21/2013 o por tratarse de una modificación que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente.

En cumplimiento del mencionado artículo es por lo que se redacta la presente Documento Ambiental, con objeto de dar cumplimiento al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada

3 MARCO LEGAL

Evaluación de Impacto Ambiental

Estatal

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental.

Autonómica

- Ley 2/2002, de 19 de junio, de Evaluación Ambiental de la Comunidad de Madrid.

Flora y fauna

Estatal

- Ley 7/2018, de 20 de julio, de modificación de la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.
- Ley 33/2015, de 21 de septiembre, por la que se modifica la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.
- Real Decreto 1015/2013, de 20 de diciembre, por el que se modifican los anexos I, II y V de la ley 42/2007, de 13 de diciembre, del patrimonio natural y de la biodiversidad.
- Real Decreto 556/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del listado de especies silvestres en régimen de protección especial y del catálogo español de especies amenazadas.
- Ley 10/2006, de 28 de abril, por la que se modifica la ley 43/2003, de 21 de noviembre, de montes.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de montes.
- Decreto 485/1962, de 22 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de montes.

- *Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal.*

Autonómica

- *Ley 3/2015, de 18 de diciembre, de modificación de la ley 16/1995, de 4 de mayo, forestal y de protección de la naturaleza de la Comunidad de Madrid.*
- *Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid.*
- *Ley 16/1995, de 4 de mayo, forestal y de protección de la naturaleza de la Comunidad de Madrid.*
- *Decreto 18/1992, de 26 de marzo, por el que se aprueba el catálogo regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre y se crea la categoría de árboles singulares.*
- *Ley 2/1991, de 14 de febrero, para la protección y regulación de la fauna y flora silvestres en la comunidad de Madrid.*
- *Decreto 20/1989, de 9 de febrero, de protección de especies vegetales de la comunidad de Madrid.*

Aguas

Estatal

- *Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre, por el que se modifica el reglamento del dominio público hidráulico aprobado por el real decreto 849/1986, de 11 de abril, el reglamento de planificación hidrológica, aprobado por el real decreto 907/2007, de 6 de julio, y otros reglamentos en materia de gestión de riesgos de inundación, caudales ecológicos, reservas hidrológicas y vertidos de aguas residuales.*
- *Real Decreto 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se modifica el reglamento del dominio público hidráulico, aprobado por el real decreto 849/1986, de 11 de abril, y el real decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del real decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.*
- *Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el reglamento del dominio público hidráulico, aprobado por el real decreto 849/1986, de 11 de abril.*
- *Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el texto refundido de la ley de aguas, aprobado por el real decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio.*
- *Real Decreto legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de aguas.*

- *Real Decreto 2116/1998, de 2 de octubre, por el que se modifica el real decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del real decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.*
- *Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del real decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.*
- *Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.*
- *Orden de 25 de mayo de 1992 por la que se modifica la de 12 de noviembre de 1987 sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales.*
- *Orden de 28 de junio de 1991 por la que se amplía el ámbito de aplicación de la orden de 12 de noviembre de 1987 a cuatro sustancias nocivas o peligrosas que puedan formar parte de determinados vertidos.*
- *Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el reglamento del dominio público hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII de la ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas.*

Autonómica

- *Ley 10/1993 de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento.*
- *Decreto 57/2005, de 30 de junio, por el que se revisan los anexos de la ley 10/1993, de 26 de octubre, sobre vertidos líquidos industriales al sistema integral de saneamiento.*

Cambio Climático, Atmósfera y Calidad del aire

Estatal

- *Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.*
- *Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.*
- *Real decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.*
- *Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*

- *Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.*
- *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.*
- *Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.*
- *Real Decreto 214/2025, de 18 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono y por el que se define el cálculo de la huella de carbono y de la elaboración y publicación de planes de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.*
- *Real Decreto 91/2025, de 11 de febrero, por el que se establece el mecanismo de gobernanza en materia de energía, cambio climático y calidad del aire.*

Autonómica

- *Orden 665/2014, de 3 de abril, del consejero de medio ambiente y ordenación del territorio, por la que se aprueba la estrategia de calidad del aire y cambio climático de la Comunidad de Madrid 2013-2020. Plan azul +.*
- *Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del consejo de gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid.*

Municipal

- *Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica (BO. Ayuntamiento de Madrid 07/03/2011 núm. 6385 pág. 6-46)*

Residuos y suelos contaminados

Estatal

- *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.*
- *Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.*

- *Real Decreto 27/2021, de 19 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos, y el Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.*
- *Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.*
- *Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.*
- *Ley 5/2013 de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados.*
- *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*
- *Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos y corrección de errores.*
- *Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.*
- *Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.*
- *Reglamento (UE) 2025/40 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de diciembre de 2024, sobre los envases y residuos de envases, por el que se modifican el Reglamento (UE) 2019/1020 y la Directiva (UE) 2019/904 y se deroga la Directiva 94/62/CE.*

Autonómica

- *Ley 1/2024, de 17 de abril, de economía circular de la Comunidad de Madrid.*
- *Decreto 326/1999, de 18 de noviembre, por el que se regula el régimen jurídico de los suelos contaminados de la Comunidad de Madrid.*
- *Orden 2726/2009, de 16 de julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.*

Patrimonio cultural

Estatal

- *Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.*
- *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.*

Autonómica

- *Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid.*
- *Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid.*

4 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DEL PROYECTO

4.1 OBJETIVOS BÁSICOS DE LA ACTUACIÓN

El objetivo básico de la actuación contempla la ejecución de la ampliación sur de la Línea 11 de Metro de Madrid, desde la estación de La Fortuna hasta conectar con la actual Línea 10 de Metro de Madrid. Se estudiarán las conexiones con la red de Metro existente, Cercanías y otros medios de transporte. La ampliación de la red de Metro deberá materializarse a través de las Líneas de Metro ya existentes.

4.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PROYECTO

En la fase de redacción del actual documento aún falta la coordinación con algunos agentes, gestores y administraciones que pudieran quedar afectadas por las alternativas incluidas.

Dado el avance del estudio objeto de ampliación sur de Línea 11 de Metro entre la Estación de La Fortuna y la Línea 10, es importante recalcar que las alternativas reflejadas en el presente documento están en fase previa y pudieran verse afectadas por resultados de coordinación con organismos afectados.

La nueva Línea será soterrada en toda su longitud. El método de construcción del túnel en Línea dependerá de la alternativa y longitud de la misma.

El método constructivo de estación se prevé mediante el sistema *cut and cover*, es decir, ejecutando el recinto de pantallas perimetrales, para a continuación ejecutar la losa de cubierta contra el terreno, de manera que permita el progresivo vaciado interior bajo esta, construyendo los diferentes niveles de losas de plantas intermedias sobre los niveles de excavación intermedios hasta llegar al nivel inferior de contrabóveda sobre el que se dispondrá la vía de Metro.

4.3 CONDICIONANTES PRINCIPALES

Se exponen a continuación los aspectos principales que condicionan el diseño del proyecto.

4.3.1 Tipología de terreno. Geología y geotecnia.

En tramo en estudio se sitúa en su totalidad sobre materiales correspondientes a las facies detríticas típicas de Madrid, descritas en la bibliografía geotécnica como Arenas de Miga, Arenas Tosquizas y Toscos Arenosos. Hacia el este, a pocos kilómetros de distancia, afloran las facies detríticas más arcillosas de Toscos y Peñuelas. Todas estas formaciones pertenecen a los depósitos miocenos de la cuenca del Tajo. Sobre ellos, las alteraciones más relevantes corresponden a las actuaciones antrópicas relacionadas con la construcción de varios núcleos urbanos e infraestructuras como es el Aeropuerto de Cuatro Vientos.

4.3.1.1 Marco geológico general

El término municipal de Madrid se encuentra en el borde norte de la cuenca del Tajo, donde sobre un zócalo granítico muy profundo se encuentra una cobertera sedimentaria correspondiente al relleno de una cuenca intra-montañosa miocena de carácter endorreico.

La colmatación de la cuenca se produce a partir de la erosión de los relieves montañosos que la limitaban y la deposición según un modelo de abanicos aluviales coalescentes. El resultado final es una secuencia de facies diferentes según se encuentre más cerca del borde o del centro de la cuenca, dispuestas en forma de orlas concéntricas. Las facies proximales o de borde son detríticas gruesas predominantemente y se van haciendo progresivamente más finas hacia el interior, llegando a las zonas más distales a predominar las facies evaporíticas. Entre los términos o facies proximales y los distales se localiza una formación intermedia de tipo mixto detrítico fino-evaporítica.

La ciudad de Madrid se encuentra en la transición entre las facies detríticas fino-evaporíticas y evaporíticas. La zona de estudio se localiza completamente sobre las zonas detríticas, muy próximas a la transición con las zonas fino-evaporíticas.

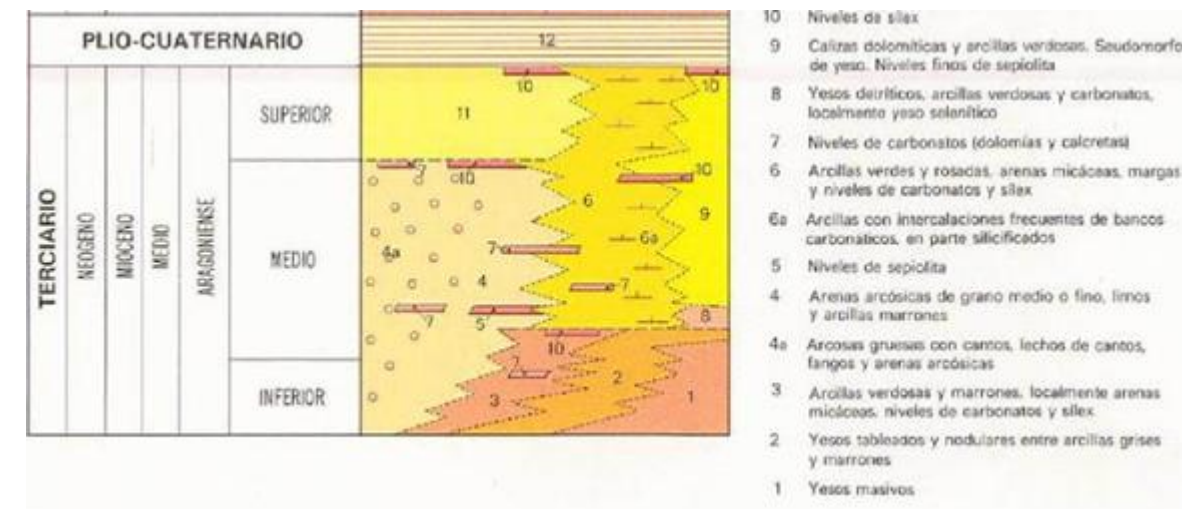
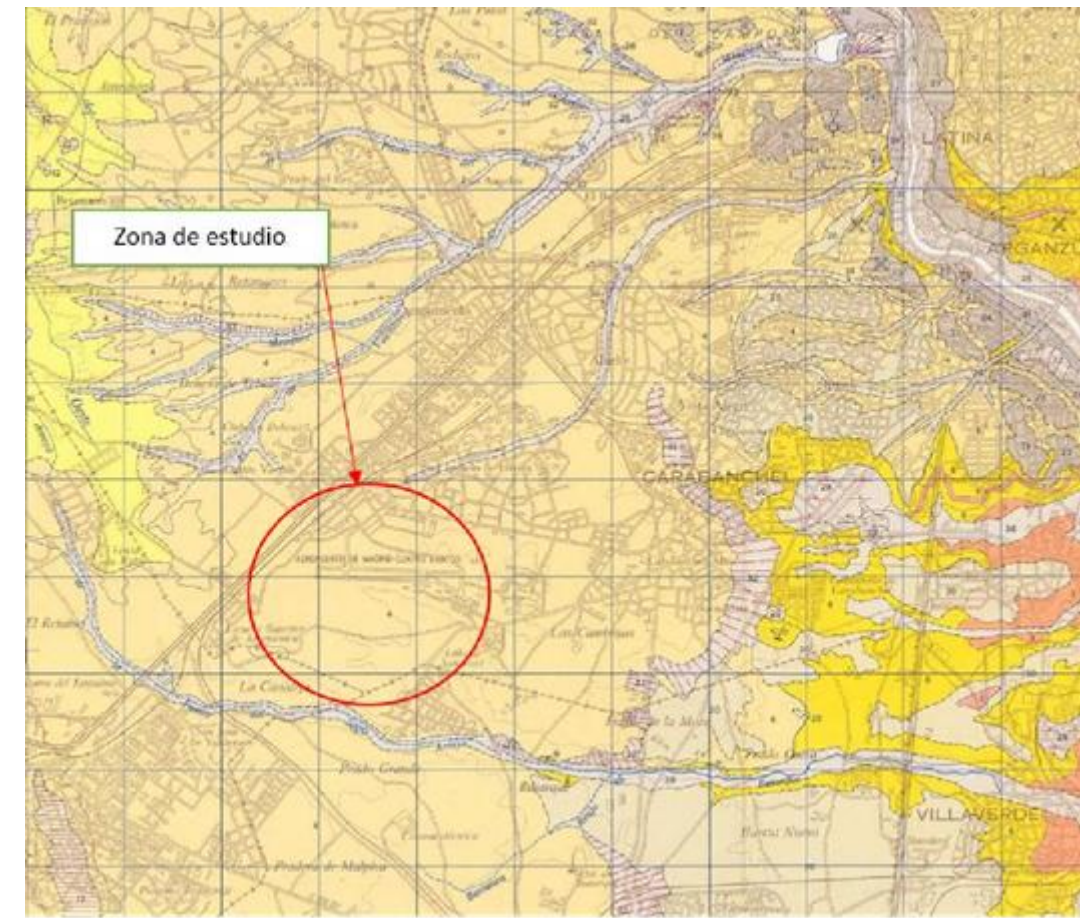


Ilustración 2. Plano geológico Magna Escala 1:50.000 (IGME)

4.3.1.2 Estratigrafía

El Mioceno comprende la totalidad de los depósitos terciarios que afloran dentro del municipio de Madrid y su entorno. Los términos más bajos de la sucesión litoestratigráfica corresponden a los niveles de yesos (unidades 1 y 2 en la leyenda anterior), situados en la parte meridional

(Vallecas y borde del valle del Manzanares) y suroriental (alrededores de San Fernando de Henares y Rivas del Jarama). Los niveles detríticos, (nivel 4 de la leyenda) aparecen en la zona oeste (barrio de Aluche, Pozuelo de Alarcón y Boadilla del Monte). En estos niveles abundan los restos paleontológicos y, gracias a los mismos, han sido datados en el Mioceno-Aragoniense dentro de la edad Terciaria.

Los depósitos detríticos (nivel 4) constituyen el cambio lateral de facies hacia el norte de la unidad fino-arcillosa, (nivel 6 en la leyenda) presente al este de la zona de estudio. En este sentido, aunque los materiales arcósicos presentes en el área de Madrid corresponden a unidades deposicionales o tecto-sedimentarias diferentes, el reconocimiento en campo y subsiguiente plasmación cartográfica resulta difícil, particularmente en la parte norte, donde los depósitos arcósicos se presentan en sucesiones potentes y muy homogéneas. Es por ello que todos los depósitos arcósicos, salvo los más superiores, de granulometría más gruesa, se suelen integrar en un solo conjunto, ampliamente representado en las partes occidentales, centro y norte de la ciudad de Madrid.

Los materiales arcósicos correspondientes a esta unidad afloran ampliamente en la zona de estudio. Se integran dentro del conjunto denominado Facies Madrid (en la bibliografía geotécnica se les denomina Arenas de Miga, Arenas Tosquizas y Toscos Arenosos), el cual comprende las facies terrígenas marginales, de composición arcósica, que se extienden desde el borde meridional del Sistema Central en esta área de la Cuenca de Madrid. Así, estos depósitos arcósicos pueden ser seguidos con continuidad desde la parte sur del casco urbano de Madrid hasta el contacto con el zócalo granítico y metamórfico, situado a unos 30 km al norte. El régimen de depósito de estas facies arcósicas corresponde a un sistema de abanicos aluviales coalescentes cuyas direcciones de aporte tienen componente aproximada NO-SE en la parte norte, mientras que en su parte occidental pueden presentar una tendencia más sesgada a NO-ESE, formando un continuo con las direcciones observadas más hacia el sur.

El espesor máximo de estas arcosas que afloran es de unos 110 m, aunque dicho espesor disminuye hacia el sur (zona del Puente de Vallecas o Vicálvaro), donde queda reducido a unas escasas decenas de metros en función del cambio lateral de facies con las unidades arcillosas. No obstante, los datos de sondeos existentes en el área de Madrid permiten reconocer un valor muy superior del espesor de esta unidad arcósica, por encima de los 250 m en la parte norte.

Las ideas expresadas anteriormente sobre la distribución espacial de las arcosas quedan reflejadas en el bloque diagrama adjunto, en el que aparece representado el cambio lateral de facies existente entre las arcosas y los niveles arcillosos y yesíferos, así como un episodio de

neta progradación de los depósitos arcósicos sobre términos más finos hacia la parte alta de la sucesión miocena. Dicha progradación marca una discontinuidad sedimentaria.

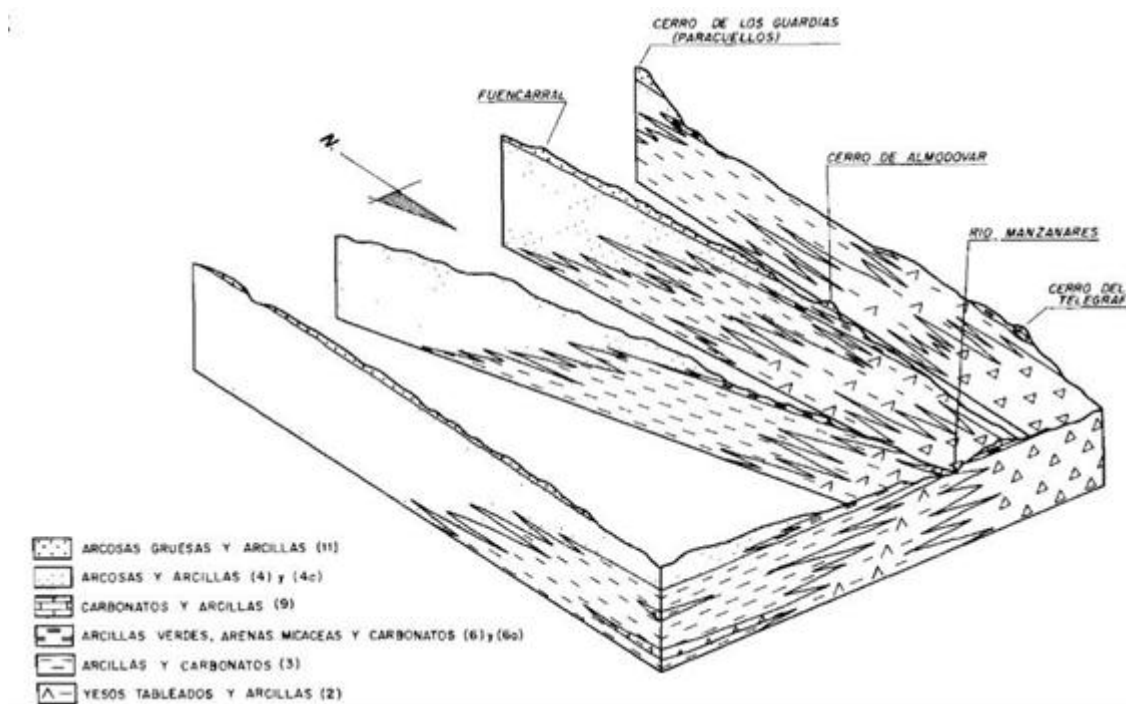


Ilustración 3. Modelos de sedimentación de la unidad arcósica

La edad de esta unidad arcósica abarca un amplio intervalo temporal, al menos desde el Aragoniense inferior, sin posibilidad por el momento de una mayor precisión, hasta el Aragoniense superior, en base al yacimiento Paracuellos 5, situado a techo de la unidad. Por otra parte, dentro de los depósitos arcósicos se encuentran gran número de los yacimientos de vertebrados clásicos del área de Madrid, tales como Puente de Vallecas, Puente de Toledo, Paseo de Rosales, Cerro de Almodóvar, Tetuán de las Victorias, etc., así como otros de descubrimiento más reciente (Cerámica de Mirasierra, Arroyo del Olivar, Moratines, Cortijo Traperos, Vía Carpetana, etc.). La asociación de faunas encontradas en estos yacimientos se atribuye en términos generales al Aragoniense medio.

Litológicamente, esta unidad está constituida por una alternancia monótona de arcosas, generalmente muy arcillosas, y arcillas arenosas, de tonos pardo-amarillentos y rojizos que se estructuran en la mayor parte de los casos en secuencias granodecrecientes arcosas-arcillas arenosas, con espesores comprendidos entre varios decímetros (0,90-0,60 m) hasta 3 o 4 m. Aparte de la granoselección de conjunto, estas secuencias se caracterizan por el aspecto masivo de su estructura interna, reconociéndose bases en general suavemente erosivas, estructuras de *cut and fill* y mesosecuencias erosivas y granodecrecientes (lentejones) truncadas entre sí dentro de los paquetes arcóscicos. Tan sólo muy localmente se reconocen estratificaciones cruzadas de

surco o planar de gran escala, trenes de *ripples* y estructuras de escape de fluidos.

Las arcillas arenosas de la parte superior de la secuencia, con un contenido en fracción arena que no suele superar el 45 por 100, muestran comúnmente escasa estructuración, lajeado horizontal característico y enrojecimiento en su parte más alta, rasgo éste correlacionable con el desarrollo de procesos edáficos hidromórficos poco evolucionados. Localmente se observan en estos niveles restos de bioturbación por raíces. En algunas secuencias, sobre todo hacia la base del conjunto arcósico, las arcillas constituyen depósitos de decantación, mostrando laminación paralela, en ocasiones convolucionada, y escasa fracción limosa.

En cuanto a su composición petrográfica y mineralógica, las arcosas de esta unidad presentan porcentajes variables de feldespatos, entre 20 y 55 por 100, con plagioclasa subordinada respecto a los feldespatos potásicos. Como tendencia general, la proporción de feldespatos disminuye con el aumento en el contenido de arcillas.

El espectro mineralógico en la fracción pesada de las arcosas presenta una notable homogeneidad, salvo en el área más oriental, donde se aprecian algunas diferencias en el porcentaje relativo de las distintas especies. Así, en la mayor parte la asociación de minerales pesados presenta apatito como especie más frecuente, junto con turmalina y circón. Con distribución más heterogénea aparecen epidota y granate, siendo las micas abundantes o frecuentes en la práctica totalidad de los niveles. En la parte oriental, sin embargo, destaca la menor presencia relativa de apatito y circón, frente a mayor frecuencia de turmalina, granates, silimanita y epidota.

Las arcillas que constituyen la fracción fina de las arcosas y los lechos lutíticos a techo de las secuencias presentan proporciones similares de esmectitas e illitas. Las esmectitas muestran una cierta gradación desde el norte hacia el sur, siendo de naturaleza fundamentalmente dioctaédrica en las áreas septentrionales y presentando una mayor frecuencia de esmectitas con estructura trioctaédrica a partir del paralelo de Canillejas. El contenido de illita presenta una gradación similar, con disminución de su porcentaje hacia el sur. La proporción de caolinita suele ser baja (5-15 por 100), alcanzando en ocasiones cierta relevancia los interestratificados esmectita-illita y clorita-illita.

El depósito de las arcosas queda integrado dentro de un sistema de abanicos aluviales cuyo abastecimiento se realiza a partir del desmantelamiento de los granitoides del Sistema Central, con cierta influencia en la parte oriental de aportes procedentes de los macizos metamórficos del Guadarrama. La relación de facies observada caracteriza esencialmente las zonas medias y

distales de estos abanicos. El régimen de deposición corresponde en buena parte a procesos de transporte en masa del material arcósico, presentando esta deposición un carácter marcadamente episódico y discontinuo bajo condiciones climáticas cálidas con estaciones contrastadas. Este dato queda apoyado por las características paleoecológicas de la fauna encontrada en los niveles arcósicos.

El tránsito entre la unidad de arcosas y las arcillas verdes situadas al este de la zona de estudio se realiza generalmente de forma gradual con un cambio de coloración en la vertical a arcillas marrones con vetas verdosas, niveles carbonáticos blanquecinos irregulares o nódulos de sílex. Localmente, este tránsito viene marcado por la entrada de sedimentos arenosos, en ocasiones gruesos, entre las arcillas, tal como se observa en los alrededores de Coslada y San Fernando de Henares. Dichos niveles corresponden a un episodio de progradación de las arcosas hacia posiciones algo más internas dentro de la cuenca. Esta traslación de facies, que queda correlativamente representada en la unidad 6, se detecta en las áreas anteriormente citadas por un contacto de carácter erosivo suave entre las arcosas y sus derivados distales (arenas arcósicas micáceas, sepiolitas, paleosuelos carbonatados) sobre las arcillas verdosas y marrones con yesos de las unidades infrayacentes. La presencia de estos depósitos distales en posiciones avanzadas hacia el centro de cuenca puede sospecharse también en zonas al Sur de Vicálvaro (Casas de Tili) o al Sur del pueblo de Vallecas, aunque las malas condiciones del afloramiento y la dispersión de los glacis procedentes de los relieves arcósicos próximos impide aseverarlo totalmente.

La edad del episodio de progradación arcósica anteriormente señalado es atribuida a la parte basal del Aragoniense medio.

4.3.1.3 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en la margen derecha del río Manzanares, entre dos afluentes suyos que son el arroyo de Meaques y el arroyo de Butarque. La zona de estudio queda comprendida entre ambos, en una zona elevada, sin verse afectada por los cauces de estos pequeños riachuelos.

Se trata de un relieve muy suave y localmente alomado. Desde finales del mioceno se ha producido la erosión de todos estos afloramientos de terrenos arcósicos, produciéndose el encajamiento de los ríos y arroyos y la deposición en estas zonas más profundas de los sedimentos removidos de los puntos más altos.

4.3.1.4 Hidrogeología

Desde un punto de vista hidrogeológico la zona se sitúa en la cuenca del Tajo, más particularmente en la subcuenca del río Manzanares, próxima a la divisoria con el río Guadarrama.

Las unidades más superficiales, pequeños aluviales y gracios que pueden detectarse en la zona tienen unos espesores muy reducidos, por lo que no pueden considerarse como acuíferos.

La unidad de las arcosas es una unidad improductiva desde el punto de vista hidrogeológico. Sin embargo, las variaciones en permeabilidad que ocurren entre las distintas facies de sedimentos hacen que puedan producirse acumulaciones de agua entre ellos. Se trataría de niveles de agua colgados, que, en principio, tienen una aportación reducida de caudal. Estos lentejones pueden estar alimentados por las precipitaciones y por las fugas del saneamiento y abastecimiento de los núcleos urbanos.

Tanto en el estudio geotécnico llevado a cabo en el presente Estudio Informativo como en los estudios geotécnicos previos disponibles realizados para la construcción de la Línea 10 de Metro entre las estaciones de Cuatro Vientos y Aviación española, así como en el otro extremo de la zona de estudio, en la zona de la Línea 11 en el barrio de la Fortuna, dentro de los primeros 50 m del perfil del terreno se encuentran diferentes niveles de agua colgados, llegando a encontrar hasta cuatro diferentes niveles de agua colgados. No todos ellos aparecen en cada reconocimiento, y su continuidad lateral es muy reducida.

Se aprecia que estos niveles colgados tienen un desagüe natural hacia los arroyos próximos. Se trata, por tanto, de bolsa de agua en las que se produce un retraso en el desagüe hacia sus cauces naturales, más que un acuífero permanente. Consecuentemente la cantidad de agua que pueden aportar estos niveles colgados depende en gran medida de la época del año.

4.3.1.5 Tectónica

Estructuralmente, los materiales de la zona presentan una disposición sub-horizontal dentro de la cuenca de carácter subsidente en la que se encuentran. A lo largo de esta se han detectado

ligeras deformaciones, posiblemente asociadas con subsidencias debidas a procesos halocinéticos, de cambio de facies o movimientos en el sustrato. Estas últimas deformaciones son normalmente interpretadas como asociadas a la reactivación de la Línea de fractura del sustrato y al basculamiento de bloques.

Desde un punto de vista sísmico, la revisión del riesgo sísmico realizada por el Servicio Geográfico Nacional publicada en 2015, que está recogida en el anejo nacional de Eurocódigo EN-1998, indica que la aceleración sísmica horizontal para un periodo de retorno de 500 años es inferior a 0.04g, por lo que la zona se puede clasificar como de escaso riesgo sísmico.

4.3.1.6 Riesgos geológico-geotécnicos

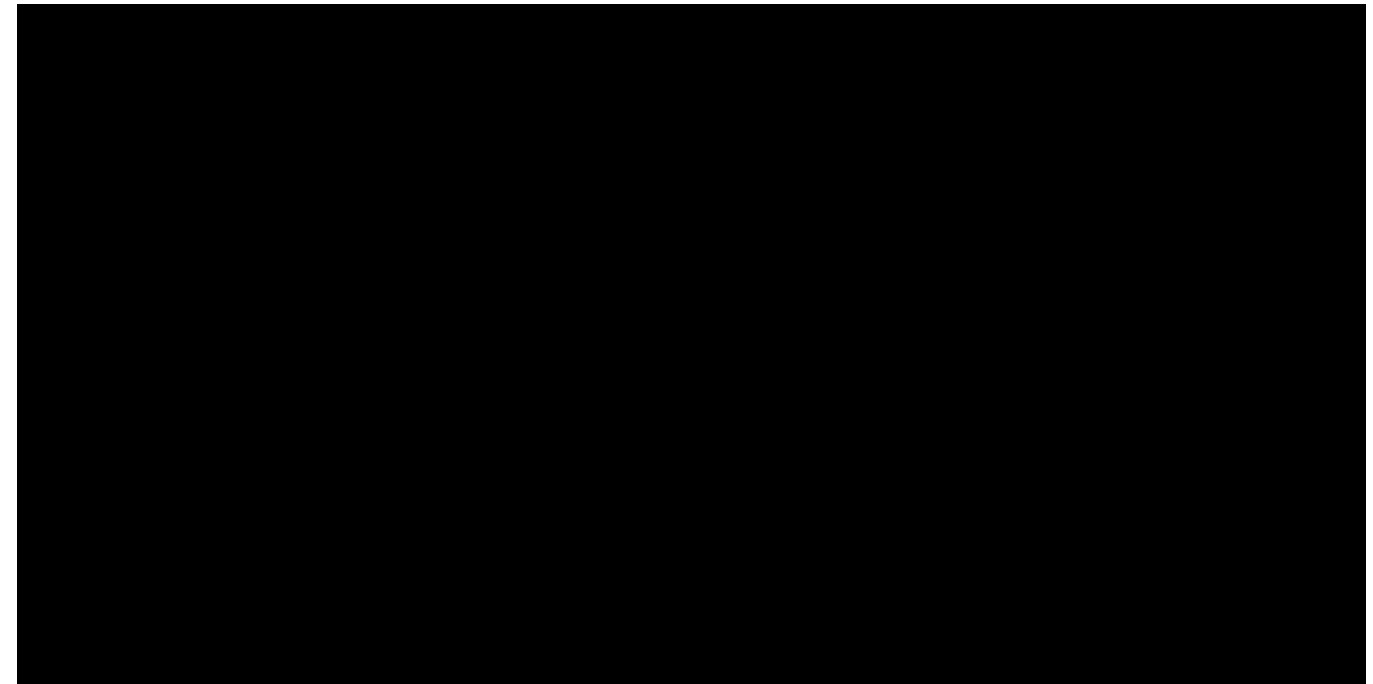
Los riesgos geológicos y geotécnicos que se presentan en esta área, relacionados con la construcción de túneles y las excavaciones para las estaciones son los siguientes:

- En primer lugar, todos los trabajos se van a realizar en terrenos tipo suelos, con un cierto grado de consolidación, pero que en general van a necesitar un sostenimiento provisional para ser capaces de adaptarse a los requerimientos de la obra que va a construirse.
- En la zona de las estaciones se prevé la ejecución de excavaciones a cielo abierto, sostenidas con pantallas y con sistemas provisionales de arriostramiento, principalmente sistemas de apuntalamiento interior.
- Los túneles se van a construir utilizando el método de excavación a sección parcial, propio del método de ejecución de túneles Madrid en la alternativa 2, o con tuneladora a sección completa en las alternativas 1 y 3, dependiendo, entre otros aspectos, de la longitud final del trazado, de la caracterización geotécnica y del nivel freáticos. En todos los casos, el riesgo de derrumbes estará presente.
- La ejecución de túneles y excavaciones va a dar lugar a descompresiones del terreno de alrededor con las consiguientes subsidencias. Estas en zonas urbanas pueden afectar a edificios y otras estructuras.
- Los niveles colgados de agua son un factor de riesgos que puede incrementar el riesgo de colapso de la excavación.
- La presencia de rellenos antrópicos, especialmente en las zonas más superficiales es un factor de riesgo ya que puede empeorar las condiciones de estabilidad en las que se encuentran las estructuras existentes. La inspección visual del trazado y la morfología del relieve no desvelan la presencia de grandes acumulaciones de rellenos antrópicos. Pero es presumible que en las nivelaciones realizadas en los núcleos urbanos e infraestructura

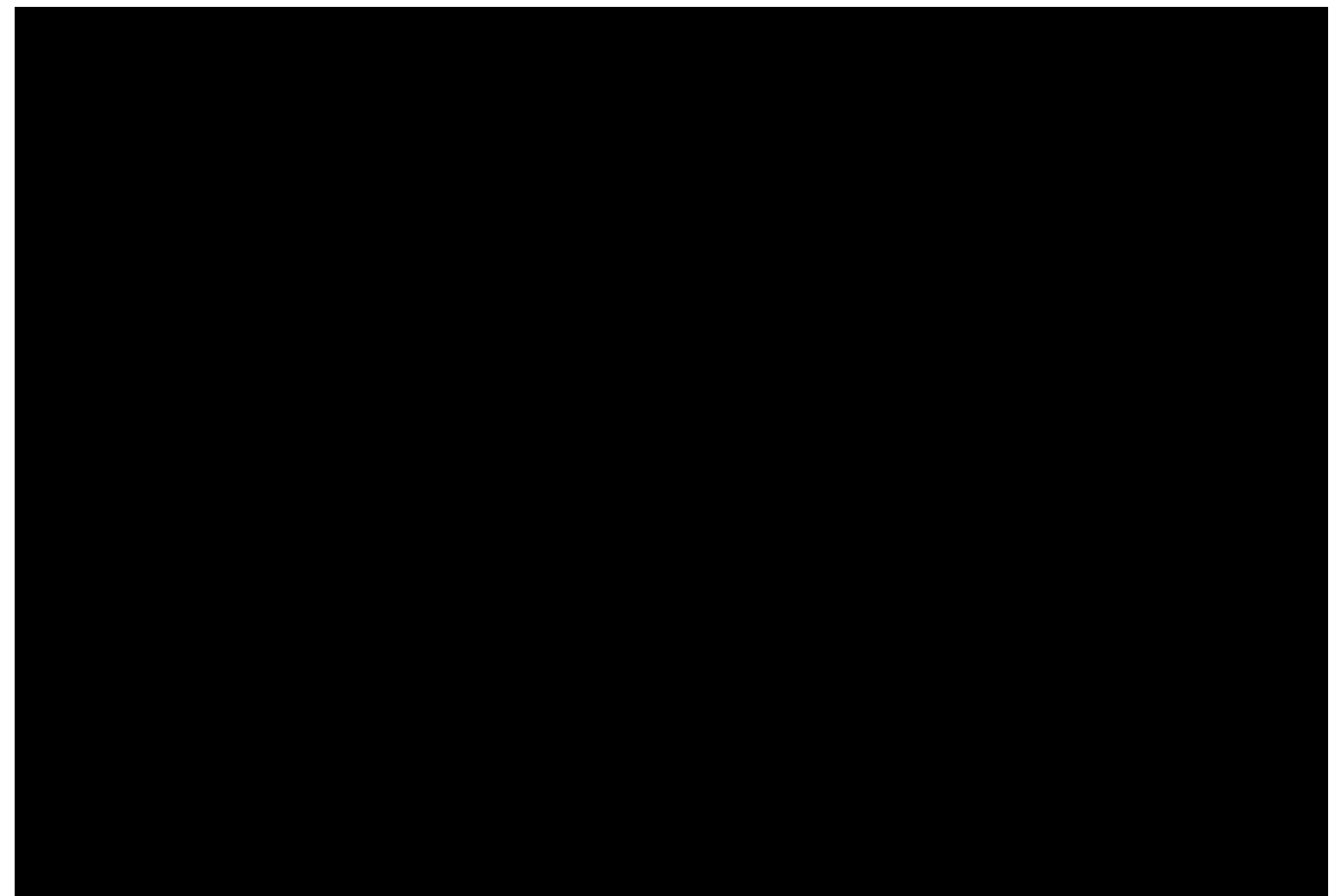
hayan sido hecha con los materiales excavados en la propia zona de estudio. En ese caso, los rellenos antrópicos solo serán detectados por su menor consistencia.

Durante la redacción del presente Estudio Informativo se ha llevado a cabo una campaña geotécnica que permita caracterizar correctamente el suelo por el que discurren las 3 alternativas planteadas. Esta caracterización se completará con una campaña geotécnica adicional sobre la traza de la alternativa finalmente elegida, que se llevará a cabo durante la fase de proyecto constructivo. La ejecución de esta campaña geotécnica que defina con precisión la posición de los distintos niveles sedimentarios, que defina la posición de los niveles colgados de agua y que determine el espesor de los rellenos antrópicos será el mejor instrumento para mitigar los riesgos descritos en esta sección.

4.3.1.7 Principales opciones de trazado.



4.3.2 **Ubicación de estaciones.**



4.3.3 Ubicación de pozos

La infraestructura estará dotada de pozos destinados al correcto funcionamiento de la Línea de Metro. En base a la funcionalidad de los pozos estos se clasifican en pozos de ventilación, salidas de emergencia para la evacuación y pozos de bombeo para drenaje de agua.

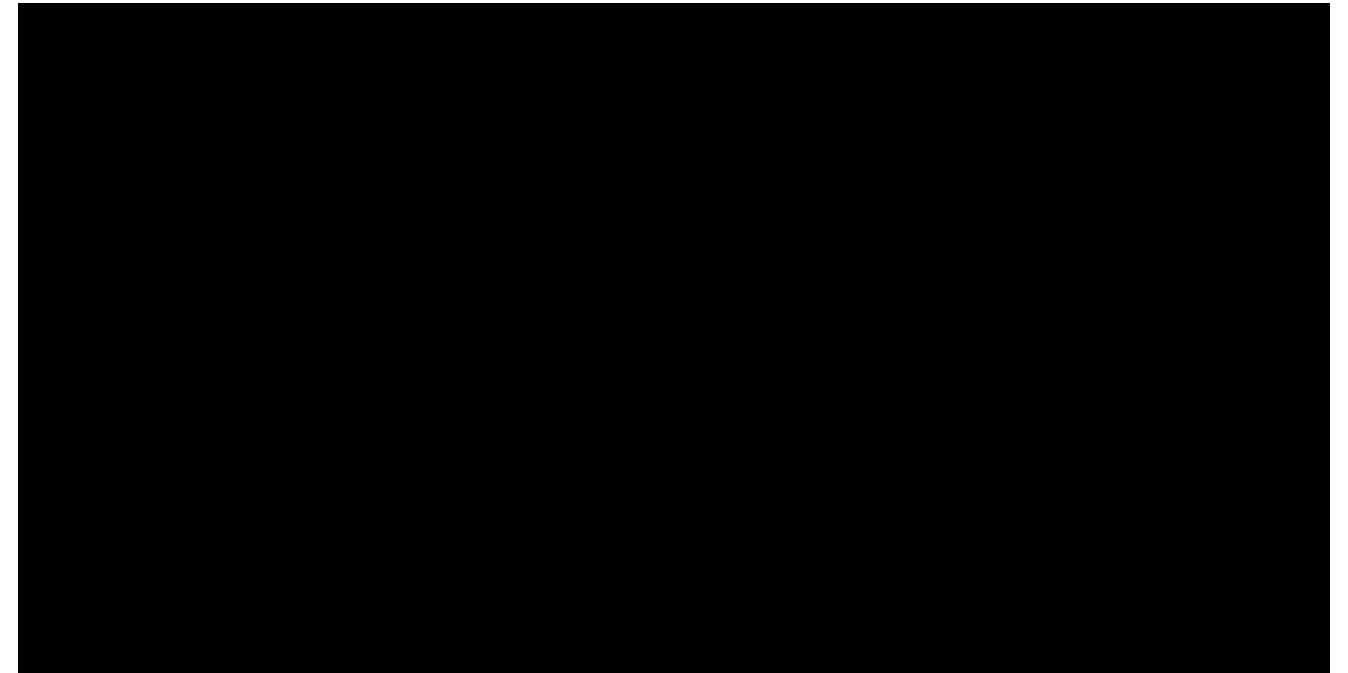
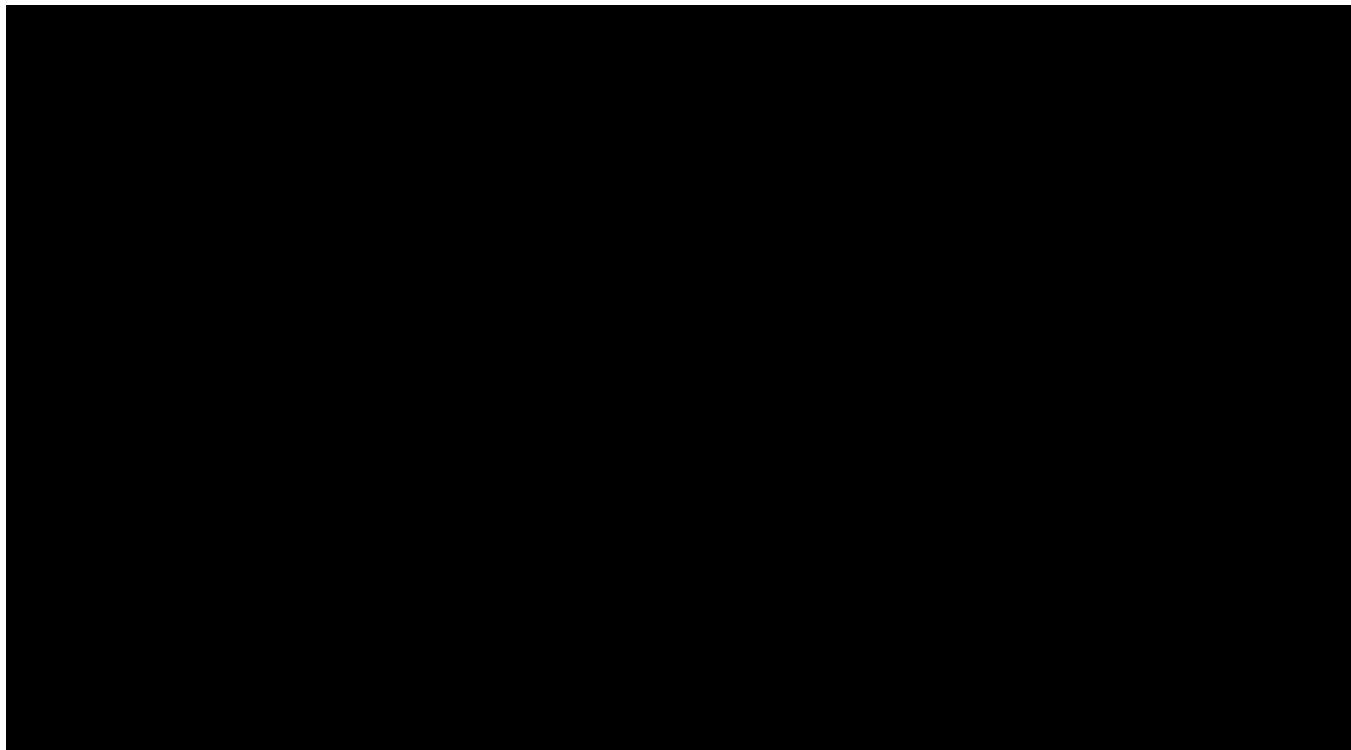
En las alternativas 1 y 3 se prevé también la construcción de pozos para introducción de la tuneladora así como para extracción de esta.

Pozos de bombeo: Los pozos de bombeo evacúan, hacia el exterior del túnel, el agua que pudiera acumularse en los puntos bajos del trazado. Esta agua procede principalmente del drenaje, de la escorrentía de aguas pluviales que pudiera acceder al túnel desde las estaciones o bocas del túnel, y también del agua filtrada por el interior del túnel e incluso del agua procedente de los sistemas de limpieza y contraincendios.

Como criterio general, en todas las alternativas se ha previsto la ejecución de, al menos, un pozo de bombeo en el punto bajo del trazado propuesto. Para su ubicación se ha tenido en cuenta:

- Ubicación en puntos bajos del trazado.

Analizada la casuística y el trazado de cada una de las tres alternativas, los pozos de bombeo se prevén en los siguientes puntos kilométricos (PK) y ubicaciones:

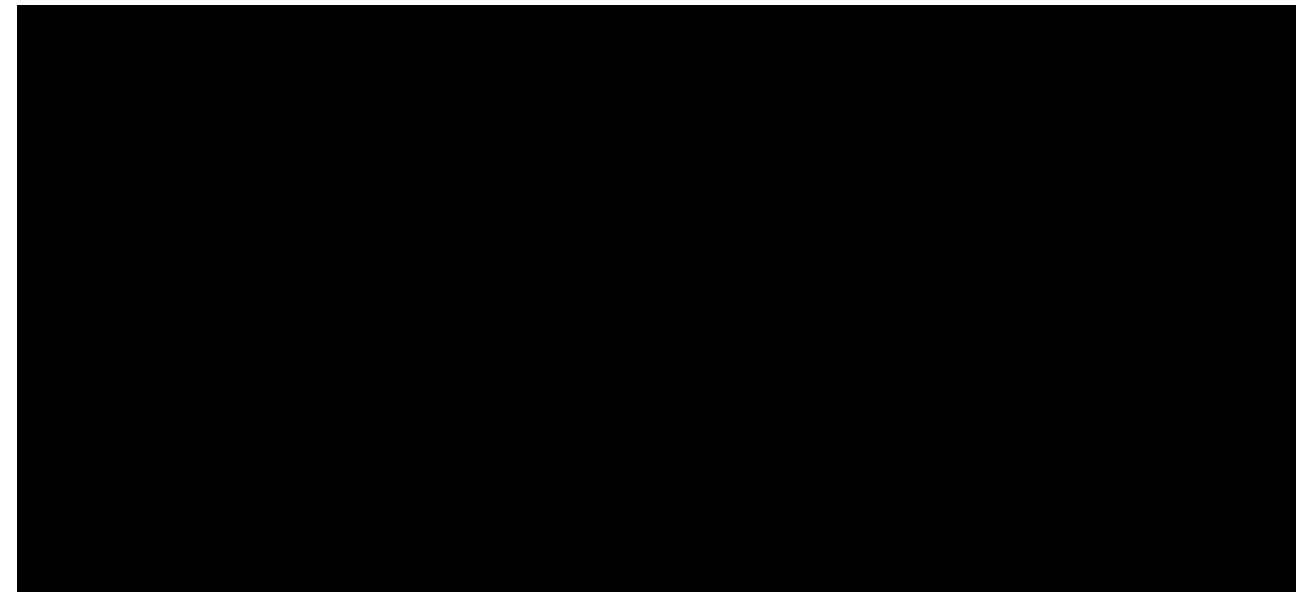


Pozos de ventilación: Se disponen los pozos de ventilación necesarios para la correcta ventilación no solo del trazado nuevo, sino la ventilación de todo el túnel desde la estación de La Fortuna hasta el nuevo final de Línea, [REDACTED]

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]n.

Los pozos de ventilación cumplen con los siguientes condicionantes:

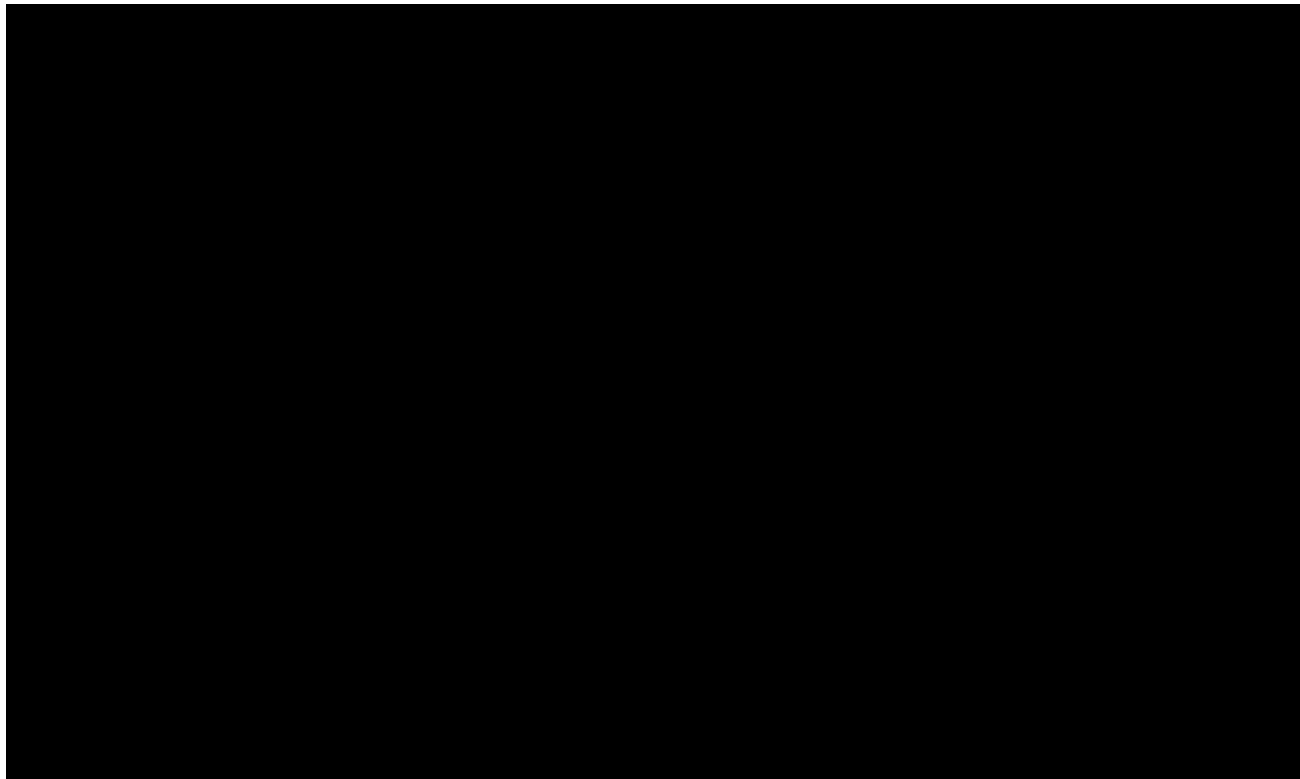
- Distancia entre pozos de ventilación de 1.000m, máximo 1.500m.
- Ubicación lo más centrada posible en el tramo interestación.
- Separación mínima de 100m a cualquier salida de emergencia.



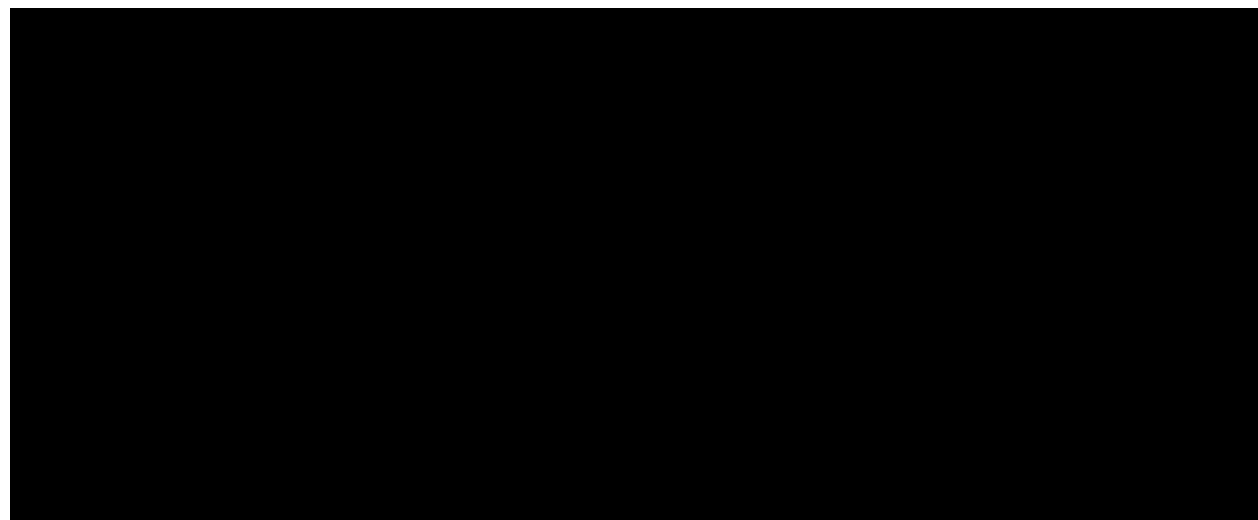
de manera que, en Líneas generales, se cumpla con las recomendaciones de la NFPA 130. Estas salidas cumplen con los siguientes condicionantes:

- Distancia entre salidas de emergencia máximo de 1.000m.
- Separación mínima de 100m a cualquier pozo de ventilación.
- Posibilidad de ubicar juntamente con pozo de bombeo.

Salidas de emergencia: Se disponen las salidas de emergencia a lo largo del trazado del túnel



Pozos de tuneladora: En las alternativas 1 y 3 en las que se ejecuta el túnel mediante tuneladora, se requiere la construcción inicial de un pozo de introducción o también denominado pozo de ataque, así como un pozo de extracción para retirar la tuneladora terminado los anillos de dovelas.



4.3.4 Construcciones y urbanización existente

En función de la zona por la que discurre el trazado de cada alternativa hay diversidad en la densidad de edificación tanto en tipo de urbanización, como en tipos de edificación y otros diferentes usos.

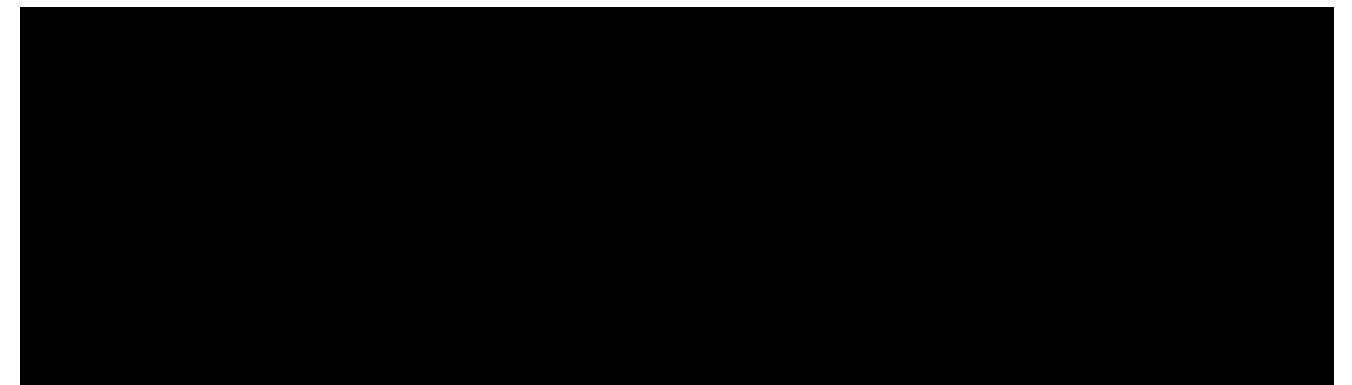
La presencia de edificaciones influye directamente en la profundidad del túnel, ya que para evitar subsidencias se recurre a salvaguardar unas distancias prudenciales. Dado lo anterior, la profundidad a la que discurre el túnel varía principalmente en función del método constructivo a emplear:

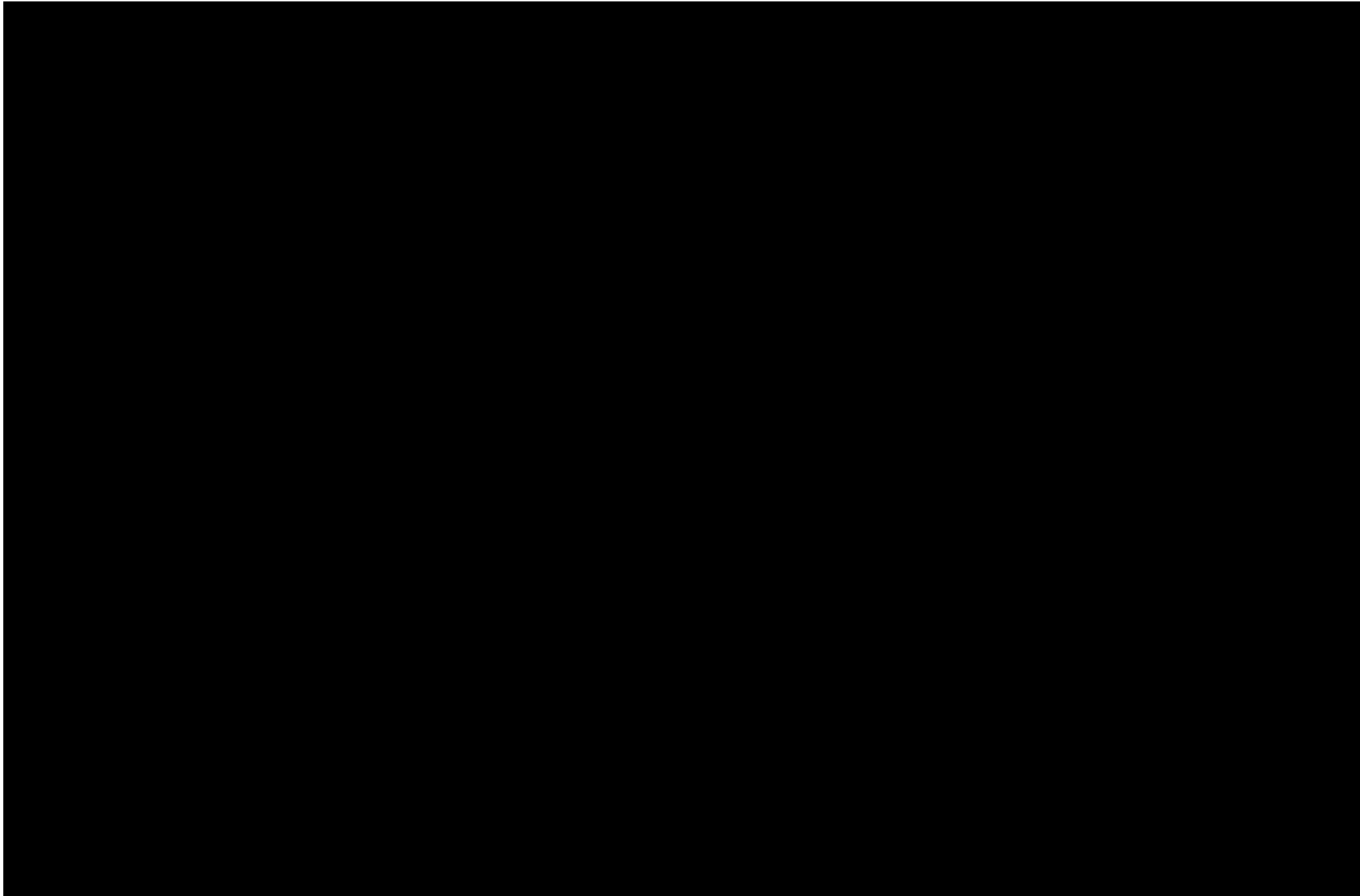
- Para las alternativas planteadas con el procedimiento constructivo denominado Método Tradicional de Madrid (comúnmente denominado Belga), la profundidad a la que discurre la clave del túnel, con respecto a la superficie del terreno, es como mínimo del orden de 1,5 veces el diámetro exterior del túnel previsto. Es decir, la profundidad de clave de túnel es de alrededor a 12 m, con respecto a la superficie del terreno.
- Para las alternativas planteadas con el procedimiento constructivo por tuneladora EPB (comúnmente denominado TBM-EPB), la profundidad a la que discurre la clave del túnel, con respecto a la superficie del terreno, es como mínimo de 1 vez el diámetro exterior del túnel previsto. Es decir, la profundidad de clave de túnel es de alrededor a 10 m, con respecto a la superficie del terreno.

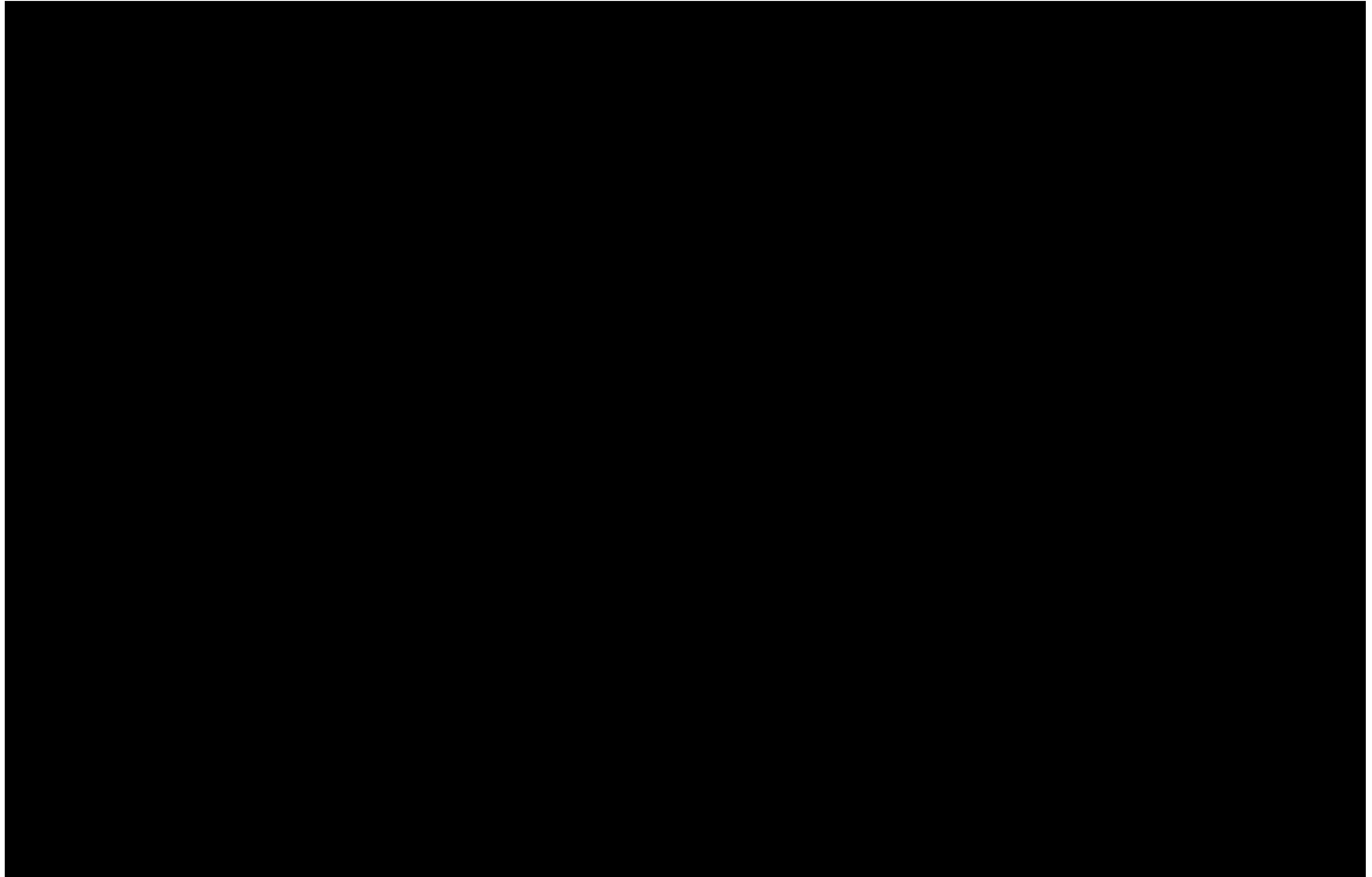
En casos excepcionales en que no pueda cumplirse este resguardo de referencia, se justificará expresamente mediante cálculos técnicos.

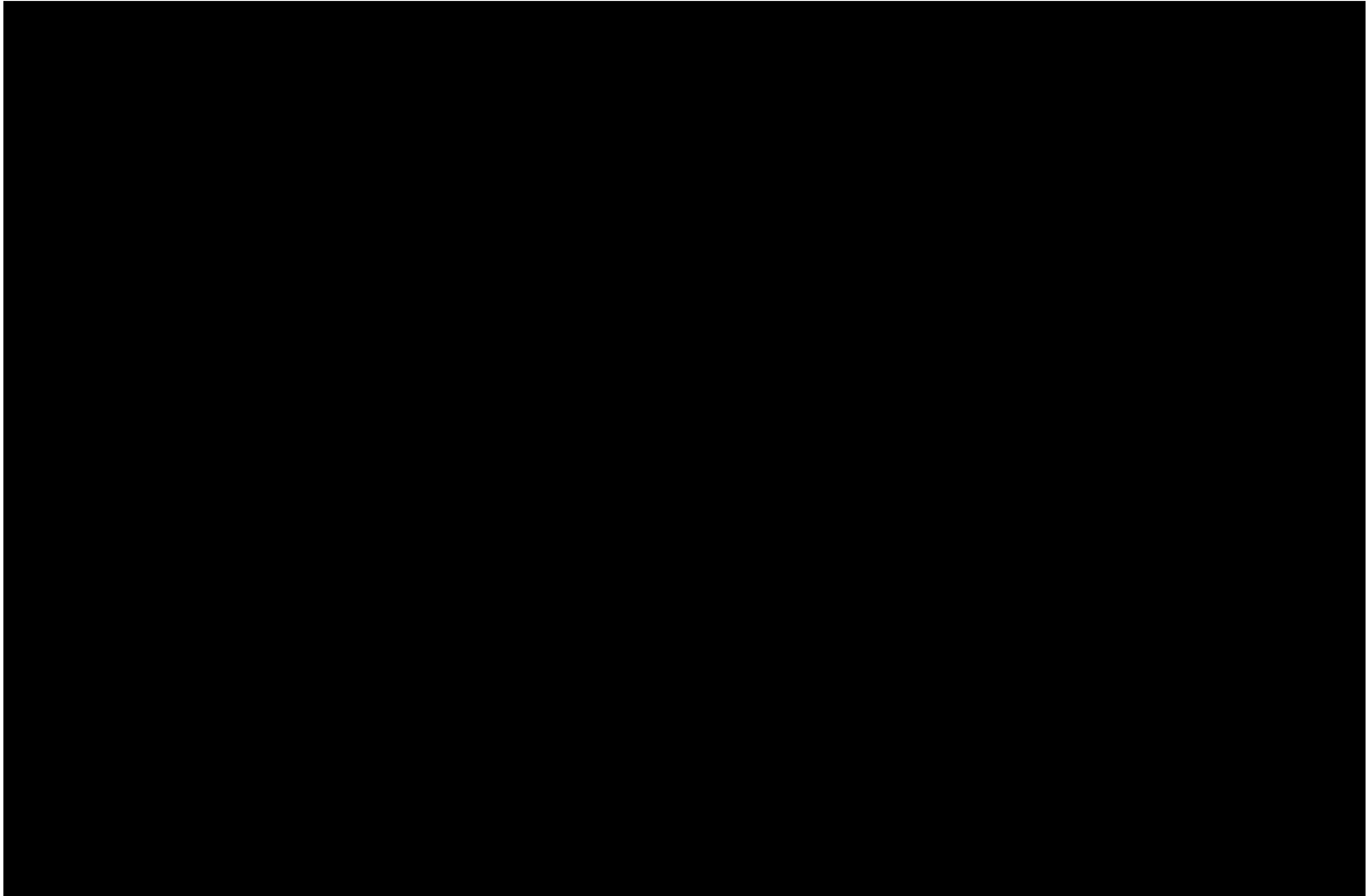
A continuación, se describen las construcciones existentes próximas a las alternativas planteadas.

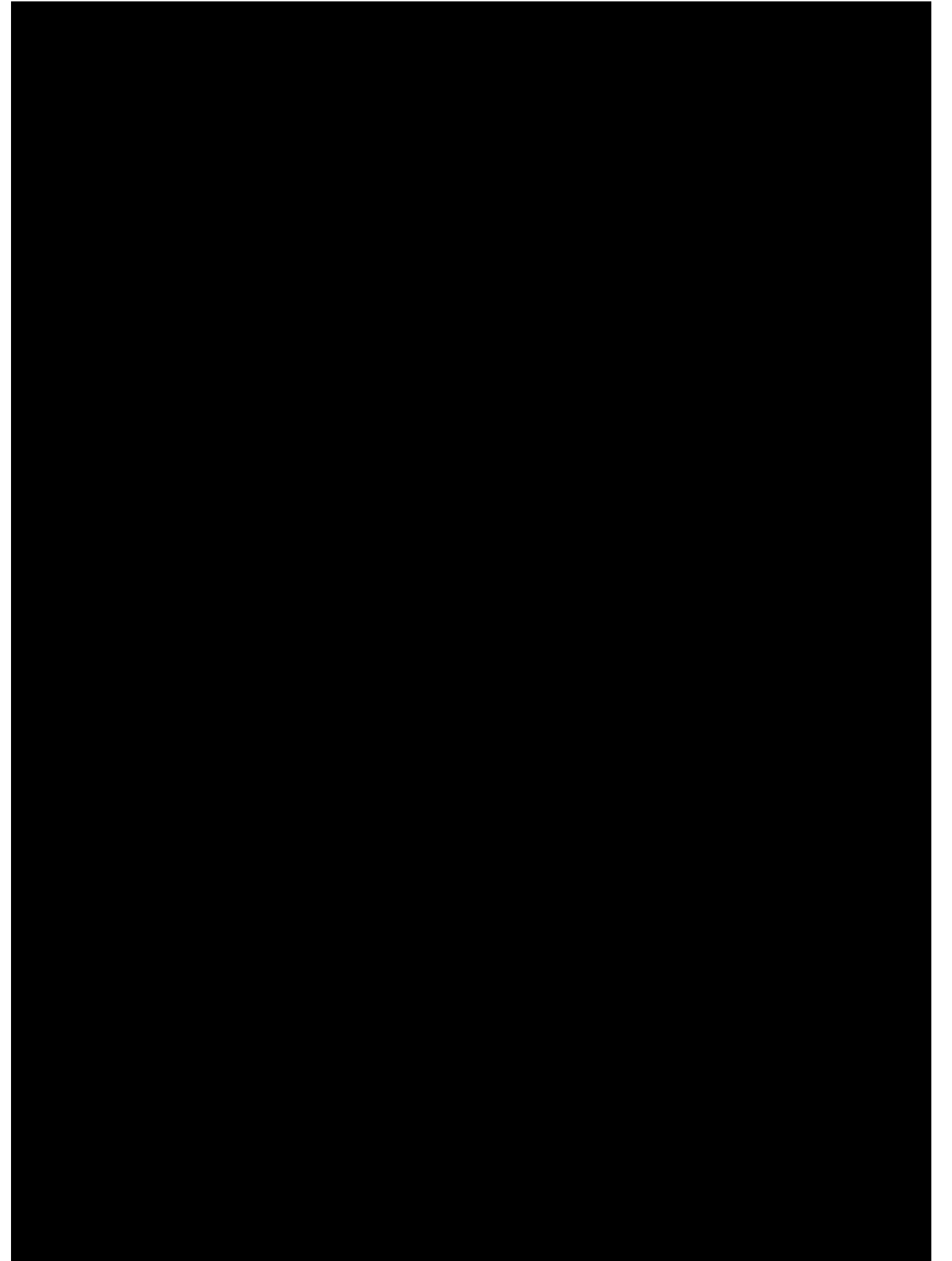
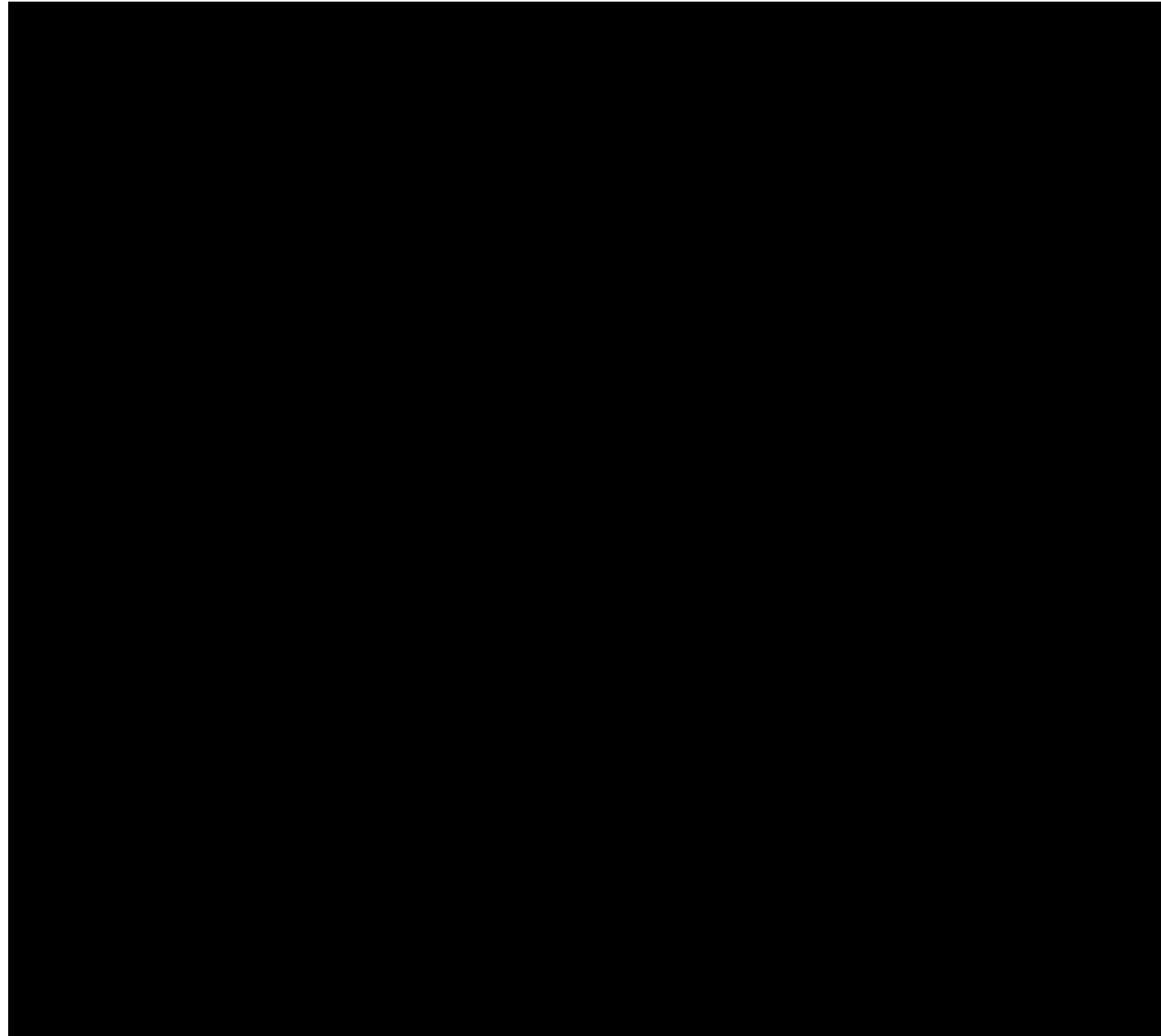
4.3.4.1 Alternativa 1



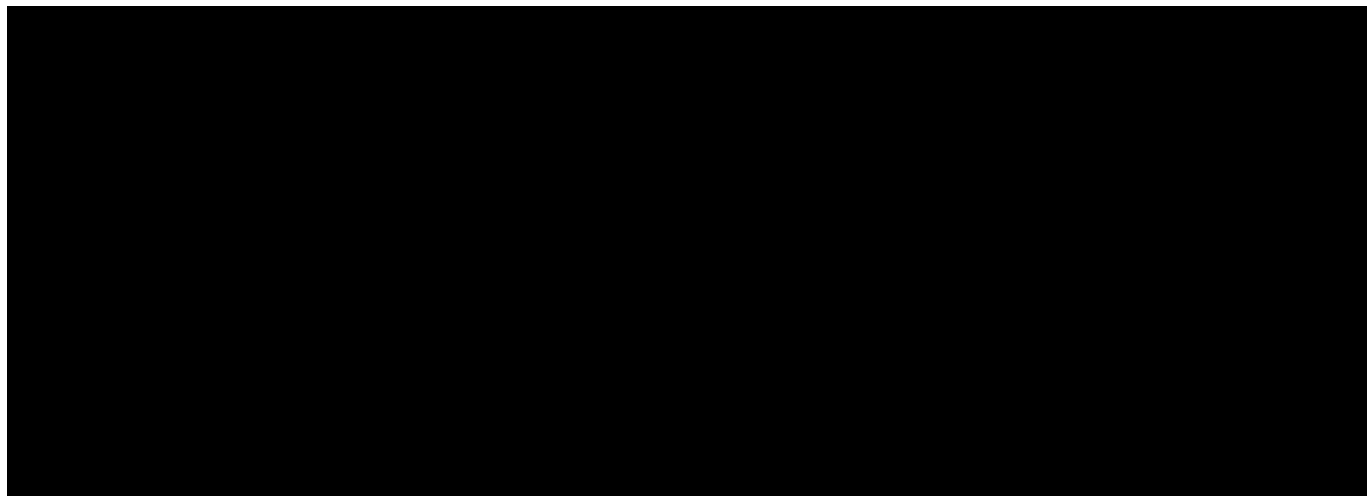


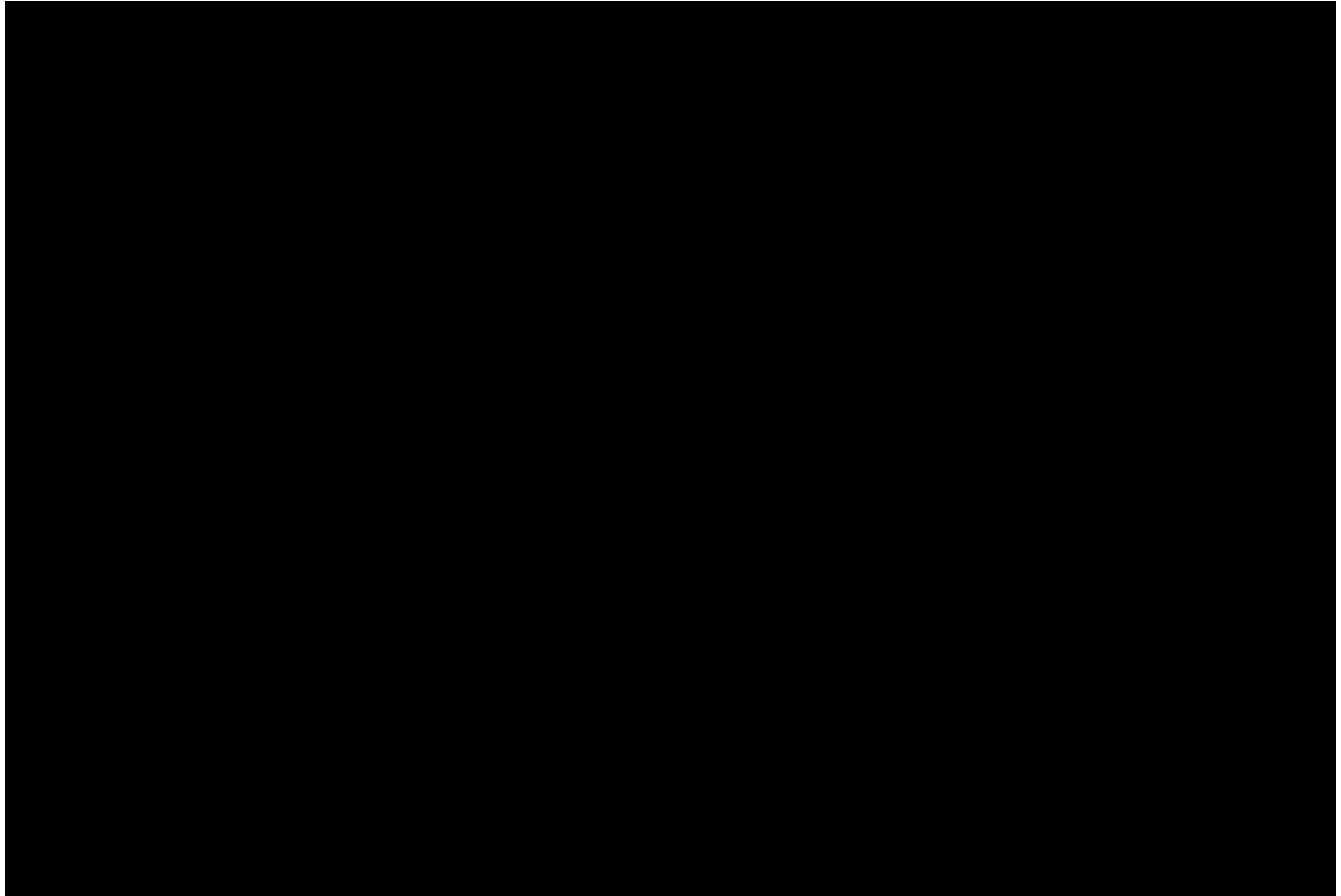


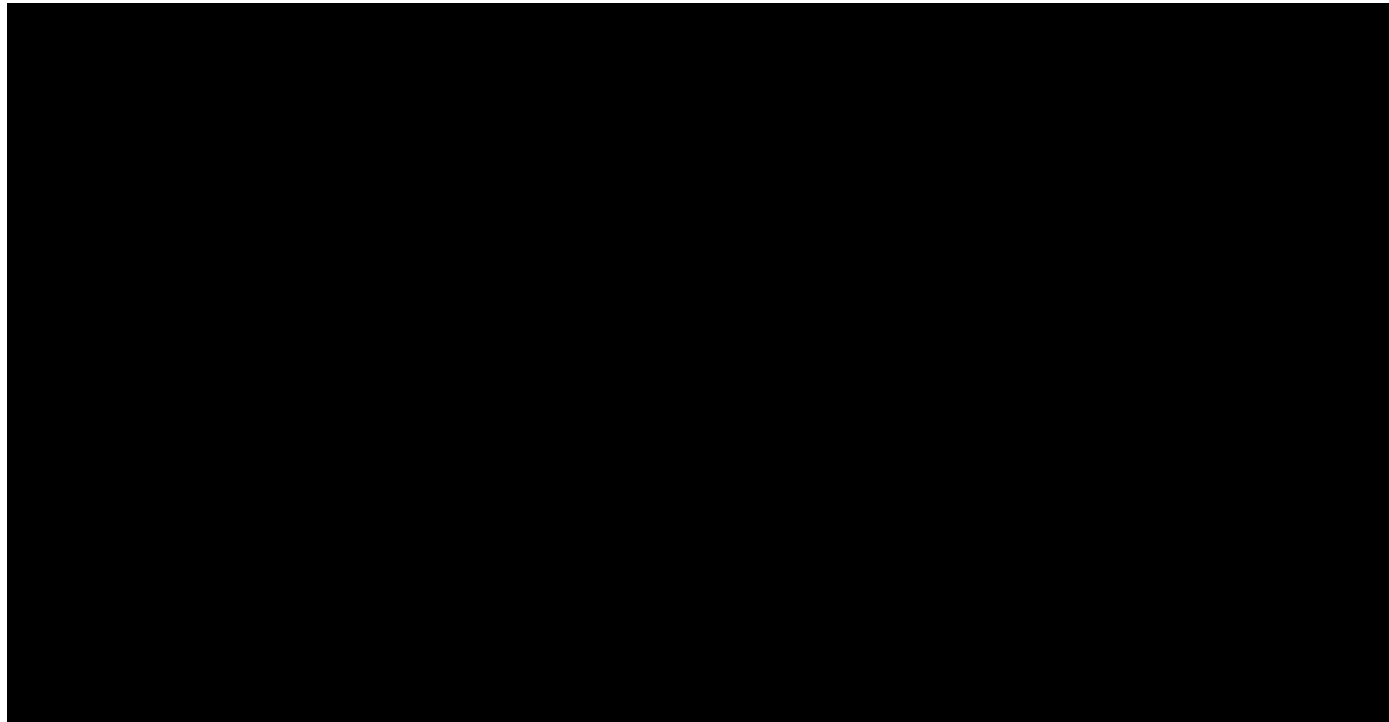




4.3.5 Cruces con infraestructuras del transporte terrestre y subterráneas







4.3.6 Procedimientos constructivos

4.3.6.1 Túnel

Los procedimientos constructivos normalmente implementados para este tipo de obras son el Método Tradicional de Madrid, conocido como Método Belga, el de ejecución por tuneladora TBM de tipo EPB (“ Tunnel Boring Machine “- “ Earth Pressure Balance “) y el procedimiento entre pantallas o cut and cover.

A continuación, se describen los tres métodos constructivos anteriormente enunciados.

4.3.6.1.1.1 Tuneladora TBM-EPB

Partes principales de la tuneladora

A continuación, se describen las partes principales de la tuneladora:

- Disco de corte: consiste en cuchillas y rodillos cortadores que trabajan en el frente.
- Cámara de excavación: donde se halla la tierra excavada y el agua y se transfiere la presión al frente.
- Brazos mezcladores: las cuchillas mezcladoras de la rueda de corte y el frente de presión amasan la tierra excavada en la cámara de extracción hasta obtener la consistencia

prescrita.

- Mamparo: Elemento que ejerce presión al suelo mediante la pared de presión.
- Revestimiento (dovela): pieza de hormigón armado que conforma el anillo.
- Transportador (tornillo sinfín): es un tornillo de Arquímedes que determina el volumen de descarga de la cámara de extracción y así se regula la presión del frente.
- Erector: se emplea para la manipulación de las dovelas.
- Recubrimiento de cola: Los cepillos de acero generan la estanqueidad entre el espacio de trabajo interior, y la presión externa (agua y terreno). Para que el recubrimiento inyectado no invada la zona de trabajo, se implanta la junta de grasa.
- Relleno: conformado de mortero bicomponente, se realiza de forma continua a medida que avanza la excavación. Rellena el hueco entre escudo y dovela, por la diferencia de diámetros.

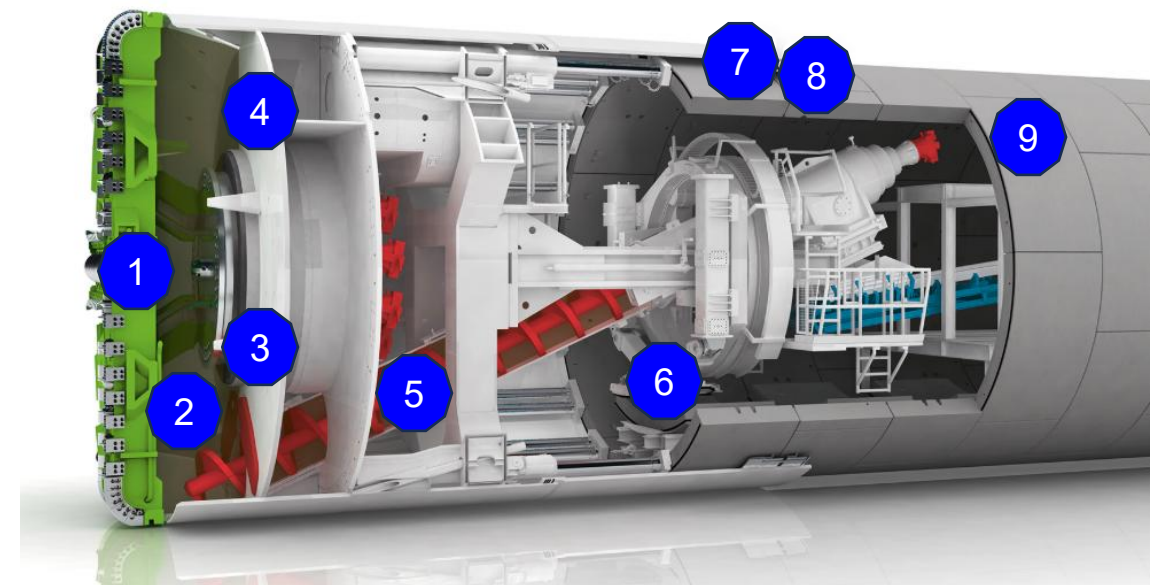


Tabla 11. Partes de tuneladora E.P.B. Imagen de Herrenknecht

1	Disco de corte	5	Transportador (tornillo sinfín)
2	Cámara de excavación	6	Erector
3	Brazos mezcladores	7	Recubrimiento de cola
4	Mamparo	8	Relleno
9	Revestimiento (dovela)		

Funcionamiento de la tuneladora E.P.B

La característica principal de las tuneladoras de Escudos de Presión de Tierras (EPB-Pressure Balanced), es el uso directo del suelo excavado como medio de soporte del frente. Este tipo de tuneladoras fueron diseñadas para resolver el problema de estabilidad que se crea en el frente de la excavación cuando los terrenos resultan inestables.

En los terrenos tipo suelo, que están localizados bajo el nivel freático se produce dicha inestabilidad, por tanto, este tipo de tuneladoras desarrollan el trabajo adecuadamente en estos medios.

Las tres fases de trabajo son, excavación, carga y transporte de materiales y finalmente sostenimiento y revestimiento.

Durante el funcionamiento de una tuneladora tipo EPB, el frente del túnel es sostenido por el propio material de la excavación, que es acondicionado en la cámara de la máquina. Mediante el amasado de los terrenos excavados, y su empuje al frente, se logra así ejercer una presión suficiente para garantizar la estabilidad. Mediante el control del volumen de extracción a través del tornillo sinfín, se controla la presión en la cámara.

El anillo de dovelas se arma dentro del escudo, por lo que este último tiene un diámetro mayor que hace que se genere un espacio entre ambos elementos. A medida que el escudo avanza, este hueco (de unos 20 cm) debe ser rellenado con mortero bicomponente que es inyectado a presiones de hasta 10 kp/cm² con objeto de evitar subsidencias en la superficie del terreno. La inyección puede ser de mortero bicomponente.

Además, es posible efectuar inyecciones en la coraza del escudo para limitar aún más las posibles subsidencias generadas por este hueco (también llamado gap).

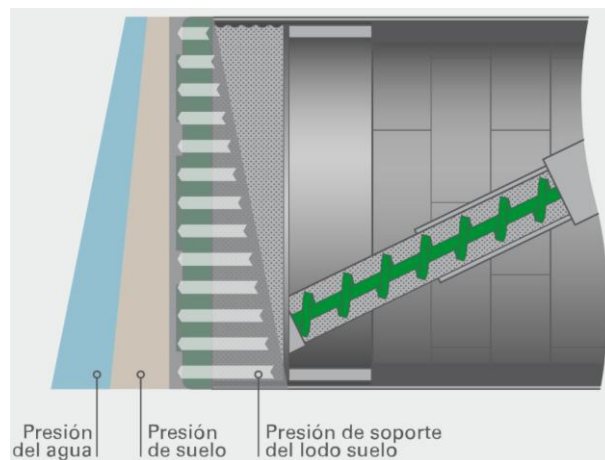


Ilustración 14. Esquema tuneladora EPB. herrenknecht

Por otro lado, la granulometría del terreno y grado de humedad, influyen en la presión que hace el escudo al frente de tierra. Es posible acondicionar los terrenos mientras sucede el avance, añadiendo agentes espumantes, polímeros o suspensiones de arcillas.

Este tipo de tuneladoras cuentan con una grúa móvil en su interior, denominada erector, que permite manipular las dovelas del backup para conformar el anillo completo.

Modo de trabajo de la tuneladora EPB

El modo de trabajo de la tuneladora puede ser modo abierto o modo cerrado. La diferencia principalmente radica en la presencia de agua (bien del nivel freático y/o presencia de bolsas de agua), en tales casos se opta por modo cerrado para evitar la entrada de agua.

En el modo cerrado la cámara se encuentra cerrada y presuriza gracias a la presión ejercida por el material en su interior. El objeto principal es estabilizar el frente ante los empujes de tierras y de agua, así como minimizar asentamientos en superficie y afectaciones a edificaciones e infraestructuras. Debe quedar garantizada la ausencia de flujo en el interior de la máquina.

Como se ha indicado anteriormente, los terrenos atravesados por las tres alternativas son, arena de Miga, arena tosquiza y toscos arenosos. En fase de Proyecto de Construcción se dispondrán piezómetros a diferentes niveles en Campaña geotécnica de Campo, y en base a ello se tramificará el cálculo del túnel; justificando el empleo de leyes hidrostáticas (lineales o no lineales) donde corresponda.

De acuerdo con las recomendaciones de la regulación alemana ZTV-ING (2012), se definen dos límites operativos para la presión en el frente, a cota de clave (se representan, de forma esquemática, en la figura adjunta):

- Límite inferior (scrown,min), definido por la presión mínima necesaria en la cámara para asegurar la estabilidad del frente debido al empuje del terreno y el agua.
- Límite superior (scrown,max), dado por la máxima presión que podría mantenerse en la cámara sin dar lugar a levantamientos del terreno en superficie (fenómenos de blow-out).

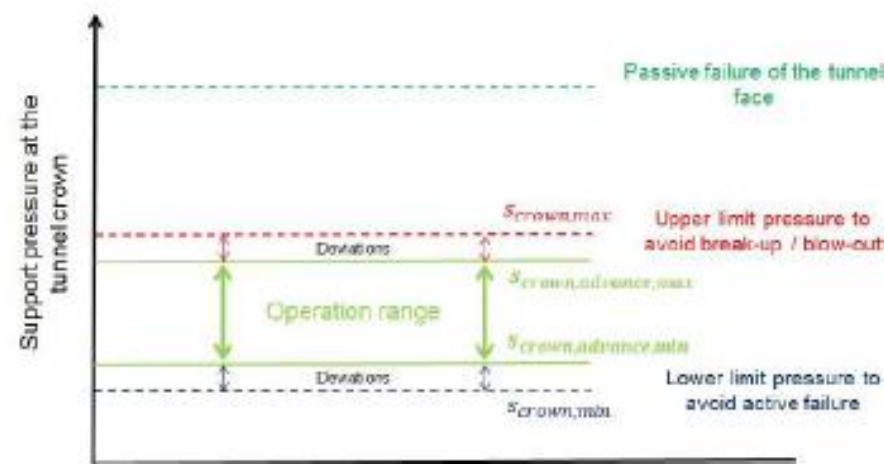


Ilustración 15. Rango operativo de presiones en el frente (a cota de clave) para TBM con escudo presurizado en el frente (ZTV-ING, 2012)

Con carácter general, ambos límites son válidos para la EPB, y durante cualquier fase del proceso (excavación o paradas). Respecto a la tolerancia aplicada a estos límites, en el caso de una máquina EPB, en las que la incertidumbre asociada al control de la presión en la cámara es mayor, se aplica un valor de ± 30 kPa.

Es importante remarcar que, para las dos situaciones de cálculo indicadas, se ha de verificar siempre que la presión en la cámara de la EPB es, al menos, la mínima necesaria para contrarrestar el empuje de agua.

Control de subsidencias

Es interesante realizar un seguimiento continuo de los asientos en superficie, que junto con los parámetros de funcionamiento de la tuneladora y las características del terreno sirve para analizar si las presiones de trabajo utilizadas en la tuneladora son correctas. Si se producen asientos, la presión debe ser corregida al alza, de la misma manera si se produce una elevación del terreno el resultado es una presión alta que debe ser corregida a la baja.

Además, la posibilidad de inyectar bentonita en el espacio anular (entre el escudo y el terreno excavado), a una presión superior en 0,2 bares a la de confinamiento es muy recomendable para controlar asientos en zonas críticas.

Pozos de tuneladora

La ocupación temporal de la parcela agraria designada como ZIA es completa,

El acceso a la ZIA es mediante el Camino de la Canaleja, que es un vial existente y asfaltado, que discurre entre los terrenos de Cocheras de Metro de Madrid y la parcela de ZIA. Adicionalmente, en la ZIA se diseñan nuevos viales que comunican los distintos emplazamientos interiores, siendo estos últimos:

- Zona Casetas
- Laboratorio
- Parking
- Acopio de Suministros
- Centro Seccionamiento
- Grúa Torre
- Planta Bicomponente
- Planta Depuradora
- Cuadro General de Baja Tensión
- Centro de Transformación
- Nave Taller/Almacén
- Sistema Refrigeración TBM)
- Acopio de Tierras

4.3.6.1.1.2 Método tradicional de Madrid

Introducción

El Método Tradicional de Madrid (a veces denominado Método Belga) se basa en la excavación y sostenimiento simultáneos de secciones de pequeño tamaño (unos 3 m²); con objeto de que el terreno se relaje lo menos posible. Se entiende por relajación la disminución de las presiones radiales de confinamiento y el incremento de los desplazamientos radiales hacia el centro del túnel, de acuerdo con las curvas Convergencia-Confinamiento definidas en el Nuevo Método Austríaco.

Cuando se hallan suelos carentes de cohesión y, siempre para evitar una relajación excesiva del terreno, se divide la sección total del túnel en varios sectores de trabajo de forma que se aplica el sostenimiento a áreas de excavación pequeña, antes de afrontar la excavación de las áreas contiguas. Un ejemplo de esta división se refleja en la figura adjunta.

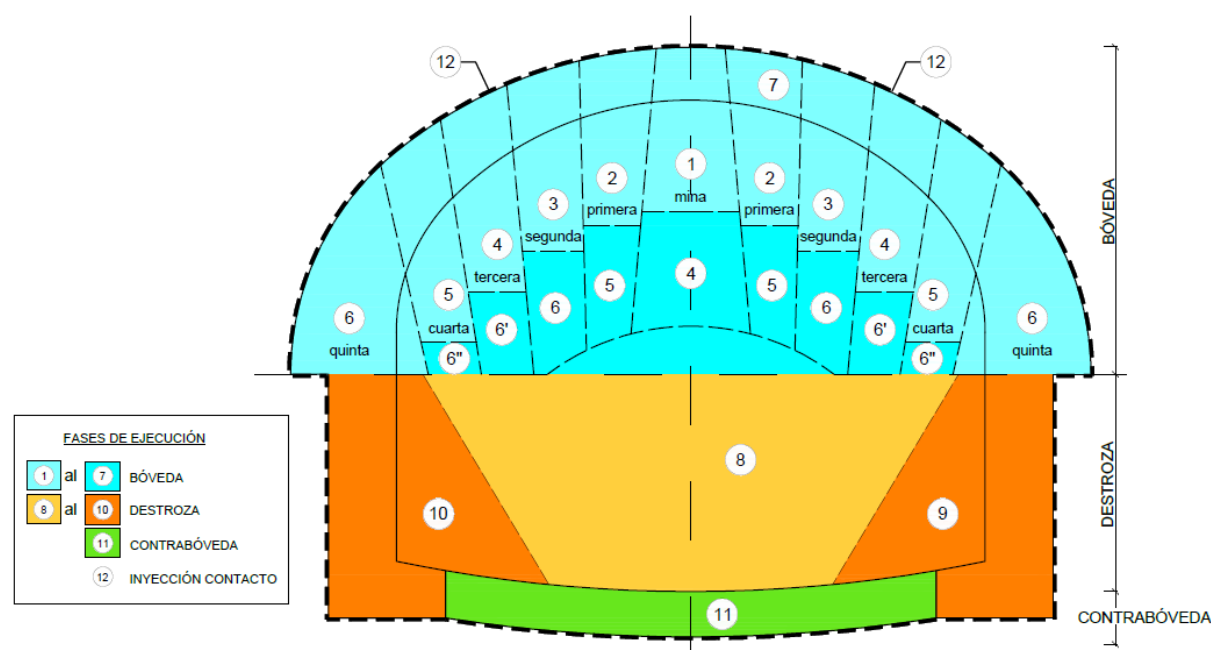


Ilustración 16. Zonas de excavación del Método Tradicional de Madrid

Se plantea una Línea horizontal de división entre Avance y Destroza, a partir del arranque de la bóveda. Dentro de las áreas de Avance y Destroza se empieza la excavación a partir de un sector

definido por el eje vertical de simetría de la sección, se procura aplicar excavación y sostenimiento hacia ambos extremos de la sección, de forma gradual y lo más simétrica posible.

En algunos casos y, por condiciones del terreno (presencia de arcillas blandas o de limos) se precisa formar una contra-bóveda inferior para cerra la sección.

La excavación se lleva a cabo manualmente mediante martillo hidráulico y la entibación provisional es de madera de álamo negro. El revestimiento definitivo es de hormigón en masa.

Procedimiento constructivo

La excavación se inicia con la ejecución de una mina o galería de pequeñas dimensiones (aproximadamente 1,0 m de anchura y 1,8 m de altura) situada en la clave de la sección y coincidiendo con el eje del túnel, denominada galería de avance.

A medida que se avanza en la excavación de dicha galería se coloca una entibación de madera cuajada en la parte superior con las tablas encajadas en el propio terreno.

Una vez alcanzada la longitud prevista para el anillo, y mientras se continúa excavando para ampliar la mina hacia abajo, se apuntala la entibación por los bordes laterales de la galería. Para ello se emplean puntales cilíndricos de madera. Sobre los puntales se apoyan sendos perfiles metálicos de tipo TH denominados longarinas cerchas TH-21 o TH-29). Entre las longarinas se colocan estampidores horizontales de madera denominados transillones.

Concluida la mina, da comienzo el ensanche lateral de la misma. Para ello se sigue un procedimiento prácticamente idéntico al descrito, abriendo pases hacia los laterales de poca altura inicial.

Las tablas de entibación se introducen por la hendidura existente entre una tabla longitudinal llamada falsa y la entibación de la mina hasta alcanzar el frente, donde se encajan en el terreno igual que en la galería de avance. Siguiendo este proceso se llega a tener toda la bóveda excavada y sostenida con una entibación de madera cuajada.

A continuación, se procede al encofrado de la bóveda mediante paneles apoyados en cerchas metálicas apuntaladas como cimbra y a la colocación de los tapes para el hormigonado. El montaje del encofrado en su posición exige la retirada de parte de los puntales de la entibación, de modo que en ese momento las longarinas quedan apoyadas en las del pase anterior e hincadas en el terreno y apuntaladas en su parte posterior. El aseguramiento de este apoyo es el motivo por el cual las longarinas deben tener una longitud sensiblemente superior al máximo

avance longitudinal. Al mismo tiempo que se ejecutan estas operaciones se excava la mina del siguiente anillo.

Una secuencia de las fases mencionada, típica para este Método, se refleja en la siguiente figura:

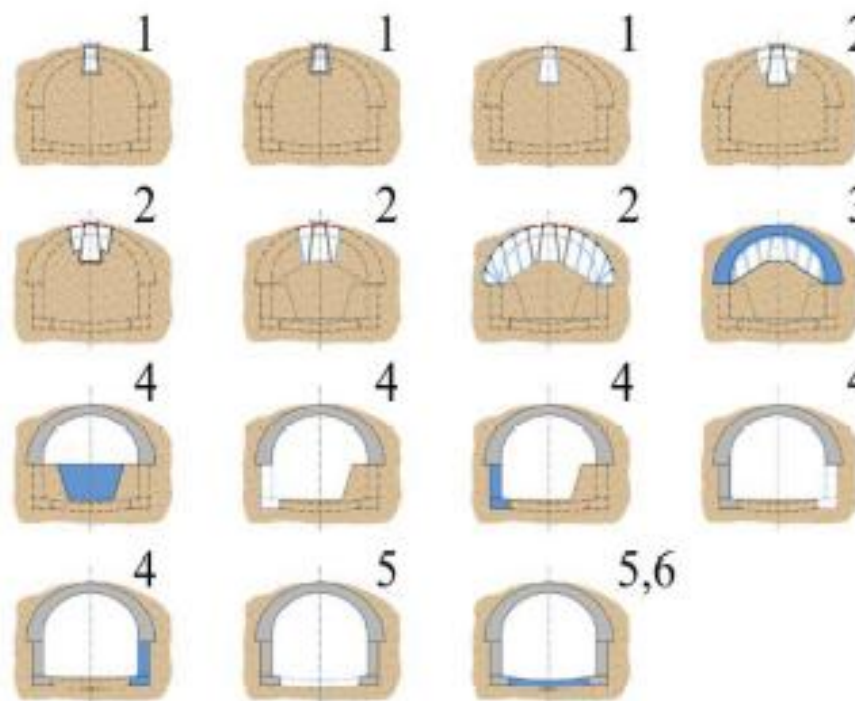


Ilustración 17. Fases de excavación del Método Tradicional de Madrid

El hormigonado se efectúa mediante bomba y de forma simétrica con respecto al eje del túnel para equilibrar la carga debida al peso propio del hormigón fresco sobre la cimbra. El control del proceso se efectúa desde la mina del anillo siguiente. El descimbrado tiene lugar a una edad de dos días.

Con un decalaje de cinco o seis anillos, se excava el pasillo o destroza central manteniendo el apoyo de la bóveda con un resguardo en coronación de entre 1,0 m y 1,5 m. Seguidamente se comienza la excavación y hormigonado de los hastiales por bataches no enfrentados. Para no descalzar la bóveda completamente, la junta entre bataches consecutivos debe quedar en el punto medio del anillo de la bóveda.

Finalizada la excavación y hormigonado de la sección completa, es fundamental llevar a cabo inyecciones de contacto sistemáticas en el trasdós de la bóveda con los siguientes objetivos:

- Relleno de eventuales huecos que hubiesen podido quedar entre el terreno y la entibación de madera perdida.

- Embebido de la entibación de madera que minimice los asientos posteriores debidos a su pudrición.
- Impermeabilización y sellado de las juntas entre anillos.

Así, se efectúan una serie de perforaciones a través de la bóveda hasta alcanzar el terreno excavado, y se inyectan con lechada de cemento hasta una presión máxima de 2 bares.

Una ventaja del Método Tradicional de Madrid radica en su versatilidad durante la construcción, pues en función de las características geotécnicas del terreno a excavar y de la posible presencia localizada de agua pueden ajustarse varios parámetros:

- Longitud de avance: comprendida entre 2,5 y 1,0 m, con valores típicos de 2,50 m y de 1,25 m bajo condiciones geotécnicas desfavorables o en presencia de elementos sensibles en superficie.
- Longitud de pase lateral: comprendida entre 1,0 m y 1,5 m.
- Densidad del apuntalamiento y de la propia entibación, si bien esta última es completamente cuajada en la mayoría de los casos.

Frentes de ataque

La ocupación temporal de la parcela agraria designada como ZIA es completa

El acceso a la ZIA es mediante el Camino de la Canaleja, que es un vial existente y asfaltado, que discurre entre los terrenos de Cocheras de Metro de Madrid y la parcela de ZIA. Adicionalmente, en la ZIA se diseñan nuevos viales que comunican los distintos emplazamientos interiores, siendo estos últimos:

- Zona Casetas
- Laboratorio
- Parking
- Acopio de Suministros
- Centro Seccionamiento
- Grúa Torre
- Cuadro General de Baja Tensión
- Centro de Transformación
- Nave Taller/Almacén
- Acopio de Tierras

Para el túnel de Línea se han establecido 3 accesos, para generar un máximo de 6 frentes de ataque. Los accesos y extracción de tierras se realizan mediante pozo vertical (extracción

vertical).

Dado que se diseñan viales para salidas de emergencia, estos serán también empleados durante la duración de las obras

4.3.6.1.1.3 Entre pantallas o cut and cover.

Introducción

Se emplea el sistema entre pantallas tipo Cut&Cover en las siguientes actuaciones:

principal es que se ejecuta la losa de cubierta (dintel), previamente a realizar el vaciado interior interestructuras. Una vez ejecutada la losa de cubierta se puede proceder a restaurar la superficie del terreno (minimizando interferencias y afecciones viarias), y permite trabajar en la obra civil en simultáneo. Durante el proceso de ejecución, en función de la profundidad del sector, pueden ser necesarios apuntalamientos intermedios, finalizando la sección con la losa de fondo (contrabóveda).

Las pantallas se pueden ejecutar mediante bataches y pantallas continuas (empleando cuchara bivalva) o mediante pilotes (aislados, tangentes o secantes), o incluso hidrofresa. El método constructivo queda en función de las necesidades estructurales, geología y geotecnia, profundidad diseñada e hidrogeología. En función del terreno se la definirá excavación empleando lodos bentoníticos.



Ilustración 18. Esquema general de ejecución de muros pantalla con Hidrofresa (Fuente: Soletanche bachy)

Tabla 12. Recomendaciones ATESS para pantallas (Sola Casado, 2006)

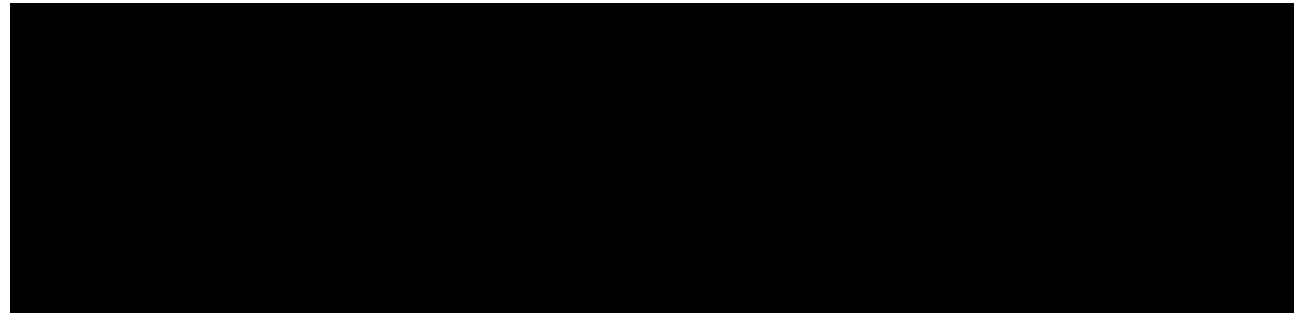
RESISTENCIA MEDIA kg/cm ²	SIN NIVEL FREÁTICO	CON NIVEL FREÁTICO
$q_c < 20$	Pilotes aislados Cuchara bivalva	Cuchara bivalva
$20 < q_c < 70$	Pilotes aislados	Cuchara/Preforos Pilotes secantes
$70 < q_c < 250$	Pilotes aislados Hidrofresa	Cuchara/Preforos/Trépano (intercalaciones rocosas) Hidrofresa (Rocas masivas)
$q_c > 250$	Pilotes aislados Hidrofresa	Hidrofresa

Sistema constructivo

El sistema constructivo de estos elementos (pantalla continua), también denominado Cut&Cover, se enuncia a continuación en orden cronológico de ejecución:

El método entre pantallas tipo Cut&Cover es un método entre pantallas cuya característica

- Desvíos del tráfico.
- Preparación inicial de la plataforma de trabajo.
- Excavación con cuchara bivalva de paneles, ejecución de las pantallas (armado y hormigonado) y viga perimetral de coronación. Auscultación y control de integridad.
- Ejecución de losa de cubierta sobre el terreno y conexión con viga perimetral de coronación.
- Excavación del terreno comprendido entre muros pantalla y losa de cubierta (en mina).
- Ejecución de arriostramientos intermedios según necesidades.
- Excavación del terreno hasta cota de excavación intermedia.
- Ejecución de contrabóveda o losa de fondo.



- Acabados finales de estructuras.

4.3.6.2 Estaciones

El método de ejecución para las estaciones será el denominado “Cut & Cover”, habitual en la construcción de las estaciones de Metro en los últimos años.

En este método, en primer lugar, se ejecuta la contención perimetral del terreno mediante un sistema de pantallas de hormigón armado. Apoyada en estas pantallas y ejecutada contra el terreno se construye la que será la losa de cubierta de la estación, que cumple la doble función de arriostrar las pantallas perimetrales evitando su desplazamiento, así como servir de cubierta para la estación enterrada.

Construida esta losa de cubierta, se procede a realizar el vaciado interior. Una vez excavado hasta la cota del nivel de vestíbulo, se ejecutan las losas intermedias apoyadas en las pantallas

perimetrales, que servirán tanto de forjado como para arriostrar las pantallas laterales, para a continuación proseguir con la excavación bajo estas losas hasta el nivel de contrabóveda del túnel.

En el caso de estaciones profundas, la excavación se realizará por fases, ejecutando cada nivel de arriostamiento interior previo a la excavación del siguiente nivel.

A diferencia del túnel, las estaciones presentan grandes luces entre ambas Líneas de pantallas perimetrales, lo que obliga a tener que disponer apoyos intermedios en las losas. Estos apoyos se realizarán mediante pilas-pilote, elementos que funcionan como pilotes bajo la cota de solera de la estación y como pilas o columnas entre la solera y la cubierta, soportando las cargas tanto de la losa del vestíbulo como de cubierta.

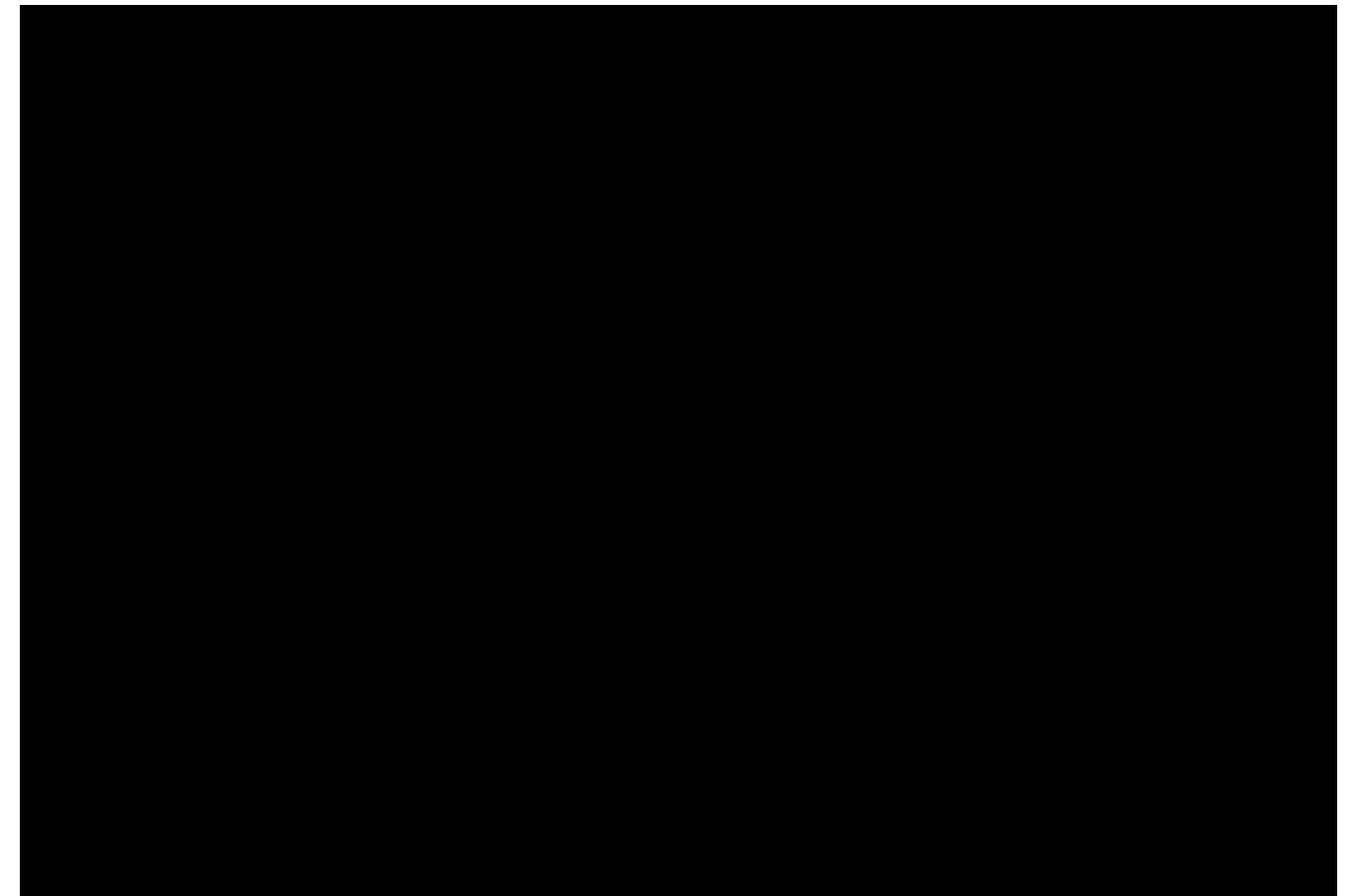




Ilustración 20. Introducción de jaula de armadura en panel de muro pantalla

Este método es habitual en construcciones enterradas en centros urbanos, ya que permite independizar los trabajos realizados bajo rasante de los trabajos en superficie, permitiendo restaurar la normalidad en superficie en plazos mínimos, lo cual redundará en un aumento del confort y reducción de las incomodidades derivadas de las obras a los vecinos de la zona.

4.3.6.3 Pozos

Para la ejecución de los pozos de bombeo, pozos de ventilación y salidas de emergencia, se prevén dos posibles sistemas de construcción en función de los datos geotécnicos y el nivel freático presente en cada zona. Se contempla la opción de construcción mediante anillos sucesivos descendientes o bien mediante recinto perimetral de pilotes secantes.

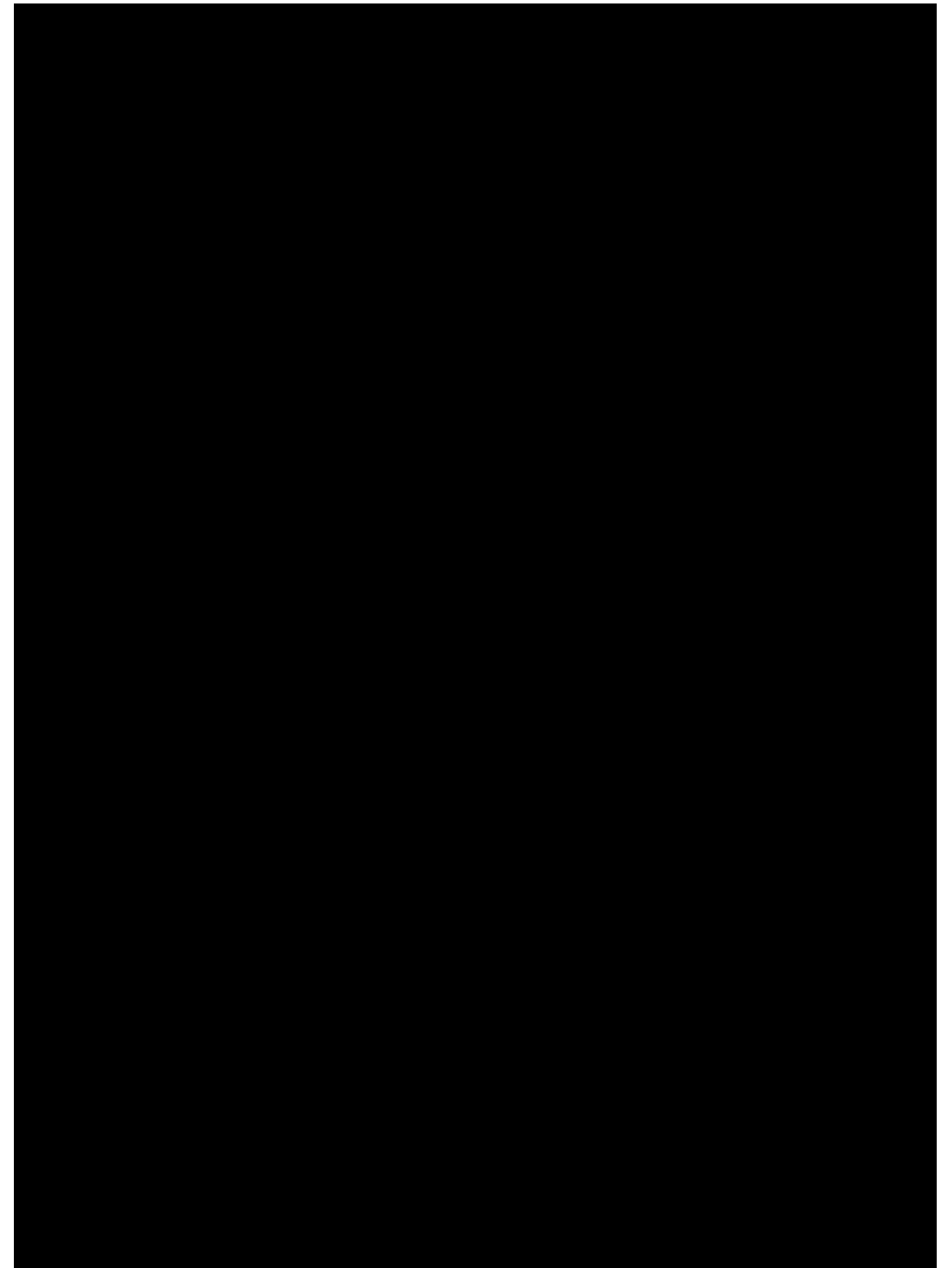
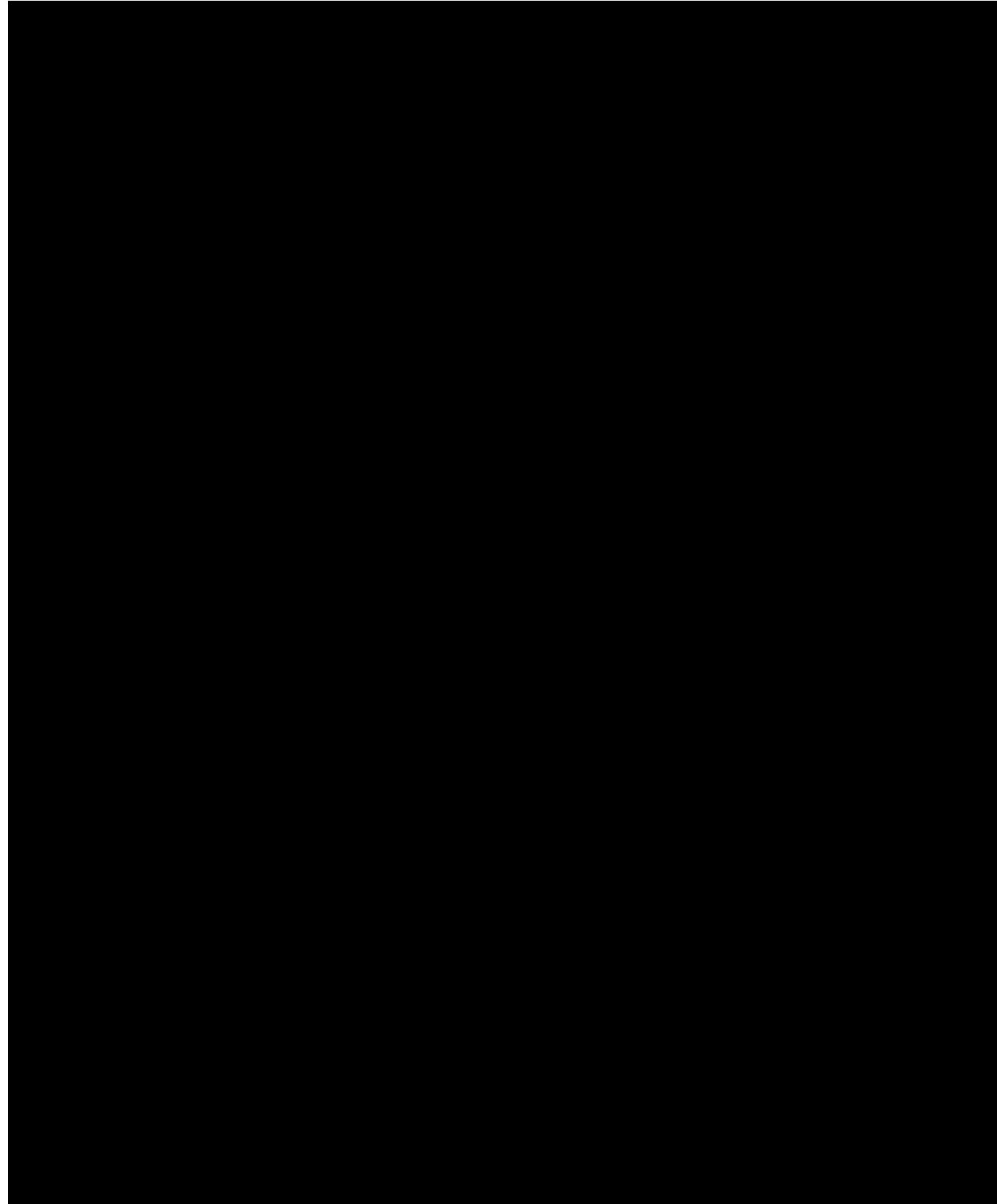
En el caso de pilotes secantes, se continúa con vaciado a cielo abierto, ejecutando diferentes niveles de arriostramiento o estampidores interiores, que se irán ejecutando conforme se profundiza en la excavación. Estos arriostramientos podrán ser temporales o definitivos.

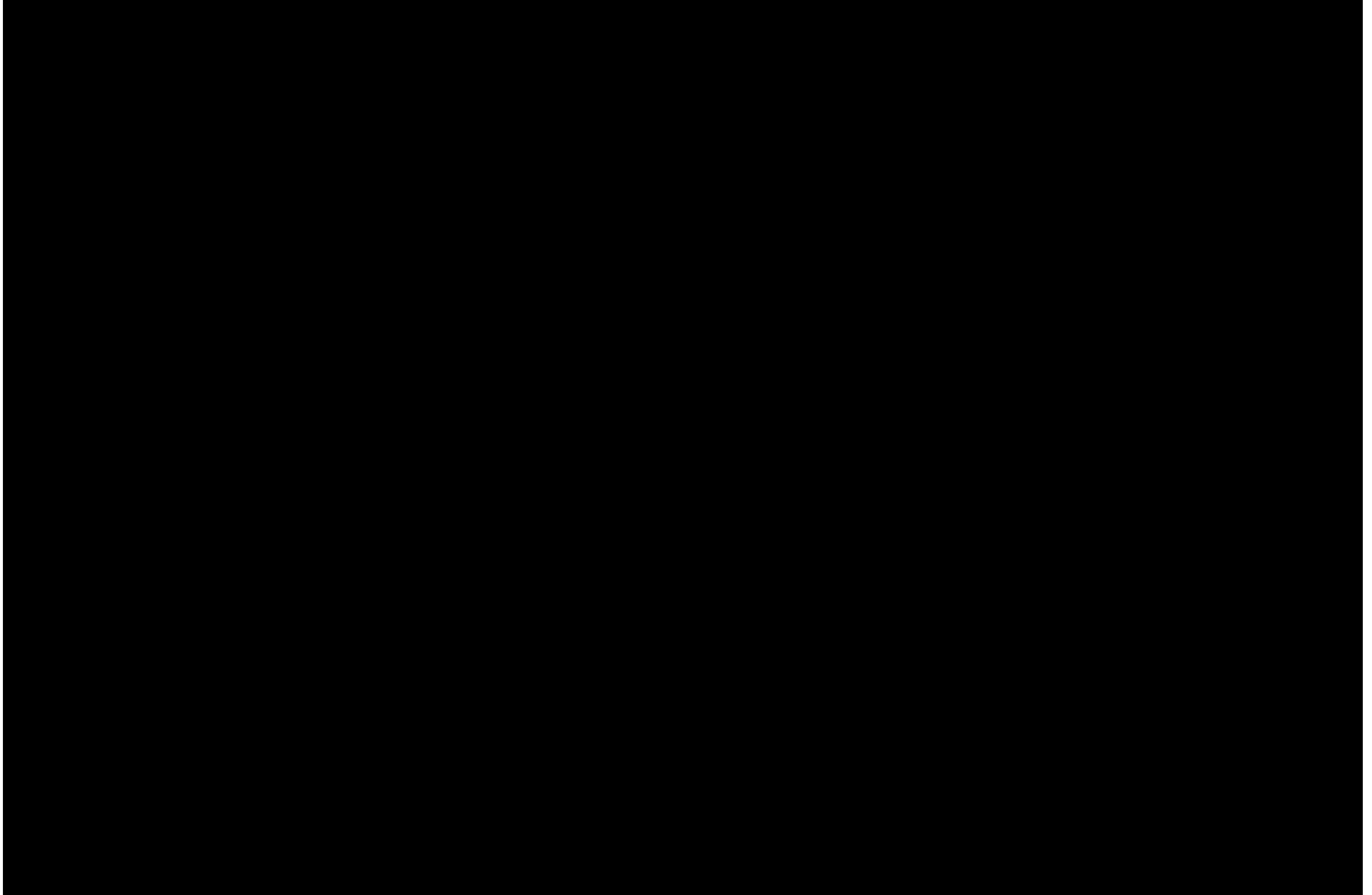
En el caso de anillos sucesivos, la planta de estos pozos deberá ser circular. Dependiendo de las características geotécnicas y la profundidad, se define una altura de anillo, la cual se excava sin entibaciones provisionales para a continuación ejecutar el hormigonado del revestimiento anular encofrando a una cara contra el paramento vertical del terreno previamente excavado, de modo que se va generando un revestimiento cilíndrico del pozo de arriba hacia abajo.

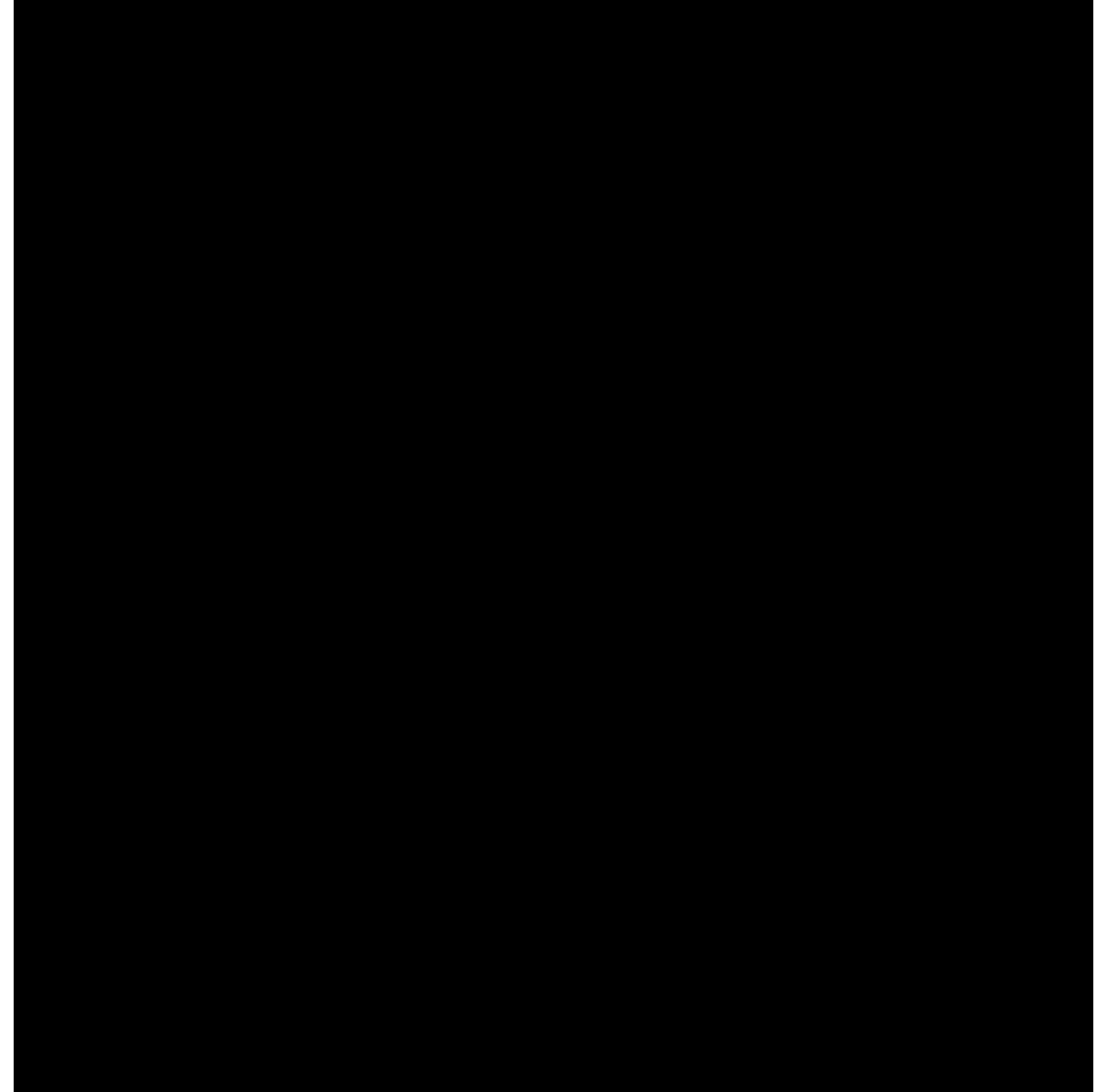
En el caso de las salidas de emergencia, una vez realizada la excavación completa, se ejecuta la losa de fondo y se construye la escalera de abajo hacia arriba, sirviendo esta escalera como arriostramiento del recinto perimetral de pantallas o pilotes, permitiendo la retirada de los estampidores intermedios conforme se avanza en la construcción de la escalera.

4.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS

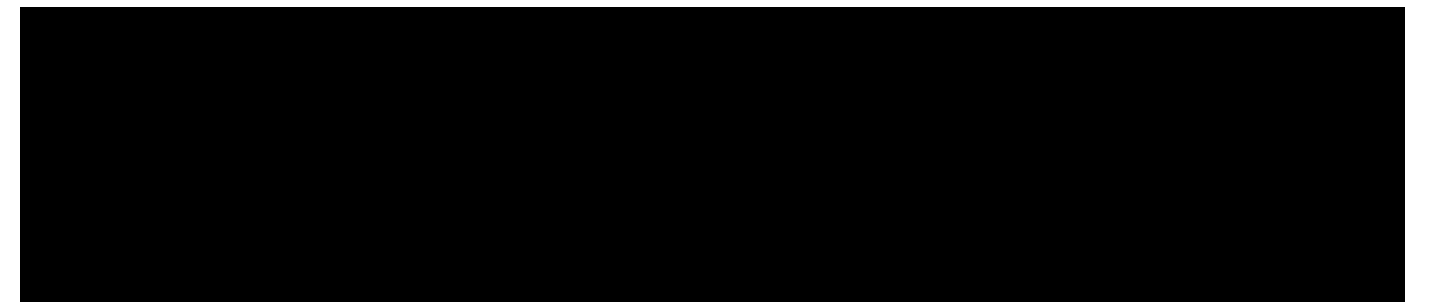
4.4.1 Alternativa 1

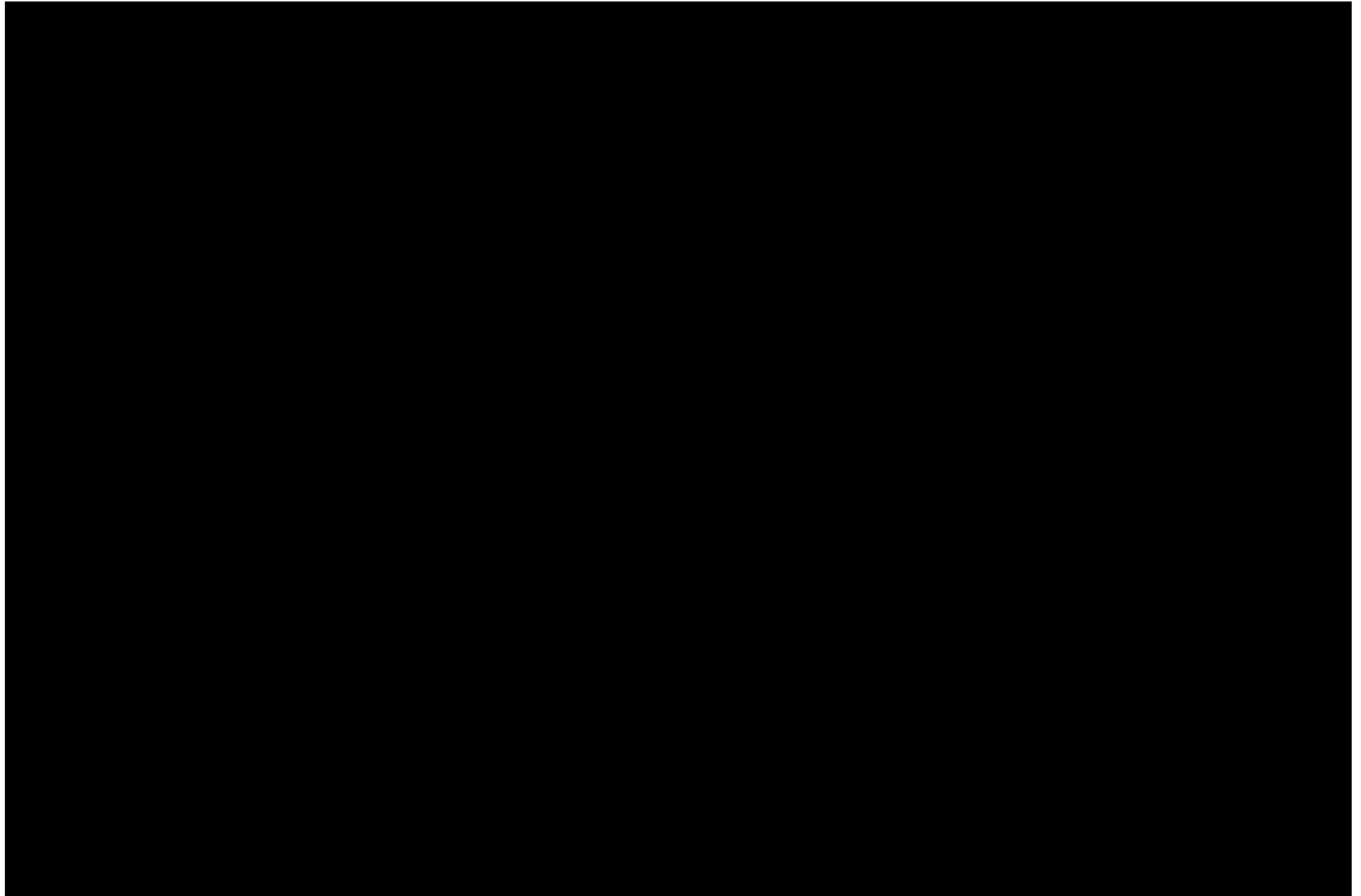


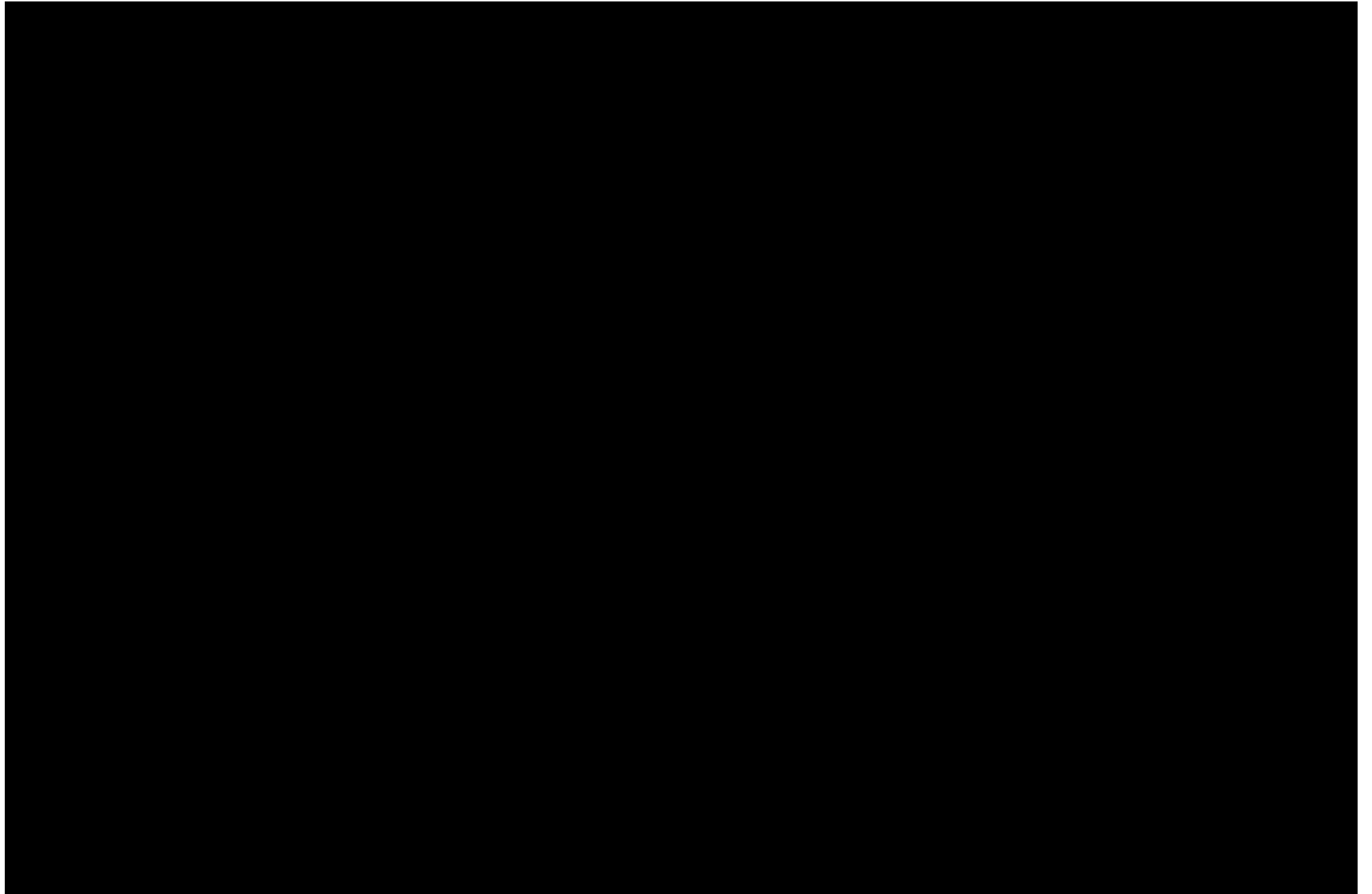




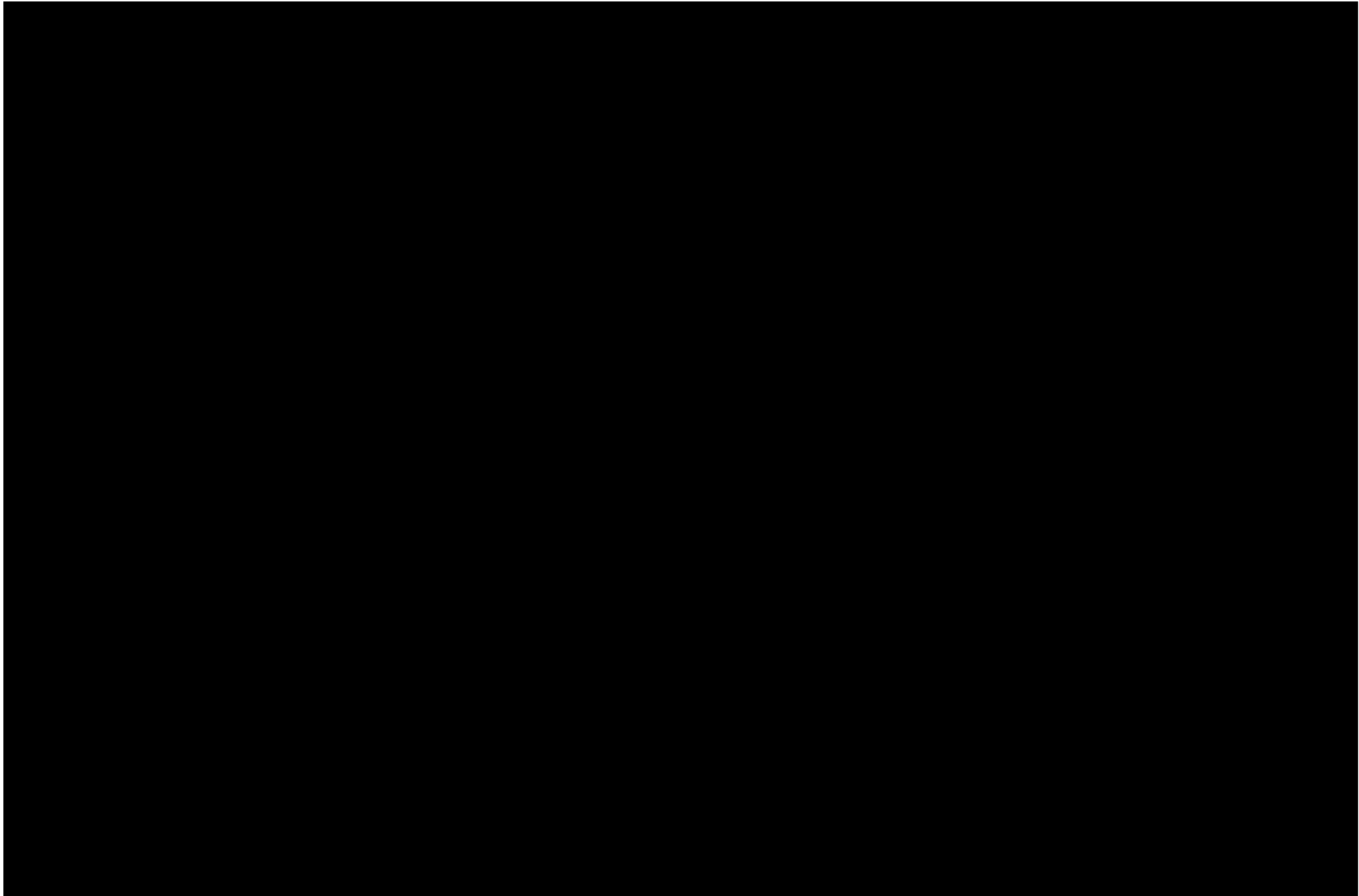
4.4.2 Alternativa 2

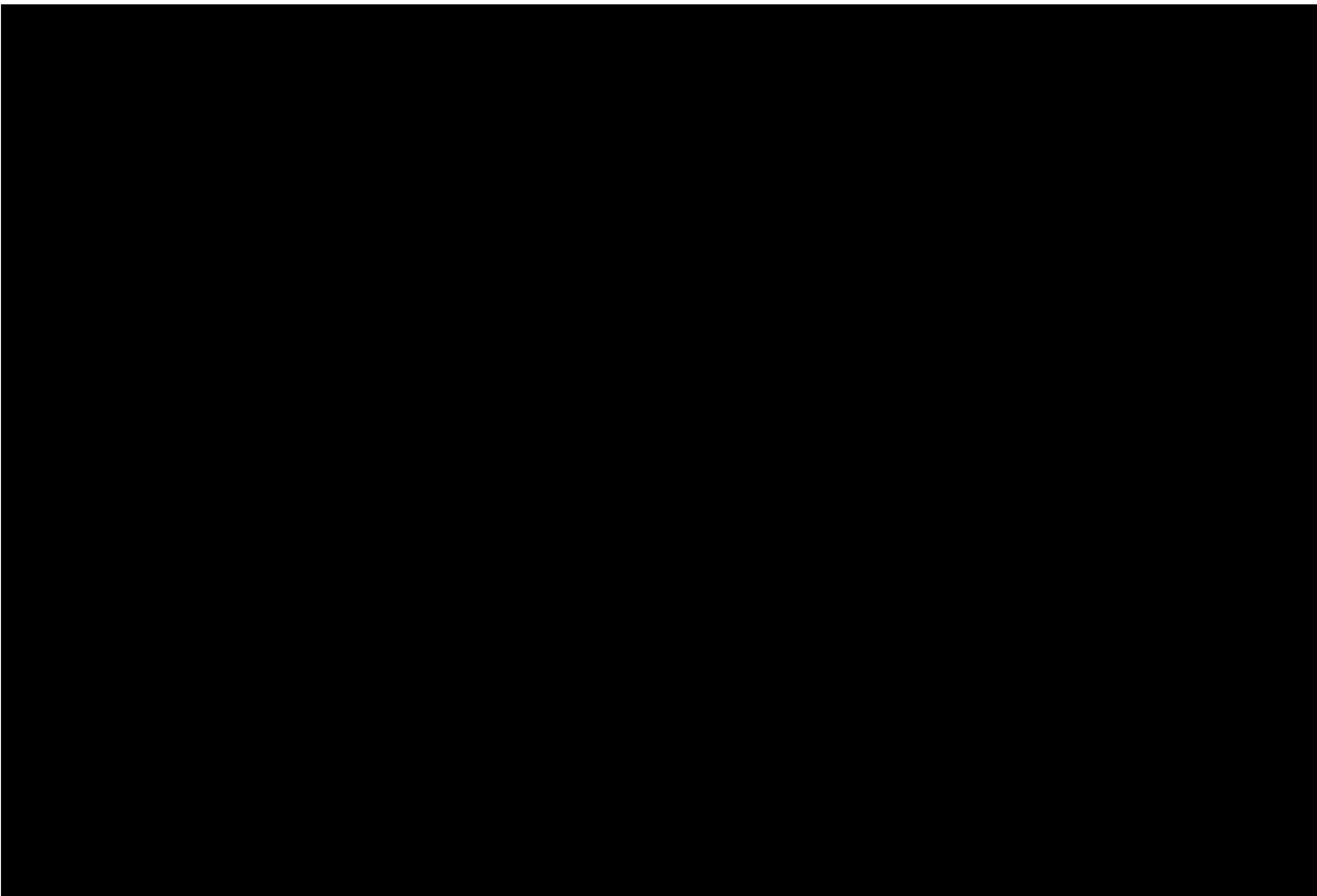


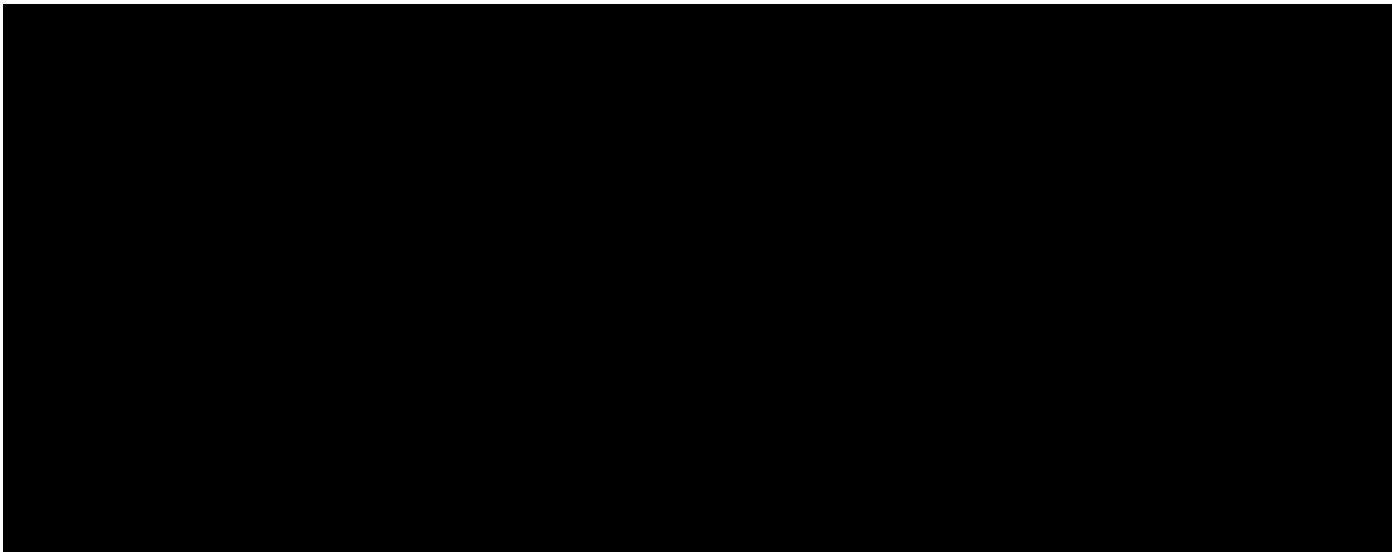




4.4.3 Alternativa 3







5 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO

A continuación, se realiza una breve descripción de la zona de estudio, considerada como el entorno de la zona de actuación que puede verse afectado de manera directa o indirecta por el desarrollo de la actuación proyectada.

En este sentido conviene resaltar que el área de estudio puede ser diferente en función de los elementos del medio potencialmente afectados. Así, para el caso del Patrimonio Cultural, la zona de estudio será aquella directamente afectada por la realización de las tareas de obra civil y movimientos de tierras; para la atmósfera, será aquella en la que existan receptores de los niveles acústicos generados o de las emisiones de contaminantes y partículas producidas; para el paisaje, serán aquellos puntos desde donde pueda divisarse la actuación proyectada.

En los siguientes apartados se incluye información sobre el estado actual de los factores ambientales que pueden verse afectados por el proyecto: la población, la salud humana, la flora, la fauna, la biodiversidad, la geología, el suelo, el subsuelo, el aire, el agua, el medio marino, el clima, el cambio climático, el paisaje, los bienes materiales, el patrimonio cultural.

5.1 CLIMA

5.1.1 Climatología

Para el estudio climático se consultan los datos medidos por la estación meteorológica ubicada en Cuatro Vientos [redacted] y ofrecidos por la AEMET.

La clasificación climática de Köppen identifica como Csa (mediterráneo típico). Se caracteriza por ser una temperatura templada y una época de sequía que coincide con los meses más cálidos, en los que la temperatura media es superior a 22 °C.

Tabla 16. Valores climáticos normales en la estación meteorológica de Cuatro Vientos (Madrid) en la serie de 1981 a 2010. Fuente: AEMET.

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación acumulada (mm)
	Media	Máxima	Mínima	
Enero	6,00	10,4	1,6	34
Febrero	7,60	12,5	2,7	35
Marzo	10,80	16,5	5,1	25
Abril	12,60	18,3	6,8	43
Mayo	16,50	22,6	10,4	50
Junio	22,20	28,9	15,4	24
Julio	25,60	32,8	18,3	12

Mes	Temperatura (°C)			Precipitación acumulada (mm)
	Media	Máxima	Mínima	
Agosto	25,10	32,2	18,1	11
Septiembre	21,00	27,3	14,6	24
Octubre	15,20	20,4	9,9	60
Noviembre	9,80	14,3	5,4	57
Diciembre	6,70	10,7	2,7	53
Año	14,9	20,6	9,3	428

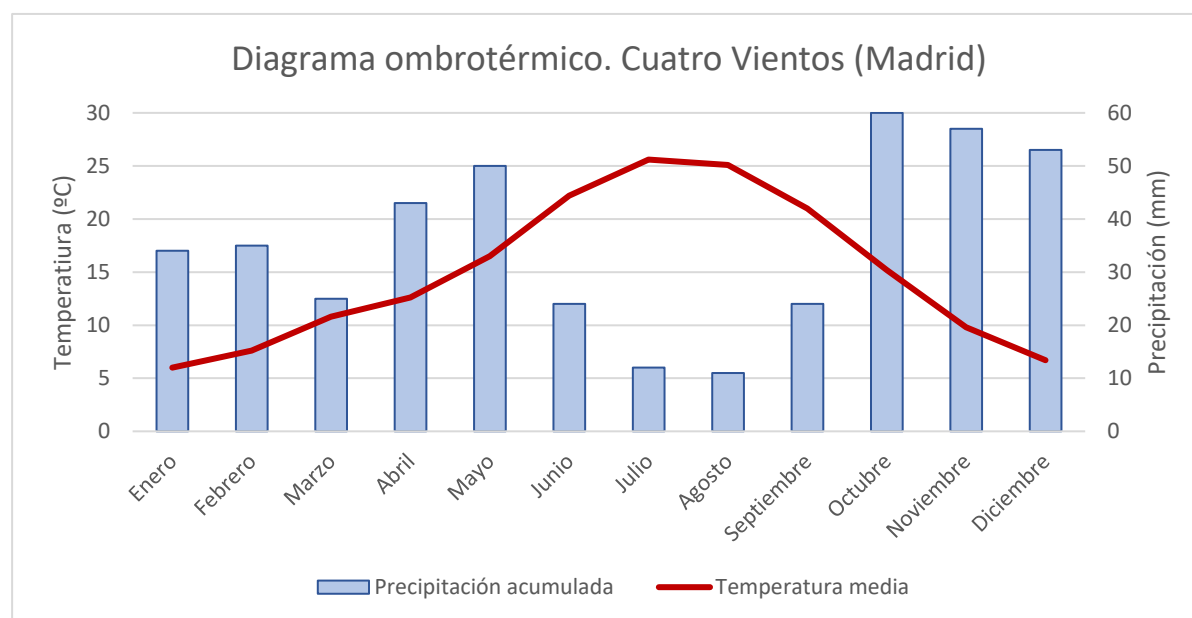


Ilustración 31. Diagrama ombrotérmico a partir de los valores climáticos normales en la estación de Cuatro Vientos (Madrid). Serie 1981-2010.

La siguiente imagen muestra la Rosa de los vientos que soplan en Cuatro Vientos. A lo largo del año predominan los que proceden del oeste y oeste-suroeste, que son más intensos y alcanzan los 15-20 nudos de velocidad, y en segundo lugar los de origen este-noreste, que se mantienen en un máximo de 10-12 nudos.

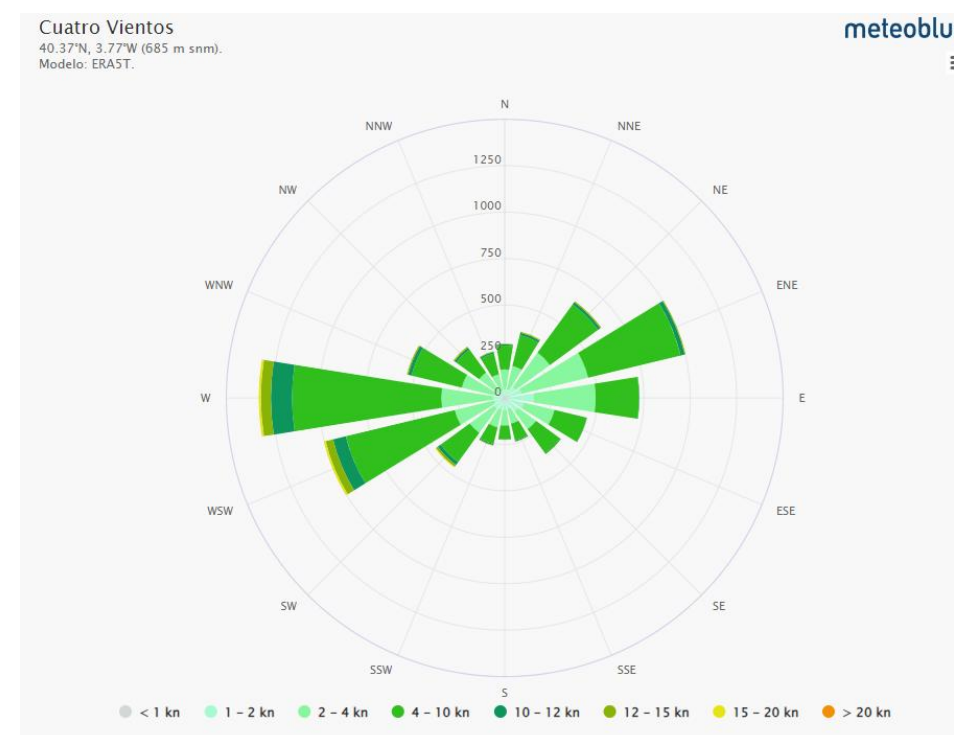


Ilustración 32. Rosa de los vientos de Cuatro Vientos (Madrid). Fuente: Meteoblue

La ciudad constituye la forma más radical de transformación del paisaje natural, y su desarrollo genera un espacio eminentemente antropizado que también afecta a la calidad del aire y al clima: la composición de la atmósfera urbana sufre importantes modificaciones como consecuencia de las emisiones procedentes de multitud de focos de emisión, puntuales (calefacciones domésticas y establecimientos industriales) y difusos, asociados al tráfico rodado. Las variables climáticas propias del área geográfica donde se localiza la ciudad sufren, también, importantes alteraciones como consecuencia del espacio construido: el asfalto, los edificios y el trazado de la red viaria modifican los balances de radiación entre el suelo y el aire, reducen la evaporación, aumentan la escorrentía superficial y disminuyen la velocidad del viento a la vez que aumenta la turbulencia.

5.1.2 Isla de calor

Se denomina isla de calor al aumento de temperatura en entornos urbanos respecto al entorno no urbano por consecuencia de los materiales utilizados en su construcción. En periodos nocturnos se hace más evidente, pues el calor almacenado por el asfalto y los edificios es reemitido a la atmósfera en forma de radiación de onda larga, y aumenta la temperatura del aire varios grados centígrados.

En las siguientes figuras se muestra la caracterización de islas de calor realizada en el Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid (Felipe Fernández García et al. abril 2016) para los barrios localizados en el entorno del ámbito de estudio:

- Buenavista, un barrio del distrito de Carabanchel.
- Cuatro Vientos, un barrio del distrito de Latina.
- San Andrés, un barrio del distrito de Villaverde.

En ellos se incluye una representación de los usos del suelo (en rojo las áreas urbanas y en amarillo las zonas industriales y vías de comunicación), y del índice de impacto de la isla de calor (en azul oscuro se califica el impacto como nulo, y en un gradiente que pasa por el amarillo hasta llegar al rojo se cuantifica el nivel de impacto).

20. BUENAVISTA

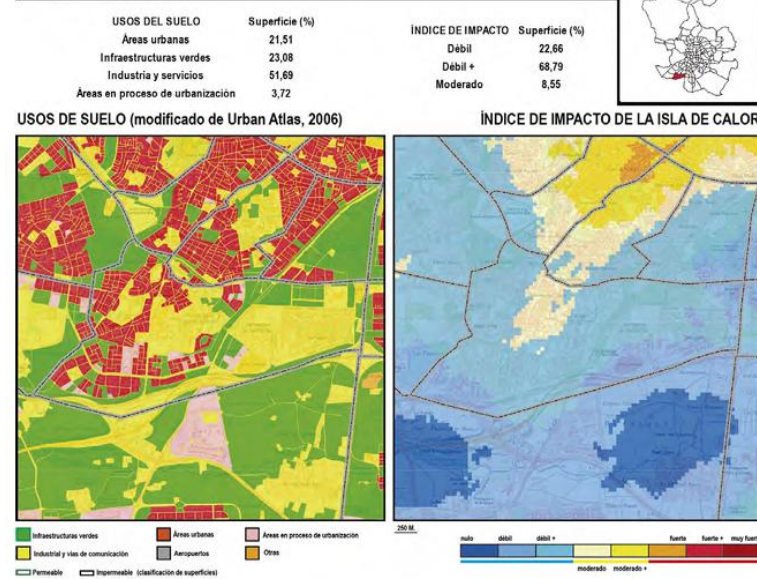


Ilustración 33. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de Buenavista, distrito de Carabanchel. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid

41. CUATRO VIENTOS

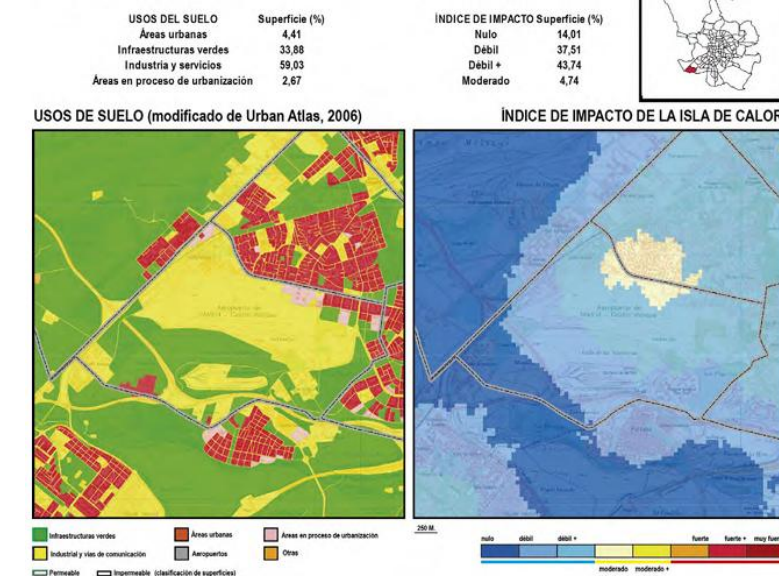


Ilustración 34. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de Cuatro Vientos, distrito de Latina. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid.

106. SAN ANDRÉS

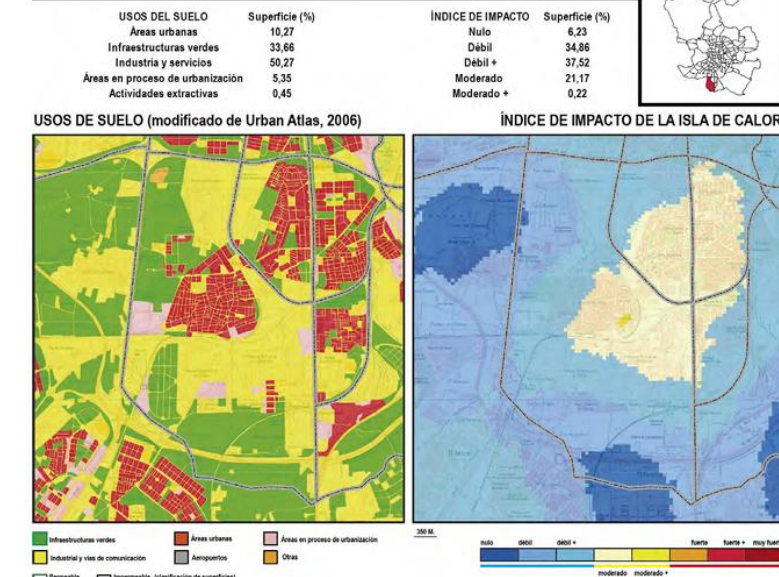


Ilustración 35. Usos del suelo e índice de impacto de las islas de calor en el barrio de San Andrés, distrito de Villaverde. Fuente: Estudio de Detalle del Clima Urbano de Madrid.

5.1.3 Cambio Climático

En este apartado es fundamental introducir un apartado dedicado al progresivo cambio en los valores normales de los elementos climáticos registrados en la región de Madrid, y que se

podrían inferir tienen relación directa con el proceso de cambio climático ligado, fundamentalmente, a las emisiones antrópicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), cuyas fuentes son muy heterogéneas.

Las medidas dirigidas a la reducción de estas emisiones afectan a todos los sectores económicos y a la ciudadanía en general. El marco que regula estas actuaciones encaminadas a la lucha contra el Cambio Climático lo constituye la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. En la Orden TED/132/2022, de 21 de febrero, por la que se adopta el Primer Programa de Trabajo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 se presentan las actuaciones previstas en el tiempo actual (PNACC 2021-2030).

Para la Comunidad de Madrid, las proyecciones muestran un aumento de las temperaturas a lo largo del siglo XXI en todos los escenarios de emisiones evaluados por la AEMET. En los modelos predictivos se distinguen tres Líneas de tendencia con sus respectivos rangos de variabilidad estadística: RCP8,5 representa la tendencia más probable si no se toman medidas y se mantiene la situación actual; mientras que RCP4,5 y RCP6,0 serían unas trayectorias asociadas a acciones de reducción de emisiones, que lograrían disminuir en cierta medida la tendencia alcista en 2040 o en 2080, respectivamente. En 2024, tras más de 10 años de obtener estas previsiones, resulta que se mantiene en el peor de los escenarios: RCP8,5.

En los modelos de previsión de variación de temperatura se calcula que para finales del siglo XXI la media de máximas podría aumentar de 4 a 7°C (Ilustración 36), y la de mínimas podría incrementarse entre 3 y 5°C (Ilustración 37).

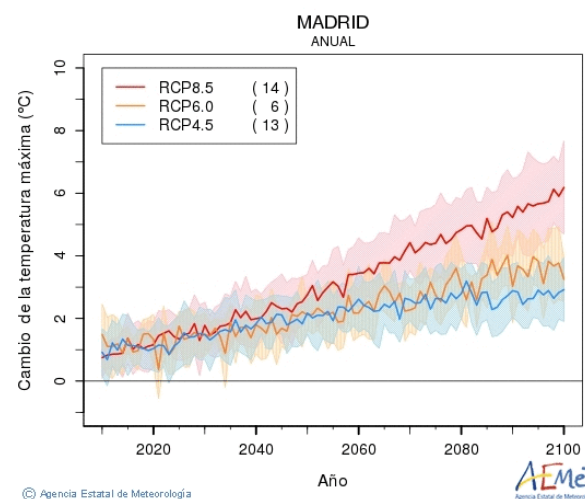


Ilustración 36. Cambio anual de la temperatura mínima

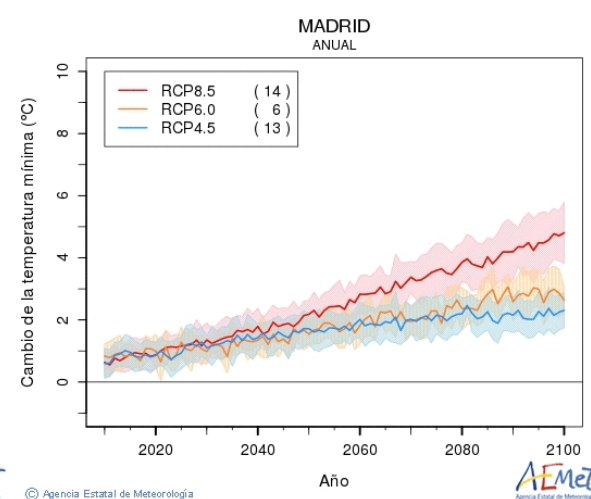


Ilustración 37. Cambio anual de la temperatura máxima.

A finales del siglo XXI se prevé en Madrid un aumento sostenido en el porcentaje de días cálidos de entre el 30 y el 50% (Ilustración 38) y una disminución de entre 20 y 35 días en la cantidad de heladas anuales (Ilustración 39).

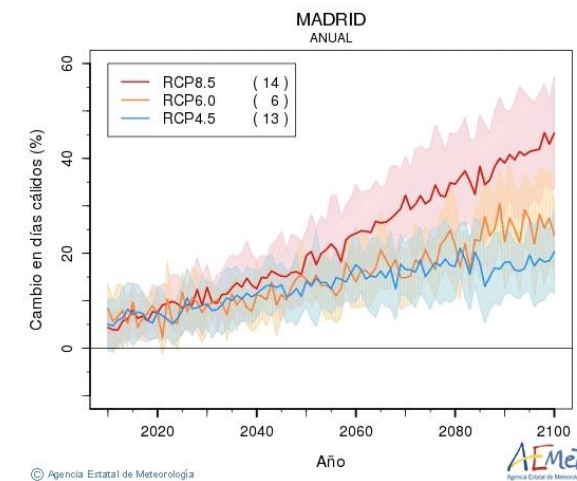


Ilustración 38. Cambio en el porcentaje de días cálidos

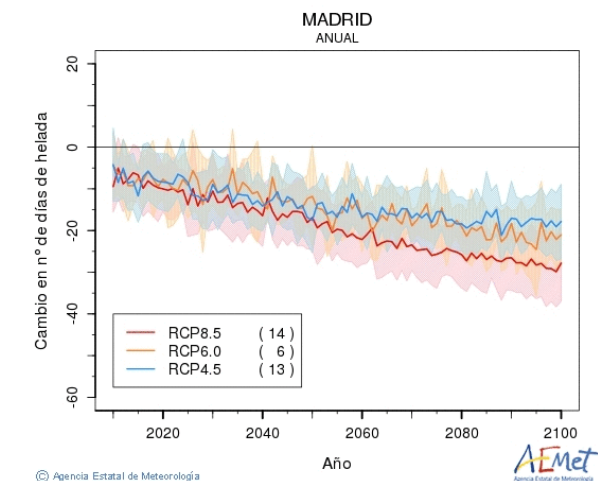


Ilustración 39. Cambio en la duración de las heladas (días)

El incremento sostenido en la media de temperaturas máximas y en el porcentaje de días cálidos implica un aumento de riesgo de olas de calor más largas. Hacia finales de siglo podría alcanzarse un aumento en su duración de entre 10 y 45 días (Ilustración 40), un dato derivado de los anteriores.

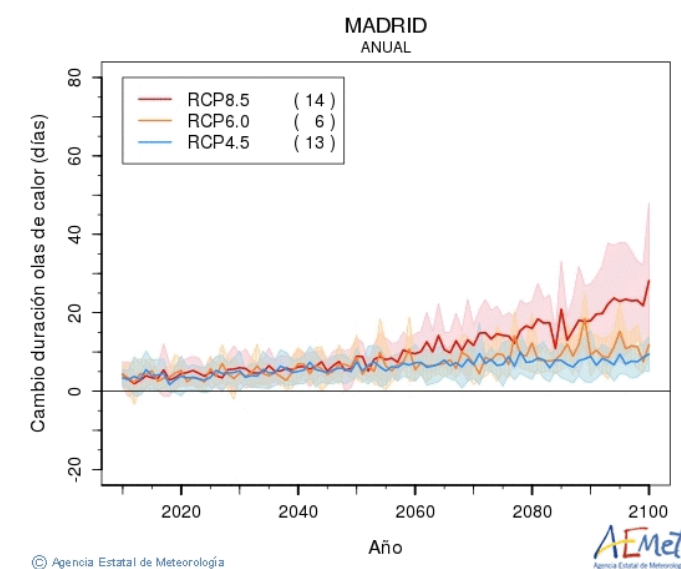


Ilustración 40. Cambio en la duración de las olas de calor (días).

Respecto a las precipitaciones, las proyecciones o estimaciones apuntan a una reducción progresiva que podría suponer hasta un 40% para final del siglo XXI (Ilustración 41), con un

descenso importante en el número de días de lluvia, de hasta 50 (Ilustración 42).

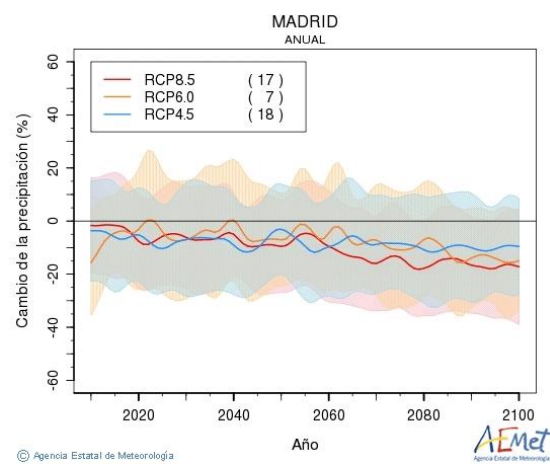


Ilustración 41. Variación en el régimen de precipitaciones.

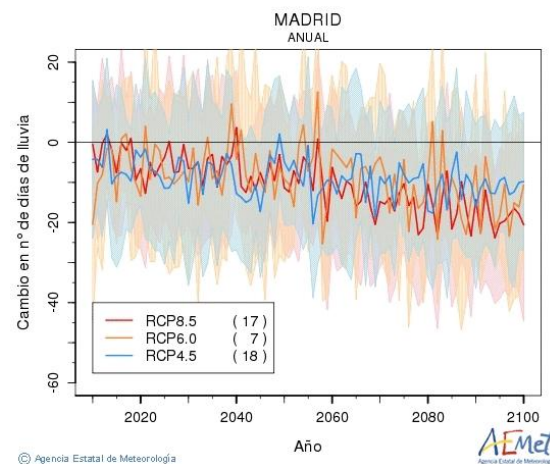


Ilustración 42. Cambio en la cantidad de días de lluvia.

Aunque la tendencia no es clara, también se estima que podría incrementarse la duración de los períodos de sequía (Ilustración 43), y disminuir la proporción de fenómenos de precipitación intensa o torrenciales (Ilustración 44).

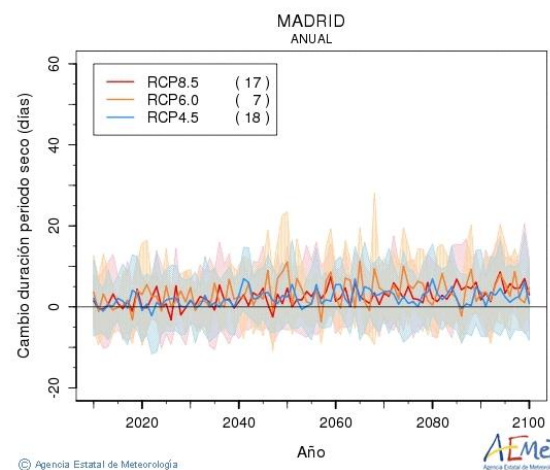


Ilustración 43. Cambio en la duración del periodo de sequía (días).

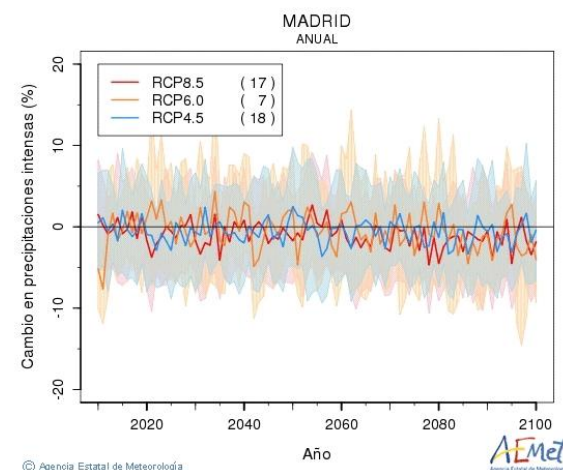


Ilustración 44. Cambio en la proporción de precipitaciones intensas.

5.2 RUIDO Y VIBRACIONES

Es relevante el análisis y diagnóstico de la contaminación acústica. El marco jurídico estatal lo establece la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, y se adapta a la norma local en 2011, en la Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica (OPCAT).

En este estudio se utilizan como referencia las Áreas Acústicas y el Mapa Estratégico del Ruido elaborados por el Ayuntamiento de Madrid. Se expone más detalladamente en los Apéndices 2 y 3.

5.2.1 Áreas Acústicas

Las Áreas Acústicas son zonas del territorio que comparten idénticos objetivos de calidad acústica. Se clasifican en función del uso predominante del suelo, y de esta actividad dependen los valores máximos permitidos de ruido ambiental. Con la representación gráfica de estas Áreas se genera la cartografía de los objetivos de calidad acústica, que facilita la aplicación de valores límite de emisión e inmisión que deben cumplirse. Los tipos de Áreas Acústicas se establecen en el Artículo 7 de la Ley del Ruido, y en esta región son determinadas por el Ayuntamiento de Madrid, que establece las siguientes:

Tabla 17. Tipos de Áreas Acústicas y objetivos de calidad acústica. Fuente: Áreas acústicas de la ciudad de Madrid 2018.

Tipo Área Acústica	Descripción	Objetivo Calidad Acústica, dB (Área Urbanizada Existente - Nuevo Desarrollo)		
		Ld	Le	Ln
A. Residencial	Uso residencial, incluyendo las zonas que son complemento de su habitabilidad: parques urbanos, jardines, zonas verdes destinadas a estancia, áreas para la práctica de deportes individuales, etc.	65-60	65-60	55-50
B. Industrial	Actividades industriales, procesos de producción, logística, almacenes, subestaciones eléctricas, etc.	75-70	75-70	65-60
C. Terciario recreativo y espectáculos	Uso predominante de actividades de recreo: recintos feriales temporales o permanentes, parques temáticos o de atracciones, lugares de reunión al aire libre, sala de conciertos en auditorios abiertos, espectáculos y exhibiciones de todo tipo, con especial mención a las deportivas de competición con asistencia de público, etc.	73-68	73-68	63-56
D. Terciario	Uso predominante de actividades comerciales y de oficinas tanto públicas como privadas, hostelería, hospedaje, restauración, parques tecnológicos con exclusión de las actividades masivamente productivas, incluyendo las áreas de estacionamiento de automóviles que le son propias, etc.	70-65	70-65	65-60
E. Sanitario, docente y cultural	Usos sanitarios, docente y cultural que requieran, en el exterior, una especial protección contra la contaminación acústica: zonas residenciales de reposo o geriatría, grandes	60-55	60-55	50-45

Tipo Área Acústica	Descripción	Objetivo Calidad Acústica, dB (Área Urbanizada Existente - Nuevo Desarrollo)		
		Ld	Le	Ln
	zonas hospitalarias con pacientes ingresados, zonas docentes tales como campus universitarios, zonas de estudio y bibliotecas, centros de investigación, museos al aire libre, zonas museísticas y de manifestación cultural, etc.			
F. Infraestructura de transportes	Infraestructurales de transporte viario, ferroviario y aeroportuario.	*	*	*
G. Espacios naturales que requieren especial protección	Espacios naturales que requieran protección especial contra la contaminación acústica. Debe existir una condición que aconseje su protección, bien sea la existencia de zonas de cría de fauna o de la existencia de especies cuyo hábitat se pretende proteger.	-	-	-
Pendientes de calificación acústica (PCA)	Sectores del municipio que carecen de un uso actual o previsto determinado.	-	-	-
Zonas de transición (ZT)	Sectores del territorio que se interponen entre áreas acústicas cuyos objetivos de calidad difieren en más de 5 dB(A), con el fin de acomodar la diferencia de calidad acústica y evitar la aparición de molestias por ruido. En el caso de que se dispongan zonas verdes para obtener distancia entre las fuentes sonoras y las áreas residenciales, no se podrán considerar de estancia.	-	-	-
Suelo No Urbanizable (SNU)	Sectores clasificados como suelo no urbanizable de protección.	-	-	-

Niveles de ruido: Ld: durante el día, entre las 7:00 y las 19:00.
Le: durante la tarde, entre las 19:00 y las 23:00.
Ln: durante la noche, entre las 23:00 y las 7:00.

* En el límite perimetral no debe superarse el Objetivo de Calidad Acústica aplicable a las Áreas Acústicas colindantes.

En esta zona aparecen los siguientes tipos de Áreas Acústicas:

- Residencial Urbanizada Existente (A), con límite de ruido diurno 65 dB y nocturno 55 dB.
- Terciario Urbanizada Existente (D), con límite de ruido diurno 70 dB y nocturno 65 dB. Es
- Infraestructura de transportes (F), que en su límite perimetral debe respetarse los Objetivos del Calidad Acústica de las Áreas Acústicas colindantes.

- Suelo No Urbanizable (SNU)

5.2.2 Mapa de ruido

De los Mapas de Ruido se detecta que las principales fuentes emisoras de ruido en esta zona son las vías de alta capacidad y, en menor media, el aeropuerto de Cuatro Vientos.

Según el Mapa Estratégico de Ruidos de Madrid en 2021 las zonas de mayor emisión de ruidos durante el día son las vías de tráfico rodado de alta capacidad, destacando la autovía M-40 y la autovía del suroeste (A-5), que llegan a superar los 75 dB(A), y generan (especialmente la M-40) una zona de afección a su alrededor de entre 60 y 65 dB(A). Por la noche estos valores descienden, manteniéndose estas carreteras en 70-75 dB(A) y su área de afección descendiendo por debajo de los 55-60 dB(A). En las zonas residenciales el nivel de ruido se mantiene en valores adecuados.

Comparando la cartografía de las áreas acústicas delimitadas y los mapas estratégicos de ruido, todas las zonas mantienen unos niveles de ruido adecuados a su uso.

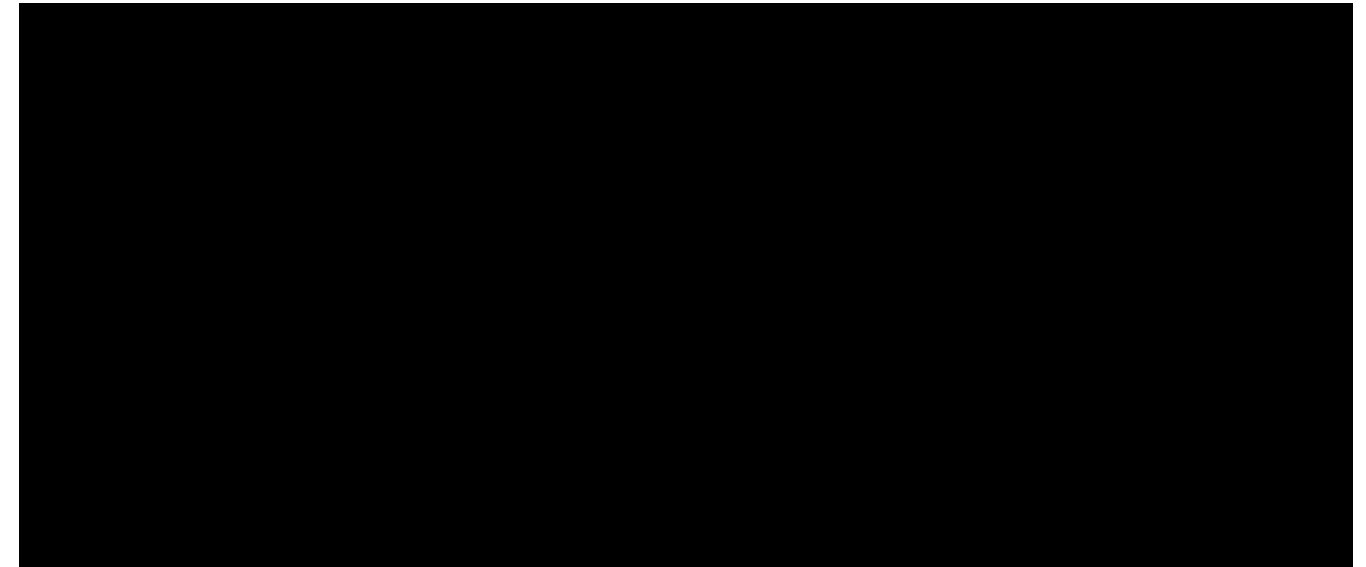
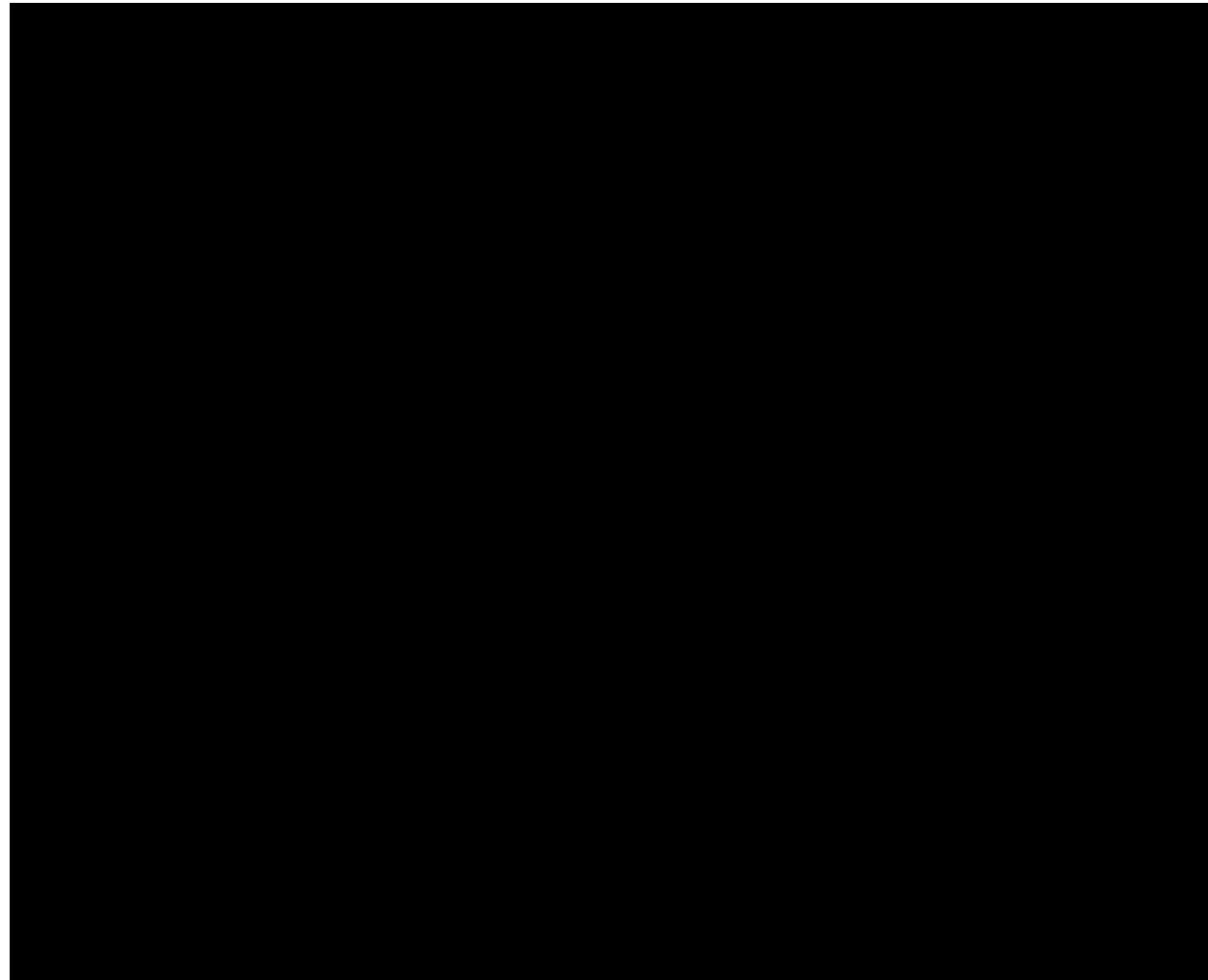


Ilustración 45. Mapa de ruido de la zona de estudio

5.2.3 Estudio de vibraciones

Para poder llevar a cabo este estudio, primeramente, se ha analizado la normativa de aplicación, y concluyendo con el uso del indicador Law y sus valores máximos admisibles correspondientes, se han identificado los receptores sensibles, la fuente futura objeto de este proyecto, se ha realizado una campaña de mediciones para caracterizar el terreno desde el punto de vista vibratorio y comprobar el grado de afección causada por la situación futura para el tramo de ampliación que se contempla.

Se proponen 4 puntos de medición de la situación vibratoria actual y así proceder a la caracterización del terreno.



Para obtener información sobre los niveles ambientales actuales, las mediciones se realizaron en el exterior de los edificios, lo que, aunque no cumple con los procedimientos legislativos para interiores, permite hacerse una idea de la situación vibratoria preoperacional de la zona. Los resultados indican que en el punto PMV2 los niveles son relativamente bajos, posiblemente debido

En cambio, en el punto PMV1 se registran niveles más altos, superando los 75 dB, lo que puede atribuirse

Las frecuencias más relevantes se sitúan entre 25 y 80 Hz, superiores a las esperadas para vías en placa con sistema de bloques. En los puntos PMV3 y PMV4, no se detectaron niveles significativos.

Basándose en los resultados obtenidos en el estudio, presentado más detalladamente en el Apéndice 3, se concluye que, en las condiciones analizadas, se recomienda de medidas protectoras para cumplir con la legislación vigente.

5.3 CALIDAD DEL AIRE

La Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y su desarrollo, establece el marco legislativo de regulación de la contaminación atmosférica. El Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, así como sus modificaciones posteriores, regulan los niveles admisibles para los diferentes contaminantes atmosféricos.

Tabla 18. Límites de concentración de contaminantes en la atmósfera establecidos por la legislación.

Contaminante	Valor límite	Descripción
Dióxido de azufre (SO ₂)	Media en 1 h: 350 µg/m ³ . No debe superarse más de 24 veces al año.	

Contaminante		Valor límite	Descripción
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)		Media en 1 h: 200 µg/m ³ . No debe superarse más de 18 veces al año.	Tráfico rodado: directamente NO ₂ , y por oxidación de NO a NO ₂ .
Partículas en suspensión	PM ₁₀	Media diaria: 50 µg/m ³ . No debe superarse más de 35 veces al año.	Combustión de sistemas de calefacción de edificios. Tráfico rodado.
	PM _{2,5}	Media anual: 25 µg/m ³ .	Aportes de origen natural, como partículas procedentes del desierto del Sáhara
Ozono (O ₃)		Máx. diaria de las medias móviles octohorarias: 120 µg/m ³ . No debe superarse más de 25 días/año, promediados en un periodo de 3 años. Umbral valor medio en 1 h: de información: 180 µg/m ³ . de alerta 240 µg/m ³ .	Muy peligroso en la troposfera.
Monóxido de carbono (CO)		Máx. diaria de las medias móviles octohorarias: 10 mg/m ³ .	Tráfico rodado
Benceno (C ₆ H ₆), B(a)P		Media anual: 5 µg/m ³	Tráfico en ciudades. Carácter carcinógeno.

La mayor concentración de población del Estado español se da en la ciudad de Madrid y su área metropolitana. Esto supone un enorme foco emisor de GEI.

Las principales fuentes de emisión proceden de:

- Climatización de edificios, en especial sectores residencial y servicios.
- Tráfico rodado, por la quema de combustibles fósiles.
- Actividades industriales y gestión de residuos.

Se consultan tres estaciones:

- Villaverde. Ubicada en el distrito de Villaverde, en la calle Juan Peñalver. Es una estación urbana de fondo, que es representativa de la exposición de la población urbana en general.
- Farolillo. En el distrito de Carabanchel, en el encuentro entre la calle Farolillo y la calle Ervigio. Es una estación urbana de fondo, con un punto de muestreo manual de PM_{2,5}.
- Plaza Elíptica. En el distrito de Carabanchel, en el encuentro de Plaza Elíptica con Avenida Oporto. Es una estación urbana de tráfico, por lo que el nivel de contaminación que mide responde principalmente a las emisiones de una carretera próxima.

En la Tabla 19 se especifican el tipo de contaminantes medidos en cada estación.

Tabla 19. Contaminantes atmosféricos medidos en cada estación.

Estación	NO ₂	SO ₂	CO	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	BTX	Metales	B(a)P
Villaverde	X					X			
Farolillo	X			X	X	X	X		
Plaza Elíptica	X		X	X	X				

En la Tabla 20 se recogen los datos medidos en las estaciones más cercanas a la zona del Proyecto.

Tabla 20. Mediciones de contaminación atmosférica en el año 2023.

	Villaverde	Farolillo	Plaza Elíptica
NO₂ - Límite horario: 200 µg/m³. Máximo 18 horas/año. Límite anual: 40 µg/m³. Umbral de alerta: 400 µg/m³. 3 horas consecutivas en área > 100 km².			
Concentración media anual (µg/m ³). Máx. 40 µg/m ³	36	27	36
Horas al año con valor superior al límite horario. Máx. 18 h	0	0	0
Veces superado umbral de alerta	0	0	0
Concentración máxima horaria (µg/m ³)	-	-	195
CO - Límite diario: 10 mg/m³.			
Concentración media octohoraria (µg/m ³). Máx. 10 mg/m ³	-	-	0,3
Concentración máxima octohoraria (µg/m ³)	-	-	1,3
PM₁₀ - Límite diario: 50 µg/m³. Máximo 35 días/año. Límite anual: 40 µg/m³.			
Días al año con valor superior al límite diario. Máx. 35 días	-	3	7
Concentración media diaria (µg/m ³). Máx. 40 µg/m ³	-	20	24
Máximo diario (µg/m ³)	-	81	77
PM_{2,5} - Límite anual: 25 µg/m³.			
Concentración media diaria (µg/m ³). Máx. 25 µg/m ³	-	12*	12
Máximo diario (µg/m ³)	-	-	26
O₃ - Umbral de información: 180 µg/m³. Umbral de alerta: 240 µg/m³. Valor objetivo: máximo diario 120 µg/m³. Máximo 25 días/año en 3 años.			
Concentración media diaria (µg/m ³). Máx. 25 µg/m ³	52	55	-
Valor objetivo:			
Días superados 120 µg/m ³ en 2023. Máx. 25 días.	19	31	-
Promedio en 3 años (2021-2023). Máx. 25 días.	17	19	-
Máxima concentración horaria. Máx. 180 µg/m ³	177	196	-
Benceno (C₆H₆), B(a)P - Límite anual: 5 µg/m³.			
Concentración media anual (µg/m ³). Máx. 5 µg/m ³	-	0,4	-
Concentración máxima horaria (µg/m ³).	-	9,9	-

* Punto de muestreo manual de PM_{2,5} en la estación de Farolillo.

5.4 GEOLOGÍA - EDAFOLOGÍA

La Comunidad de Madrid se encuentra en la cuenca terciaria del Tajo, contenida por el norte y el noroeste por el Sistema Central, al este por la Sierra de Altamira y al sur los Montes de Toledo.

5.4.1 Geomorfología

La sucesión topográfica de la Comunidad de Madrid evoluciona desde las rampas y laderas de

la sierra que dominan el norte y noroeste, hasta las llanuras y aluviales del río Jarama por el sudeste, que es afluente del río Tajo.

El ámbito de estudio se sitúa en un estrato intermedio de campiñas de sustitución del páramo, entre las rampas finales de la sierra y las vertientes de los cauces principales. El perfil del terreno es ligeramente ondulado, y en el modelado del territorio tiene gran relevancia la red hidrológica.

En esta zona se asientan los restos de la erosión de la sierra por efecto de las precipitaciones, que son arrastrados por la corriente y sedimentan en esta amplia llanura. Se distinguen tres unidades, en función de su cercanía con los cauces fluviales.

- Vertientes, barrancos y vaguadas de arenas arcósicas de grano medio o fino, limos y arcillas ocreas claras.
- Glacis de arenas cuarzo-feldespáticas con gravas y cantos.
- Fondos de valle de arenas cuarzo-feldespáticas, arcillas y limos arenosos con gravas dispersas.

5.4.2 Litología

El Proyecto se ubica en la zona central de la Cuenca del Tajo, en la denominada Cuenca de Madrid, donde dominan los materiales terciarios y cuaternarios.

El Mapa Geológico Nacional (MAGNA) elaborado por el Instituto Geológico y Minero de España identifica las unidades litológicas presentes. La litología de esta región es consecuencia del depósito de sedimentos arenosos arrancados de las zonas montañosas de granitos y gneises y arrastrados por la corriente hasta sedimentar. En concreto, la zona del Proyecto se ubica sobre arenas arcósicas de grano medio o fino, limos y arcillas marrones, originarios del mioceno medio.

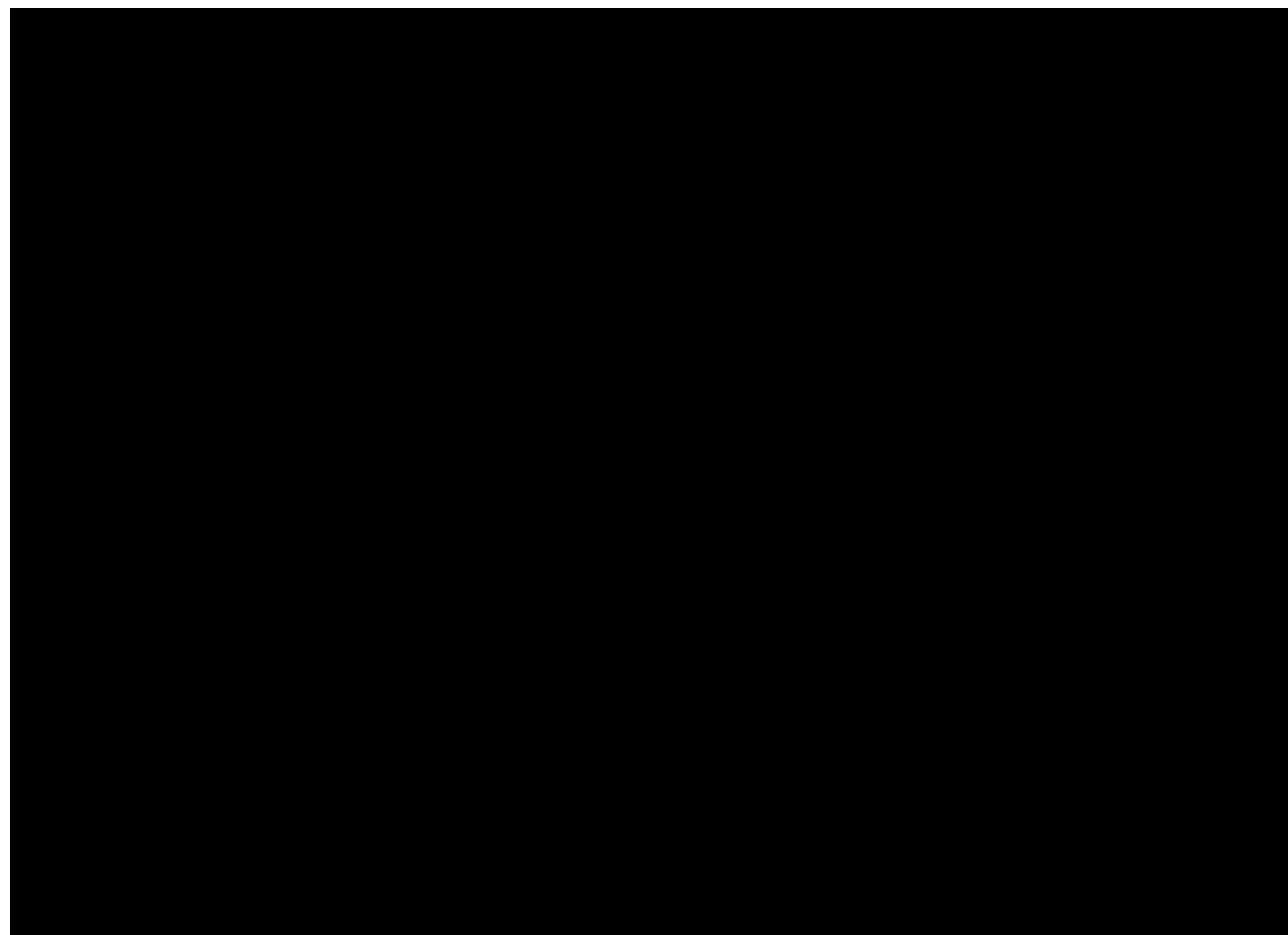
Según el mapa litoestratigráfico de la cuenca hidrográfica del Tajo, en esta zona se encuentran arcosas, a veces con cantos, junto con lutitas, margas, calizas y, localmente, sílex y yeso. Se trata de rocas detríticas con permeabilidad media.

5.4.3 Edafología

Según el mapa de Suelos de la Comunidad de Madrid, que sigue la sistemática Soil Taxonomy de 1998, se identifican en esta región una superficie de suelo urbano en el área construida, y

otra zona de alfisoles. Estos son suelos propios de regiones en que se alternan un periodo lluvioso y fresco que propicia el lavado de los horizontes superiores de carbonatos y arcillas, con periodos de sequía que permiten la floculación de estos elementos y su acumulación en un horizonte Bt. En condiciones xéricas como las que se dan en esta región la capa superior es dura y maciza en seco, y de esta característica recibe su nombre el suborden presente aquí: xeralf.

Estos suelos, llamados luvisoles según la FAO y alfisoles según la Soil Taxonomy, acumulan arcillas a cierta profundidad por lo que son adecuados para suministrar agua a las plantas mesófilas.



5.5 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

5.5.1 Hidrología superficial

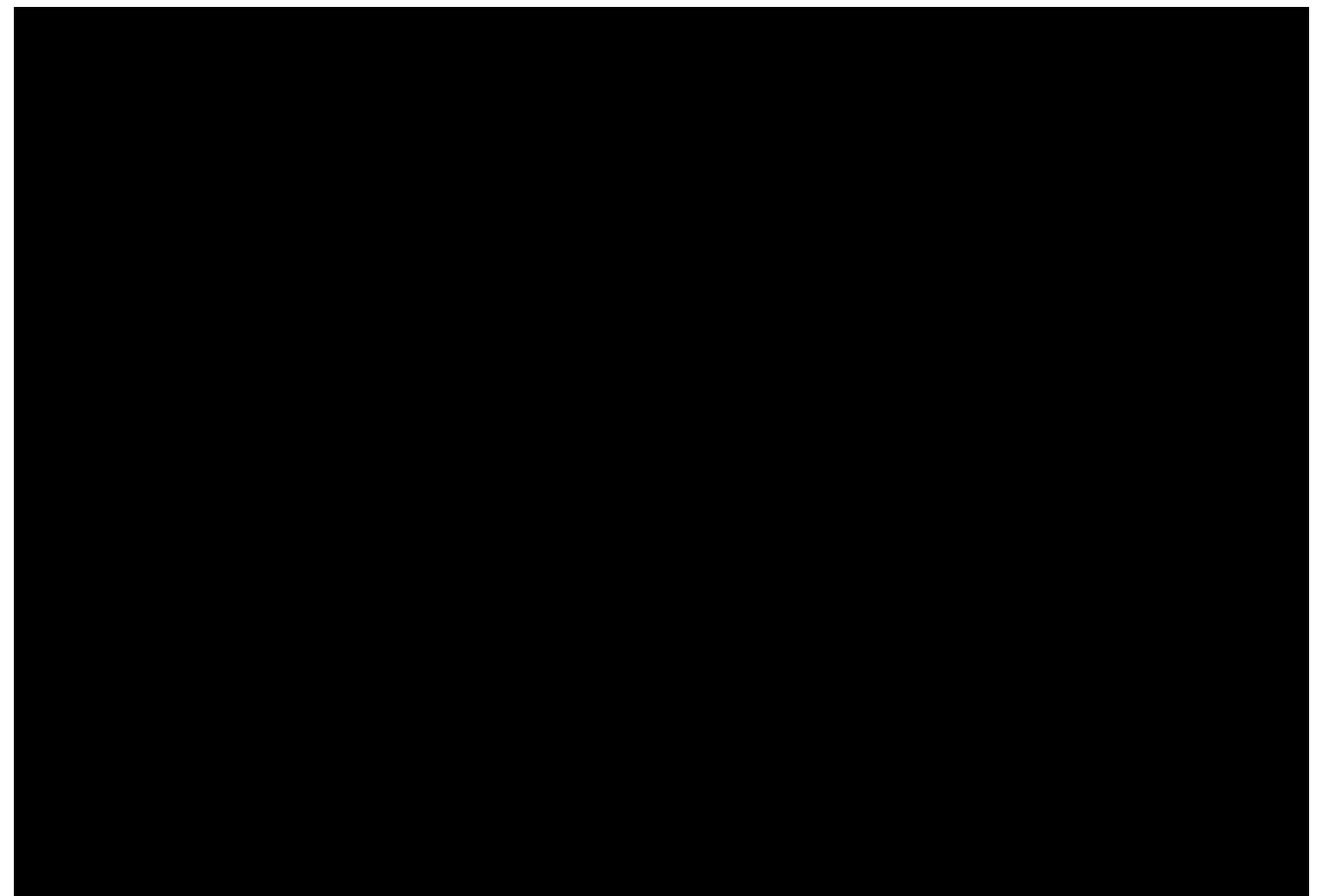
En la red hidrológica destaca por su importancia el río Manzanares, que atraviesa la ciudad de Madrid en sentido NO-SE.

El río Manzanares nace en la sierra de Guadarrama, en el ventisquero de la Condesa. Surca la Comunidad de Madrid durante 92 kilómetros, y atraviesa en su curso medio y bajo la ciudad de

Madrid, en un tramo canalizado e interrumpido por presas que regulan sus aguas para garantizar un flujo constante y permitir usos recreativos. Desemboca en el río Jarama al llegar al término municipal de Rivas-Vaciamadrid, uno de los principales afluentes del río Tajo.

En la zona de estudio aparecen algunos arroyos de menor importancia, entre los que cabe mencionar por su cercanía el arroyo Butarque, también conocido como arroyo de la Canaleja. Atraviesa por el sur de la zona de estudio, al otro lado de la autovía M-40. Nace en el entorno de Boadilla del Monte, y avanza con dirección NO-SE en su tramo inicial hasta llegar a Alcorcón, donde cambia su dirección a O-E para atravesar los términos municipales de Leganés (por las cercanías del barrio de la Fortuna) y Madrid, donde es encauzado hasta su desembocadura en el río Manzanares. En su recorrido atraviesa el Parque Lineal Arroyo Butarque, un pequeño bosque de ribera, y sus aguas alimentan el lago de Butarque.

La red hidrográfica está muy alterada por la actividad antrópica (vertidos), y por la urbanización del territorio y encauzamiento de los cauces.



5.5.2 Hidrología subterránea

Bajo la ciudad de Madrid se encuentra un acuífero de 2.600 km² formado entre 23 y 5 millones de años atrás. Es el acuífero terciario detrítico, que alcanza profundidades de casi 3.000 metros.

La zona de estudio se encuentra sobre la masa de agua subterránea de Madrid Guadarrama-Manzanares, que se identifica con el código 030.011. Se ubica entre los ríos que le dan nombre (Guadarrama al oeste y Manzanares al este), la sierra de Guadarrama al norte y la provincia de Toledo al sur. Se extiende por una superficie de 896 km², por un territorio en el que se distinguen 4 usos del suelo: urbano (29.254 m²), agrario de secano (32.868 m²) y de regadío (2.273 m²), y uso forestal (13.571 m²).

La zona de estudio pertenece también a la unidad hidrogeológica Madrid-Talavera, identificada con el código 03.05.

5.6 DERECHOS MINEROS

Como parte del análisis del estudio del medio físico y de subsuelo, se ha consultado formalmente a los órganos competentes de la Comunidad de Madrid respecto a la existencia de derechos mineros o concesiones extractivas en el área de influencia del proyecto.

La respuesta oficial recibida indica que no existen derechos mineros vigentes en la zona objeto de estudio. Por tanto, se concluye que no hay afección por actividades extractivas mineras, minimizando los riesgos vinculados al subsuelo.

5.7 VEGETACIÓN

5.7.1 Vegetación potencial

En base al mapa de Series de Vegetación, se establece la serie dominante en la zona de actuación, siendo esta la *Serie 24ab: Serie supra-mediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico alcarreña y leonesa silicícola de la encina (Quercus rotundifolia). Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

ETAPAS DE REGRESION Y BIOINDICADORES. SERIES 24a, 24b, 24d, 24f. Ge. ENCINARES IBEROATLANTICOS SUPRA(MESO)MEDITERRANEOS				
Nombre de la serie	24a. Guadarrámico-Ibérica (supra-meso) silicícola de la encina	24b. Salmantino-leonesa (supra-meso) silicícola de la encina	24d. Nevadense (supra-meso) silicícola de la encina	24f. Bética de la encina
Arbol dominante	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>	<i>Quercus rotundifolia</i>
Nombre fitosociológica	<i>Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum</i>	<i>Genisto hystrix-Querceto rotundifoliae sigmetum</i>	<i>Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae sigmetum</i>	<i>Berberidi hispanicae-Querceto rotundifoliae sigmetum</i>
I. Bosque	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Lonicera etrusca</i> <i>Paeonia broteroi</i>	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Genista hystrix</i> <i>Daphne gnidium</i> <i>Hyacinthoides hispanica</i>	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Adenocarpus decorticans</i> <i>Juniperus oxycedrus</i> <i>Ruscus aculeatus</i>	<i>Quercus rotundifolia</i> <i>Berberis hispanica</i> <i>Ruscus aculeatus</i> <i>Helleborus foetidus</i>
II. Matorral denso	<i>Cytisus scoparius</i> <i>Retama sphaerocarpa</i> <i>Genista cinerascens</i> <i>Adenocarpus aureus</i>	<i>Genista hystrix</i> <i>Cytisus multiflorus</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Adenocarpus decorticans</i> <i>Cytisus scoparius</i> <i>Cytisus grandiflorus</i> <i>Retama sphaerocarpa</i>	<i>Berberis hispanica</i> <i>Cytisus reverchonii</i> <i>Amelanchier ovalis</i> <i>Lonicera arborea</i>
III. Matorral degradado	<i>Cistus ladanifer</i> <i>Lavandula pedunculata</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Helichrysum serotinum</i>	<i>Cistus ladanifer</i> <i>Halimium ocymoides</i> <i>Helichrysum serotinum</i> <i>Halimium viscosum</i>	<i>Cistus ladanifer</i> <i>Lavandula pedunculata</i> <i>Halimium viscosum</i> <i>Cistus salvifolius</i>	<i>Dianthus brachyanthus</i> <i>Salvia oxyodon</i> <i>Erinacea anthyllis</i> <i>Arenaria armerina</i>
IV. Pastizales	<i>Stipa gigantea</i> <i>Agrostis castellana</i> <i>Poa bulbosa</i>	<i>Stipa gigantea</i> <i>Agrostis castellana</i> <i>Poa bulbosa</i>	<i>Festuca granatensis</i> <i>Agrostis castellana</i> <i>Tuberaria guttata</i>	<i>Festuca granatensis</i> <i>Festuca hystrix</i> <i>Brachypodium ramosum</i>

Ilustración 52. Series ambientales 24ab. Fuente: Memoria de Series de Vegetación de España, Rivas-Martínez 1987.

5.7.2 Vegetación actual

La vegetación potencial mencionada anteriormente no se encuentra en la zona de actuación, ya

que se trata de una zona completamente modificada. Actualmente presenta un carácter urbano, donde la vegetación se limita a las zonas ajardinadas, arbolado urbano y zonas no edificadas que puedan presentar vegetación esporádica que no se correspondería con la vegetación potencial.

5.7.3 Arbolado y Zonas Verdes

Puesto que el proyecto se desarrolla sobre suelo urbano es necesario tener en consideración las normas relativas a la protección del arbolado urbano, estipuladas en la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid.

Los artículos aplicables son los siguientes:

“Artículo 1 Objeto y ámbito de aplicación:

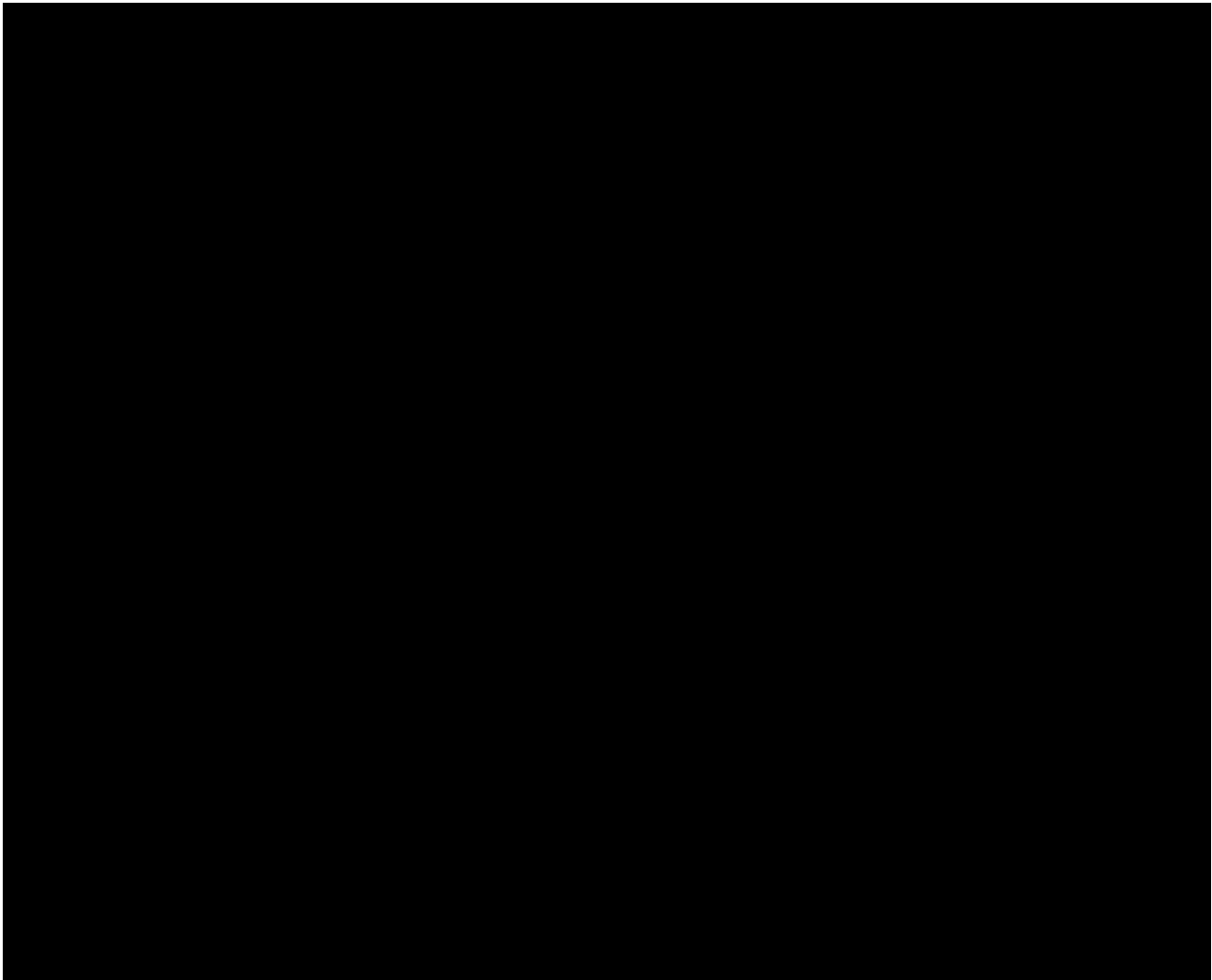
Constituye el objeto de la presente Ley el fomento y protección del arbolado urbano como parte integrante del patrimonio natural de la Comunidad de Madrid.

Las medidas protectoras que establece esta Ley se aplicarán a todos los ejemplares de cualquier especie arbórea con más de diez años de antigüedad o veinte centímetros de diámetro de tronco al nivel del suelo que se ubiquen en suelo urbano.

Artículo 2 Prohibición de tala:

- 1. Queda prohibida la tala de todos los árboles protegidos por esta Ley.*
- 2. Cuando este arbolado se vea necesariamente afectado por obras de reparación o reforma de cualquier clase, o por la construcción de infraestructuras, o por su presencia en el interfaz urbano forestal, se procederá a su trasplante.*
- 3. En aquellos casos en los que la tala sea la única alternativa viable se exigirá, en la forma en que se establezca, la plantación de un ejemplar adulto de la misma especie por cada año del árbol eliminado.*
- 4. El autor de la tala deberá acreditar ante el órgano competente, por cualquiera de los medios aceptados en derecho: El número, la especie, la fecha y el lugar en que se haya llevado a cabo la plantación de conformidad con la autorización de la tala, informando, durante el año siguiente a la plantación del nuevo árbol, sobre su estado y evolución.*
- 5. A los efectos de la presente Ley tendrán la consideración de tala el arranque o abatimiento de*

árboles...”

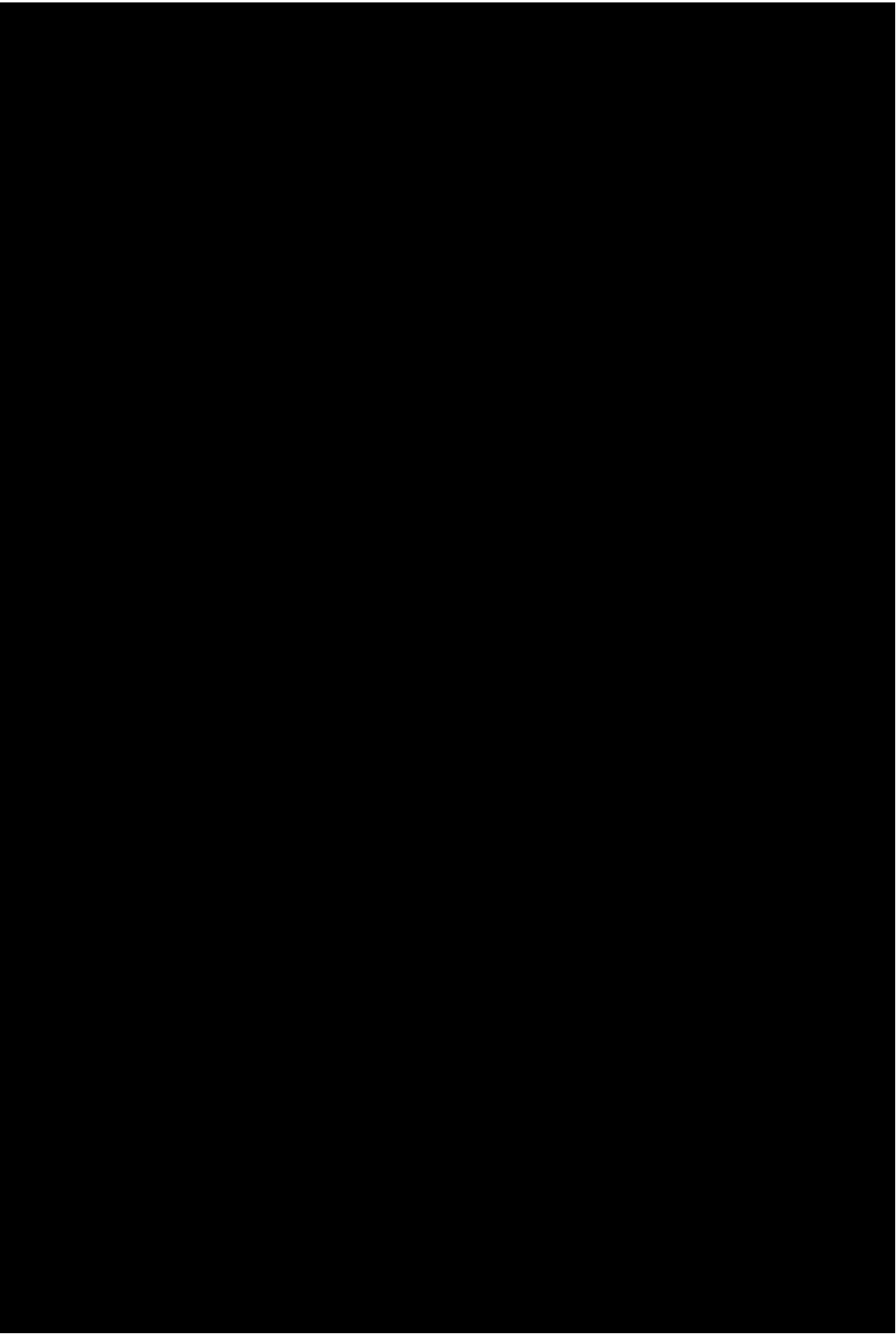


En el Apéndice nº4: Inventario de arbolado, aparece un estudio detallado de los ejemplares afectados por las tres alternativas, el cual se incluye a continuación:

Tabla 21. Listado de arbolado afectado en la zona de actuación

ALTERNATIVA	Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EDAD ESTIMADA	PERIMETRO (cm)	ALTURA (m)	ESTADO
1	1	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	2	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	3	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	4	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	5	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	6	Platanus hipánica	Plátano de sombra	-	66	10	Bueno
	7	Platanus hipánica	Plátano de sombra	-	39	9	Bueno
	8	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	9	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	10	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	11	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	12	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	13	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	14	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	15	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	16	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		49	6,5	Bueno
	17	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		97	8	Bueno
	18	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		40	4,5	Bueno
	19	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	3	Bueno
	20	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		16	4,5	Bueno
	21	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	4	Bueno
	22	Magnolia grandiflora	Magnolio		26	4	Bueno
	23	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		14	3,5	Bueno
	24	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		66	6	Bueno
	25	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	3,25	Bueno
2	1	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	2	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	3	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	4	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	5	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	6	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	7	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	8	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	9	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	10	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	11	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	12	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	13	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	14	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	15	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	16	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	17	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido

ALTERNATIVA	Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EDAD ESTIMADA	PERIMETRO (cm)	ALTURA (m)	ESTADO
	18	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocid
	19	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocid
	20	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocid
3	1	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	2	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	165	15	Bueno
	3	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	72	10	Bueno
	4	Ulmus pumila	Olmo	-	235	15	Bueno
	5	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	76	9,5	Bueno
	6	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	135	14	Bueno
	7	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	131	12	Bueno
	8	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	116	11,5	Bueno
	9	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	63	8	Bueno
	10	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	89	9	Bueno
	11	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	25	4	Bueno
	12	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	25	3,75	Bueno
	13	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	54	4	Bueno
	14	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	29	3,5	Bueno
	15	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	51	3,5	Bueno
	16	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	39	3	Bueno
	17	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	48	3,5	Bueno
	18	Ilex aquifolium	Acebo	-	51	2,25	Bueno
	19	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	45	3,5	Bueno
	20	Celtis australis	Almez	-	45	6,5	Bueno
	21	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	75	10	Bueno
	22	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	96	10	Bueno
	23	Fraxinus excelsior	Fresno común	-	33	3,5	Bueno
	24	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	155	15	Bueno
	25	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	99	15	Bueno
	26	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	79	8,5	Bueno
	27	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	25	5	Bueno
	28	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	39	6	Bueno
	29	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	51	5,5	Bueno
	30	Celtis australis	Almez	-	55	4	Bueno
	31	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	62	5	Bueno
	32	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	53	3,5	Bueno
	33	Pinus pinea	Pino piñonero	-	144	7	Bueno
	34	Pinus pinea	Pino piñonero	-	159	5,5	Bueno



5.8 FAUNA

El Inventario Nacional de Biodiversidad establece una red de cuadrículas para analizar la presencia de especies por zonas. Las celdas sobre las que se encuentra el Proyecto se identifican con los códigos 30TVK36 y 30TVK37. Se recogen en la Tabla 22 las especies presentes en la primera de estas celdas (30TVK36), puesto que los datos de la segunda están muy influidos por la presencia de la Casa de Campo, un parque periurbano de 1.722,6 hectáreas en el que se han censado 134 especies de vertebrados: 87 aves, 21 mamíferos, 14 reptiles y 6 anfibios, así como varias de peces, como puede observarse en la siguiente tabla correspondiente a la riqueza de especies por cuadrículas UTM. Se señala en esta tabla la inclusión en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE), el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEa) o el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y de Árboles Singulares de la Comunidad de Madrid (CREAM) de las especies correspondientes a la cuadrícula 30TVK36.

Tabla 22. Especies de fauna inventariadas en la cuadrícula 30TVK36 del Inventario Nacional de Biodiversidad, señalando su inclusión en listados de especies amenazadas.

Nombre científico	Nombre común	LESRPE	CEEa	CREAM
Mamíferos				
<i>Apodemus sylvaticus</i>	Ratón de campo			
<i>Arvicola sapidus</i>	Rata de agua			
<i>Crocidura russula</i>	Musaraña gris			
<i>Erinaceus europaeus</i>	Erizo europeo			
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	Topillo mediterráneo			
<i>Mus musculus</i>	Ratón casero			
<i>Mus spretus</i>	Ratón moruno			
<i>Myotis myotis</i>	Murciélago ratonero grande		VU	VU
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Conejo			
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata parda			
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra			
<i>Rhinolophus euryale</i>	Murciélago de herradura mediterráneo		VU	VU
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Murciélago de herradura grande		VU	VU
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Murciélago mediano de herradura		VU	VU
<i>Suncus etruscus</i>	Musgaño enano			
<i>Vulpes vulpes</i>	Zorro			
Anfibios				
<i>Bufo bufo</i>	Sapo común			
<i>Bufo calamita</i>	Sapo corredor	LESRPE		
<i>Pelobates cultripedis</i>	Sapo de espuelas	LESRPE		
<i>Pelophylax perezi</i>	Rana común			
<i>Pleurodeles waltl</i>	Gallipato	LESRPE		
Reptiles				
<i>Malpolon monspessulanus</i>	Culebra bastarda			
<i>Mauremys leprosa</i>	Galápago leproso	LESRPE		VU
<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina	LESRPE		

Nombre científico	Nombre común	LESRPE	CEEa	CREAM
<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar	LESRPE		
<i>Podarcis hispanica</i>	Lagartija ibérica			
<i>Psammotromus algirus</i>	Lagartija colilarga	LESRPE		
<i>Psammotromus hispanicus</i>	Lagartija cenicienta	LESRPE		
<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera	LESRPE		
<i>Tarentola mauritanica</i>	Salamanquesa común	LESRPE		
<i>Timon lepidus</i>	Lagarto ocelado	LESRPE		
<i>Trachemys scripta</i>	Galápago de Florida			
Invertebrados				
<i>Lucanus cervus</i>	Ciervo volante	LESRPE		VU
<i>Mylabris ugonii</i>	Mascaflor ibérico			
Aves				
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Carricero tordal	LESRPE		
<i>Alectoris rufa</i>	Perdiz roja			
<i>Anas platyrhynchos</i>	Ánade azulón			
<i>Apus apus</i>	Vencejo común	LESRPE		
<i>Apus pallidus</i>	Vencejo pálido	LESRPE		De interés especial
<i>Asio otus</i>	Búho chico	LESRPE		
<i>Athene noctua</i>	Mochuelo europeo	LESRPE		
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Chotacabras cuellirojo/pardo	LESRPE		De interés especial
<i>Carduelis cannabina</i>	Pardillo común			
<i>Carduelis carduelis</i>	Jilguero europeo			
<i>Carduelis chloris</i>	Verderón común			
<i>Certhia brachydactyla</i>	Agateador europeo	LESRPE		
<i>Cettia cetti</i>	Cetia ruiseñor	LESRPE		
<i>Ciconia ciconia</i>	Cigüeña blanca	LESRPE		VU
<i>Cisticola juncidis</i>	Cisticola buitron	LESRPE		
<i>Clamator glandarius</i>	Críalo europeo	LESRPE		
<i>Columba domestica/livia</i>	Paloma bravía			
<i>Columba palumbus</i>	Paloma torcaz			
<i>Corvus monedula</i>	Grajilla occidental			
<i>Coturnix coturnix</i>	Codorniz común			
<i>Delichon urbicum</i>	Avión común	LESRPE		
<i>Emberiza calandra</i>	Escribano triguero			
<i>Falco tinnunculus</i>	Cernícalo vulgar	LESRPE		
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinzón vulgar	LESRPE		
<i>Fulica atra</i>	Focha común			
<i>Galerida cristata</i>	Cogujada común	LESRPE		
<i>Gallinula chloropus</i>	Gallineta común			
<i>Himantopus himantopus</i>	Cigüeñela común	LESRPE		De interés especial
<i>Hippolais polyglotta</i>	Zarcero polígloa	LESRPE		
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina común	LESRPE		
<i>Lanius excubitor</i>	Alcaudón norteño			
<i>Lanius senator</i>	Alcaudón común	LESRPE		
<i>Loxia curvirostra</i>	Piquituerto común	LESRPE		
<i>Luscinia megarhynchos</i>	Ruiseñor común	LESRPE		
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandria común	LESRPE		De interés especial
<i>Merops apiaster</i>	Abejaruco europeo	LESRPE		
<i>Milvus migrans</i>	Milano negro	LESRPE		
<i>Motacilla alba</i>	Lavandera blanca	LESRPE		
<i>Myiopsitta monachus</i>	Cotorra argentina			

Nombre científico	Nombre común	LESRPE	CEEa	CREAM
<i>Otus scops</i>	Autillo europeo	LESRPE		
<i>Parus ater</i>	Carbonero garrapinos	LESRPE		
<i>Parus caeruleus</i>	Herrerillo común	LESRPE		
<i>Parus major</i>	Carbonero común	LESRPE		
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión común			
<i>Passer montanus</i>	Gorrión molinero			
<i>Pica pica</i>	Urraca común			
<i>Picus vidris</i>	Pito ibérico/real	LESRPE		
<i>Psittacula krameri</i>	Cotorra de Kramer			
<i>Serinus serinus</i>	Serín verdicillo			
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola turca			
<i>Streptopelia turtur</i>	Tórtola europea			
<i>Strix aluco</i>	Cárabo común	LESRPE		
<i>Sturnus unicolor</i>	Estornino negro			
<i>Sylvia atricapilla</i>	Curruca capirotada	LESRPE		
<i>Sylvia conspicillata</i>	Curruca tomillera	LESRPE		
<i>Sylvia melanocephala</i>	Curruca cabecinegra	LESRPE		
<i>Trachybaptus ruficollis</i>	Zampullín común	LESRPE		
<i>Tetrax tetrax</i>	Sisón común	EN	EN	Sensible
<i>Turdus merula</i>	Mirlo común			
<i>Tyto alba</i>	Lechuza común	LESRPE		De interés especial
<i>Upupa epops</i>	Abubilla común	LESRPE		

LESRPE: especies que requieren atención y protección particular por su valor científico, ecológico, cultural, singularidad, rareza o grado de amenaza, así como aquellas protegidas por directivas o convenios internacionales

Vulnerable (VU): Corren el riesgo de pasar a “en peligro de extinción” en un futuro inmediato si los factores adversos no son corregidos.

En peligro de extinción (EN): taxones o poblaciones cuya supervivencia es poco probable si los factores causales de su actual situación siguen actuando.

Sensible a la alteración de su hábitat (Sensible): su hábitat está gravemente amenazado, fragmentado o en regresión

De interés especial: incluye especies que, aunque no estén en riesgo, merecen atención por su valor científico, ecológico, cultural o singularidad.

En total se obtiene un listado de 95 especies, donde la mayoría corresponde a especies de aves (61 especies, 64,2%) seguido de los mamíferos (16 especies, 16,8%).

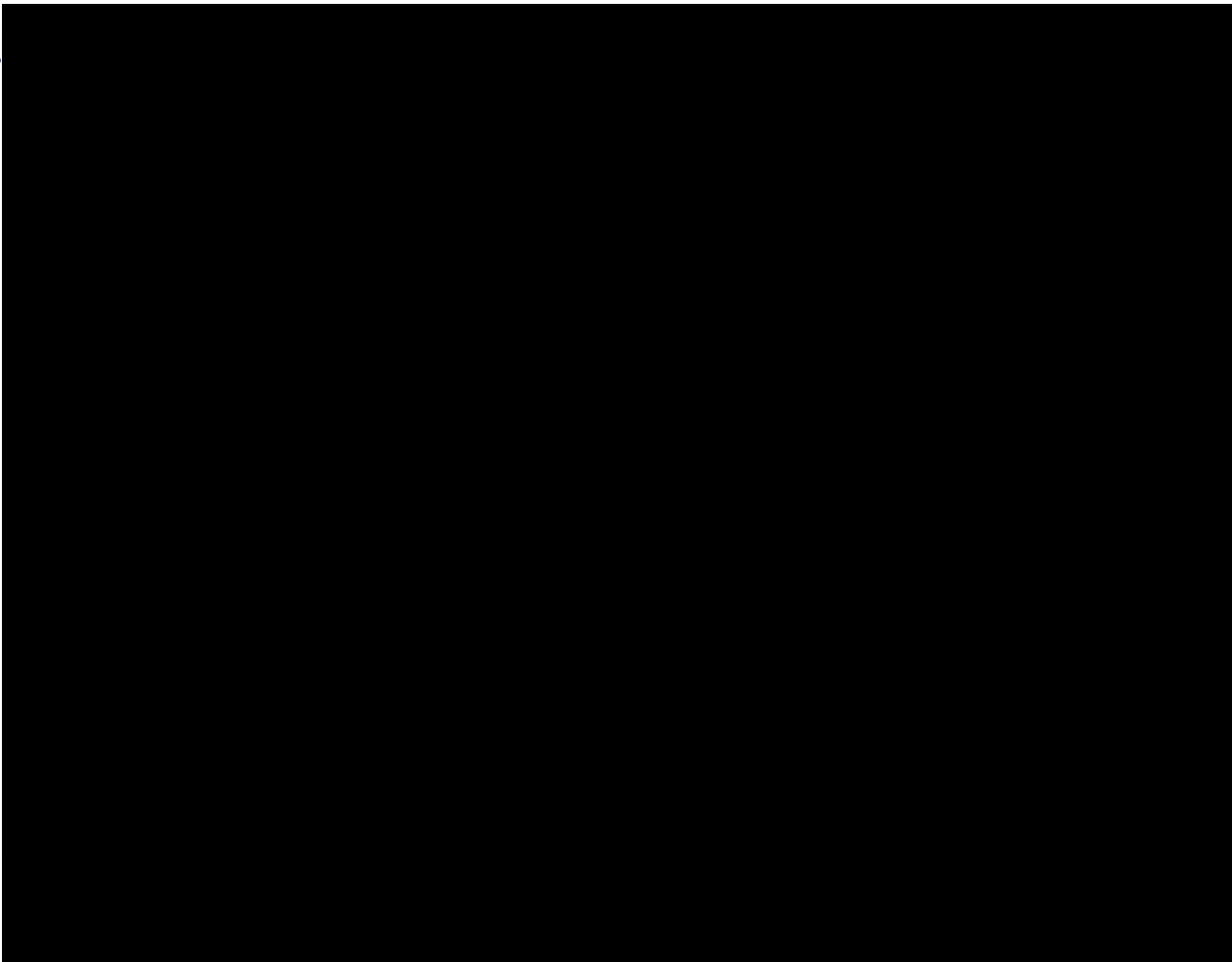
Por otra parte, de las 95 especies, 54 se encuentran en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) o el Catálogo Español de Especies Amenazadas (CEEa), dependiendo de su grado de protección. De estas, las especies incluidas en el CEEa como Vulnerables son quirópteros (*Myotis myotis*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus mehelyi*), y aparece un ave catalogada como En peligro de extinción (*Tetrax tetrax*).

Además, en el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y de Árboles Singulares de la Comunidad de Madrid (CREAM) aparecen catalogadas 13 especies del total; 5 en categoría De interés especial (*Tyto alba*, *Melanocorypha calandra*, *Himantopus himantopus*, *Caprimulgus ruficollis* y *Apus pallidus*), 7 en categoría de Vulnerable (*Ciconia ciconia*, *Lucanus cervus*, *Mauremys leprosa*, *Myotis myotis*, *Rhinolophus euryale*, *Rhinolophus ferrumequinum* y *Rhinolophus mehelyi*) y 1 catalogada como Sensible (*Tetrax tetrax*).

Como consecuencia de ello, se ha de tener en cuenta medidas preventivas o correctoras, como puede ser el periodo reproductor de estas especies a la hora de la planificación de la ejecución de las obras:

Tabla 23. Periodo reproductor de las especies catalogadas en la cuadrícula UTM de estudio

Especie	Periodo reproductor
<i>Apus pallidus</i>	Marzo a octubre
<i>Caprimulgus ruficollis</i>	Mayo a julio
<i>Ciconia ciconia</i>	Febrero a agosto
<i>Himantopus himantopus</i>	Abril a agosto
<i>Melanocorypha calandra</i>	Abril a junio
<i>Tetrax tetrax</i>	Marzo a mayo
<i>Tyto alba</i>	Marzo a octubre
<i>Mauremys leprosa</i>	Primavera a otoño
<i>Myotis myotis</i>	Abril a junio
<i>Rhinolophus euryale</i>	Otoño a primavera
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Otoño
<i>Rhinolophus mehelyi</i>	Abril a julio



5.9 ESPACIOS NATURALES

5.9.1 Red Natura 2000

La Red Natura 2000 establece tres tipos de figuras de protección de espacios naturales: Lugares de Interés Comunitario (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC), que responden a la Directiva Hábitats (Directiva 92/43/CEE), y Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), que atiende a la Directiva Aves (Directiva 2009/147/CE).

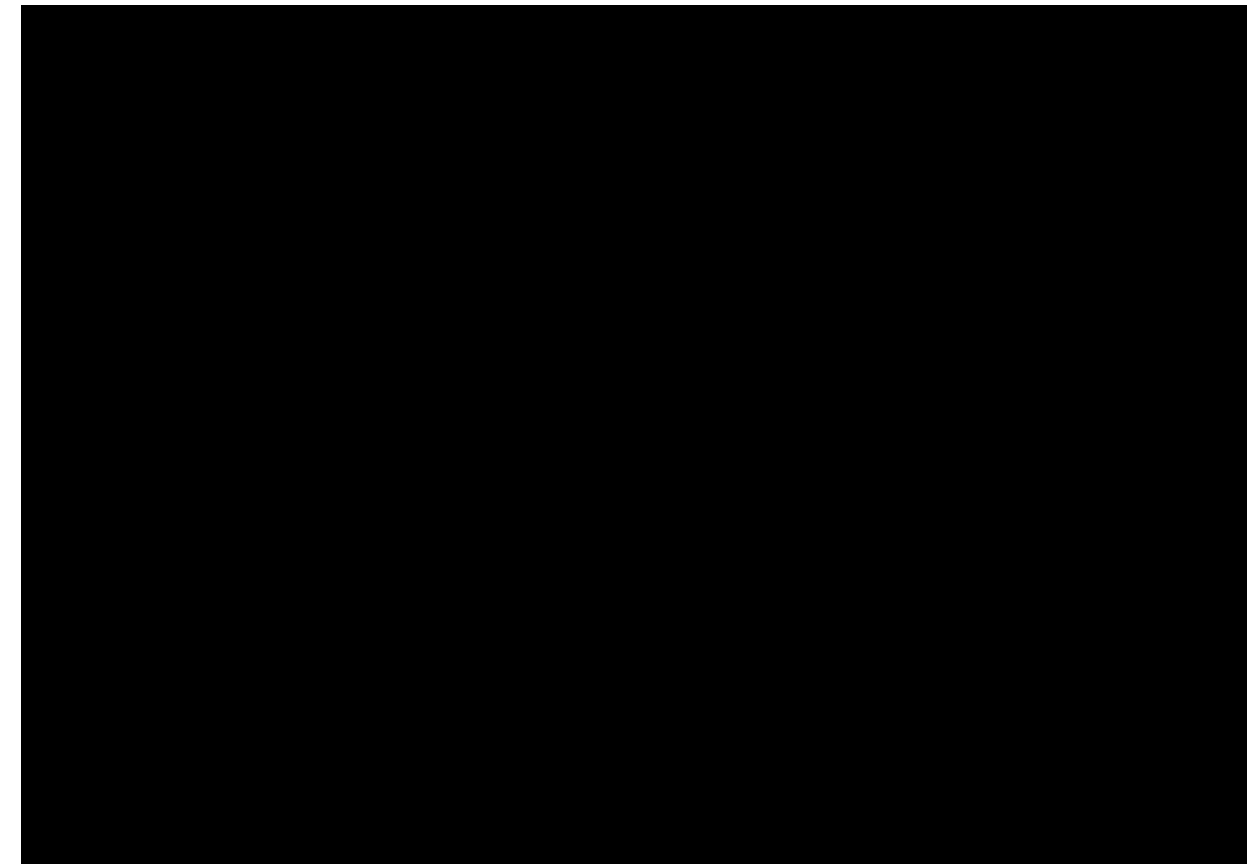
El objetivo de esta Red es contribuir al mantenimiento de la diversidad biológica mediante la conservación los hábitats naturales y de las especies de flora y fauna silvestres consideradas de interés comunitario.

Los Lugares de Interés Comunitario (LIC) y Zonas Especiales de Conservación (ZEC) más cercanos a la zona de estudio pertenecen a la región biogeográfica mediterránea, y son:

- Cuenca del río Guadarrama, con código ES3110005. Tiene una superficie de 22.937 hectáreas, y está al oeste del Proyecto a una distancia de 8,5 km.
- Cuenca del río Manzanares, con código ES3110004. Tiene una extensión de 63.000 hectáreas, al norte del Proyecto a una distancia de 10 km.
- Vegas, Cuestas y Páramos del Sureste de Madrid, con código ES3110006. Mide 51.0009 hectáreas y está al sureste del Proyecto a una distancia de 11 km.

Las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) más cercanas al Proyecto son:

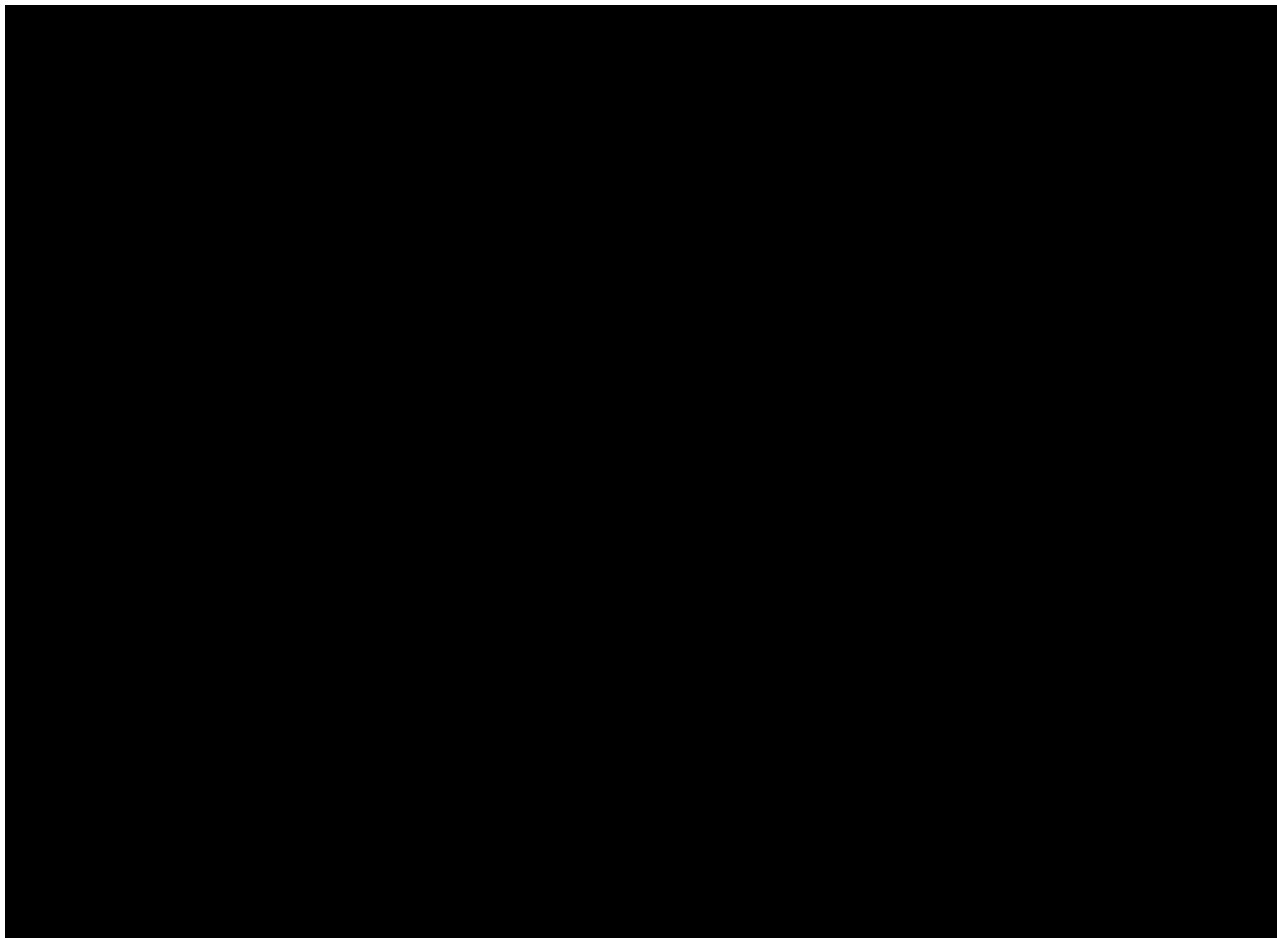
- Monte de El Pardo, con código ES0000011. Tiene una extensión de 15.299 ha, y se ubica al norte del Proyecto a una distancia de 10 km.
- Cortados y Cantiles de los ríos Jarama y Manzanares, con código ES0000142. Con una superficie de 27.983 ha, situado al este de la zona del Proyecto a una distancia de 12 km.



5.9.2 Red de Espacios Naturales Protegidos (RENPs)

Los Espacios Naturales Protegidos más cercanos a la zona del Proyecto son:

- Parque Regional del Curso Medio del río Guadarrama y su entorno, que se identifica con el código ES310009. Superficie de 22.116 hectáreas, [REDACTED]
- Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama, código ES310007. Superficie de 31.550 hectáreas, se extiende por el este y sureste del Proyecto [REDACTED]
- Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares, código ES310004. Superficie de 42.583 ha, está al norte del Proyecto [REDACTED]

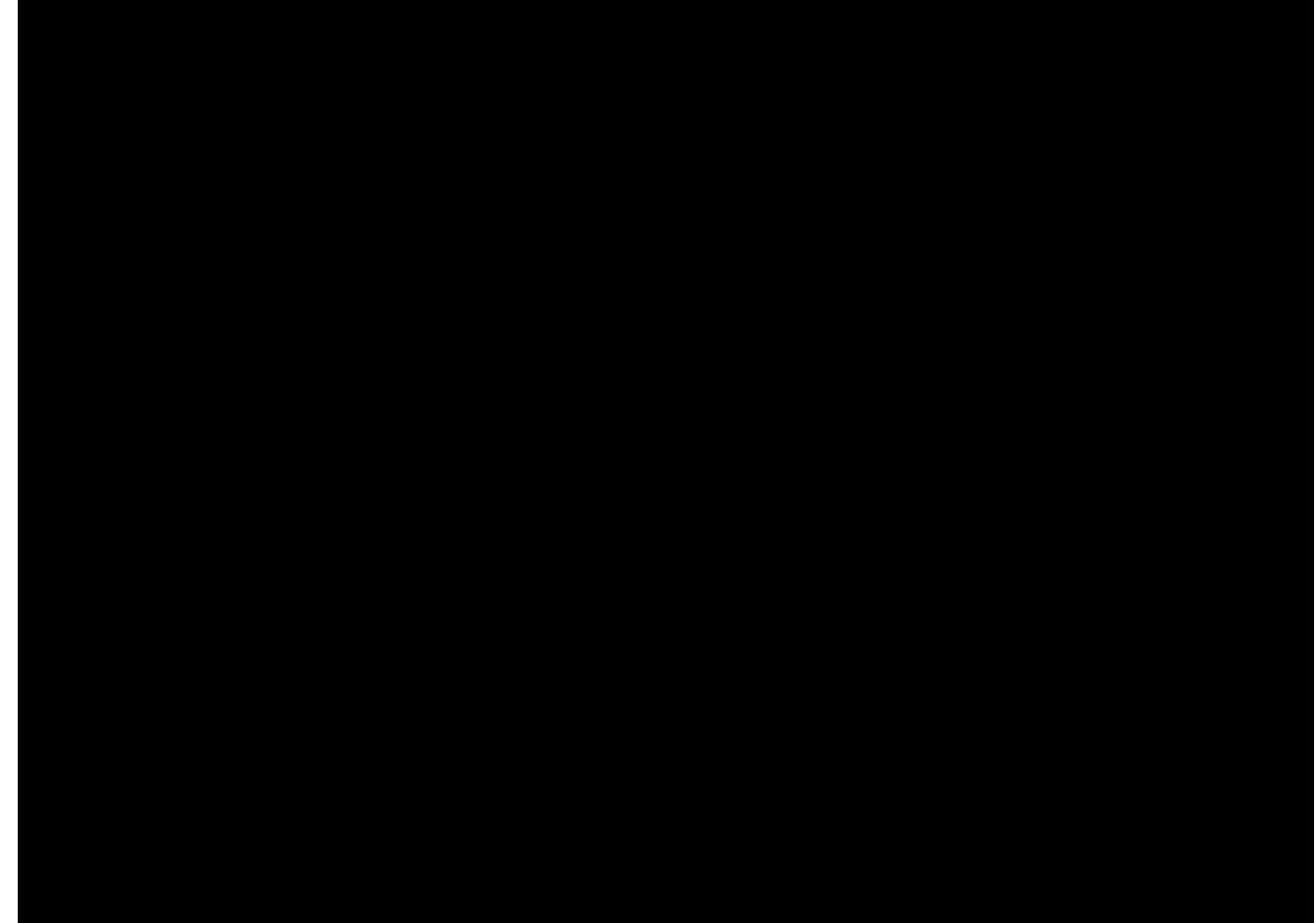


5.9.3 Montes de Utilidad Pública (MUP)

La región correspondiente del entorno del proyecto actualmente se encuentra bajo el marco normativo de la Ley 16/1995, de 4 de mayo, Forestal y de Protección de la Naturaleza de la Comunidad de Madrid.

Se encuentra en la región un Monte de Utilidad Pública: el monte de Boadilla, identificado con el código 179. Con una extensión de 323,42 hectáreas, la mitad de su superficie pertenece al municipio de Boadilla del Monte y la otra mitad a la Comunidad de Madrid.

Las formaciones vegetales identificadas en este lugar son encinares arbóreos puros con cantuesar, acompañados por pino piñonero (*Pinus pinea*), fresnos, sabinas, alcornoques y quejigos. Se aprovecha este lugar para pastoreo de ganado.



5.9.4 Hábitats de Interés Comunitario (HIC)

En la zona donde se ubica el Proyecto no se encuentra ningún Hábitat de Interés Comunitario (HIC). El más cercano está al otro lado de la autovía A-5, en un área que se extiende 548,5 hectáreas en la que se identifican dos tipos de hábitat:

- 5330 - Matorrales esclerófilos termomediterráneos y pre-estépicos, que ocupa el 88% de la superficie. Son matorrales de diversa naturaleza y fisionomía. Son propios de climas cálidos secos, y actúan como etapa de sustitución de formaciones de mayor porte. En estas zonas crecen matorrales de *Retama sphaerocarpa*, a veces *R. monosperma*, con especies de *Genista* o *Cytisus*, y tomillares ricos en labiadas endémicas (*Thymus*, *Teucrium*, *Sideritis*, *Phlomis*, *Lavandula*, etc.).
- 6220*- Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*, un hábitat prioritario que ocupa el 12% restante de la superficie. Son pastos xerófilos formados por gramíneas y pequeñas plantas anuales desarrollados sobre sustratos secos, en suelos generalmente poco desarrollados y en zonas muy iluminadas.

5.10 PAISAJE

De acuerdo con la clasificación del Atlas de los Paisajes de España (2004), la zona de estudio se halla encuadrada en la asociación “Grandes ciudades y sus áreas metropolitanas” como la unidad de paisaje “Madrid y su área metropolitana”. Según la cartografía del paisaje elaborada en el marco del Proyecto de Cartografía de Paisaje de la Comunidad de Madrid, se identifica la zona del Proyecto con la unidad del paisaje Urbano.

5.11 PATRIMONIO CULTURAL

Con fecha 25 de abril de 2025, se procede formalmente a la solicitud a los órganos competentes de la Comunidad de Madrid respecto a la afección de elementos del patrimonio histórico, arqueológico o etnográfico por las obras proyectadas, a la cual se recibió respuesta con fecha 30 de abril de 2025 con la comunicación de inicio del expediente (véase Apéndice 6).

A estas alturas de Proyecto, todavía no se ha recibido respuesta de afección.

5.11.1 Vías pecuarias

Estas quedan recogidas bajo la Ley 8/1998, de 15 de junio, de Vías Pecuarias de la Comunidad de Madrid. En ella, las vías pecuarias de la Comunidad de Madrid se clasifican, con carácter general, en función de su anchura, de la forma prevista en el Artículo 4 de la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, añadiéndose como denominación las coladas, de anchura variable.

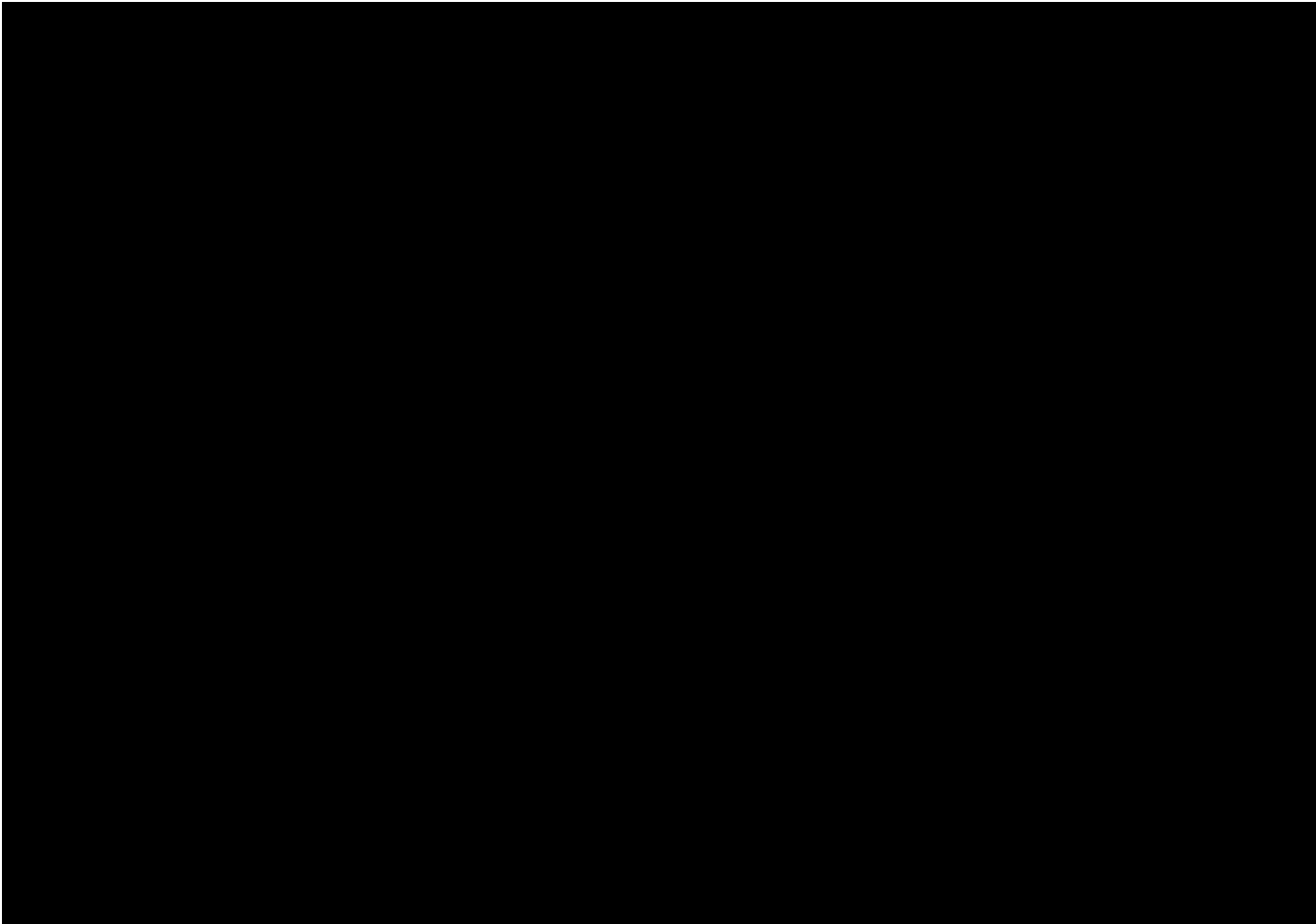
Según esta ley, se definen tres tipos de vías pecuarias:

- Cañadas: vías cuya anchura no supere los 75 m.
- Cordeles: vías cuya anchura no supere los 37,5 m.
- Veredas: vías cuya anchura no supera los 20 m.

Atravesando el territorio aparecen una serie de vías pecuarias, todas a cierta distancia del Proyecto sin atravesar el trazado:

Tabla 24. Vías pecuarias en el entorno del proyecto. Fuente: Comunidad de Madrid.

Nombre vía pecuaria	Código	Término municipal	Longitud (m)	Anchura (m)
Vereda de Moraleja	2805802	Fuenlabrada	3.000	20,89
Vereda de Moraleja	2807404	Leganés	5.000	20,89
Vereda llamada de Castilla	2807401	Leganés	6.500	20,89
Vereda de Villaverde	2807403	Leganés	4.000	20,89
Vereda de Valdegrullas	2807405	Leganés	3.000	20,89
Camino Viejo de Madrid	2807406	Leganés	750	20,89
Vereda del Camino de la Carrera	2811501	Pozuelo de Alarcón	9.000	20,89



5.11.2 Bienes de Interés Cultural (BIC)

Hay una construcción declarada Bien de Interés Cultural (BIC):

- La Torre de señales del aeropuerto de Cuatro Vientos (código A01757), en la categoría de monumento. Se encuentra en la Base Aérea de Cuatro Vientos, en el distrito Latina.

5.11.3 Inventario de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (INPHIS)

- Trinchera ferrocarril Cuatro Vientos, se sitúa al sur de la ciudad de Madrid, en el barrio de Cuatro Vientos, distrito de Latina.

5.11.4 Protección urbanística

Según el visor urbanístico del Ayuntamiento de Madrid hay un edificio con protección urbanística: el hangar del servicio de medios aéreos de la policía nacional, identificado con el número de catálogo 22423 y clasificado con un grado de protección de nivel 3 (parcial). Se protege con esta declaración el sistema estructural que conforma la cubierta del edificio, con todos sus elementos sustentantes.

6 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

6.1 EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN

El censo de población de 2023 indica que la población en la Comunidad de Madrid es de 7.002.363 personas. Aproximadamente el 48% de ellas (3.340.176 personas) son habitantes de la ciudad de Madrid, y viven en el término municipal de Leganés un 3% del total de la provincia (190.974 personas).

En los últimos 10 años (de 2012 a 2023) la población de la Comunidad de Madrid ha crecido un 7,75%, la de Madrid ciudad un 3,30%, y la de Leganés un 2,06%.

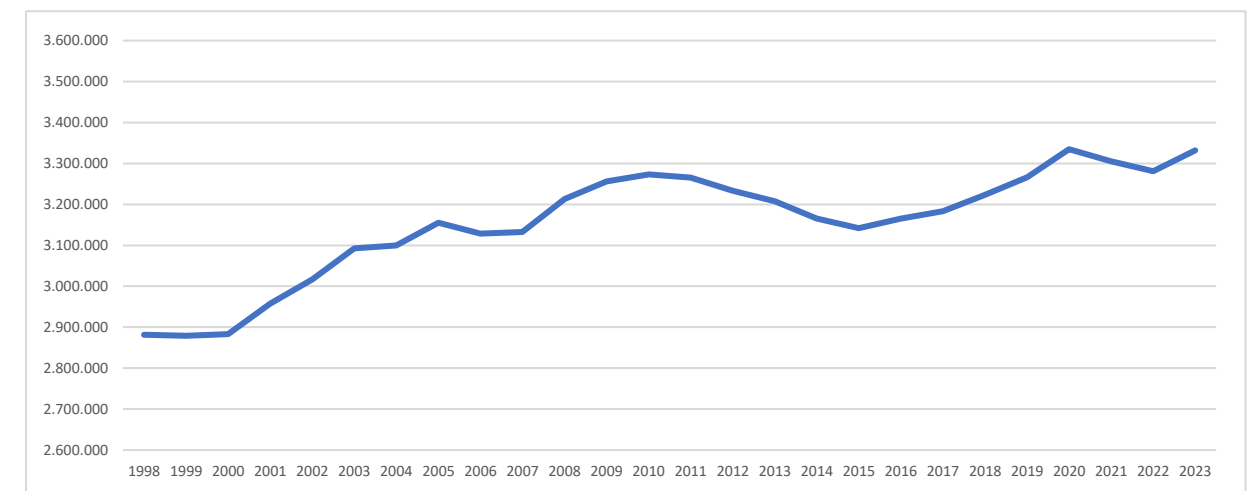


Ilustración 62. Evolución demográfica en la ciudad de Madrid (1998-2023). Fuente: Instituto Nacional de Estadística

6.2 BALANCE DEMOGRÁFICO

La ciudad de Madrid alcanzó en 2022 su mínimo crecimiento vegetativo desde 1996, con 3.851 defunciones más que nacimientos. Estos datos se incluyen en una tendencia general negativa en la tasa de natalidad, que ha ido en descendiendo desde 1965, con un leve ascenso desde 1996 que alcanzó su pico en 2008 y retomó su tendencia a descender. La tasa de mortalidad se ha mantenido relativamente estable desde 1965, con un leve ascenso muy progresivo, a excepción del pico de 2020 como consecuencia de la pandemia de COVID-19. En conclusión, el crecimiento vegetativo es negativo en una tendencia constante.

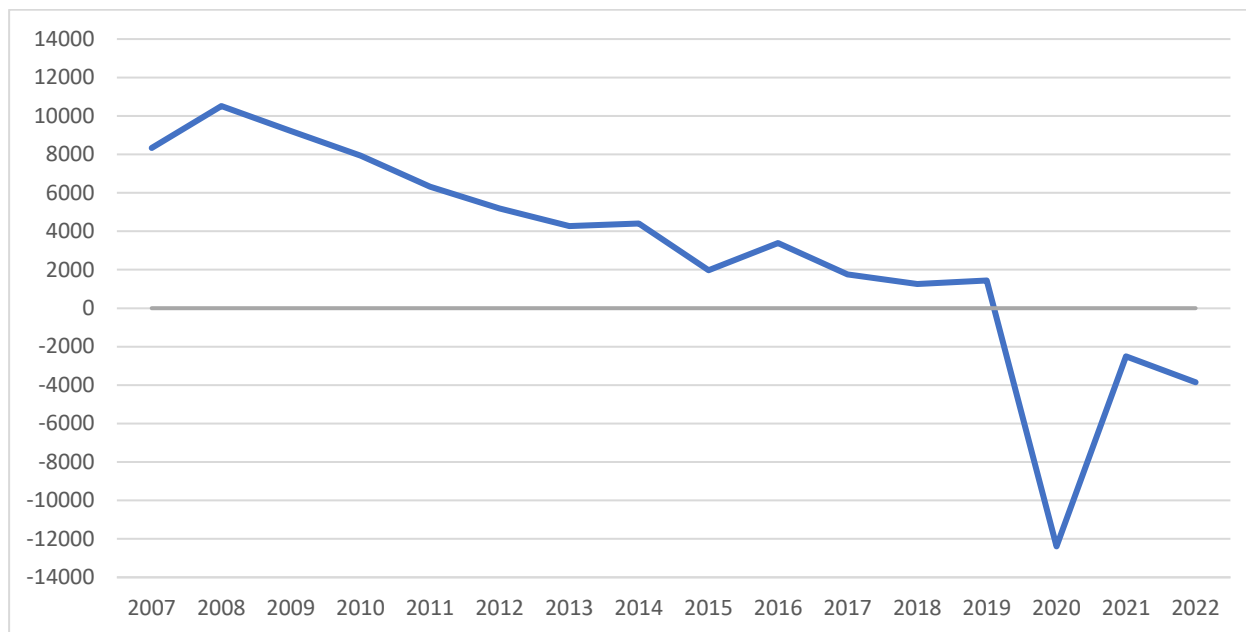


Ilustración 63. Crecimiento vegetativo de la ciudad de Madrid

Este balance vegetativo negativo es una tendencia general en toda la comunidad de Madrid, salvo el anillo de municipios periféricos a la ciudad, donde se dan más nacimientos que defunciones por el traslado de familias jóvenes a estas poblaciones.

6.3 MOVIMIENTOS MIGRATORIOS

En 2022 el volumen absoluto de llegadas (225.825) se ha incrementado un 41,2% en relación con el año anterior y el de salidas (114.014) ha disminuido un 5,2%. En conclusión, la población aumenta por movimientos migratorios en 111.811 personas. Esta cifra se enmarca en una tendencia al crecimiento que se mantiene desde 2010, con un pico negativo en 2020 como consecuencia de la pandemia de COVID-19 y un proceso de recuperación durante 2021.

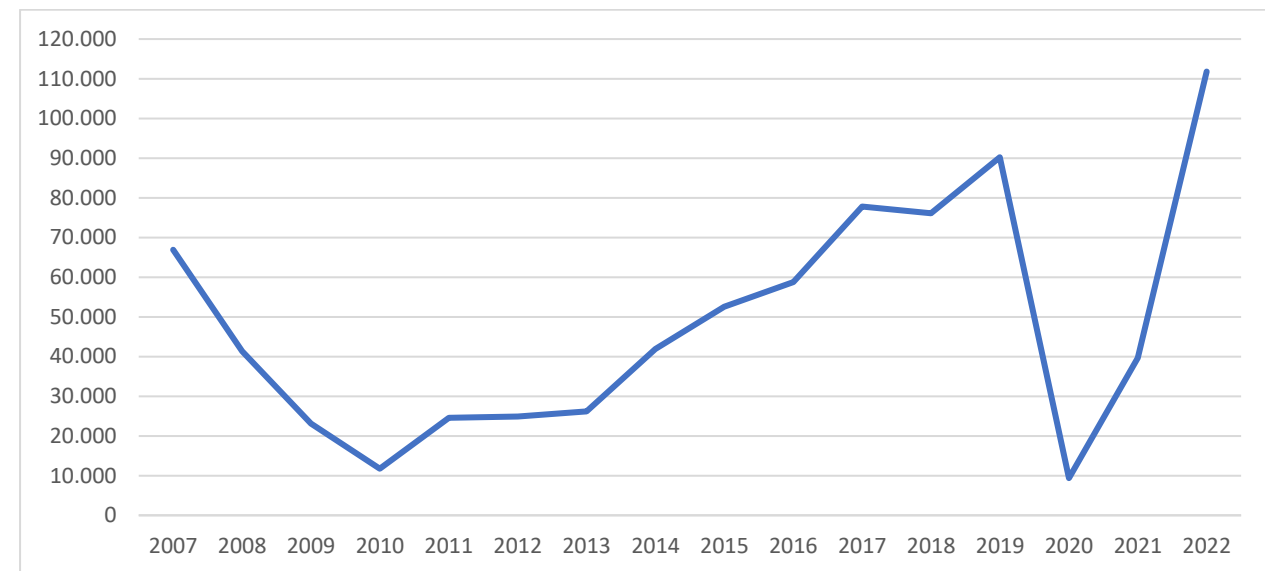


Ilustración 64. Saldo migratorio de la ciudad de Madrid

En los siguientes gráficos se representa la proporción de lugares de procedencia y de destino (interior del país o exterior) de los movimientos migratorios durante 2022. Mientras la inmigración está bastante equilibrada, se aprecia una notable diferencia entre la cantidad de gente que emigra a algún lugar del país (104.202 personas) y la que se marcha al extranjero (9.812 personas).

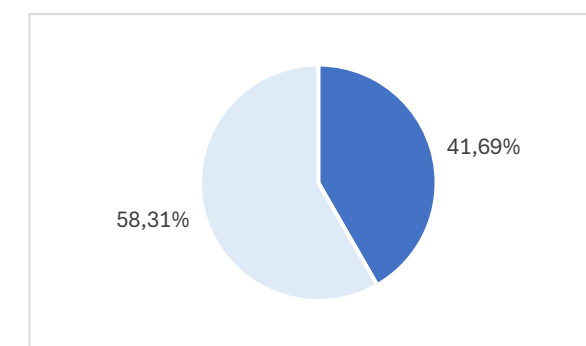


Ilustración 65. Inmigración a la ciudad durante 2022. En azul la procedente del interior del país, y en celeste la extranjera

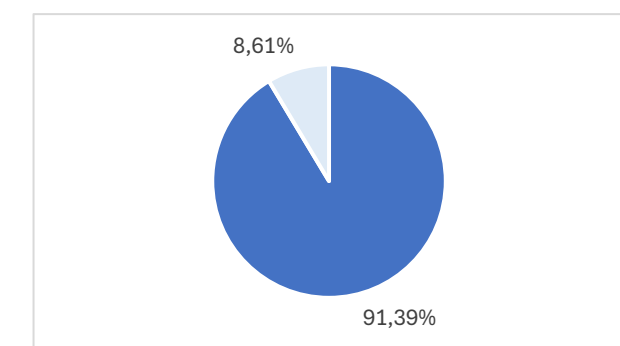


Ilustración 66. Emigración de la ciudad en 2022. En azul la que se mantiene en el país, y en celeste la que se dirige al exterior.

6.4 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

En la siguiente tabla se recogen los indicadores demográficos correspondientes a la ciudad de Madrid, y en concreto al distrito Latina que se ve afectado por el Proyecto.

Tabla 25.- Indicadores demográficos 2022. Fuente: Anuario estadístico del Ayuntamiento de Madrid.

Indicadores demográficos	Ciudad de Madrid	Distrito Latina	Barrio Cuatro Vientos
Índice dependencia (pob. < 16 + pob. > 64 / pob. entre 16 y 64) x 100	50,36%	55,12%	

Proporción de juventud (pob. < 16 / pob. total) x 100	13,3%	11,7%	6,2%
Proporción de envejecimiento (pob. > 64 / pob. total) x 100	20,2%	23,9%	7,4%
Proporción de sobre-envejecimiento (pob. > 79 / pob. > 64) x 100	34,6%	39,3%	19,4%
Índice de reemplazo de la población activa (pob. entre 16 y 19 / pob. entre 60 y 64) x 100	59,3%	56,49%	
Índice de feminidad (pob. mujeres > 64 / pob. hombres > 64) x 100	114,1%	115,6%	99,5%

Analizando las siguientes pirámides de población se puede interpretar la estructura social de la región. La ciudad de Madrid tiene una población regresiva, condensa mayor cantidad de habitantes de edades intermedias (entre 25 y 64 años) que menores, como efecto de la disminución progresiva en la cantidad de nacimientos.

En el distrito Latina la estructura de la población es bastante similar a la de la ciudad de Madrid, con las mismas tendencias y distribuciones, con la salvedad de una mayor proporción de personas mayores de 75 años, especialmente mujeres.

El barrio de Cuatro Vientos, en el que se ubica el proyecto, tiene una distribución más particular, es mucho más patente que existen dos intervalos de edad destacables: entre 5 y 14 años, y entre 40 y 59 años. Las edades intermedias se presentan en una proporción menor, y especialmente a partir de los 65 años la proporción baja mucho y se va reduciendo progresivamente.

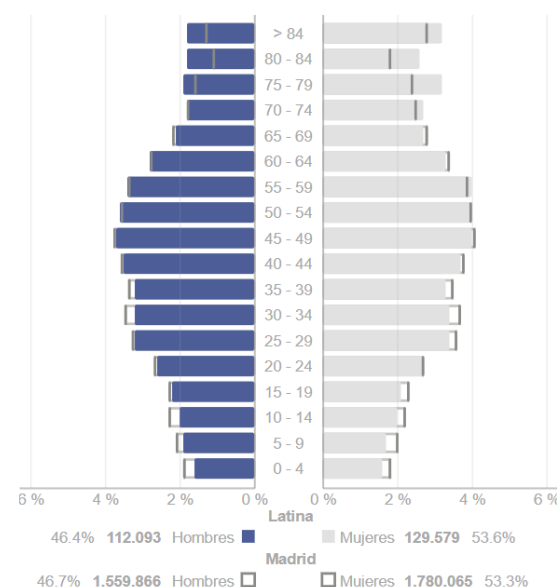


Ilustración 67. Pirámide de población distrito Latina, en comparación con la de la ciudad de Madrid

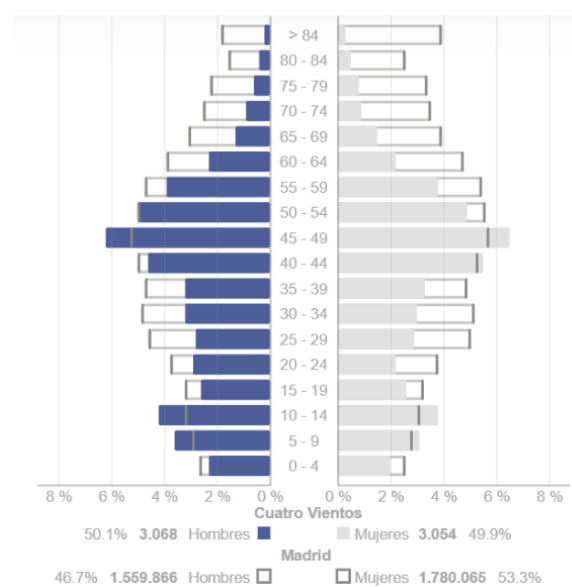


Ilustración 68. Pirámide de población barrio Cuatro Vientos, en comparación con la de la ciudad de Madrid.

Por último, respecto a los principales indicadores demográficos del distrito de Latina, se resalta

lo siguiente:

- Edad promedio: La edad promedio en 2023 se sitúa en 46,55 años.
- Evolución del ciclo familiar: La actual distribución por edad de la población concentra casi la mitad de sus habitantes (42,9 %) en el grupo de edades que van de los 30 a los 59 años, frente al 26,5 % de los que no alcanzan los treinta años.
- El grupo quinquenal modal es el de 45 a 49 años con 19.002 habitantes, mientras que el grupo de aquellos que están en la fase inicial del ciclo familiar (30 a 34 años), cuenta con 6.085 efectivos menos (32 % menos).
- Población extranjera en 2022: Desde el punto de vista de la nacionalidad, de los 237.780 habitantes del distrito Latina, 41.698 no poseen nacionalidad española (17,54 % de la población).

6.5 PRODUCTO INTERIOR BRUTO

El Producto Interior Bruto de la ciudad alcanzó en 2022 un valor de 168.913 millones de euros, lo que supone un aumento respecto al año anterior del 10,68%. El PIB per cápita de Madrid en 2022 fue de 50.574€, aumentó en 4.140€ respecto al año anterior.

6.6 RENTA DISPONIBLE

La renta disponible bruta per cápita en 2020 en la ciudad de Madrid fue 19.765€, lo que supone una disminución del 11% respecto al año anterior. En el distrito Latina fue 19.752€, un 2% menos que el año anterior.

La renta neta media por hogar en 2020 fue en Madrid de 43.003€, en Latina de 32.957€, y en Cuatro Vientos de 38.972€, un 0,5% menos que el año anterior. En la siguiente figura se representa la evolución de esta variable desde 2013 hasta 2020, y la distribución geográfica de valores.

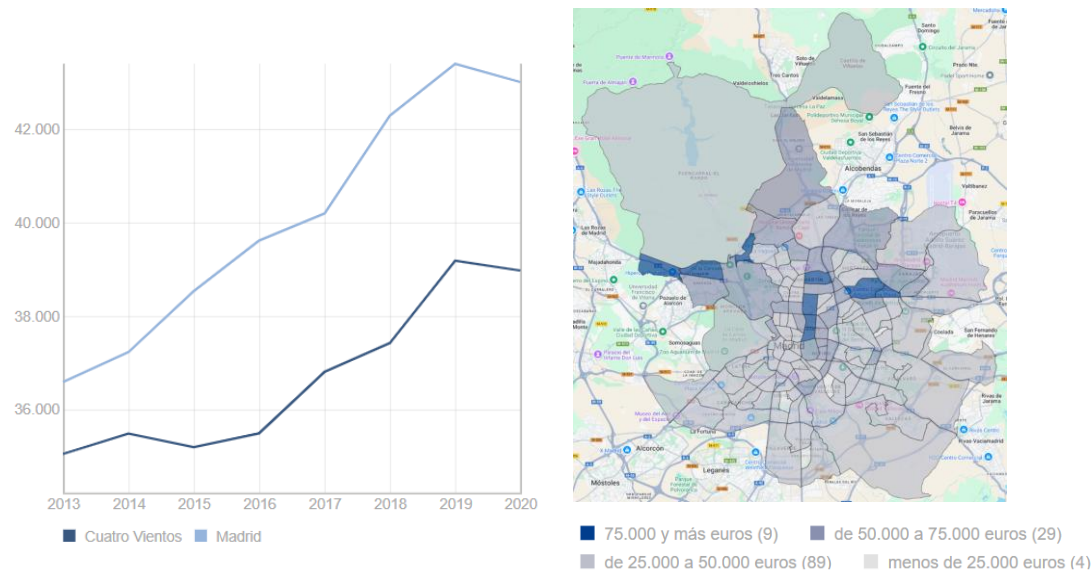


Ilustración 69. Renta neta media por hogar

6.7 SECTORES Y ACTIVIDADES ESTRATÉGICOS

Según el anuario estadístico de 2023 del Ayuntamiento de Madrid, el Valor Añadido Bruto (VAB) en 2022 fue en la ciudad de 153.413 millones de euros, de los cuales el 86,9% corresponde al sector servicios, el 9,16% a la industria, 3,91% a la construcción y 0,03% a agricultura.

Las actividades del sector servicios de mayor relevancia por su aporte al PIB son:

- Actividades profesionales, científicas y técnicas
- Información y comunicaciones
- Administración pública y defensa, seguridad social obligatoria
- Comercio minorista, Venta y reparaciones de vehículos de motor y motocicletas
- Comercio al por mayor e intermediarios del comercio
- Transporte y almacenamiento

6.8 ACTIVIDAD ECONÓMICA

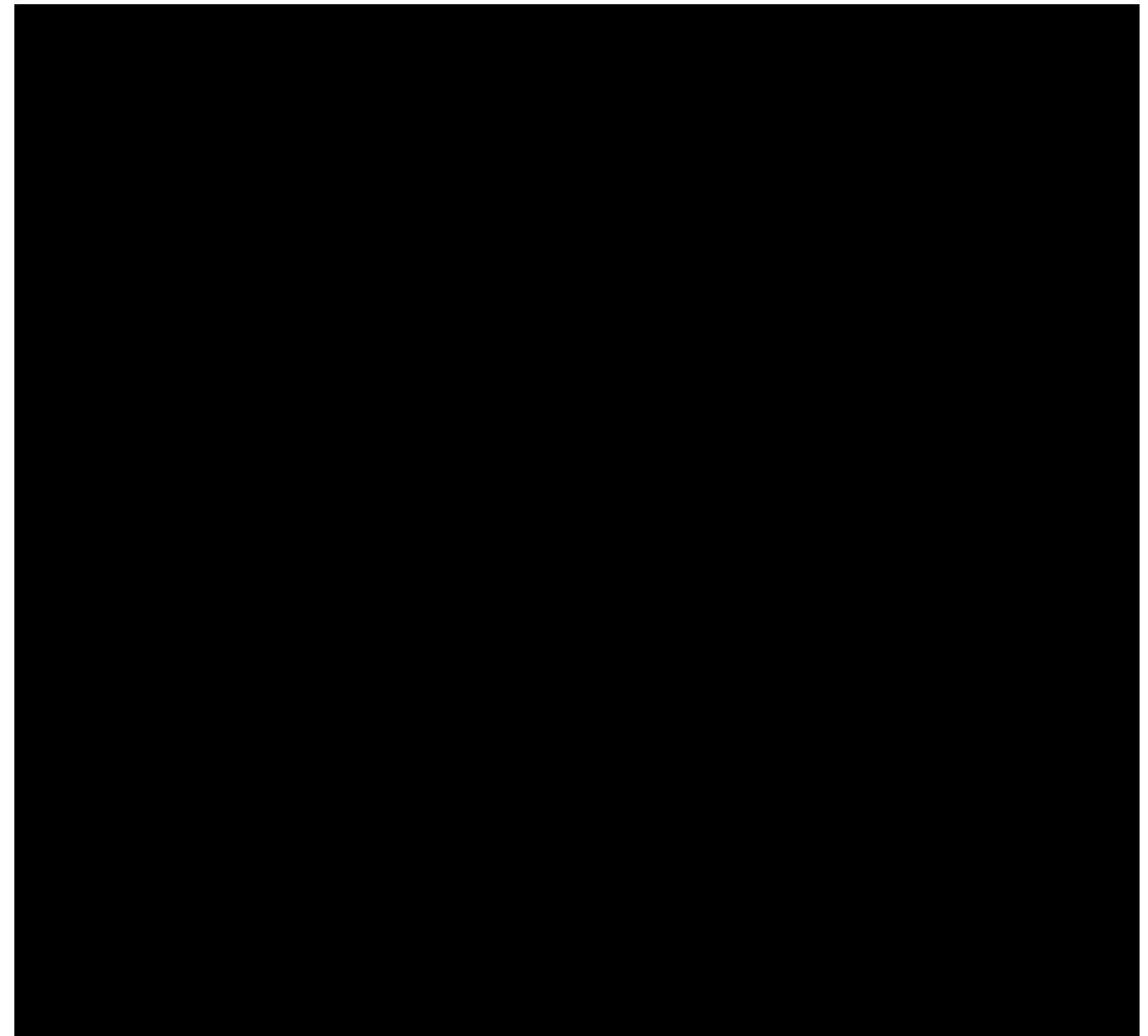
Según la Encuesta de Población Activa (EPA) en el primer trimestre de 2024 la tasa de paro se sitúa en 7 %, lo que supone una disminución del 0,7 % respecto al cuarto trimestre de 2023.

Según datos procedentes del Área de Gobierno de Economía, Innovación y Hacienda del Ayuntamiento de Madrid, en septiembre de 2024 la cantidad de parados en esta ciudad fue de 138.751 personas, la mayor parte dedicados al sector servicios (el 81,5%), y en una proporción

mucho menor a la construcción (6,55%), a la industria (4,21%) y a la agricultura y pesca (0,62%).

6.9 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

Los tipos de suelo sobre los que se asientan las alternativas de trazado son:



7 POSIBLES EFECTOS SINÉRGICOS Y ACUMULATIVOS

7.1 INFRAESTRUCTURAS EXISTENTES

7.1.1 Transporte público

El transporte público es una red de movilidad sostenible, que ofrece un área de abastecimiento de distinto radio según el medio de transporte: 500 m en el caso de metro y cercanías, y 300 m el autobús.

La evolución en la cantidad de viajeros anuales entre 1995 y 2022 se representa en el siguiente gráfico, en autobuses de la EMT y en la red de metro de Madrid. La cantidad más alta de viajeros se alcanzó en 2006, con 1.148 millones, y la más baja se dio en 2020 con sólo 594 millones consecuencia de la pandemia de COVID-19, y si se desestima esta anomalía sería 1995, con 916 millones.

- En 1995 los usuarios de metro suponían un 42% de los usuarios totales. Esta proporción ha ido en aumento hasta alcanzar el 61% en 2008. Entre ese año y 2014 la cantidad de viajeros de metro disminuyó en 128 millones de personas. Tras este descenso hubo un aumento en 2019 que no llegó a igualar la cifra de 2008 (casi 683 millones de viajeros, frente a los casi 690 millones que hubo 11 años antes). En el año 2020 hubo un descenso inusual de viajeros en ambos medios, consecuencia de la pandemia de COVID-19, y durante 2021 fueron remontando estas cifras.
- La cantidad de viajeros de la EMT se ha mantenido más estable estos años, con casi 530 millones de viajeros en 1995 y un moderado descenso en el que ha perdido casi 152 millones entre 1997 y 2019. Entre 1995 y 2000 la cantidad de viajeros era mayor que en el metro, tendencia que se ha mantenido al revés desde entonces.

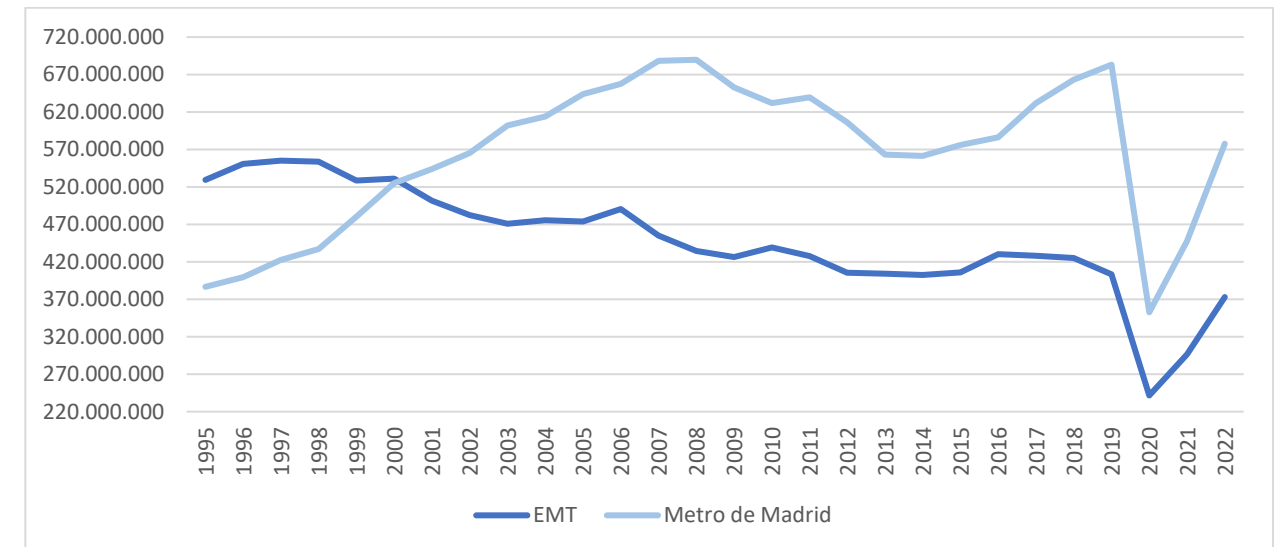


Ilustración 71. Evolución de la cantidad anual de viajeros transportados por la EMT y el Metro de Madrid

Por la zona pasan las siguientes Líneas de la EMT:

- 17, que conecta la Plaza Mayor con Aviación Española, pasando por Vía Carpetana, el intercambiador de Aluche y Las Águilas, entre otros.
- 34, que conecta Cibeles con Las Águilas, pasando por el Paseo del Prado, la Ronda de Valencia y Oporto, entre otros.
- 39, que conecta Plaza de España con la Colonia San Ignacio de Loyola, pasando por la Glorieta de San Vicente, la Plaza Puerta del Ángel, Casa de Campo, Aviación español, entre otros.
- 138, que conecta Islas Filipinas con la Avenida aviación, pasando por Moncloa, Princesa, Plaza de España, Glorieta de San Vicente, Puerta del Ángel, Lucero y el intercambiador de Aluche, entre otros.
- 139, que conecta la Dehesa del Príncipe con Carabanchel Alto, pasando por la Avenida de la Águilas y el intercambiador de Aluche, entre otros.
- 155, que conecta Plaza Elíptica con el intercambiador de Aluche, pasando por La Peseta entre otros.
- N18, autobús nocturno que conecta Cibeles con Las Águilas, pasando por la Glorieta de San Vicente, el paseo de Extremadura y el intercambiador de Aluche, entre otros.
- N19, autobús nocturno que conecta Cibeles con la Colonia San Ignacio de Loyola, pasando por la Glorieta de San Vicente, Puerta del Ángel, el Paseo de Extremadura y la Avenida aviación, entre otros.

- SE730, un autobús de Servicio Especial que conecta durante los meses de invierno el intercambiador de Plaza Elíptica con el albergue del Pinar de San José, en el distrito Latina, para posibilitar a personas sin hogar la llegada al refugio.
- SE832, un autobús de Servicio Especial que conecta Príncipe Pío con el Hospital Fundación San José, pasando por Marqués de Vadillo, Plaza Elíptica y La Peseta.

La red de Metro conecta esta región con dos Líneas:

- La Línea 10 atraviesa Madrid de norte a sur conectando la estación de Hospital Infanta Sofía en San Sebastián de los Reyes con la de Puerta del Sur en Alcorcón, pasando por Las Tablas, Montecarmelo, Chamartín, Nuevos Ministerios, Príncipe Pío, Casa de Campo y Colonia Jardín entre otras. En 2022 tuvo una capacidad de transporte de viajeros/hora por sentido de 27.330 personas. Las estaciones más cercanas a esta zona son Cuatro Vientos y Aviación española.
- La Línea 11 es mucho más corta y se mantiene en la zona sur de Madrid, conectando la estación de La Fortuna y Plaza Elíptica, pasando por Carabanchel Alto entre otras. En 2022 tuvo una capacidad de transporte de viajeros/hora por sentido de 6.560 personas. Las estaciones más cercanas a esta zona son La Fortuna, La Peseta y Carabanchel Alto.
- Metro ligero que conecta Colonia Jardín con Puerta de Boadilla, pasando por Ciudad de la Imagen, Montepríncipe y Boadilla centro, entre otros.

En las proximidades a la zona del proyecto se encuentran 3 estaciones de la red de Cercanías, pertenecientes a la Línea 5 que conecta Móstoles – El Soto con Humanes, atravesando el sur de Madrid por Embajadores, Atocha y Méndez Álvaro. En la siguiente tabla se recogen los movimientos en las estaciones más cercanas al proyecto durante 2022.

Tabla 26.- Cantidad de movimientos de viajeros durante el año 2022 en las estaciones de cercanías cercanas al proyecto.

Estación	Total	Subidas	Bajadas
Cuatro Vientos	2.438.936	1.112.311	1.326.624
Las Águilas	1.930.023	1.026.725	903.298
Aluche	6.627.880	3.343.032	3.284.848

Las Líneas de autobuses interurbanos que pasan en las proximidades son: 483, 486, 487.

7.2 BENEFICIOS AMBIENTALES DE LA AMPLIACIÓN

Aunque durante la fase de construcción pueden producirse impactos puntuales asociados al incremento temporal de emisiones, ruidos y ocupación del espacio urbano, dichos efectos resultan limitados en el tiempo y mitigables mediante la aplicación de medidas de control

ambiental y de gestión de obra.

En la fase de explotación, esta ampliación a la red supone un refuerzo del transporte público en el área de influencia y, por tanto, en una reducción del uso del vehículo privado, contribuyendo de manera directa a la mejora de la calidad del aire y a la disminución de los niveles de ruido en la zona.

De este modo, la actividad proyectada genera beneficios al integrarse con otras Líneas de Metro y con los sistemas de transporte existentes, favoreciendo la descongestión del tráfico superficial y potenciando un modelo de movilidad sostenible.

Además, la coordinación con medidas de drenaje urbano y planes de control ambiental en desarrollo hace posible la reducción de posibles efectos negativos acumulados con otros proyectos en ejecución.

En este sentido, la actuación es coherente con los objetivos establecidos en el Plan de Calidad del Aire de la Comunidad de Madrid, aportando beneficios ambientales netos y garantizando la compatibilidad del proyecto con las estrategias de sostenibilidad urbana y metropolitana.

8 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

8.1 METODOLOGÍA

A continuación, se realiza un análisis preliminar de las acciones derivadas del Proyecto en las fases de construcción y de explotación, así como los efectos previsibles sobre los factores ambientales.

Tanto en relación con los elementos del medio como respecto a las acciones del proyecto (ya sea la fase de obra o explotación), se reflejan únicamente aquellos que puedan tener algún efecto significativo, entendiendo así aquel que se manifiesta como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos.

El conocimiento de las afecciones que las acciones del proyecto puedan causar al territorio, determinará las principales medidas protectoras a tener en cuenta para minimizar estos potenciales efectos.

Además, se ha de tener en cuenta que una acción puede desencadenar más de una afección, lo que significa que puede haber una interrelación entre las acciones causantes de impacto y los efectos producidos sobre aspectos del medio. De este modo, la fórmula aplicada a tener en cuenta para el cálculo del valor de los impactos identificados será:

Valor del Impacto Ambiental = Naturaleza (+/-) x [(3x Intensidad) + (2x Extensión) + Duración + Periodicidad + Carácter + Reversibilidad + Recuperabilidad + Ocurrencia]

Así mismo, se tendrá en cuenta la valoración del impacto de manera directa o indirecta en el medio

8.1.1 Identificación y criterios de caracterización de impactos

En relación con cada factor ambiental se identifican los impactos más significativos de la fase de ejecución de las obras y de la fase de explotación.

Para la caracterización de los impactos ambientales se han empleado los conceptos descritos en la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*. Según esto, cada criterio de evaluación lleva aparejado un valor para estimar la intensidad y características del impacto que cada acción supone sobre el factor ambiental estudiado. Se describe la terminología a continuación.

- **Naturaleza (N):** Hace referencia al carácter genérico del impacto o signo de este.
 - Perjudicial (-): Cuando el efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético, cultural, paisajístico, de productividad ambiental, o en un aumento de los efectos negativos derivados de la contaminación, de la erosión o de otros riesgos ambientales.
 - Beneficiosa (+): Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis coste-beneficio de la actuación planteada.
- **Intensidad (I):** Hace referencia al grado de alteración del factor del medio analizado.
 - Baja (1): Escaso efecto sobre el factor o su valor ambiental.
 - Media (2): Afección significativa sobre el valor o la calidad ambiental.
 - Alta (4): Destrucción muy importante sobre el valor o la calidad ambiental.
 - Muy alta (8): Destrucción total o casi total sobre el valor o la calidad ambiental.
- **Extensión (E):** Clasifica los impactos en:
 - Localizados: Aquellos que se limitan espacial y superficialmente al espacio al que se circunscribe la actuación.
 - Circundantes: Los efectos de la actuación o uso superan los límites perimetrales de la misma, afectando al entorno cercano.
 - Extensos: Aquellos que superan en sus efectos los límites lejanos de la actuación. La superficie abarcada por el impacto trasciende ampliamente las zonas circundantes.
- **Duración (D):** Hace referencia a la persistencia o tiempo de permanencia del efecto, desde su aparición hasta el retorno del factor afectado a sus condiciones iniciales previas a la acción, ya sea por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
 - Fugaz: Aquellos que suponen una alteración no permanente en el tiempo. El plazo temporal de manifestación es determinable y coincidente con el de la actuación que se evalúa.
 - Temporal: Aquellos que en sus efectos se prolongan un plazo variable tras la finalización de la actuación a evaluar, pero no son permanentes.

- Permanente: Aquellos que suponen una alternación indefinida en el tiempo de elementos de importancia en la estructura o función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
- **Periodicidad (P):** Hace referencia a la regularidad de la manifestación o continuidad del efecto producido por una acción del proyecto en el tiempo.
 - Irregular y/o puntual: Cuando la continuidad de la manifestación de los efectos es desigual en el tiempo, puntual o impredecible.
 - Discontinua: Cuando la manifestación de los efectos es discontinua en el tiempo.
 - Continua: Cuando la continuidad de la manifestación es permanente.
- **Carácter (C):** Este parámetro hace referencia a la interacción entre las acciones causantes de impacto, o bien entre los aspectos del medio o agentes que lo reciben.
 - Simple: Cuando el efecto es simple y no se acumula en el tiempo ni interacciona con otras acciones, impactos o aspectos del medio.
 - Acumulativo: Cuando persiste de forma reiterada la acción se produce un incremento progresivo de la manifestación del efecto.
 - Sinérgico: Cuando se verifica un reforzamiento de dos o más efectos simples no acumulativos como resultado de la interacción entre los mismos. El resultado supone una incidencia ambiental superior que la que supondría la suma de efectos por separado.
- **Reversibilidad (R):** Hace referencia a la capacidad del medio de absorber a medio plazo y sin intervención antrópica el efecto producido por una acción determinada mediante procesos naturales de sucesión ecológica o mecanismos de autodepuración.
 - Reversible: Cuando el efecto desaparece al cesar la causa, o bien la reversibilidad tiende a manifestarse en un plazo inferior a un año y es prácticamente total.
 - Intermedia: Cuando la reversibilidad se manifiesta en entre 1 y 5 años, o es parcial o incompleta.
 - Irreversible: Cuando la reversibilidad se estima imposible en un plazo muy dilatado en el tiempo, o es mínima.
- **Recuperabilidad (Rc):** Hace referencia a la posibilidad de recuperación del medio tras la actuación causante del impacto, mediante la aplicación por parte del hombre de medidas correctoras o recuperadoras.

- Recuperable a corto plazo (1): Cuando la recuperación tiene lugar antes de un mes tras la aplicación de medidas de adecuación ambiental, y es prácticamente total.
- Recuperable a medio plazo (2): Cuando la recuperación tiene lugar antes de un año tras la aplicación de medidas de adecuación ambiental, y es prácticamente total.
- Recuperable a largo plazo (4): Cuando la recuperación se manifiesta en un plazo superior a un año tras la aplicación de medidas correctoras y/o es solamente parcial o incompleta.
- Irrecuperable (8): Cuando la recuperabilidad se estima imposible en un plazo muy dilatado en el tiempo, o bien solo es posible en una superficie o extensión mínima.

- **Probabilidad de ocurrencia (O).**

- Cierto (2): Aquellos cuya ocurrencia no depende de factores aleatorios, estando directamente asociados a las acciones propias de la actuación.
- Incierto (1): Aquellos cuya ocurrencia depende de factores aleatorios que pueden desencadenarse o no como consecuencia de la actuación.

8.1.2 Criterios de valoración de impactos

Se identifican, por una parte, los efectos producidos y su caracterización, y por otra, la importancia o valor de cada recurso afectado, se realiza la valoración de impactos de la actuación sobre cada uno de los aspectos del medio.

El proceso de valoración admite distintas metodologías para llegar hasta la asignación de una magnitud de impacto por aspecto del medio analizado.

La valoración de los impactos identificados y caracterizados se realiza en función de su importancia. Se consideran más significativos o críticos aquellos que se manifiestan como una modificación del medio ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. En contraposición, se entienden como no significativos, los casos en que el efecto es tan leve que no resultan considerables frente a otros impactos de mayor relevancia.

Con objeto de facilitar la comprensión y valoración de los impactos producidos se utilizan las categorías reguladas en la *Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental*. Se describen a continuación:

Impactos perjudiciales:

- **Impacto ambiental compatible:** Aquel cuya recuperación (reversibilidad) es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras, o las precisa de pequeña entidad. También se incluyen aquellos que provocan la pérdida de factores ambientales que no conllevan un cambio en el valor ambiental del entorno.
- **Impacto ambiental moderado:** Aquel cuya recuperación no precisa medidas preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo. También se incluyen aquellos que ocasionan un cambio perceptible en el valor ambiental del conjunto.
- **Impacto ambiental severo:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado. Se incluyen también aquellos que ocasionan la pérdida de un valor ambiental notable en el conjunto.
- **Impacto ambiental crítico:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Impactos positivos:

- **Impacto favorable:** Aquel impacto positivo cuyos efectos sobre el medio son difícilmente cuantificables en unidades medibles, ya sea por su carácter intangible o por verificarse sus efectos a largo plazo (superior a 5 años). Esta valoración contará con dos niveles en la valoración cuantitativa: Favorable o Muy favorable.
- **Impacto beneficioso:** Aquel impacto positivo cuyos efectos sobre el medio son cuantificables en algún tipo de unidad y suponen una mejora del medio físico, socioeconómico tangible a corto (1 año) o medio plazo (5 años). Contará, igual que en el caso anterior, con dos niveles de intensidad en la valoración cuantitativa: Beneficioso y Muy Beneficioso.

Se ha indicado también si la acción analizada lleva consigo ausencia de impactos significativos, en cuyo caso no se hace necesaria la descripción del carácter del impacto. Dada la dificultad de enmarcar determinados impactos en una única categoría, se contempla la posibilidad de utilizar categorías intermedias, por ejemplo: Impacto Moderado-Alto, Severo-Bajo, etc. Los valores del impacto ambiental tal y como se ha indicado tienen en cuenta la naturaleza del impacto, su importancia y su proyección espacial.

Una vez determinado el Valor Ambiental, se ha de comparar el valor numérico con los recogidos en las tablas de valoración de impactos para asignar a cada impacto la categoría correspondiente de la Ley 21/2013, siendo estas:

Tabla 27. Valores cualitativos y numéricos

Impacto Negativo	
Valor Cualitativo	Valor Numérico (-)
Compatible	0-15
Moderado	16-29
Severo	30-43
Crítico	44 o más
Impacto Positivo	
Valor Cualitativo	Valor Numérico (+)
Favorable	0-15
Muy Favorable	16-29
Beneficioso	30-43
Muy Beneficioso	44 o más

8.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

8.2.1 Identificación de acciones de proyecto.

Para la construcción de la ampliación del tramo de la Línea 11 del Metro de Madrid objeto del estudio es preciso ejecutar una serie de obras, la mayor parte de las cuales tendrán repercusiones sobre distintos factores del medio.

La puesta en funcionamiento de la Línea de Metro supondrá una mejora de las comunicaciones, aspecto positivo, pero a la vez se introducirá un nuevo elemento en el medio que generará una serie de efectos sobre el mismo, de carácter negativo.

En el presente apartado se revisan las principales acciones susceptibles de generar impactos sobre el entorno, diferenciando aquellas que tendrán lugar en la construcción de las que se originarán en la fase de funcionamiento. La relación presentada identifica únicamente aquellas que se estiman verificables, tratándose por otro lado de atender a criterios de independencia para evitar solapes que puedan inducir a la duplicación de impactos.

8.2.1.1 Fase de obra

La fase de construcción se caracteriza por la ejecución de un gran número de actividades que inciden directamente sobre los factores del medio físico, biológico, perceptual y humano de la zona de actuación, causando efectos mayoritariamente negativos. Estas actividades son:

Ocupación del suelo y desbroces

La propia ocupación de la infraestructura, en lo que a elementos visibles se refiere (estaciones, pozos de bombeo, salidas de emergencia, etc.) supone la ocupación de una cantidad determinada de suelo. En algunos casos se tratará de ocupaciones temporales; en otros podrán ser definitivas. Todo el terreno ocupado en el que crezca vegetación requerirá un desbroce.

En lo que se refiere a expropiaciones, se expropiará la superficie estricta ocupada por las rejillas de ventilación y trampillas de acceso de los pozos y salidas de emergencia a lo largo de la traza. También serán expropiados los terrenos sobre los que se ubican los accesos a las estaciones.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Retirada de vegetación con herramientas que emiten gases a la atmósfera y ruido.
- Afección a la hidrología y el suelo por su compactación.
- Ocupación del suelo y afección visual.

Movimiento de tierras y materiales

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Generación de polvo y ruido.
- Ocupación del suelo y afección visual.

En relación con esta actividad, se describen a continuación las acciones asociadas que tendrán lugar durante esta fase:

Movimiento de vehículos y maquinaria

Durante toda la fase de construcción, tendrá lugar un importante incremento del tránsito de camiones y de maquinaria pesada. Ello origina un aumento de los niveles sonoros en la zona de obras y en las rutas de acceso, disminuyendo además la calidad del aire debido a la emisión de gases contaminantes y a la incidencia de las partículas en suspensión.

Igualmente, este aumento de los niveles circulatorios en la zona de influencia de las obras se traduce en molestias sobre la población que reside y transita por el entorno de las obras, al provocar cortes o desvíos que dificultan la movilidad.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes, polvo y ruido.
- Afección a la población por provocación de cortes y desvíos.

Excavaciones subterráneas por método belga

Las características de la actuación condicionan su construcción mediante túneles ejecutados por método belga, previsiblemente, o bien con tuneladora. La mayor parte del trazado discurre de forma subterránea y su ejecución se realiza mediante el denominado método belga, a excepción de estaciones y elementos como pozos de bombeo, ventilación y salidas de emergencia los cuales se ejecutan mediante recintos apantallados.

El carácter puramente subterráneo de la actuación minimiza la afección paisajística. Por otro lado, se generará un importante volumen de tierra y material sobrante que será oportuno tratar adecuadamente.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes y ruido.
- Afección al suelo y la configuración hidrológica del entorno.
- Afección a la población por ruidos y vibraciones.

Excavaciones subterráneas entre pantallas

En el caso de las nuevas estaciones de Metro previstas y las instalaciones anejas, las excavaciones se realizarán entre pantallas al abrigo de la losa de cubierta. Este tipo de acción, además de presentar similares afecciones a las descritas para las excavaciones subterráneas con tuneladora o con método belga, implica la posible afección en superficie sobre el arbolado urbano, mobiliario y usos ya sea para permitir excavación a cielo abierto o para ejecutar la losa de cubierta que arriostrará las pantallas perimetrales permitiendo la excavación interior. El proyecto preverá asimismo la recuperación de estas zonas y la integración de los elementos necesarios de la infraestructura en el entorno urbano.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes y ruido.
- Afección al suelo y la configuración hidrológica del entorno.
- Afección al arbolado urbano y al mobiliario.
- Afección a la población por ruidos y vibraciones.

- Afección por ocupación del suelo.

Habilitación de instalaciones auxiliares

Para el desarrollo de las obras será necesaria la instalación de un campamento de obra, parques de maquinaria, oficinas, etc. Además de la ocupación, normalmente temporal, de los terrenos en los que se ubiquen, en estas zonas se realizarán una serie de actividades susceptibles de generar impactos sobre el medio, como las labores de mantenimiento de la maquinaria, los acopios de materiales tóxicos, ruidos asociados, generación de residuos, etc.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes y ruido.
- Posible afección al suelo y la hidrología en labores de mantenimiento, por acumulación de materiales tóxicos, generación de residuos, etc.
- Afección a la población por ruidos y vibraciones.
- Afección por ocupación del suelo.

Desvíos de tráfico rodado y de accesos peatonales

Como se ha indicado anteriormente, la ejecución de las obras previstas generará una necesidad de modificación de los viales situados en la traza debido a la ocupación en superficie para la ubicación de la estación, los pozos de ventilación y evacuación, así como para la necesaria ubicación de los equipos de obra. También se producirá la afección al tránsito peatonal por restricciones de acceso y ocupación de espacio público previsto.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Afección a la población por desvíos y modificación de accesos.
- Afección por ocupación del suelo.

Desvíos de servicios de compañías de suministros y reposición de servicios afectados

Las excavaciones entre pantallas en las zonas donde se pretenden ubicar las estaciones y el resto de las instalaciones auxiliares con afección en superficie provocarán cortes temporales de tránsito de peatones y tráfico rodado, alterando así el confort de los ciudadanos que allí habitan o transitan por estas zonas. Esta situación se reduce al mínimo tiempo posible con el planteamiento de método de construcción *cut and cover*, que permite continuar los trabajos enterrados al abrigo de una losa superior, que permitirá restablecer las condiciones en el exterior

en un breve espacio de tiempo, mucho antes de que concluyan las obras.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Afección a la población por desvíos y modificación de servicios.
- Afección por ocupación del suelo.

Generación de residuos

La ejecución de la obra conlleva la generación de residuos que deben ser seleccionados y transportados a vertederos específicos. Se produce en el resto de actuaciones de la obra y potencialmente puede afectar al conjunto de elementos del medio.

Necesidad de canteras y vertederos

Durante la construcción de la infraestructura objeto de estudio se generará un gran volumen de tierras sobrantes de la excavación. En este caso será preciso tratar de utilizar áreas degradadas como zonas de depósito de estos materiales. Este depósito de tierras ha de enmarcarse en un plan de restauración del área degradada por lo que un potencial impacto negativo se transforma en una afección positiva para el área receptora de las tierras.

A este respecto, será de aplicación la *Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron*.

En la construcción de ciertas estructuras e instalaciones de la actuación puede ser necesario un volumen de tierra (material seleccionado), los cuales pueden proceder de los generados en la excavación del túnel. Si bien es frecuente que esta compensación de tierras no pueda llevarse a cabo porque los materiales excavados no sean aptos para su destino. En estos casos se generará una necesidad de materiales de préstamo. Estos materiales de préstamo provendrán de canteras en explotación, con sus planes de restauración aprobados.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Afección al suelo del que se extraen los materiales.

Construcción y hormigonado

Las acciones que conllevan operaciones de construcción y hormigonado serán las relativas a la construcción del túnel, pozos y demás elementos constructivos del proyecto, así como la

reposición del mobiliario urbano y servicios afectados. Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes, polvo y ruido.
- Afección a hidrología y suelo por su sellado.
- Posible afección al suelo y la hidrología por vertidos accidentales y generación de residuos.
- Aumento del riesgo de incendios.
- Alteración del biotopo y desplazamiento de la fauna.
- Aumento de la fragilidad del paisaje, ocupación del suelo.
- Creación de empleo y aumento de la actividad económica.

Retirada temporal y definitiva de elementos urbanos

La infraestructura proyectada podría afectar temporalmente a una serie de servicios como Líneas eléctricas, Líneas telefónicas, etc. Si bien se trataría de una acción temporal, puesto que todos los servicios afectados serían repuestos, se podría generar una serie de molestias para los usuarios durante la construcción de los desvíos y reposiciones.

Por otro lado, en las zonas donde se pretende ejecutar tanto las estaciones como los pozos o salidas de emergencia, se producirá sin duda, una retirada temporal o permanente de la totalidad del mobiliario urbano, el cual será repuesto una vez acabada la obra adaptada a los nuevos usos.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes y ruido.
- Afección a la población por retirada de elementos urbanos y servicios.

Retirada y protección del arbolado urbano

En las zonas donde se pretende excavar a cielo abierto para la construcción de las estaciones y sus instalaciones anejas, se producirá una retirada del arbolado urbano más próximo, así como una protección de los pies arbóreos del entorno de las obras. Este arbolado, una vez finalizadas las obras, en la medida de lo posible, se tratará de reponer a las condiciones originales.

A este aspecto será de aplicación la *Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento de arbolado urbano de la Comunidad de Madrid*.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes y ruido.
- Afección a la vegetación.
- Afección a la fauna que podría encontrarse asociada al arbolado.
- Afección a la población por retirada de arbolado.

Necesidad de mano de obra y demandas de servicios

Las obras suponen la creación de empleo durante su ejecución. Asimismo, es frecuente que el constructor recurra a pequeñas empresas locales para la realización de algunos trabajos, lo cual puede influir muy favorablemente en el sector local de construcción. Por otro lado, la obra supondrá, en general, un incremento de la demanda de servicios asociados a la permanencia, en las inmediaciones, de un gran número de personas relacionadas de forma directa e indirecta con los trabajos de construcción. Todo esto puede dar lugar a efectos positivos de carácter temporal.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Afección a la población por un aumento en la oferta de empleo.
- Afección a la economía.

8.2.1.2 Fase de funcionamiento

En la fase de funcionamiento se conjugan una serie de efectos negativos, por la presencia de la infraestructura (bocas de Metro, salidas de emergencia, pozos de ventilación y bombeo, etc.) o la circulación de trenes, como el incremento de vibraciones que conlleva, con otros positivos, como es la propia existencia de la Línea de Metro, mejorando la accesibilidad, acortando tiempos de desplazamiento y reduciendo la utilización de medios de transporte privado.

A continuación, se describen aquellas que, a priori, parecen más significativas en relación con la actuación proyectada.

Presencia del nuevo tramo de la Línea de Metro

La presencia del nuevo tramo de Línea de Metro se constituye en un elemento cuya permanencia será definitiva durante toda la vida útil de la infraestructura. No se espera ninguna afección al respecto. Indicar únicamente que las zonas que se construirán mediante pantallas pueden provocar una intercepción del flujo subterráneo existente en la parte basal de las terrazas del cuaternario. Esta intercepción no se prevé que sea muy importante, ya que la construcción

mediante muros pantalla es discontinua (estaciones, pozos de bombeo y ventilación, salidas de emergencia, etc.).

El único impacto asociado es:

- Posible afección al suelo y la hidrología.

Presencia de elementos visibles

Durante la fase de funcionamiento los elementos visibles de la infraestructura proyectada serán las salidas de emergencia (si las hubiese) y los pozos de ventilación. La introducción de estos nuevos elementos visibles en el medio, aunque mínima generará una afección paisajística poco significativa dada la poca entidad de estos elementos y el alto grado de antropización del medio receptor.

El único impacto asociado es:

- Afección al paisaje, ocupación del suelo.

Tránsito o circulación de trenes por la nueva Línea construida

Esta acción es el objeto último del proyecto, conllevando la inmensa mayoría de los efectos positivos de su construcción, como la mejora de las conexiones entre los barrios del sur de Madrid y el núcleo central.

Por otra parte, esta circulación de trenes supondrá un foco emisor de vibraciones, que podría afectar al entorno, debiéndose estudiar pormenorizadamente esta afección para incorporar si fuese necesario las medidas correctoras oportunas.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Generación de ruido y vibraciones.
- Afección a la población por cambios en el tránsito, afección a la economía de la zona.

Mantenimiento de la Línea

Las tareas asociadas al mantenimiento de Línea se producirán en horario en que la Línea quede fuera de servicio. El impacto, por el volumen de medios necesarios y por el escaso impacto en superficie (por generación de ruidos) o por vibraciones se considera muy reducido.

Por otro lado, la necesidad de un incremento en el mantenimiento de la Línea, por su prolongación tendrá un efecto positivo en la mano de obra, aunque su efecto, también será muy reducido.

Los impactos asociados a esta actividad son los siguientes:

- Emisión de gases contaminantes.
- Generación de ruido y vibraciones.
- Afección a la población por un aumento en la oferta de empleo.
- Afección a la economía.

Necesidad de mano de obra

Como consecuencia de la puesta en funcionamiento de la instalación, esta ocasionará una demanda de mano de obra que, aunque no es muy importante conviene señalar. Los impactos asociados son:

- Afección a la población por un aumento en la oferta de empleo.
- Afección a la economía.

8.2.2 Identificación de los elementos ambientales

Los elementos o factores ambientales más representativos del entorno se indican a continuación.

- Atmósfera y calidad del aire
- Calidad acústica
- Suelo
- Medio hídrico
- Vegetación
- Fauna
- Paisaje
- Patrimonio cultural
- Medio social
- Usos del suelo
- Economía

8.2.3 Matriz identificación de impactos

A continuación, se incluye una matriz de identificación de impactos potenciales recogiendo las

distintas acciones del proyecto, así como los aspectos del medio susceptibles de ser afectados.

A partir de esta matriz de interacciones entre elementos del medio y acciones del proyecto, la identificación y evaluación de impactos ambientales que se desarrolla más adelante permitirá establecer cuáles son los impactos reales generados por la actuación proyectada.

ASPECTOS DEL MEDIO ACCIONES DE PROYECTO		MEDIO NATURAL							MEDIO SOCIOECONÓMICO			
		ATMÓSFERA Y CALIDAD DEL AIRE	CALIDAD ACÚSTICA	SUELO	MEDIO HÍDRICO	VEGETACIÓN	FAUNA	PAISAJE	PATRIMONIO CULTURAL	MEDIO SOCIAL	USOS DEL SUELO	ECONOMÍA
FASE DE CONSTRUCCIÓN	OCUPACIÓN DEL SUELO Y DESBROCES	X	X	X	X	X	X	X		X	X	
	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MATERIALES	X	X	X			X			X	X	
	MOVIMIENTO DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA	X	X	X			X			X		
	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA CON TUNELADORA	X	X	X	X		X			X		
	EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA ENTRE PANTALLAS	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
	HABILITACIÓN DE INSTALACIONES AUXILIARES	X	X	X	X		X			X	X	
	DESVÍOS DE TRÁFICO RODADO Y ACCESOS PEATONALES			X						X	X	
	DESVÍOS Y REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS									X	X	
	GENERACIÓN DE RESIDUOS	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
	NECESIDAD DE CANTERAS Y VERTEDEROS			X								
	CONSTRUCCIÓN Y HORMIGONADO	X	X	X	X		X			X	X	X
	RETIRADA TEMPORAL DE ELEMENTOS URBANOS	X	X				X	X		X		
	RETIRADA DEL ARBOLADO URBANO	X	X			X	X	X		X		
	NECESIDAD DE MANO DE OBRA Y DEMANDA DE SERVICIOS	X	X							X		X
FASE DE EXPLOTACIÓN	PRESENCIA DEL NUEVO TRAMO DE LA LÍNEA DE METRO			X	X							
	PRESENCIA DE ESTACIONES Y ELEMENTOS VISIBLES							X		X	X	
	TRÁNSITO O CIRCULACIÓN DE TRENES POR LA NUEVA LÍNEA		X							X		X
	MANTENIMIENTO DE LA LÍNEA	X	X							X		X
	DEMANDA DE MANO DE OBRA									X		X

8.3 VALORACIÓN DE EFECTOS

Dadas las características de las posibles alternativas y de sus emplazamientos próximos entre sí, el presente apartado trata de reflejar los impactos potenciales para todas las alternativas planteadas, los cuales se describen a continuación.

La tipología de los procedimientos de construcción del túnel y de soluciones para estaciones, pozos y superestructura serán objeto de un estudio de alternativas que tenga en cuenta todos los condicionantes posibles: medio físico, medio ambiente, medio territorial, funcionalidad, tráfico, coste y rentabilidad, entre otros.

8.3.1 Atmósfera y calidad de aire

En la fase de construcción las acciones generadoras de contaminación atmosférica serán:

- Movimiento de tierras.
- Funcionamiento de la maquinaria en operaciones como: desbroces, movimiento de vehículos y maquinaria, excavaciones subterráneas (con tuneladora y entre pantallas), habilitación de instalaciones auxiliares, construcción y hormigonado, retirada de elementos urbanos y arbolado.
- Generación de residuos.

Estas acciones se producirán tanto en la propia obra como en los lugares de préstamo y vertedero. Los contaminantes químicos serán fundamentalmente partículas (polvo) procedentes de los movimientos de tierra (excavación, carga, descarga, transporte, exposición de tierra desnuda al efecto erosivo del viento, etc.) y emisiones de partículas procedente de la combustión en motores diésel. Como generadores de contaminación acústica hay que destacar los grandes movimientos de tierra.

En todos los casos se trata de emisiones relacionadas a las zonas de ejecución al aire libre y/o de acceso a pozos de extracción que, en comparación con el ámbito de proyecto se encuentra muy localizado, y son de carácter temporal. Por tanto, la contaminación atmosférica generada en la fase de construcción, aun pudiendo ser puntualmente elevada, dado su carácter transitorio, puede considerarse de importancia entre compatible y moderada-baja.

Cabe añadir también que, debido a la presencia dentro del ámbito de proyecto, o en sus proximidades, de infraestructuras generadoras de gases contaminantes (M-40, A-5 y sus ramales

de enlace, Línea C-5 de Cercanías *Móstoles / El Soto-Humanes*), la valoración de los aumentos en los niveles de estos, producidos por la ejecución de la obra, no será significativa.

Las principales sustancias por considerar en relación con la contaminación atmosférica producida por el tráfico de vehículos son: monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, compuestos orgánicos volátiles y partículas.

En fase de redacción del estudio de impacto ambiental se realizará un análisis más detallado de las emisiones de GEIs debidas al tráfico de vehículos.

- Contaminación por gases de efecto invernadero (GEI)

Para llevar a cabo el cálculo de emisión de gases contaminantes en cada fase, se ha utilizado una estimación de los valores basándose en proyectos de carácter similar, siendo esta:

Tabla 28. Coeficiente de estimación de emisiones de GEI

GEI	Fase de Construcción	Fase de Explotación
CO	0,045	0,03
NOx	0,002	0,0035
N2O	0,05	0,0001
SOx	0,00035	0,00005

Tabla 29. Contaminación por GEI en fase de construcción

Fase de Construcción		CO	NOx	N2O	SOx
Alternativa 1		146,99	6,533	163,32	1,143
Alternativa 2		103,65	4,607	115,16	0,806
Alternativa 3		95,45	4,242	106,06	0,742

Tabla 30. Contaminación por GEI en fase de explotación

Fase de Explotación		CO	NOx	N2O	SOx
Alternativa 1		97,99	11,43	0,327	0,163
Alternativa 2		69,098	8,06	0,23	0,115
Alternativa 3		63,64	7,42	0,212	0,106

Como se puede observar, ocurre una disminución en las emisiones de GEI entre la fase de construcción y de explotación. Esto se debe al uso de maquinaria y vehículos durante la fase de construcción, como se menciona anteriormente.

Teniendo en cuenta las características del proyecto y del entorno, la cercanía a la A-5 y la similitud en el proceso constructivo entre ellas, la valoración de las alternativas no se considera un factor diferenciador entre ellas.

Tabla 31.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la calidad atmosférica

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Acumulativo	Localizado	Puntual	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Compatible						

8.3.2 Calidad acústica

En la fase de construcción, las acciones generadoras de ruido serán:

- Funcionamiento y movimiento de la maquinaria en operaciones como: desbroces, movimiento de vehículos y maquinaria, excavaciones subterráneas (con tuneladora y entre pantallas), habilitación de instalaciones auxiliares, construcción y hormigonado, retirada de elementos urbanos y arbolado.

Estas acciones se producirán tanto en la propia obra como en los lugares de préstamo y vertedero generando un aumento de los niveles sonoros. Como generadores de contaminación acústica hay que destacar los generados por los grandes movimientos de tierra, mientras que para los generadores de vibraciones conviene destacar la ejecución de las excavaciones subterráneas. El movimiento de vehículos generará, adicionalmente, un aumento de los niveles de circulación en el entorno de la obra, generando molestias en la población residente en la zona.

Para cada alternativa de trazado se pueden producir alteraciones en función de los diferentes procedimientos constructivos y de las soluciones de superestructura. Estas serán objeto de un estudio de alternativas específico.

Cabe añadir también que debido a la presencia dentro del ámbito de proyecto o en sus proximidades de infraestructuras que generan una gran carga sonora (M-40, A-5 y sus ramales de enlace, Línea C-5 de Cercanías *Móstoles / El Soto-Humanes*), la valoración de los aumentos temporales que dicha carga genera por ejecución de la obra no será tan significativos como en caso de situarse en zonas con valores menores en situación inicial.

Por otro lado, en fase de explotación la circulación de los vehículos ferroviarios genera la emisión

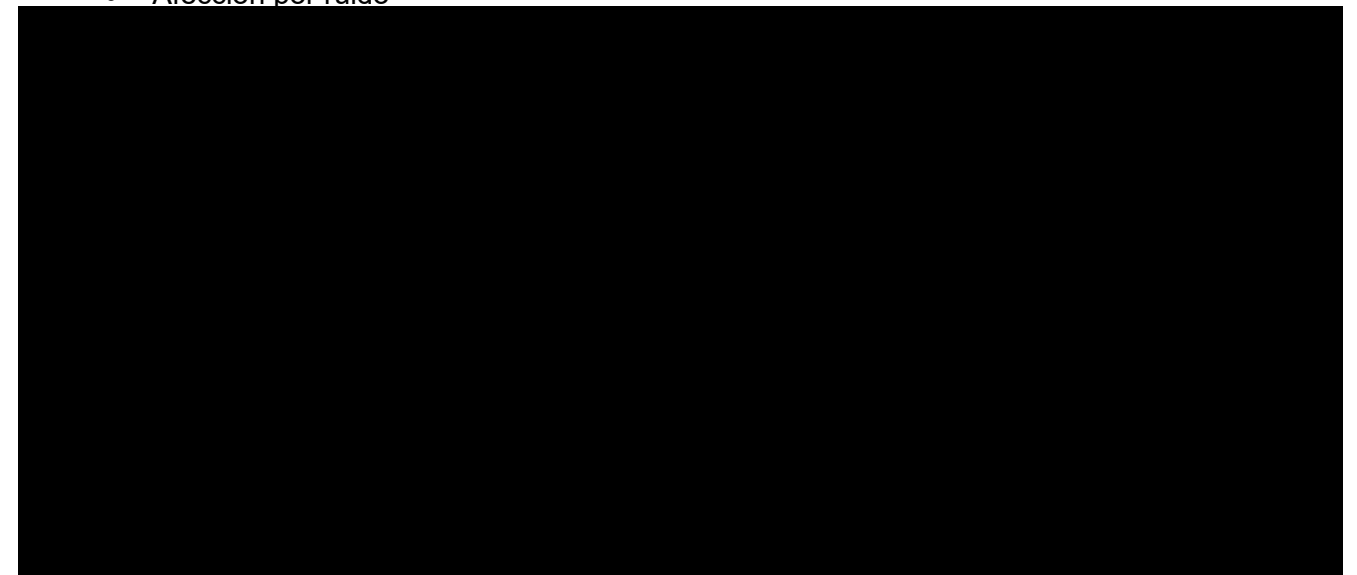
de vibraciones con efecto negativo en el entorno.

Para la incidencia de este factor conviene tener en cuenta la presencia en el entorno de zonas habitadas próximas y sensibles a estos efectos, expuesto en el apéndice 3 Estudio de Vibraciones.

Por otra parte, no se detectan zonas sensibles para la fauna que se puedan ver afectadas por las emisiones acústicas. Ya que los espacios protegidos detectados se encuentran lejos de la zona de actuación. Aun así, se deberá llevar a cabo la prospección de la zona por si hubiese presencia de alguna especie de fauna listada que conlleve algún tipo de medida preventiva.

Se caracteriza el impacto de la excavación con tuneladora por el método belga, que al ser subterránea provoca menos afección.

- Afección por ruido



- Afección por vibraciones

Tabla 33. Vibraciones en fase de explotación

Fase de Explotación	Law max. (db) alcanzada
Alternativa 1	82,4
Alternativa 2	91,4
Alternativa 3	75,3

Finalmente se considera que, aunque existen zonas en la que se superan los niveles normativos, gracias a las medidas protectoras a implementar, se espera su reducción y, por tanto, compatibilidad.

Asimismo, se considera que se trata de un efecto circundante, ya que la presión provocada por

el sonido disminuye considerablemente con la distancia. Por lo tanto, la cercanía a estos edificios sensibles puede tenerse en consideración, además de sus usuarios.

De este modo, la evaluación del potencial impacto generado por el ruido y vibraciones será:

Tabla 34.- Evaluación de efectos del proyecto por ruidos y vibraciones.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Simple	Localizado	Temporal	Reversible	Corto plazo
Magnitud						
Compatible						

Y el impacto de la excavación entre pantallas, que estando en exterior queda más expuesto:

Tabla 35.- Evaluación de efectos del proyecto por ruidos y vibraciones.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Simple	Localizado	Temporal	Reversible	Corto plazo
Magnitud						
Moderado						

8.3.3 Suelo

En primer lugar, existe una pérdida de suelo por la presencia física que ocuparán los elementos visibles de la nueva infraestructura (accesos a estación, salidas de emergencia, rejillas de ventilación, pozos de bombeo, etc.).

En segundo término, se producirán afecciones sobre las superficies ocupadas temporalmente por depósitos de materiales, instalaciones y construcciones auxiliares, tránsito y descanso de maquinaria, desvíos provisionales y otras actuaciones. En estas superficies se producirá una compactación del suelo, alterando su estructura y modificando la permeabilidad y aireación. Esta alteración, de carácter temporal y lentamente recuperable, incide muy negativamente sobre la capacidad del suelo para el desarrollo vegetal, llegando incluso a la posibilidad de perturbar el suelo de tal forma que se elimine la cubierta vegetal sobre la zona de actuación. Este suelo compactado puede sufrir, además, alteraciones en su composición geológica, modificaciones en la textura y transformaciones de sus características fisicoquímicas originales.

Adicionalmente, los derrames o vertidos ocasionales de material de construcción, y restos de los depósitos de materiales, son otras actuaciones que inciden sobre la calidad edáfica de las superficies de trabajo.

Por otro lado, el desmantelamiento de la vegetación y de la cobertura edáfica que se lleva a cabo

en la fase de construcción, junto al tránsito de vehículos, incrementan la erosión eólica e hídrica sobre la superficie expuesta. Asimismo, la ejecución de las obras supondrá un aumento de la intensidad de los fenómenos erosivos durante la fase de explotación que se producirá de forma indirecta como consecuencia de otras alteraciones como la pérdida de cubierta vegetal y modificación del relieve.

No obstante, debido al alto grado de antropización del medio receptor en el ámbito de proyecto se considera de poca importancia.

- Pérdida de suelo

Tabla 36. Suelo afectado por la fase de construcción

Fase de Construcción	Superficie de suelo ocupado (m ²)
Alternativa 1	63.658,61
Alternativa 2	54.740,67
Alternativa 3	51.610,66

- Excedentes de excavación con destino vertedero

El volumen de excedente de tierra que no pueda ser reutilizado en la obra, deberá ser gestionado de acuerdo con el Plan de Gestión Integrada de los Residuos de Construcción y Demolición de la Comunidad de Madrid, por la Ley 5/2003 de Residuos de la Comunidad de Madrid, y por la Orden 2726, de 16 julio de 2009, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición de la Comunidad de Madrid.

Tabla 37. Excedentes de tierra excavada con destino vertedero en fase de construcción

Fase de Construcción	Volumen de tierras para vertedero (m ³)
Alternativa 1	476.120,78
Alternativa 2	270.177,80
Alternativa 3	414.195,05

- Generación de tierras potencialmente contaminadas

Según el catálogo de suelos contaminados de la comunidad de Madrid, no se registran como tal las superficies de paso del trazado. No obstante, se calcula una estimación del 8% de potencialidad de contaminación de aquellos suelos extraídos.

Tabla 38. Tierra potencialmente contaminada en fase de construcción

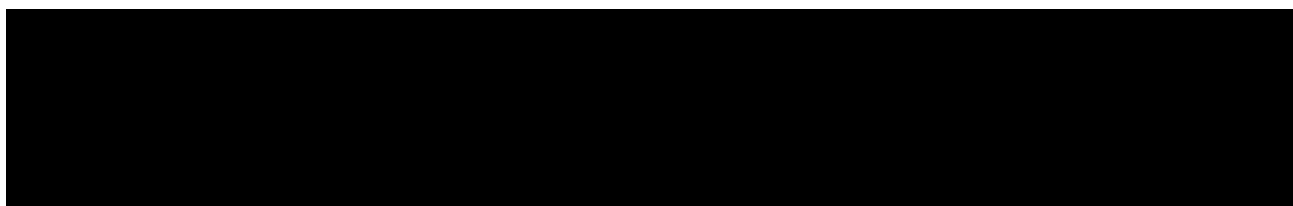
Fase de Construcción	Volumen estimado de tierra contaminada (m ³)
Alternativa 1	38.089,60
Alternativa 2	21.614,22
Alternativa 3	33.135,60

No obstante, este cálculo es una mera estimación y no se espera que de la presencia de suelos contaminados según los datos consultados. Además, las tierras extraídas que no sean reutilizadas para relleno serán gestionada correctamente y depositas en zonas autorizadas de vertederos.

- Generación de residuos

Durante la fase de explotación no se prevé la producción de residuos provenientes de las instalaciones proyectadas.

Para la fase de construcción, no considerando los sobrantes de tierras provenientes de la excavación, se prevén residuos como los sobrantes de hormigón y de demolición del firme.



adoptar los protocolos necesarios para la identificación, manejo, retirada y disposición final de materiales que contengan amianto, conforme a la normativa vigente en materia de residuos peligrosos y seguridad laboral (RD 396/2006 sobre protección sanitaria frente al amianto).

Además, se implementarán medidas de control y prevención ambiental para minimizar la dispersión y asegurar la protección de los trabajadores y la población cercana.

El resto de residuos presentara cuantías muy inferiores a los residuos de hormigón y de demolición. La estimación de estos residuos dependerá de los materiales finalmente previstos en los proyectos constructivo y el suministro contratado por el contratista.

En base a esta información, y teniendo en cuenta las medidas preventivas y correctoras implantadas, la evaluación del potencial impacto generado al suelo en el ámbito del proyecto se caracteriza como:

Tabla 39.- Evaluación de efectos del proyecto sobre el suelo.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Sinérgico	Localizado	Permanente	Irreversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado						

8.3.4 Medio hídrico

El tramo se encuentra en terrenos compuestos por arenas arcósicas, con niveles de toscos y capas arcillosas. Estos materiales presentan una permeabilidad media aproximada del orden de 10^{-5} cm/s, lo que implica una baja permeabilidad general.

El área está ubicada en el acuífero Madrid, un acuífero multicapa en depósitos detríticos terciarios. Este acuífero está represado por niveles más impermeables y se encuentra generalmente a más de 50 metros de profundidad. Los acuíferos en niveles superiores, formados por materiales granulares como arenas y toscos, presentan una mayor permeabilidad y están intercalados con capas impermeables que forman acuíferos confinados. Estas formaciones suelen tener presiones de agua relativamente bajas, entre 30 y 100 kPa, lo que reduce las presiones enfrentadas durante la excavación.

En la zona de estudio, la zona saturada se encuentra, según informes previos, a unos 15 metros de profundidad, aunque varía significativamente en la zona, también se destacan la presencia de niveles colgados más superficiales y de escasa entidad.

El agua subterránea en contacto con las infraestructuras subterráneas puede generar goteras, manchas de humedad y filtraciones. Aunque las infraestructuras situadas sobre el nivel freático también pueden sufrir de filtraciones, estas suelen ser de menor magnitud. A largo plazo, es prácticamente inevitable la aparición de filtraciones, por lo que se implementarán medidas para gestionarlas adecuadamente.

Para gestionar el agua infiltrada, se diseñará una red de drenaje que recolecte el agua y la dirija a puntos controlados, donde sistemas de bombeo trasladarán el agua a las alcantarillas. Esta red se materializará mediante canales de recogida. Los canales conducirán el agua a los puntos bajos del trazado, donde se instalarán pequeños depósitos y bombas.

La construcción del túnel con la debida instalación de los sistemas de drenaje requeridos puede causar subsidencia del terreno debido a la posible depresión del nivel freático. Sin embargo, dada la tipología de los materiales del subsuelo y las condiciones hidrogeológicas y de permeabilidad, no se espera que esto sea un problema significativo en este proyecto.

El diseño del sistema de drenaje y bombeo de las diferentes alternativas planteadas considerará las diversas condiciones geotécnicas e hidrogeológicas presentes a lo largo del trazado. A través de una adecuada recolección y gestión del agua infiltrada, junto con un sistema de bombeo redundante y eficiente, se garantiza la operatividad y seguridad de la infraestructura del Metro, minimizando los problemas asociados a la presencia de agua subterránea.

- Alteración de las aguas subterráneas

En cuanto a la información consultada, los puntos más cercanos con conocimiento de datos piezométricos publicados muestran profundidades de entre 8 y 30 m de profundidad. Además, en la realización del estudio geotécnico se han llevado a cabo trabajos de sondeo donde los resultados coinciden en gran medida con estas mediciones.

Teniendo en cuenta las medidas a implementar ante la infiltración y las características del terreno, se determina la valoración del impacto como:

Tabla 41.- Evaluación de efectos del proyecto sobre las aguas subterráneas.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Acumulativo	Localizado	Temporal	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado						

8.3.5 Vegetación

La ejecución del proyecto implica la destrucción de la cubierta vegetal en toda la superficie ocupada por formaciones vegetales. Una porción de esta superficie queda totalmente imposibilitada para una futura regeneración de la vegetación, tal es el caso de las superficies asfaltadas y hormigonadas; en otros casos se crean superficies desnudas con características muy diferentes a las que imperaban originalmente.

Los movimientos de tierra provocan una profunda alteración en los horizontes superficiales del suelo, cuando no un completo desmantelamiento, lo que supondrá un drástico cambio del hábitat original. Sobre este sustrato desnudo se producirá un proceso más o menos rápido de invasión por vegetación con un marcado carácter pionero y ruderal en su composición florística.

La magnitud de estos impactos en cada alternativa dependerá de la superficie ocupada y del valor de las comunidades vegetales. No obstante, se considera que el valor de la afección será de escasa importancia a excepción de espacios puntuales destinados a la implantación de elementos como acceso a las estaciones, pozos de ventilación, de bombeo y salidas de

emergencia.

En este caso, solo la alternativa 3 se adentra dentro de comunidades vegetales:

Tabla 42. Superficie de ocupación

Alternativa	Superficie de ocupación de comunidades vegetales (m ²)
Alternativa 1	-
Alternativa 2	-
Alternativa 3	618,40 (Pinar de Pino piñonero)

Se considera una afección moderada. El grado final de la afección dependerá de la superficie ocupada por los pozos de ataque y pantallas. Se establecerá la ocupación final en función del análisis de alternativa del procedimiento constructivo a desarrollar.

- Número y estado de árboles afectados

Tabla 43. Número y estado de árboles afectados en fase de explotación

Fase de Explotación	Número de árboles afectados	Estado de árboles afectados
Alternativa 1	25	Bueno - Desconocido
Alternativa 2	20	Desconocido
Alternativa 3	34	Bueno

Así, la evaluación de la valoración del potencial impacto a la vegetación de la zona de estudio será:

Tabla 44.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la vegetación.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Sinérgico	Localizado	Temporal	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado						

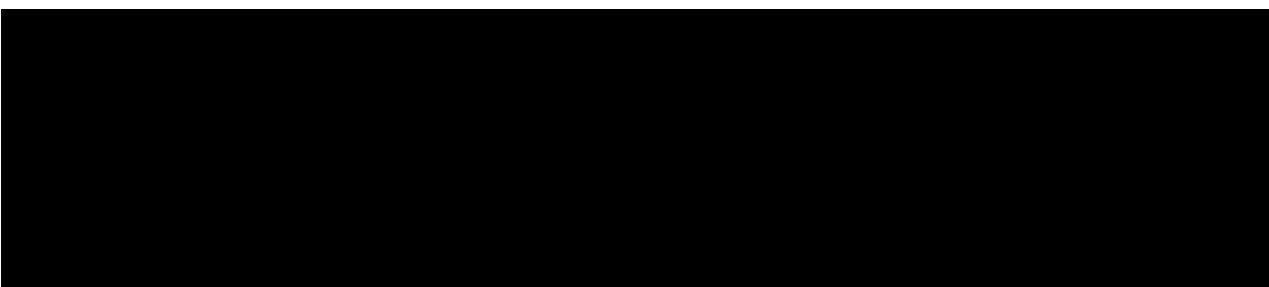
8.3.6 Fauna

De manera general, los impactos más significativos provocados por una obra tanto en la fase de construcción como en la fase de funcionamiento son:

- Desaparición directa de hábitats o sustitución de los preexistentes por los elementos constructivos.
- Generación de efecto barrera.
- Afecciones a pautas de comportamiento (períodos de reproducción, pautas etológicas reproductivas) motivadas por la destrucción/alteración de hábitats, funcionamiento de maquinaria, ruidos y emisión de gases y polvo.

Al tratarse de un ámbito mayoritariamente urbano, el impacto se considera compatible.

- Ocupación de zonas verdes o hábitats.



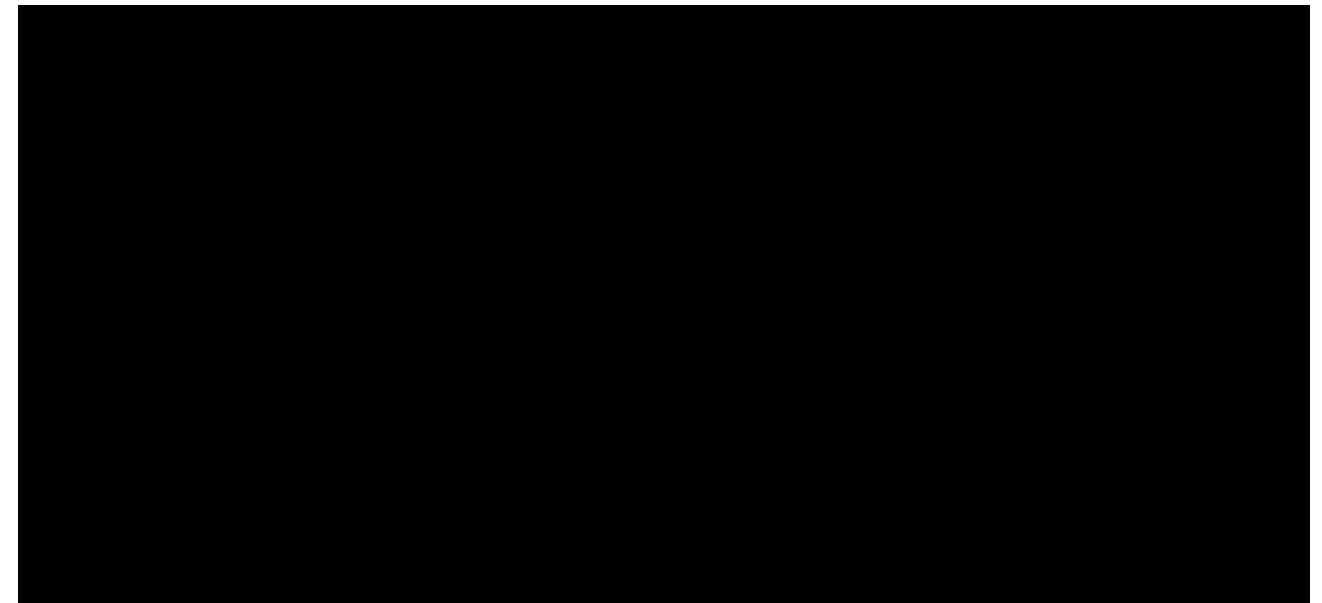
Teniendo en consideración la información recopilada, se valora el potencial impacto producido a la fauna en la zona de actuación como:

Tabla 46.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la fauna.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Acumulativo	Localizado	Permanente	Irreversible	Recuperable
Magnitud						
Compatible						

8.3.7 Paisaje

En cuanto al potencial impacto sobre el paisaje urbano derivado de las diferentes alternativas propuestas, se ha considerado tanto la integración visual de los nuevos elementos asociados al proyecto como la coherencia de estos con el entorno de la zona de estudio.



Sin embargo, aun siendo la alternativa 1 la que puede generar un mayor impacto paisajístico respecto a las otras alternativas, dicho impacto se considera de carácter Compatible y no significativo, dado que el nuevo acceso no introduce una disrupción sustancial en la estructura visual del entorno.

Tabla 47.- Evaluación de los efectos del proyecto sobre el paisaje

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Simple	Localizado	Permanente	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Compatible						

Por tanto, desde el punto de vista del impacto sobre el paisaje urbano, se concluye que las alternativas no presentan efectos adversos significativo. Su implementación es viable siempre que se adopten las medidas de integración arquitectónica adecuadas en el diseño del nuevo acceso, coherentes con los estándares arquitectónicos y de integración urbana establecidos por la autoridad competente.

8.3.8 Patrimonio Cultural

No se prevé afección alguna a vías pecuarias, y no existen yacimientos catalogados en el ámbito de proyecto, ni elementos de interés cultural, salvo los ya referenciados en el epígrafe 5.11.3.

El impacto se considera nulo con la implementación de las medidas preventivas y correctoras ante estas estructuras.

8.3.9 Medio social

La afección a la población resulta de múltiples acciones, teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto y su enmarcación en un entorno urbano. Los impactos significativos durante la fase de construcción son:

- Emisión de ruido y vibraciones por el funcionamiento de la maquinaria en operaciones como: desbroces, movimiento de vehículos y maquinaria, excavaciones subterráneas (con tuneladora y entre pantallas), habilitación de instalaciones auxiliares, construcción y hormigonado, retirada de elementos urbanos y arbolado.
- Afección al paisaje por la ocupación del suelo, movimientos de tierras, habilitación de instalaciones auxiliares.
- Afección a la población y su movilidad por desvíos del tráfico rodado y accesos peatonales, y por los servicios que pueden interrumpirse.
- Afección por las acciones de construcción y hormigonado, así como la retirada de elementos urbanos y de arbolado.
- Necesidad de mano de obra, y aumento de la oferta de empleo.

Dentro de la evaluación de impactos potenciales generados, se considera relevante la posible alteración del sosiego y la calidad de vida de la población en determinadas zonas del trazado.

No obstante, este impacto se considera como moderado, dado que, aunque existen afecciones al sosiego y a la calidad de vida de la población cercana, estas no se consideran irreversibles ni de magnitud crítica. Con la implementación y seguimiento de medidas preventivas y correctoras es posible reducir significativamente la intensidad del impacto, pudiendo reclasificarse como un impacto compatible

Tabla 48.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la población.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Simple	Parcial	Temporal	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado						

8.3.10 Usos del suelo

Tabla 50. Evaluación de los efectos del proyecto sobre el cambio de uso del suelo

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Perjudicial	Directo	Simple	Extenso	Permanente	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado						

8.3.11 Economía

Los impactos significativos durante la fase de construcción son:

- Intercambios económicos y demanda de bienes y servicios como consecuencia de la presencia de las obras, y de su funcionamiento.
- Demanda de bienes y servicios

Tabla 51.- Evaluación de efectos del proyecto sobre la población.

VALORACIÓN DEL IMPACTO						
Naturaleza	Tipo	Carácter	Extensión	Duración	Reversibilidad	Recuperabilidad
Beneficioso	Directo	Simple	Localizado	Temporal	Reversible	Recuperable
Magnitud						
Moderado (positivo)						

8.4 MATRIZ MULTICRITERIO

En este apartado se procede a la evaluación de las diferentes alternativas consideradas para la ejecución del Proyecto.

Para ello, se han tenido en cuenta los diferentes condicionantes que presenta el territorio, valorándolos tanto cualitativa, como cuantitativamente, y entre los que destacan factores físicos y sociales principalmente.

Los baremos que permiten determinar la mayor o menor afección han sido establecidos a partir de los indicadores establecidos anteriormente, intentando homogeneizar valores para distintos valores y unidades de medida. No se han tenido en cuenta condicionantes relativos al coste económico o condicionantes técnicos de ejecución.

Para cada alternativa, se ha procedido a la asignación de valores cuantitativos obtenidos de cada indicador, generando una matriz multicriterio integrando todos ellos. Así, en función del resultado del valor de cada uno permite realizar una ponderación de la incidencia ambiental.

De esta manera, los valores de los indicadores obtenidos se resumen en una matriz multicriterio como se muestra a continuación:

ELEMENTOS DEL MEDIO	ASPECTO AMBIENTAL	AFECCIÓN	ALTERNATIVA 1				ALTERNATIVA 2				ALTERNATIVA 3			
			FASE CONSTRUCCIÓN		FASE DE EXPLOTACIÓN		FASE DE CONSTRUCCIÓN		FASE DE EXPLOTACIÓN		FASE CONSTRUCCIÓN		FASE DE EXPLOTACIÓN	
			VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO	VALOR CUALITATIVO	VALOR CUANTITATIVO
Atmósfera y calidad del aire	Efectos sobre la calidad atmosférica	Contaminación por GEI	Moderado	23	Compatible	13	Moderado	23	Compatible	13	Moderado	23	Compatible	13
Calidad acústica	Contaminación por ruido y vibraciones	Afección por ruido	Moderado	28	-	-	Moderado	28	-	-	Moderado	28	-	-
		Afección por vibraciones	Moderado	28	Moderado	17	Moderado	28	Moderado	17	Moderado	28	Moderado	17
Suelo	Alteración del suelo	Pérdida del suelo	Compatible	15	-	-	Compatible	15	-	-	Compatible	15	-	-
	Generación de excedentes de excavación y residuos	Zonas de depósito de excedentes	Severo	31	-	-	Moderado	25	-	-	Severo	31	-	-
		Generación de tierras contaminadas	Compatible	15	-	-	Compatible	15	-	-	Compatible	15	-	-
		Generación de residuos	Moderado	16	-	-	Moderado	16	-	-	Moderado	16	-	-
Medio hídrico	Alteración de aguas subterráneas	Filtraciones del agua subterránea	Moderado	23	Compatible	12	Moderado	19	Compatible	12	Moderado	23	Compatible	12
Vegetación	Pérdida de la cubierta vegetal	Desbroce y eliminación de la cubierta vegetal	Moderado	27	Compatible	14	Moderado	27	Compatible	14	Severo	31	Compatible	14
	Pies arbóreos afectados	Número y valor de pies arbóreos afectados	Moderado	24	Moderado	24	Moderado	24	Moderado	24	Severo	30	Moderado	24
Fauna	Cambios en el comportamiento de especies faunísticas	Ocupación de zonas verdes o hábitats	Compatible	11	Compatible	11	Compatible	11	Compatible	11	Compatible	11	Compatible	11
Paisaje	Nuevas infraestructuras de acceso	Integración visual en el entorno	Severo	30	Moderado	18	Severo	30	Moderado	18	Severo	30	Moderado	18
Medio social	Efectos sobre la población	Alteración del sosiego y calidad de vida	Moderado	27	Compatible	11	Moderado	27	Compatible	11	Severo	39	Moderado	16
Usos del suelo	Superficie de cambio de usos del suelo	Cambio en el planeamiento urbanístico	Moderado	23	Compatible	12	Moderado	21	Compatible	12	Moderado	23	Compatible	12

9 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

Según la modificación de la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*, mediante la *Ley 9/2018, de 5 de diciembre*, es requisito que se realicen estudios y análisis de vulnerabilidad de los proyectos ante accidentes graves o catástrofes, que podrían generar daños en las infraestructuras, y en consecuencia sobre el medio ambiente, indicado en el *punto f) del artículo 45.1*:

“Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto”.

El punto e) se refiere a la *“descripción y evaluación de todos los posibles efectos significativos del proyecto en el medio ambiente, que sean consecuencia de: 1º. Las emisiones y los desechos previstos y la generación de residuos; 2º. El uso e los recursos naturales, en particular el suelo, la tierra, el agua y la biodiversidad”.*

A continuación, se realiza un análisis de la vulnerabilidad del proyecto ante el riesgo de accidentes graves o catástrofes naturales, así como de los posibles efectos ambientales en el hipotético caso de ocurrencia de alguno de ellos.

9.1 DEFINICIONES

9.1.1 Nivel de Riesgo (NR)

En la siguiente tabla se recogen las definiciones de Nivel de Riesgo (NR), que se compone de dos variables: Peligrosidad (P) y Severidad (S).

Tabla 52.- Nivel de riesgo

Nivel de Riesgo (NR)	
Valor probable de los daños ocasionados, en función de:	
Peligrosidad (P)	Severidad (S)
Probabilidad del suceso, según las características de la zona	Magnitud o severidad de las consecuencias
El Nivel de Riesgo (NR) se calcula como un producto $P \times S$	

La Probabilidad (P) de un suceso puede ser clasificada como:

- Alta, si es posible que el riesgo ocurra frecuentemente.
- Media, si el riesgo ocurre con cierta frecuencia.
- Baja, si el riesgo ocurre excepcionalmente, pero es posible.

La Severidad (S) de las consecuencias se puede clasificar como:

- Alta, si los daños al medio natural o social son graves o irreversibles a corto o medio plazo.
- Media, cuando los daños son significativos pero reversibles.
- Baja, cuando los daños son leves y reversibles a corto-medio plazo.

Tabla 53.- Clases de nivel de riesgo.

Nivel de Riesgo (NR)		Probabilidad (P)		
		Alta	Media	Baja
Severidad (S)	Alta	Alto	Alto	Medio
	Media	Alto	Medio	Bajo
	Baja	Medio	Bajo	Bajo

9.1.2 Vulnerabilidad del proyecto (VP)

La Vulnerabilidad depende de las características físicas del proyecto que pueden ser relevantes en la afección al medio, o a elementos del proyecto que por su fragilidad podrían resultar dañados. Al calcular la vulnerabilidad de un proyecto se tienen en cuenta dos factores:

Por otro lado, el grado de exposición (GE), se calcula como la longitud del tramo que atraviesa las diferentes zonas de riesgo. Se clasifica en:

- Alto, si la infraestructura atraviesa zonas de riesgo alto durante más del 20% de su longitud.
- Medio, si la infraestructura atraviesa zonas de riesgo medio en más del 20% de su longitud, o riesgo alto en menos de un 20%.
- Bajo, si atraviesa zonas de riesgo medio en menos de un 20% de su longitud, o en zonas de bajo riesgo.

La Fragilidad (F) va a depender de la cantidad de elementos vulnerables (túneles, viaductos, estructuras, terraplenes/desmontes, etc.) presentes en las zonas identificadas.

- Nula, si no hay elementos vulnerables en las zonas de riesgo.
- Baja, si la cantidad de elementos vulnerables en zonas de riesgo es inferior a 3.
- Media, si la cantidad de elementos vulnerables en zonas de riesgo oscila entre 3 y 5.

- Alta, si la cantidad de elementos vulnerables en zonas de riesgo es superior a 5.

Tabla 54.- Niveles de vulnerabilidad del proyecto.

Vulnerabilidad del proyecto (VP)		Grado de exposición (GE)		
		Alto	Medio	Bajo
Fragilidad (F)	Alta	Alta	Alta	Media
	Media	Alta	Media	Baja
	Baja	Media	Baja	Baja
	Nula	Nula	Nula	Nula

9.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

El riesgo puede ser consecuencia de dos sucesos de distinta naturaleza:

- Catástrofe** es un suceso de origen natural ajeno al proyecto que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente. Puede ser por ejemplo una inundación, la subida del nivel del mar o un terremoto.
- Accidente grave** es un suceso resultante de un proceso no controlado durante alguna de las fases del proyecto (ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición), que supone un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente. Puede ser por ejemplo una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud.

En este apartado se analizan los riesgos derivados de cada tipo de suceso en cada una de las fases del proyecto, construcción y explotación.

9.2.1 Identificación de Riesgos Naturales

Se entiende como las catástrofes naturales que podrían suponer un riesgo para este proyecto, las cuales serían:

- Inundación:** Las zonas de riesgo se clasifican según periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.
- Sismicidad:** Las zonas se clasifican en niveles según frecuencia e intensidad.
- Riesgos geológicos:** Las zonas de riesgo se clasifican en función de las características geotécnicas de las formaciones geológicas atravesadas.
- Incendios:** Las zonas de riesgo se clasifican en función de la probabilidad del suceso y su magnitud.

La mayor vulnerabilidad a este tipo de eventos se produciría durante la fase de explotación. Los elementos vulnerables son: almacenamientos de productos peligrosos, combustibles, acopios de tierras, viaductos, terraplenes, túneles, etc. A continuación, se analizan los riesgos como consecuencia de estas catástrofes.

Riesgo por inundaciones:

Peligrosidad: En esta zona el peligro por inundaciones, tanto por torrencialidad de los cauces como por avenidas y crecidas, es bajo y se circunscribe a las inmediaciones de los cauces fluviales: el arroyo de Butarque a su paso por el barrio de La Fortuna, y los arroyos que atraviesan la finca de La Dehesa. No existe peligrosidad por rotura de presas.

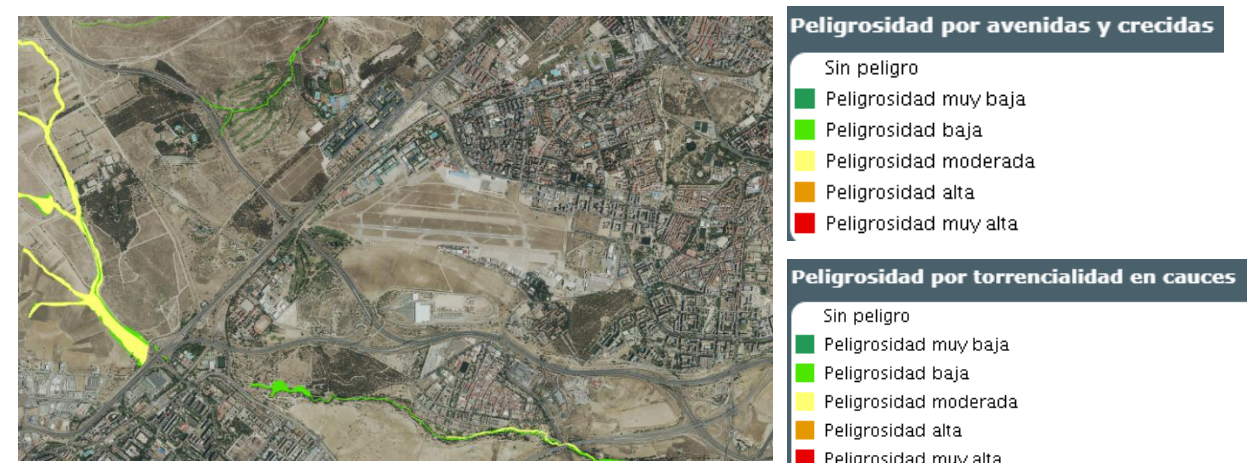
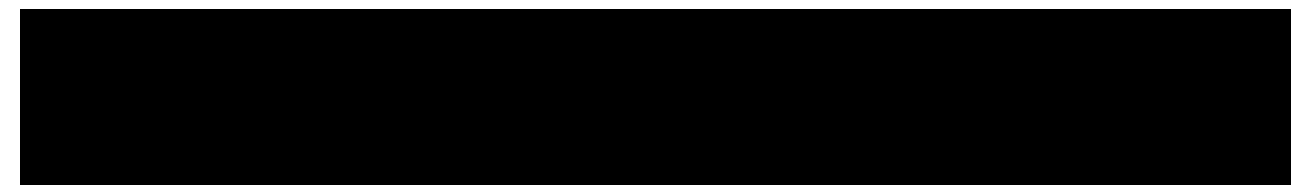


Ilustración 72. Peligrosidad por inundaciones y por torrencialidad de los cauces

Vulnerabilidad: Las zonas urbanizadas y construcciones tienen una vulnerabilidad alta frente a las inundaciones por torrencialidad en cauces.



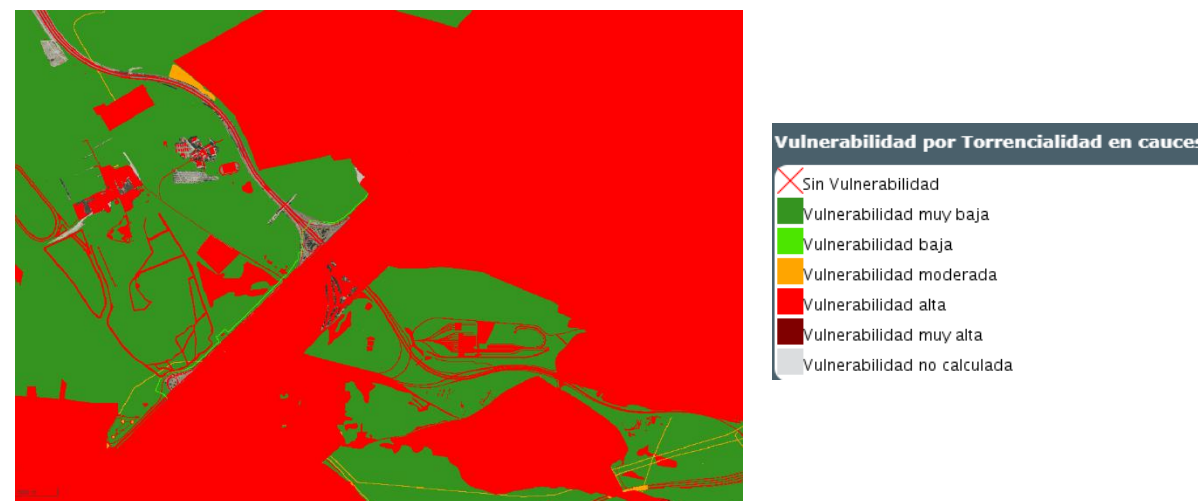


Ilustración 73. Vulnerabilidad a inundaciones por torrencialidad de los cauces

Acción mitigadora: Se han diseñado sistemas de drenaje y pozos de bombeo en puntos bajos del trazado para prevenir acumulaciones de agua, asegurando la operación continua del metro.

Riesgo por sismos:

Peligrosidad: Madrid se encuentra en una región con muy baja peligrosidad por sismicidad, considerando los parámetros necesarios conforme a normativa en lo relativo a la resistencia sísmica de las infraestructuras, considerando los depósitos miocenos y cuaternarios de la Cuenca Terciaria del Tajo.

Vulnerabilidad: Aunque la peligrosidad sea muy baja, la vulnerabilidad de una región ante un evento sísmico depende del grado de urbanización y la fragilidad estructural:

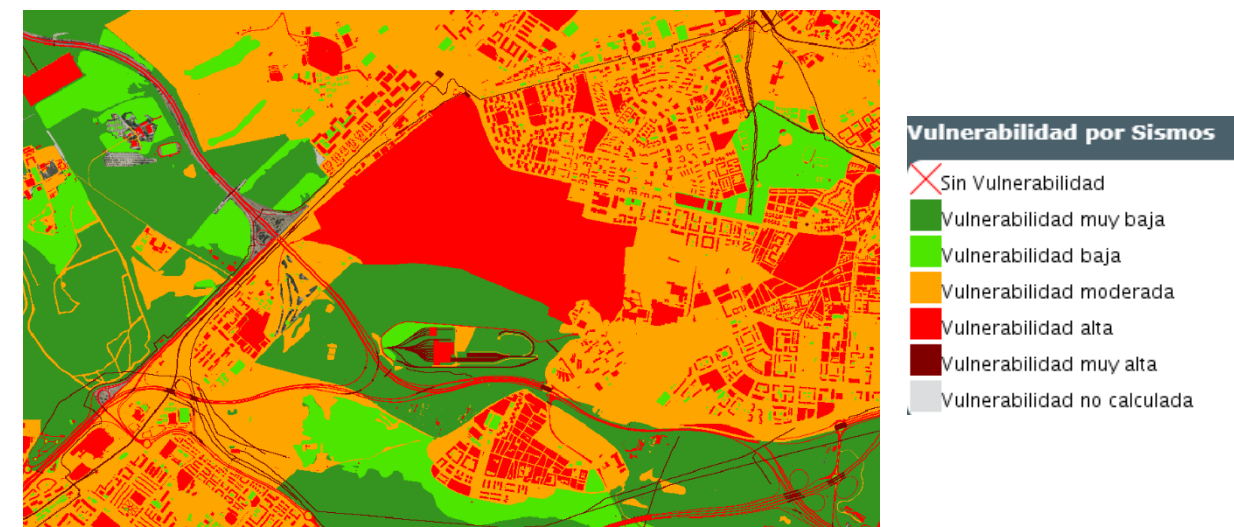
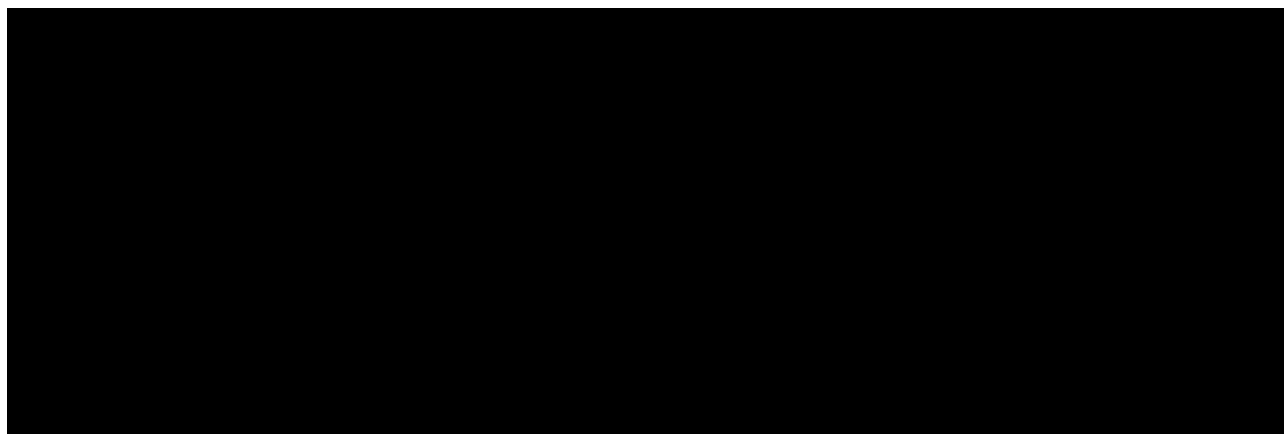


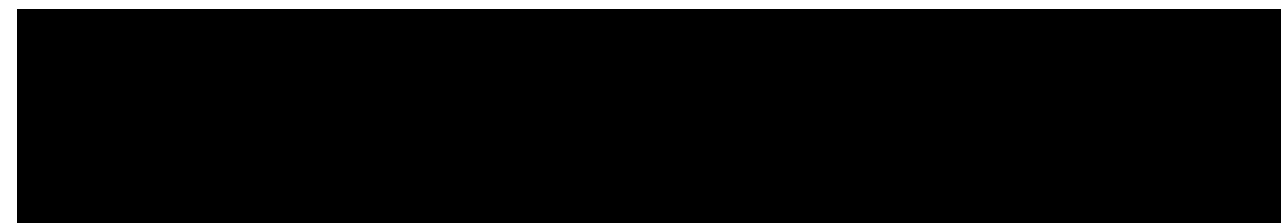
Ilustración 74. Vulnerabilidad a sismos

Acción mitigadora: Las estructuras subterráneas se diseñan aplicando las normativas actuales de ingeniería sísmica para asegurar su integridad.

Riesgos geológicos (deslizamientos de tierra):

Peligrosidad: En esta región el terreno se considera estable. El factor de peligrosidad más relevante es asociado a terrenos expansivos, que se estima bajo en los cauces fluviales y moderado en el resto del área. Otros movimientos geológicos tienen poca concurrencia: la peligrosidad por subsidencias es baja, y por movimientos de ladera es en su mayor parte muy baja, alcanzando valores bajos en zonas de mayor pendiente (los taludes al sur de la cochera de Cuatro Vientos, y los asociados a los cauces fluviales).

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad por terrenos expansivos es baja o muy baja en zonas no construidas, y media en superficies urbanizadas y obras lineales, y alta en pistas de despegue. La vulnerabilidad por subsidencia es baja o muy baja en zonas no construidas y áreas no urbanizadas, media en superficies construidas y edificaciones, y muy alta en obras lineales como cocheras de ferrocarril y pistas de despegue. La vulnerabilidad por movimientos de ladera es alta en zonas construidas, y en zonas en pendientes podría ser alta o muy alta en función del grado de inclinación y de si está, o no, estabilizada.



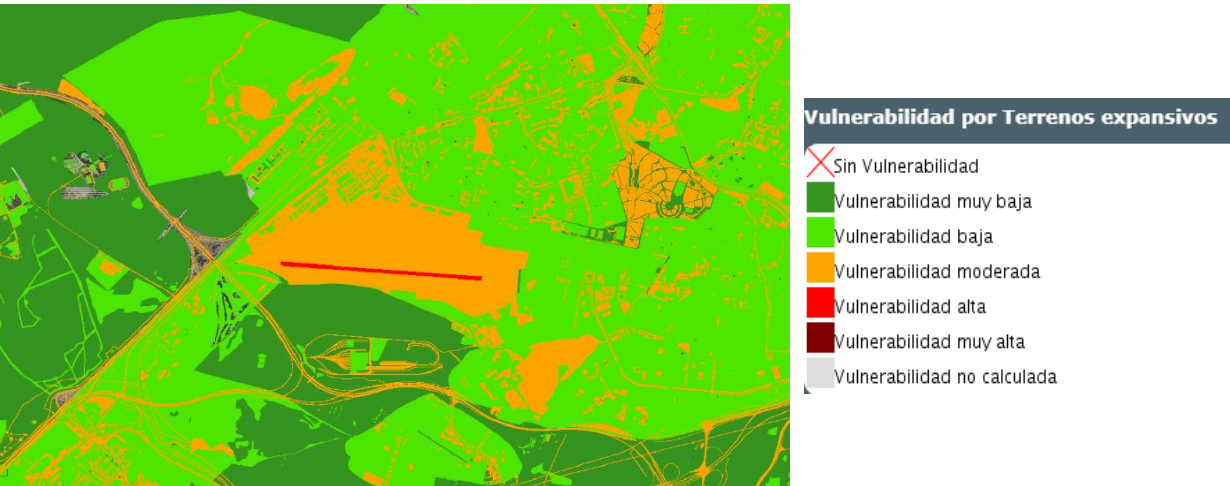
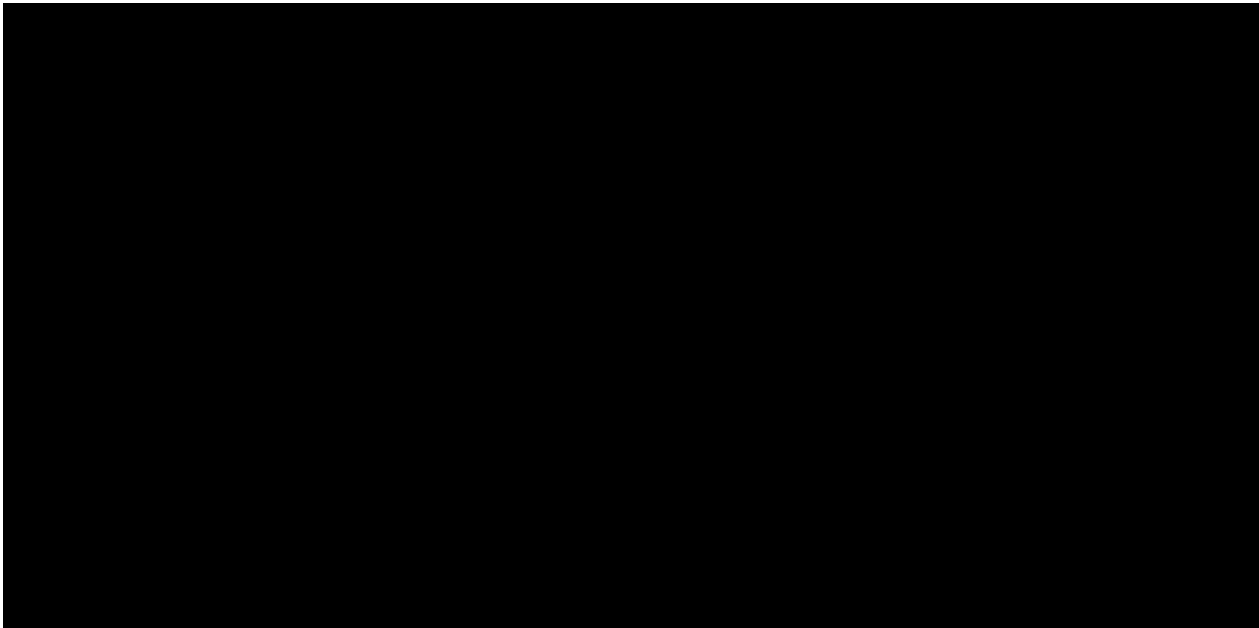


Ilustración 75. Vulnerabilidad por terrenos expansivos

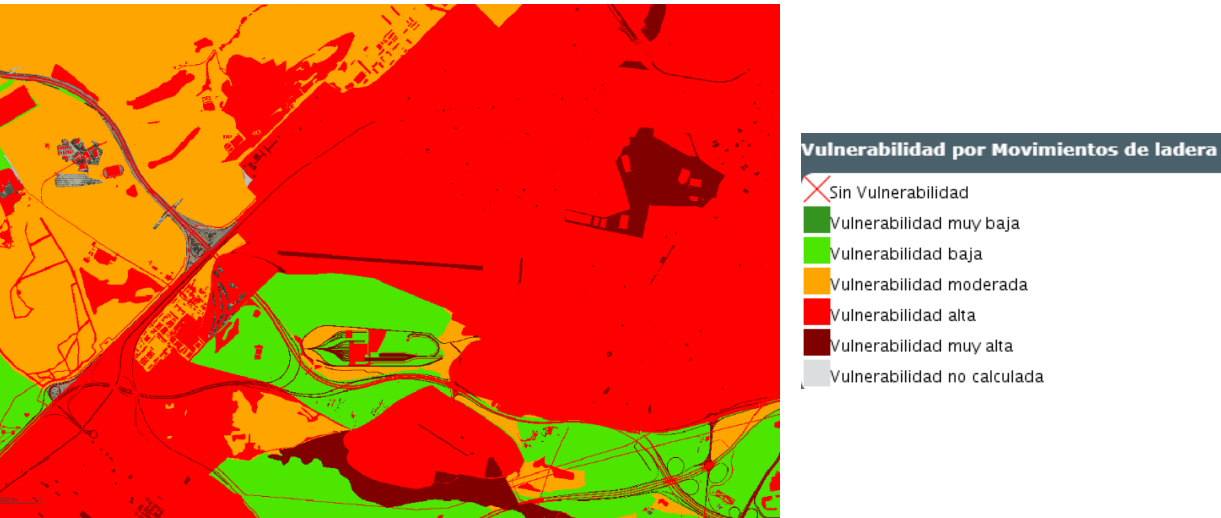


Ilustración 76. Vulnerabilidad por movimientos de laderas

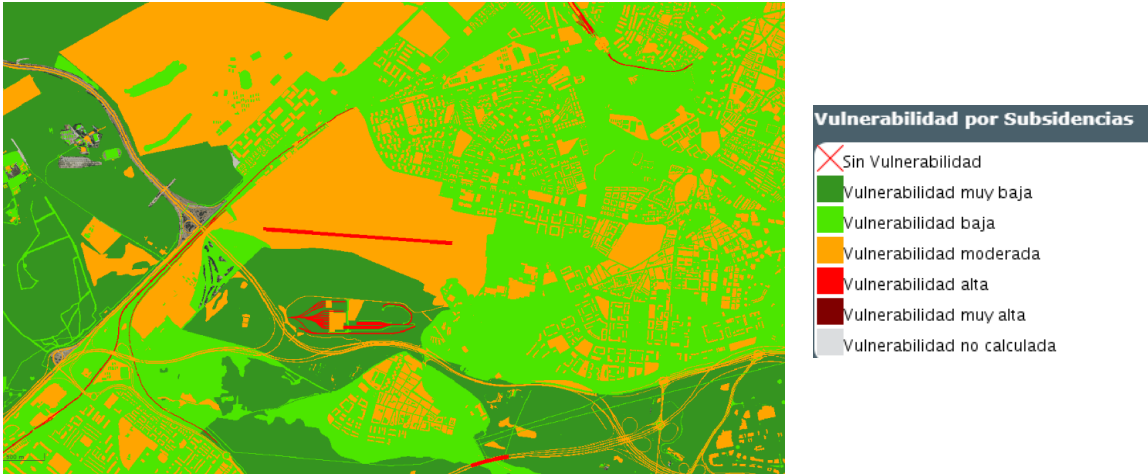


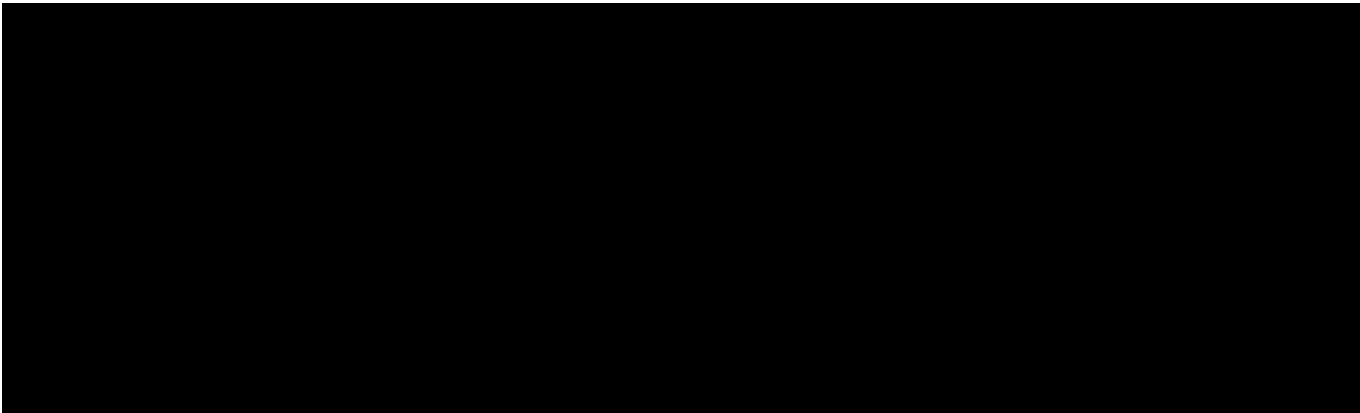
Ilustración 77. Vulnerabilidad por subsidencias

Acción mitigadora: Se deben implementar técnicas de construcción adecuadas para mitigar el riesgo de deslizamientos y garantizar la seguridad estructural, principalmente durante la fase de construcción.

Riesgo de incendios:

Peligrosidad: En esta zona la peligrosidad por incendios urbanos es alta en el exterior, y media en el interior de los edificios.

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad de una zona a incendios depende de la presencia de elementos combustibles que alimenten el fuego y faciliten su propagación, como vegetación herbácea.



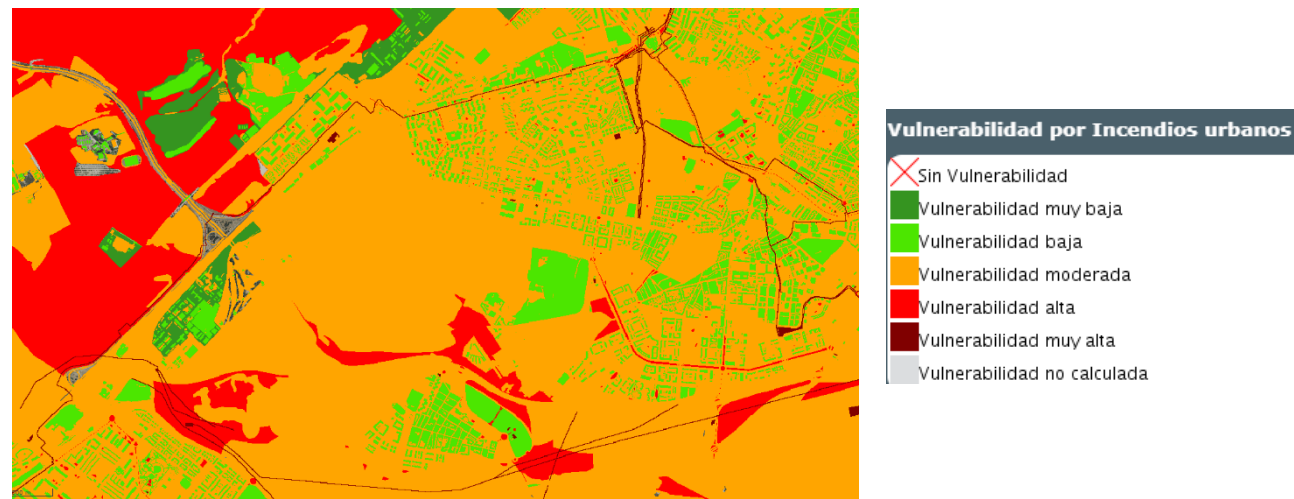


Ilustración 78. Vulnerabilidad a incendios urbanos en exterior.

Acción mitigadora: Se definirá un plan de prevención y extinción de incendios para minimizar el riesgo y las posibles consecuencias, durante la fase de construcción y la de explotación.

Riesgos meteorológicos:

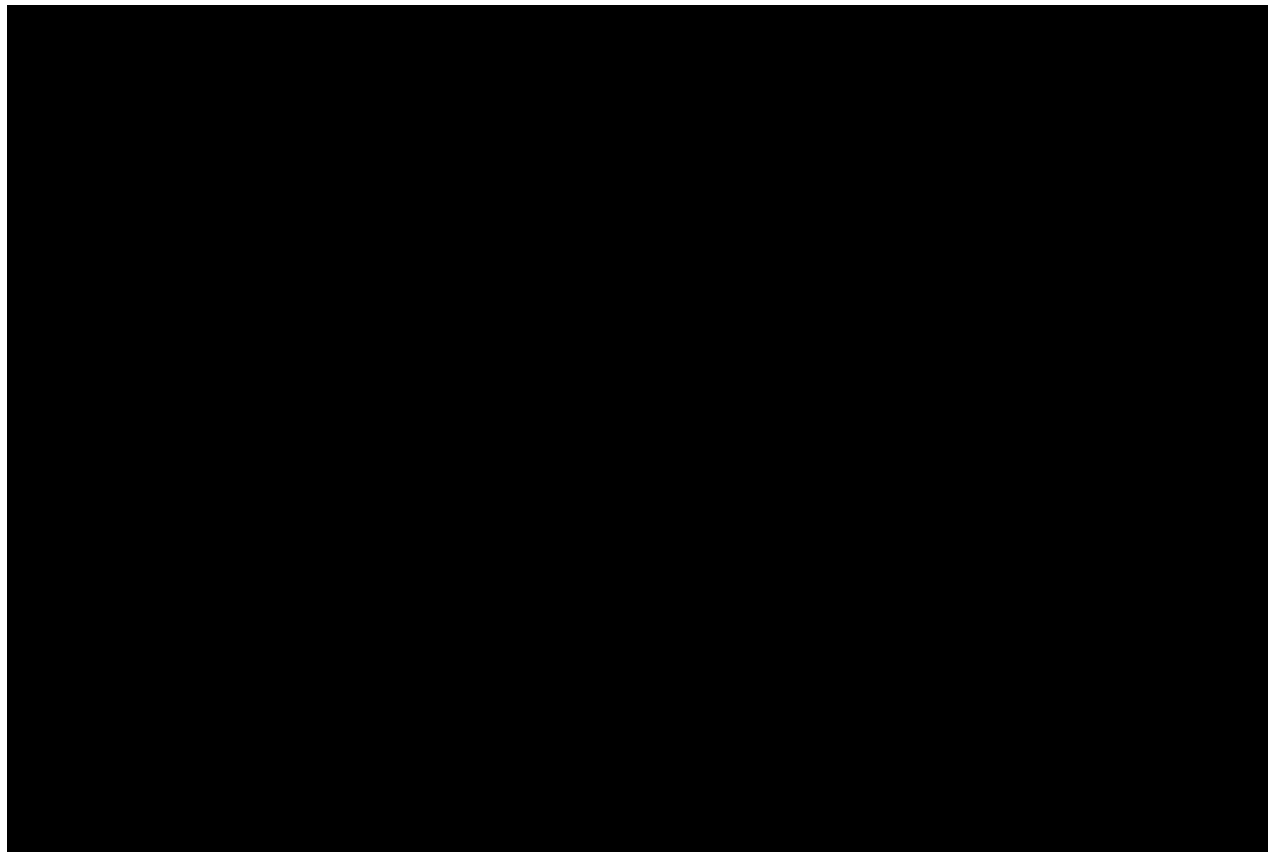
En la siguiente tabla se recogen los valores de peligrosidad y vulnerabilidad en la zona para cada tipo de fenómeno meteorológico.

Tabla 55.- Riesgos por fenómenos meteorológicos y atmosféricos.

Fenómenos meteorológicos	Peligrosidad	Vulnerabilidad
Lluvias fuertes (1h)	Media	Alta en las superficies construidas con suelo sellado.
Lluvias persistentes (12 h)	Baja	Media en las superficies construidas con suelo sellado.
Tormentas	Alta	Alta en las superficies construidas con suelo sellado.
Nevadas	Baja	Alta en las superficies construidas. Muy alta en obras lineales: pistas de despegue del aeródromo y vías del ferrocarril.
Niebla	Alta	Alta en la parcela del aeródromo de Cuatro Vientos: zona exterior y construcciones. Muy alta en obras lineales: pistas de despegue del aeródromo, algunas carreteras (M-40 y exteriores) y vías del ferrocarril.
Ola de calor	Alta	Media en todas las zonas construidas.
Ola de frío	Baja	Media en todas las zonas construidas y obras lineales: vías de ferrocarril y carreteras. Alta en la parcela del aeródromo de Cuatro Vientos: zona exterior y construcciones.
Temperaturas máximas	Alta	Media en las zonas urbanizadas.
Temperaturas mínimas	Media	Media en las zonas urbanizadas. Alta en obras lineales: pistas de despegue del aeródromo, algunas carreteras (M-40 y exteriores) y vías del ferrocarril.
Vientos fuertes	Media	Alta en las zonas urbanizadas, la parcela del aeródromo de Cuatro Vientos (zona exterior y construcciones) y obras

Fenómenos meteorológicos	Peligrosidad	Vulnerabilidad
		lineales (vías de ferrocarril y carreteras). Muy alta en el talud al sur del barrio de La Fortuna, que linda con el arroyo de la Canaleja.

Vulnerabilidad: A continuación, se resumen los fenómenos meteorológicos que supondrían una vulnerabilidad a cada alternativa.



Acción mitigadora: Incorporar en el diseño medidas de adaptación al cambio climático, tales como: sistemas de drenaje urbano sostenible, otros sistemas capaces absorber altas intensidades de precipitación, sistemas de climatización eficientes, diseño de estructuras y vegetación arbórea que mitigue la insolación en los accesos.

En la siguiente tabla se recoge un resumen de los diferentes riesgos por catástrofes naturales, los elementos vulnerables a los posibles sucesos y el posible daño.

Tabla 56.- Identificación de riesgos por catástrofes naturales.

Concepto	Riesgos	Elementos vulnerables	Daño
Catástrofes (Fenómenos naturales)	Inundaciones	Obras de drenaje transversal Estructuras Terraplenes Túneles	Dstrucción total o parcial de estos elementos
	Fenómenos	Falsos túneles	Colapso de falsos túneles

Concepto	Riesgos	Elementos vulnerables	Daño
	sísmicos	Estructuras Infraestructura	Destrucción de estructura Daños generalizados en la infraestructura
	Geológico-geotécnicos	Taludes con fuertes pendientes Túneles Estructuras	Descalce de terraplenes Desplomes de desmontes Arrastres en vertederos
	Incendios	Infraestructura	Inutilización de la señalización e instalaciones
	Meteorológicos (nieve, viento, lluvias torrenciales)	Taludes con fuertes pendientes Instalaciones y señalización Estructuras Circulación de trenes	Descalce de terraplenes Inutilización de instalaciones Destrucción de estructuras Descarrilamiento de trenes

9.2.2 Identificación de Riesgos por Accidentes Graves

Por la naturaleza de este proyecto, los riesgos derivados de accidentes graves podrían relacionarse con:

- Derrumbes, deslizamientos o desprendimientos: riesgo derivado de los trabajos de excavación del túnel.
- Incendios: en zonas con materiales combustibles (zona de instalaciones auxiliares, generadores) y áreas con vegetación, especialmente herbácea.
Son factores de riesgo el empleo de maquinaria y la presencia humana.
La magnitud dependerá, entre otros factores, de las condiciones atmosféricas, los modelos de combustible afectados y la accesibilidad.
- Explosiones: dado que no se tiene revista la realización de voladuras el riesgo de explosiones se asocia a las zonas con materiales combustibles (zona de instalaciones auxiliares, generadores).
- Vertidos: el único vertido previsto en la fase de construcción de los túneles se corresponde con los bombeos a la red de saneamiento, provenientes de la infiltración y las aguas de escorrentía. En cualquier caso, pueden darse vertidos accidentales de sustancias peligrosas por accidentes de vehículos y maquinaria de obra, y en zonas de almacenamiento.

9.2.2.1 Evaluación de Infraestructuras Existentes

Riesgo de derrumbe y colapso de edificaciones:

Peligrosidad: La peligrosidad por colapso de edificaciones es moderada en algunos edificios de la zona.

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad es alta en todas las superficies construidas.

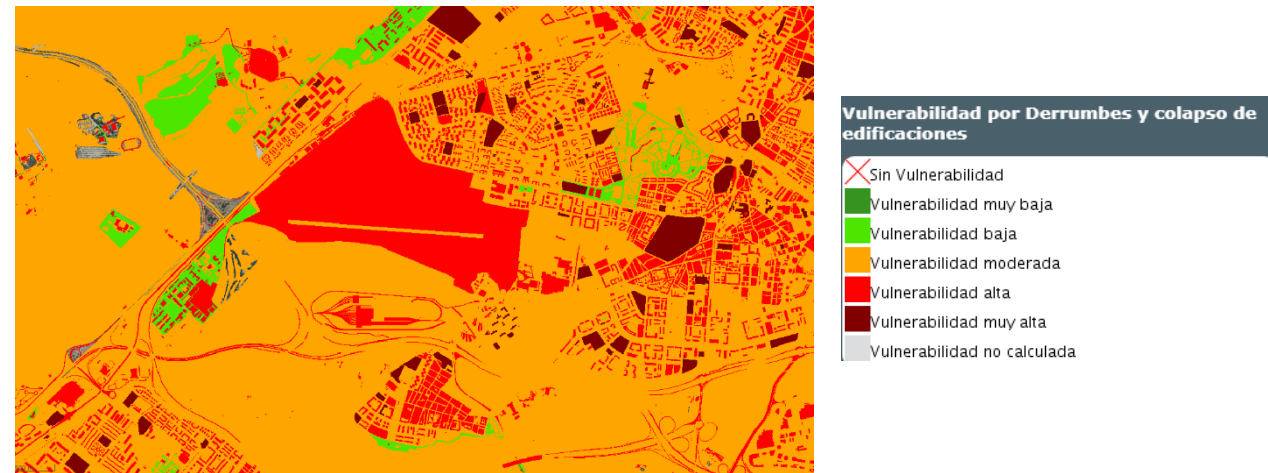
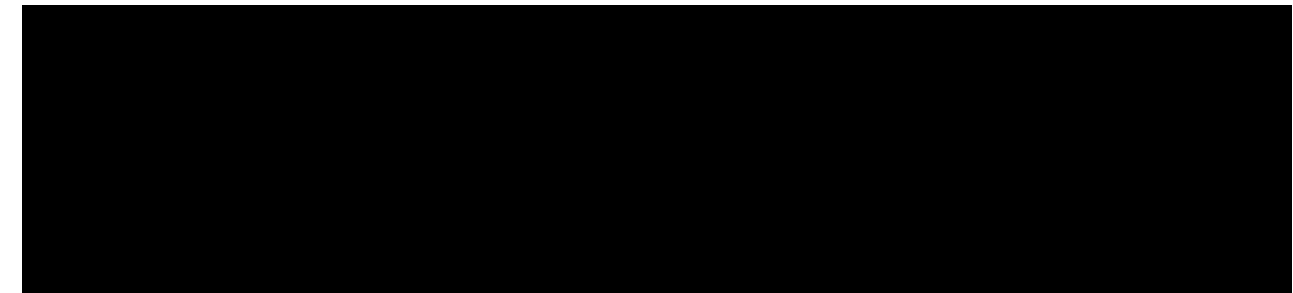
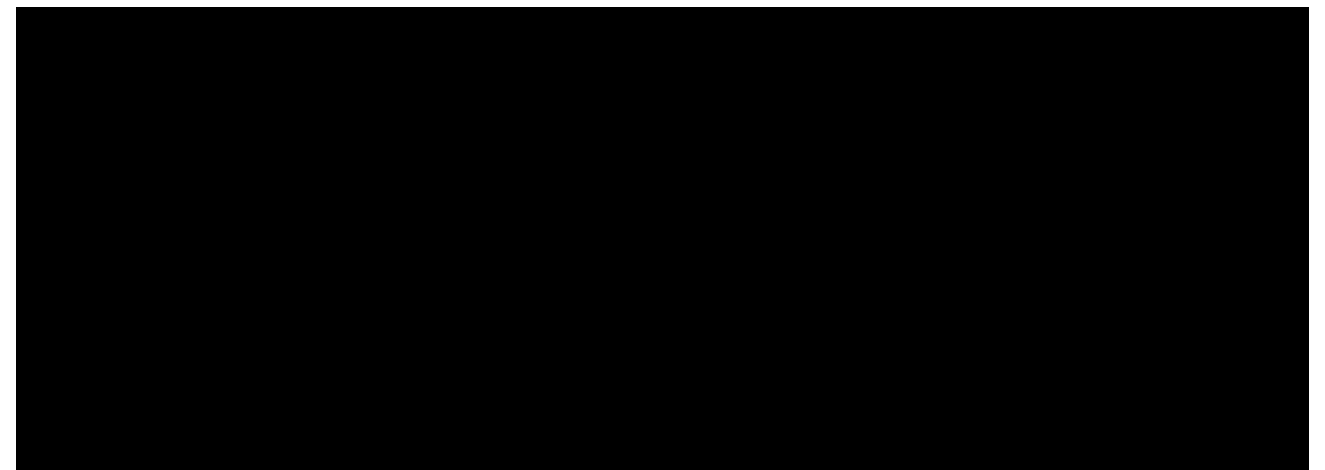


Ilustración 79. Vulnerabilidad por derrumbe y colapso de edificaciones.

Acción mitigadora: Los trazados de las alternativas evitan acercarse a edificaciones cuyas estructuras podrían sufrir daño.

Riesgo de accidentes en túneles:



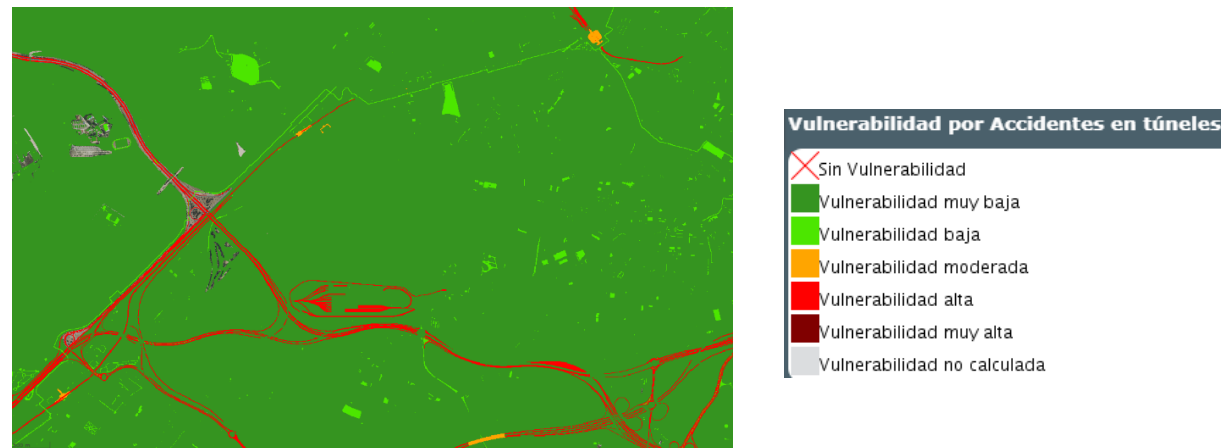


Ilustración 80. Vulnerabilidad por accidentes en túneles.

Acción mitigadora: Existen protocolos de prevención y actuación en caso de accidentes, para minimizar el impacto y ofrecer alternativas a los viajeros afectados.

Estado de Infraestructuras:

Evaluación: Revisar la integridad de infraestructuras existentes, incluyendo edificios y carreteras en el área de influencia del proyecto.

Acción mitigadora: Las inspecciones y refuerzos necesarios deben realizarse para prevenir daños a las infraestructuras existentes durante la ejecución de los trabajos de construcción y en explotación.

Interacción con Infraestructuras Existentes:

Evaluación: Planificar cómo la nueva construcción interactuará con las infraestructuras existentes, evitando interferencias.

Conclusión: El proyecto analiza las interferencias con las infraestructuras existentes asegurando la compatibilidad y minimizando el impacto, por medio de la óptima ubicación y diseño de las estaciones, las bocas de acceso y los pozos de emergencia y bombeo.

9.2.2.2 Evaluación de los Posibles Riesgos sobre las Estructuras e Infraestructuras Afectadas

Tratamiento del Terreno:

Evaluación: Aplicar tratamientos geotécnicos adecuados para mejorar la estabilidad del terreno.

Acción mitigadora: Los tratamientos son específicos para las condiciones del terreno y deben ser

implementados antes y durante la construcción para prevenir problemas futuros.

9.2.2.3 Instrumentación y auscultación

Monitoreo Continuo:

Evaluación: Implementar sistemas de monitoreo continuo para detectar desplazamientos y deformaciones.

Acción mitigadora: Se proyecta un monitoreo constante y preciso para detectar problemas a tiempo y aplicar las medidas correctivas necesarias.

Auscultación de Edificios y Túneles:

Evaluación: Realizar auscultaciones periódicas en edificios y túneles cercanos.

Acción mitigadora: Se proyectan inspecciones regulares para asegurar que las obras no afecten negativamente a las estructuras existentes.

9.2.2.4 Normativa y Cumplimiento de Disposiciones Técnicas

Normativa Técnica y de Seguridad:

Evaluación: Asegurar el cumplimiento de todas las normativas técnicas y de seguridad aplicables.

Acción mitigadora: Se realiza un control interno y una supervisión externa para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.

9.2.2.5 Análisis de Suelo y Geotécnico

Estudios Geotécnicos:

Evaluación: Diferenciar entre las capas de suelo superiores (arenas arcillosas) e inferiores (arcillas arenosas) y su influencia en la construcción.

Acción mitigadora: El diseño se adapta a las condiciones geotécnicas locales, utilizando técnicas adecuadas para cada tipo de suelo identificado y los sistemas constructivos definidos.

Presión Hidrostática:

Evaluación: Evaluar el nivel freático y la presión hidrostática, especialmente en áreas de contacto entre diferentes formaciones litológicas.

Acción mitigadora: Se implementan en el proyecto sistemas de impermeabilización y drenaje eficientes para el control de la presión hidrostática y protección de las estructuras subterráneas.

9.2.2.6 Identificación de Riesgos Tecnológicos

Fallas de Equipos y Sistemas:

Evaluación: Identificar posibles fallas en sistemas críticos como electrificación señalización, y ventilación, cuyo riesgo de ocurrencia es proporcional a la cantidad de estaciones y la complejidad de los sistemas.

Acción mitigadora: Se diseñan sistemas redundantes y de respaldo para garantizar la continuidad del servicio ante fallos técnicos.

Ciberseguridad:

Evaluación: Evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de control y comunicación ante Ciberataques, cuyo riesgo de ocurrencia es proporcional a la cantidad de estaciones y la complejidad de los sistemas.

Acción mitigadora: Implementar medidas robustas de ciberseguridad para proteger los sistemas de control y asegurar su integridad y disponibilidad.

9.2.2.7 Planificación de Emergencias

Protocolos de Evacuación:

Evaluación: Desarrollar planes de evacuación detallados para todas las estaciones y tramos del metro.

Acción mitigadora: Las rutas de evacuación deben estar claramente señalizadas y ser accesibles en todo momento, con simulaciones periódicas para asegurar su efectividad.

Acceso a Servicios de Emergencia:

Evaluación: Asegurar que las rutas y accesos para servicios de emergencia sean adecuados.

Acción mitigadora: Es crucial mantener operativas todas las rutas de acceso para servicios de

emergencia, incluyendo salidas de emergencia distribuidas estratégicamente.

9.2.2.8 Medidas de Mitigación y Resiliencia

Diseño Resiliente:

Evaluación: Incorporar características de diseño resilientes en las infraestructuras.

Conclusión: Las estructuras se diseñan conforme a normativa vigente, para resistir y recuperarse en el menor tiempo de desastres naturales y otras amenazas, asegurando la continuidad del servicio.

Planes de Continuidad Operacional:

Evaluación: Desarrollar planes de continuidad operacional detallados.

Conclusión: Implementar procedimientos específicos para restaurar el servicio en caso de interrupciones, minimizando el impacto en los usuarios.

9.3 IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

En fase de obra las zonas de mayor vulnerabilidad son: instalaciones auxiliares, almacenamiento de sustancias peligrosas y combustibles, acopios de tierras, depuración de aguas residuales, túneles... así como zonas de desprendimientos y corrimientos de tierras, balsas de decantación y plantas de aglomerado.

Impacto Ambiental:

Evaluación: Se realizan evaluaciones de impacto ambiental detalladas considerando la normativa vigente.

Acción mitigadora: Se implementan medidas de mitigación para minimizar los efectos negativos sobre el entorno natural y urbano, asegurando el cumplimiento de las normativas ambientales.

Aceptación social:

Evaluación: Se considera la percepción y aceptación del proyecto por parte de la comunidad.

Acción mitigadora: Se consideran estrategias de comunicación y participación comunitaria para abordar inquietudes y asegurar el apoyo de los vecinos.

9.4 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD

El estudio de vulnerabilidad realizado demuestra que el Proyecto de Ampliación Sur de la Línea 11 de metro de Madrid es robusto y seguro. Los factores analizados no suponen un riesgo significativo ni en la fase de construcción ni en la de explotación. Con la implementación de las medidas de mitigación propuestas y el seguimiento continuo de los parámetros críticos se garantiza la viabilidad y seguridad del proyecto, asegurando así un servicio confiable y eficiente para los usuarios.

10 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

A continuación, se detallan las medidas correctoras propuestas con objeto de minimizar, reducir o eliminar los impactos mencionados, distinguiendo los siguientes tipos:

- Preventivas: estas medidas irán encaminadas a evitar el posible impacto antes de que se produzca.
- Minimizadoras o precautorias: su fin es actuar en aquellas actividades que puedan producir alteraciones dentro del proyecto.
- Correctoras: el objetivo principal es evitar los impactos una vez concluido el proyecto.
- Compensatorias: Algunos efectos sobre el medio serán irreversibles, con estas medidas se busca compensarlos actuando en otras zonas o restituyendo el área afectada en la medida de lo posible.

Con la disminución de los diferentes niveles de impactos y perturbaciones causadas al medio ambiente y la implementación de medidas para el seguimiento y la gestión ambiental, será posible diseñar una infraestructura que integre perfectamente y esté en armonía con su entorno natural.

De forma genérica las medidas de prevención y corrección de los impactos tienen por objeto lo siguiente:

- Planificar las actuaciones infraestructurales de manera que sin comprometer los principios básicos opcionales se implementen acciones e intervenciones destinadas a reducir los riesgos degradativos existentes. Estas medidas de actuación deben contribuir a conservar y mejorar el nivel de calidad ambiental del área en cuestión.
- Se busca llevar a cabo la rehabilitación y restauración de los espacios afectados debido al desarrollo de la implantación de conexiones y zonas de acopio de balasto. Para lograrlo, se diseñarán acciones que corrijan e integren las alteraciones realizadas en el conjunto paisajístico.

El conjunto de medidas preventivas se deberá adoptar en fase de ejecución de las obras de la nueva Línea de metro, las cuales consisten principalmente en la adopción de Buenas Prácticas Ambientales y actuaciones en obra que eviten afecciones directas.

Las medidas correctoras se establecen con el objetivo de la reducción del impacto una vez producido, proporcionando al medio afectado unas condiciones ambientales lo más próximas

posibles a las originales, o favorables para su regeneración o recuperación.

10.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS PARA LA FASE DE OBRAS Y EXPLOTACIÓN

Para poder analizar las medidas a aplicar en fase constructiva se tendrán en cuenta la diversidad de zonas presentes, así como los condicionantes de protección específicos:

10.1.1 Zonas auxiliares y caminos de acceso

Las instalaciones auxiliares de la obra estarán ubicadas en las zonas de ocupación temporal delimitadas en el presente proyecto, evitando en la medida de lo posible afectar a los condicionantes ambientales.

Se tratará de aprovechar los caminos existentes como caminos de accesos. Debido al carácter urbano de la zona de actuación, salvo desvíos provisionales, no se prevé la creación de caminos de acceso.

10.1.2 Protección atmosférica

Los principales factores para prevenir para proteger la atmósfera será evitar en la medida de lo posible la emisión de partículas de polvo y gases.

El transporte de materiales y la presencia de vehículos pesados en las inmediaciones de la obra supone la mayor parte de la generación de partículas de polvo presentes en la obra. Para tratar de reducir esta afección se procurará:

- El empleo de camiones protegidos con lonas, asegurando la estanqueidad de sus cajas.
- Se cuidará especialmente los trabajos en los días con probabilidades de viento elevadas.
- Se limitará la velocidad con el fin de evitar estas emisiones.
- En actividades con alta producción de polvo se estudiará la opción de instalar zonas de lavado de ruedas o riego de caminos para evitar la generación de partículas de polvo. Se ha de tener en cuenta que los accesos ya existirán y estarán pavimentados, por lo que la afección es menor.
- Finalmente, en casos extremos que así lo requieran por la normativa vigente aplicable, se suspenderá la actividad en caso de continuar con índices de polvo extremo.

Relacionado nuevamente con la presencia de los vehículos pesados en las fases de construcción, se realizarán controles estrictos sobre las emisiones de gases producidos por

estos.

- Se llevará a cabo la regulación de todos los motores presentes en la maquinaria y los vehículos de carga, asegurando así el cumplimiento de la legislación vigente.
- Se diseñarán rutas específicas para el movimiento de tierras y la circulación de maquinaria, con el objetivo de reducir al mínimo las perturbaciones en las zonas habitadas.
- La Vigilancia Ambiental requerirá un cumplimiento estricto de las normativas establecidas por la Dirección General de Tráfico en relación con la Inspección Técnica de Vehículos (ITV).
- Por otro lado, se prohibirá la quema de restos de desbroces o cualquier otro tipo de material que pueda provocar una pérdida de calidad del aire. Los restos de biomasa generados por las actuaciones de desbroce y tala serán retirados y gestionados adecuadamente.

Relacionado con el almacenaje y producción de materiales pulverulentos en la zona de actuación se optará por:

- En los acopios de materiales pulverulentos o granulares (áridos, cementos, etc.) serán tapados y almacenados en zonas resguardadas al viento.
- En los acopios de tierras de relleno se optará por riegos superficiales para evitar la formación de polvo.
- Los equipos de perforación deben incorporar recogedores y captadores que disminuyan la producción de polvo.

Durante los movimientos de tierras se llevará a cabo un seguimiento diario de los niveles de calidad del aire en las estaciones perteneciente a la Red de Seguimiento del Ayuntamiento de Madrid “Villaverde”, “Farolillo” y “Plaza Elíptica”, cercanas a la zona de afección.

En caso de detectarse una superación de los límites establecidos para los contaminantes considerados, será obligatorio detener la actividad que actúa como principal fuente de emisión hasta que los niveles sean corregidos y se encuentren por debajo de los valores límite establecidos por la legislación vigente.

10.1.3 Protección del arbolado singular

Tienen la consideración de árboles singulares aquellos ejemplares aislados o pertenecientes a alineaciones que presentan valores especiales, bien por su singularidad, rareza o belleza, o bien

por consideraciones históricas o culturales, y se encuentran incluidos en el *Catálogo regional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres de la Comunidad de Madrid* o en el PGOUM.

En la zona de actuación, **NO** existe ningún árbol catalogado como *Árbol Singular*.

Por ello, la principal medida correctora propuesta para el arbolado en este proyecto se centra en el trasplante de los árboles afectados, siguiendo los criterios establecidos en la Ordenanza general de la protección del medio ambiente, específicamente en el artículo 209 modificado en abril de 2022, previa aprobación del Ayto.

El objetivo es garantizar la buena conservación y mantenimiento de las diferentes especies vegetales presentes en las zonas verdes.

Así mismo, se tiene en cuenta para todo el tema de arbolado el Plan Director del Arbolado Viario de la Ciudad de Madrid. En este Plan se establecen las condiciones para la realización del trasplante, destocoado o renovación en los apartados 6.2.6 Renovación del arbolado, 6.2.7 Destocoado y 6.2.8 Trasplante del arbolado.

Se intentará, en la medida de lo posible, el trasplante de todos los árboles que se verán afectados en la zona de actuación. Se consulta con el Órgano Ambiental, y en caso de no ser viable el trasplante, se realizará, tal y como dice la *Ordenanza 6/2022, de 26 de abril, de Licencias y Declaraciones Responsables Urbanísticas del Ayuntamiento de Madrid*. ANM 2023\149:

“2. En caso de que fuera imprescindible la tala de un árbol, con independencia de la sanción que pudiera corresponder por realizar la tala sin licencia, el autor o autores de los hechos deberán reponer al patrimonio arbóreo de la ciudad un mínimo de ejemplares igual al de los años que tuviera el árbol afectado y con las características que defina el órgano competente. No obstante, cuando el árbol talado esté considerado como especie exótica invasora, se aplicará lo previsto en la normativa en materia de patrimonio natural y biodiversidad”.

10.1.4 Criterios de tala

Serán talados los árboles cuya conservación sea incompatible por las rasantes planteadas que tengan las siguientes características:

- Los árboles quemados, muertos, enfermos y en general, aquellos que, debido a su estado fitosanitario, no resulten idóneos para ser trasplantados.

- Las agrupaciones de árboles, ya que la mayor parte de las veces la proximidad de los pies y el entrecruzamiento de sus sistemas radicales hacen que no sea posible la extracción del cepellón sin provocar daños en las raíces.

En la disposición transitoria cuarta se especifican las recomendaciones para “Especies vegetales en posesión de particulares o ubicadas en parques urbanos y jardines públicos”:

“...en el caso de aquellos ejemplares de especies del Catálogo localizados en parques o jardines públicos, especialmente los localizados en el dominio público hidráulico, las administraciones competentes eliminarán progresivamente, en los casos en que esté justificado, estas especies”.

Siguiendo las recomendaciones del Real Decreto, no se consideran trasplantables los pies pertenecientes a las especies incluidas en el Catálogo.

- Aquellos ejemplares que sean propuestos para la tala que se vean afectados por la *Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de Protección y Fomento del Arbolado Urbano de la Comunidad de Madrid* (BOCM de 31 de diciembre de 2005), según se recoge en el artículo 1, deberán ser compensados según se indica en el artículo 2.6.

“Artículo 2. 6. Cuando este arbolado se vea necesariamente afectado por obras de reparación o reforma de cualquier clase, o por la construcción de infraestructuras o por su presencia en el interfaz urbano forestal, se procederá a su trasplante.

Si por razones técnicas dicho trasplante no es posible, podrá autorizarse la tala del ejemplar afectado mediante decreto del Alcalde singularizado para cada ejemplar, previo expediente en el que se acredite la inviabilidad de cualquier otra alternativa. En aquellos casos en los que la tala sea la única alternativa viable se exigirá, en la forma en que se establezca, la plantación de un ejemplar adulto de la misma especie por cada año de edad del árbol eliminado.”

Adicionalmente, de acuerdo con el Plan Director del arbolado viario de Madrid, sólo se eliminarán aquellos ejemplares en los que se aprecie alguno de los siguientes motivos:

- Arbolado que entrañe un riesgo grave de vuelco o caída parcial de ramas.
- Arbolado que, sin entrañar un riesgo importante, haya llegado al fin de su vida útil, o presente graves defectos estructurales que hacen inviables su continuidad y el cumplimiento de sus funciones.
- Arbolado afectado por una enfermedad infecciosa grave que hace inviable su desarrollo futuro y que puede comprometer el buen estado fitosanitario de otros árboles.

- Arbolado seco o muerto en pie.
- Arbolado que provoca interferencias que causan daños en elementos de obra civil.
- Ejemplares sobre los que se ha solicitado una actuación de poda y que, por las características de su especie, no soporta bien la poda, o si el resultado de la actuación arroja un ejemplar con la copa descompensada, que pudiera acarrear un problema de riesgo futuro.

10.1.5 Criterios de trasplante

Los árboles afectados por este proyecto cuya ubicación original no pueda mantenerse serán susceptibles de ser trasplantados siempre que, por sus características, el trasplante sea viable.

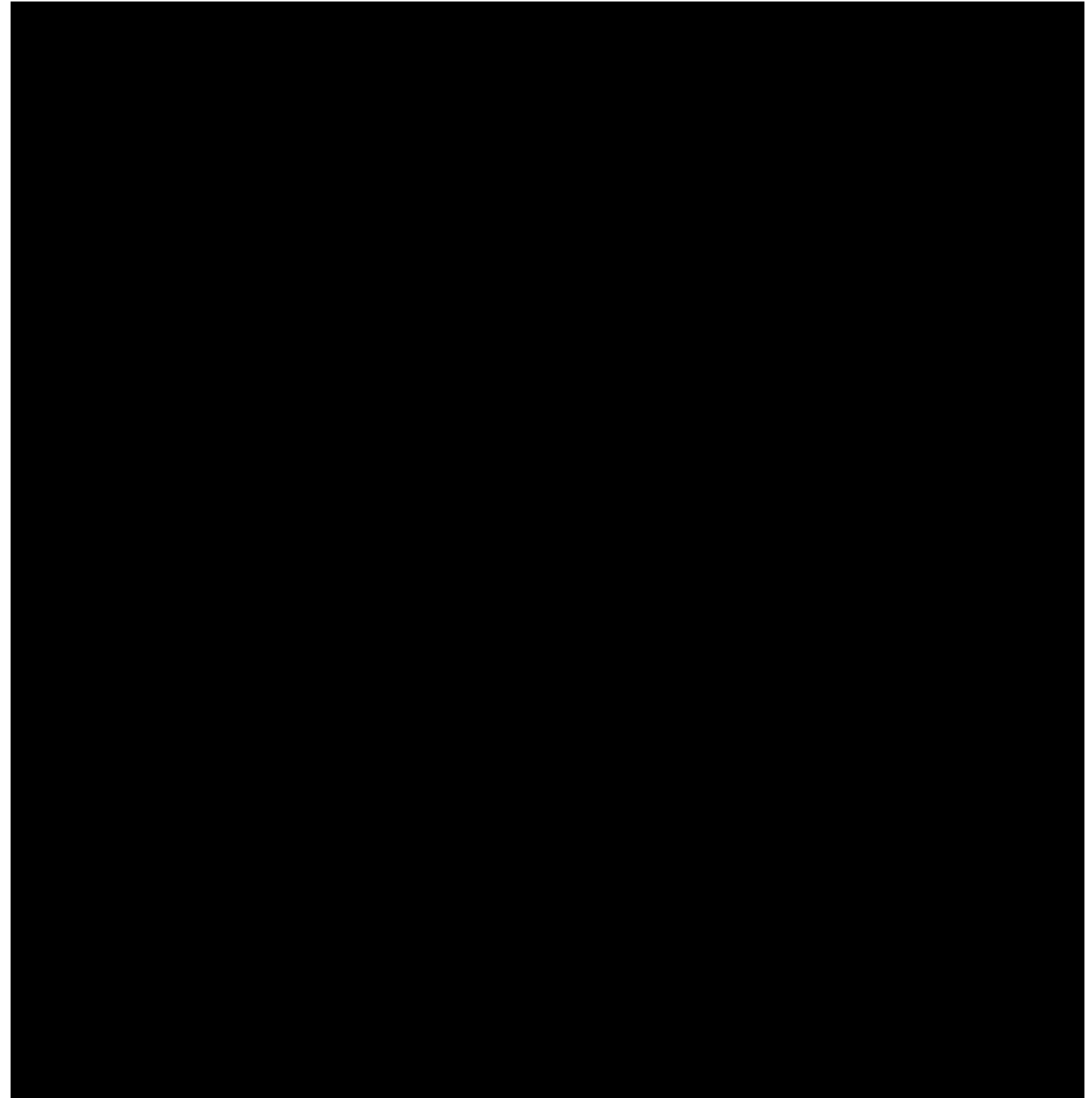
Según el Plan Director del Arbolado Viario de la Comunidad de Madrid, el trasplante de un árbol debe considerarse la última opción de todas, especialmente si las dimensiones del ejemplar así lo desaconsejan. Por tanto, se realizará un estudio previo de su viabilidad. El estudio tendrá en cuenta una serie de aspectos como la especie, situación y hábitat, suelo y espacio que ocupa, servicios afectados, así como las condiciones de su lugar de destino. Las labores de trasplante se realizarán siempre que sea posible los meses de parada vegetativa, de noviembre a febrero.

Se consideran árboles trasplantables los que presenten las siguientes características:

1. Los árboles caducifolios, con porte aéreo bajo tienen una aptitud para el trasplante mayor que los perennifolios de porte aéreo espigado y, en general, los ejemplares con hábitos axonomorfos de crecimiento de las raíces o raíces pivotantes van a tener más dificultades para recuperarse de un trasplante.
2. En función del perímetro o diámetro de los ejemplares, las medidas protectoras que establece la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid indican que se aplicarán a todos los ejemplares de cualquier especie arbórea con más de diez años o veinte centímetros de diámetro de tronco al nivel del suelo que se ubiquen en suelo urbano.
3. Árboles con sistema radical superficial y compacto que permite la extracción del cepellón sin provocar un daño irreversible en el árbol. El dimensionamiento del cepellón será clave para determinar el éxito o fracaso de la actuación, así como la época en la que se realice.
4. Los ejemplares que se localicen dentro de agrupaciones que, aun compartiendo el sistema radical, presenten una baja densidad y permitan la extracción de ejemplar con un cepellón de dimensiones adecuadas en función de su perímetro.

5. Para grandes ejemplares y casos singulares en los que, debido a las dimensiones del árbol u otras causas, el trasplante no se pueda realizar de forma convencional o con trasplantadora, y siempre que la posibilidad de conservación en el mismo lugar no sea factible, se valorará en el Proyecto de Tala o Trasplante la posibilidad de un trasplante especial que pueda garantizar, en la medida de lo posible, el éxito de la operación.

A continuación, se incluye el listado de arbolado afectado y que se detalla en el Apéndice nº4.



10.1.6 Protección general e individual del arbolado

Como medida general, el arbolado se rodeará de un cercado de protección resistente, con una distancia mínima a la proyección de las copas de los árboles.

El acceso de la maquinaria se limitará en la medida de lo posible, evitando daños directos (golpes, heridas) o indirectos (compactación del suelo) por cerramiento, o si no es posible, mediante señalización con balizas de cada árbol, evitando afecciones a la copa.

Si el arbolado no se pudiese incluir dentro de un área conjunta de protección, se realizará un cercado individual alrededor del tronco, impidiendo ser golpeado.

Deberá protegerse con material acolchado:

- La parte del troco en contacto con el cercado.
- Zonas de contacto de las ataduras con la corteza.
- Zona del cuello de la raíz (si fuese necesario).
- Las ramas bajas ubicadas en las zonas de paso de la maquinaria.

En cuanto a las raíces, habrá mayor afección cuanto más cerca se realice la excavación. Por ello, se crea una zona de protección de dos metros más a partir de la proyección de la copa.

Se tendrán en cuenta las siguientes indicaciones para evitar todas aquellas acciones que puedan tener impactos negativos:

- Colocar clavos, clavijas, cuerdas, cables, cadenas, etc. en árboles y arbustos
- Encender fuego cerca de la vegetación
- Manipular combustibles, aceites y productos químicos en zonas de raíces de árboles
- Apilar materiales contra el tronco de los árboles
- Circular con maquinaria fuera de los lugares previstos.

10.1.7 Protección contra ruido y vibraciones

Se ha mencionado en el documento ambiental la presencia de niveles elevados de ruido en los entornos del proyecto, por lo que la afección derivada de las obras no supondrá un aumento considerable con respecto a la inicial.

En cualquier caso, para minimizar las posibles afecciones se tendrán en consideración las siguientes medidas:

- Se planificarán previamente las rutas del transporte en el movimiento de tierras, tratando de minimizar la afección a las zonas de mayor capacidad residencial en la medida de lo posible.
- Las actividades ejecutadas estarán reguladas por el artículo 42 de la *Ordenanza, de 25 de febrero de 2011, de protección contra la contaminación acústica y térmica*.
- La ejecución entre pantallas de pozos y estaciones, especialmente de las zonas residenciales se realizará en horario diurno, evitando los trabajos de lunes a viernes entre las 22 y 7 horas o en sábados, domingos y festivos de 22 a 9 horas, salvo por razones de urgencia, seguridad o peligro. En caso de necesitar actuar fuera del horario establecido será requerido un permiso previo.
- La ubicación de la zona de acopios y estacionamiento de maquinaria se localizarán preferentemente alejadas de las zonas sensibles, de rápido acceso y maniobra, abrigadas en cuanto a la generación de ruido y vibraciones y ordenadas y ubicadas estratégicamente según el orden cronológico de su utilización.
- La maquinaria utilizada debe cumplir con las regulaciones establecidas en la legislación vigente en el *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, que regula las emisiones sonoras en el entorno causadas por ciertas máquinas de uso al aire libre*, así como a las normas complementarias correspondientes.
- Se implementará el uso de maquinaria que cumpla con especificaciones de bajos niveles de ruido mientras estén operando en condiciones normales de obra. Estas especificaciones se basarán en los datos proporcionados por los fabricantes.
- Se llevará a cabo una revisión y control periódico de los silenciadores de los escapes, rodamientos, engranajes y mecanismos de la maquinaria y equipos utilizados en la construcción. Estas revisiones y controles serán registradas en fichas de mantenimiento individuales que cada máquina llevará consigo, y serán supervisadas por el responsable de la maquinaria.
- Con el fin de asegurar que los niveles de ruido no afecten a las zonas habitadas cercanas, se llevará a cabo un control exhaustivo de los niveles acústicos en el área de obra con un sonómetro homologado, permitiendo obtener el nivel sonoro continuo equivalente en

decibelios durante un intervalo de 15 minutos en la hora con mayor actividad ruidosa. Las mediciones se realizarán en el entorno de las edificaciones, a una distancia de 2 metros de la fachada más cercana a las obras en ambos lados de la misma.

- En caso de que se superen los límites establecidos para la calidad acústica, el Contratista implementará un Plan de Reducción de Niveles Sonoros, el cual estará diseñado en función de las principales operaciones que generan ruido. Este plan tendrá como objetivo reducir los niveles de ruido y cumplir con los estándares de calidad acústica establecidos, minimizando así el impacto sonoro en el entorno y garantizando un ambiente más adecuado para las áreas habitadas cercanas.
- Se ha de informar al personal de los distintos órganos competentes, Ayuntamientos, Comunidades Autónomas y otras Administraciones locales o nacionales, además de a los usuarios afectados, reflejando en los paneles informativos claramente el plano de ejecución de la actuación para representar el carácter temporal de las molestias ocasionadas.

De acuerdo a la legislación vigente, se considera necesario la implantación de medidas protectoras ante vibraciones, ya que se espera que se superen los niveles normativos en algunos receptores:

- Se recomienda el uso de manta antivibratoria en los puntos más sensibles, diseñada para las vibraciones causadas por el paso de trenes, con máxima atenuación entre 40 y 80 Hz.
- Se recomienda la instalación en la parte inferior y laterales de losas armadas de un mínimo de 20 cm de espesor, preferiblemente entre 25 o 30 cm.
- Armar la losa de vía y tratar las partes laterales con una manta vertical de rigidez dinámica que puede ser la misma que para la manta horizontal o superior.
- Se recomiendan zonas de transición de unos 15 metros lineales de vía antes y después de cada tramo con una manta dos veces más rígida.

10.1.8 Protección de los suelos

Se buscará la afección mínima de ocupación del suelo como principal premisa en materia de prevención. Para ello, se estudiarán las zonas de actuación con premeditación y se señalarán sus límites, evitando daños innecesarios en las parcelas limítrofes.

El movimiento de maquinaria y tránsito de vehículos pesados se ceñirá a las superficies autorizadas, restringiendo su movimiento en las zonas valladas, a su vez, se informará de la prohibición de circular en estas zonas, así como de acopiar materiales indebidamente.

Asimismo, se prestará especial atención a las siguientes actividades:

- Durante la realización de obras, trabajos y actividades que involucren movimientos de tierras, se garantizará que no haya impactos negativos en la estabilidad de los suelos.
- Se delimitarán de manera estricta las zonas de intervención, utilizando solo la superficie necesaria para llevar a cabo las actividades.
- Se utilizarán los sobrantes procedentes de excavaciones para rellenar vías de acceso u otras áreas necesarias.
- Todos los cambios de aceite y el mantenimiento de la maquinaria que puedan generar derrames de aceites o gasóleo se realizarán en talleres autorizados o en parques de maquinaria designados para ello, y los residuos peligrosos se entregarán a gestores autorizados.
- Estará prohibido verter hormigón sobrante o cualquier otro producto químico auxiliar en el terreno.
- Se seleccionará un lugar adecuado para la limpieza de las cubas de hormigón, dando preferencia a zonas de fácil acceso para facilitar la limpieza y restauración.
- Se elegirá con cuidado el lugar de acopio de materiales y elementos necesarios para el proyecto, priorizando zonas de menor importancia ambiental.
- Se llevará a cabo el extendido de tierra vegetal sobre las superficies ocupadas o afectadas, pretendiendo crear un suelo con materia orgánica que favorezca la revegetación e implantación de especies vegetales donde sea pertinente.
- Si se produjera el vertido accidental de productos o residuos peligrosos se tendrán en cuenta las siguientes medidas:
 - Delimitar la zona afectada del suelo.
 - Construir una barrera de contención con el fin de evitar la dispersión del vertido.
 - Se adoptarán las medidas de seguridad necesarias para evitar perjuicios en la salud humana de las personas implicadas en la descontaminación.
 - Si el suelo contaminado no puede ser tratado “in situ”, ha de ser gestionado como residuo peligroso, procediendo a su retirada a la planta de tratamiento o depósito de seguridad.
 - Limpieza y retirada de residuos y escombros en todas las superficies donde haya sido acopiado temporalmente.

10.1.9 Protección del sistema hidrológico

Si bien es cierto que en apartados anteriores del presente documento ambiental se ha hecho

mención a la falta de afección a los cauces naturales será necesario tomar medidas para evitar generar impactos negativos al sistema de saneamiento urbano.

La Dirección de la Obra se asegurará de que no ocurran vertidos accidentales o intencionados de materiales derivados del hormigonado (como hormigón y sustancias resultantes del lavado de cubas) ni de ninguna otra sustancia contaminante en el terreno.

Se impermeabilizarán las zonas dedicadas a tareas de limpieza y mantenimiento de maquinaria, zonas de instalaciones secundarias, evitando así en la medida de lo posible los vertidos de grasas y aceites accidentales.

En caso de ser necesario almacenar combustible en la obra se utilizarán depósitos destinados a tal fin, priorizando el empleo de estaciones de servicio a la hora de repostar la maquinaria.

Se establecerán lugares específicos para el lavado de cubas, los cuales contarán con los sistemas de depuración necesarios para asegurar un adecuado tratamiento de las aguas residuales.

En caso de que se produzca algún vertido, ya sea intencional o accidental, se actuará de manera inmediata para retirar y limpiar los sedimentos afectados.

Para evitar afectar al alcantarillado y para mantener los sólidos en suspensión bajo control, se instalarán balas de retención de sedimentos con la capacidad suficiente para gestionar los caudales presentes en cada momento, asegurando así que se cumplan las condiciones de vertido establecidas por el Canal de Isabel II, S. A.

Además, se prohíbe la localización, incluso de manera temporal, de cualquier tipo de instalación o servidumbre en los cauces de drenaje natural o artificial del territorio sin la autorización del Organismo de la Cuenca, la Confederación Hidrológica del Tago. Se evitará su ocupación, debiendo eliminarse totalmente de los cauces cualquier tipo de obstáculo, vertedero o acopio de materiales que pueda impedir el correcto funcionamiento hidráulico.

Se desarrollará y aplicará un plan de calidad ambiental que recoja los procesos encaminados a disminuir el riesgo de contaminación, entre las que se incluye el tratamiento de aguas procedentes de la excavación del túnel.

10.1.10 Espacios protegidos

Las posibles alternativas del proyecto **NO** se localizan en el interior de ningún espacio natural

protegido. El espacio natural protegido más cercano a la zona de actuación es el Parque Regional del Curso Medio del río Guadarrama y su entorno, localizado a 8,5 km de la zona de actuación.

10.1.11 **Protección sobre la fauna**

Las afecciones previstas sobre la fauna por las acciones del proyecto estarán relacionadas con la alteración de los hábitats faunísticos, sobre todo la ocupación en superficie y las molestias producidas por el movimiento de tierras y el trasiego de vehículos y maquinaria pesada.

Sin embargo, no se aplicarán medidas específicas, ya que se consideran las medidas para el arbolado y prevención de ruido y vibraciones suficientes.

Además, se llevará a cabo la prospección faunística de la zona con la intención de evitar daños a especies catalogadas de interés en la zona de actuación.

10.1.12 **Patrimonio cultural**

Se buscará la afección mínima del patrimonio cultural como principal premisa en materia de prevención. Para ello, se estudiarán las zonas de actuación con premeditación y se señalarán sus límites, evitando daños innecesarios en las parcelas limítrofes.

Los elementos considerados patrimonio cultural se encuentran a una distancia suficiente como para no verse afectados por ninguna de las alternativas. El Bien de Interés Cultural más cercano es la Torre de señales del aeropuerto de Cuatro Vientos, y el Bien recogido en el Inventario de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid (INPHIS) más cercano es la Trinchera del ferrocarril de Cuatro Vientos.

La fase de construcción de cualquier tipo de infraestructura que lleve implícita los movimientos de tierra por debajo de la cota natural del terreno puede suponer un impacto directo, inmediato, negativo e irreversible sobre eventuales recursos culturales, ya que el movimiento de tierras supone la destrucción o alteración de bienes integrantes del Patrimonio Histórico (estructuras o depósitos arqueológicos en sus múltiples formas). La principal afección del proyecto sobre el Patrimonio Cultural de la zona deriva de la posibilidad de que, durante la fase de construcción, las obras incidan sobre alguno de los recursos culturales localizados o de los que puedan encontrarse en la zona, con ocasión de las excavaciones y movimientos de tierras.

La anulación o minimización de las incidencias identificadas requiere la aplicación de una serie de medidas que responden básicamente a tres conceptos: prevención, compensación y corrección.

a) La prevención supone:

- El seguimiento y vigilancia de los movimientos de tierra.
- La realización de actuaciones arqueológicas de comprobación, prospección arqueológica superficial de cobertura total y sondeos arqueológicos valorativos, cuyo objetivo fundamental es la caracterización y valoración del espacio afectado y del impacto generado.
- La exclusión de cualquier movimiento de obra dentro del perímetro señalado para los yacimientos conocidos en las inmediaciones del trazado.

b) La compensación supone que, una vez asumida la alteración o destrucción de un yacimiento arqueológico por el desarrollo de cualquier obra, se equilibre la situación mediante la investigación, a partir de excavaciones arqueológicas o paleontológicas en extensión, del sitio. Es decir, se compensa la pérdida con el exhaustivo conocimiento de la entidad afectada.

c) La corrección supone la anulación de la afección mediante soluciones técnicas de ingeniería. Esta medida se supone prioritaria, ya que en principio debe evitarse cualquier afección a yacimientos arqueológicos o paleontológicos del tipo que sea. Solamente en el caso de que no puedan contemplarse modificaciones de trazado serán de aplicación las oportunas medidas preventivas o compensatorias.

No obstante, se llevarán a cabo las medidas que la Consejería competente en materia de Patrimonio determine como necesarias.

Durante la fase de construcción y ante la eventual aparición de restos fósiles o arqueológicos, se atenderá al cumplimiento de la Ley 3/2013, de 18 de junio, de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid. En este sentido, todos los hallazgos que se produzcan durante la realización de las operaciones de excavación se comunicarán en el plazo de tres días naturales a la Dirección General de Patrimonio Cultural. En caso de hallazgo, se paralizarán inmediatamente los trabajos y se tomarán las medidas adecuadas para la protección de los restos.

10.1.13 **Vías pecuarias**

No se prevé afección a Vías pecuarias, por lo que no se requieren medidas en este sentido.

10.1.14 **Medidas de Restauración ambiental en Integración Paisajística**

Como consecuencia de la ejecución de las obras se pueden producir alteraciones permanentes

al paisaje, principalmente en aquellas superficies para la ubicación de instalaciones temporales y las zonas de ocupación temporales para la construcción de pozos y salidas de emergencia.

Dado que las acciones se llevarán a cabo en un entorno urbano donde el componente ambiental principal se trata de arbolado urbano ornamental, parque y jardines, los trabajos de restauración giran en torno a la recuperación de estas zonas hasta sus condiciones iniciales en la medida de lo posible.

Para ello se ha de tener en cuenta:

- Proteger el suelo ante la erosión en las superficies que lo requieran.
- Restauración de los suelos y cubierta vegetal afectados, revegetando las nuevas superficies creadas.
- Incorporar en la conexión visual la nueva infraestructura con el terreno adyacente.
- Favorecer la integración ambiental y paisajística. Mejorar la percepción visual de los elementos asociados a la infraestructura.
- Mejorar la calidad estética del entorno del trazado, la estructura y componentes del paisaje.

De esta manera, el objetivo de estas medidas y la restauración vegetal se basa en la integración de las actuaciones en su entorno, desde un punto de visto tanto ecológico, como paisajístico y ambiental. Para ello, se ha de buscar coherencia en la elección de especies vegetales a replantar empleadas en la restauración.

11 MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA Y COMPENSACIÓN DE HUELLA DE CARBONO

Al contemplar en el proyecto la aplicación de criterios de eficiencia energética en todas las fases, desde la construcción hasta la explotación, en caso de que fuera necesario, se tendrá en cuenta lo establecido en el Real Decreto 214/2025, de 18 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono y por el que se define el cálculo de la huella de carbono y de la elaboración y publicación de planes de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, mencionado anteriormente.

En apartados anteriores, se ha tenido en cuenta que existirá una plantación importante de árboles en la zona de actuación, ya que muchos de ellos deberán cambiar de emplazamiento y otros tantos serán talados, y serán plantados tantos como años tenga el ejemplar talado.

De esta forma, conseguiremos crear un espacio capturador de CO₂ en plena ciudad. Se tratará siempre de árboles endémicos y establecidos por el órgano ambiental correspondiente.

Esto hará que crezcan mejor, por ser de este mismo lugar, y que se reduzca el CO₂ de la atmósfera porque los árboles lo captan del aire para sus procesos vitales, expulsando después oxígeno. Así, los árboles y las plantas limpian el aire y nos proporcionan oxígeno. De hecho, pueden llegar a eliminar entre 350 y 3.500 kg de CO₂ a lo largo de su vida.

Medidas de ahorro y eficiencia energética:

En el proyecto se plantea las siguientes medidas de ahorro y eficiencia energética:

Uso de Maquinaria y Equipos Eficientes:

- Maquinaria de bajo consumo: Utilizar equipos y maquinaria de construcción con alta eficiencia energética y bajas emisiones.
- Mantenimiento regular: Mantener la maquinaria en óptimas condiciones para asegurar su eficiencia y reducir el consumo de combustible.

Reciclaje y Reutilización de Materiales:

- Reutilización de escombros: Reutilizar los escombros y materiales de demolición en la propia obra, siempre que sea posible.

- Reciclaje de materiales: Implementar programas de reciclaje para metales, plásticos y otros materiales utilizados en la construcción.

Tecnologías de Construcción Sostenible:

- Métodos de construcción de bajo impacto: Emplear técnicas de construcción que minimicen la perturbación del suelo y los ecosistemas circundantes.
- Tecnología de punta: Utilizar drones y otras tecnologías avanzadas para monitorizar y gestionar la obra de manera más eficiente.

Uso de Energías Renovables:

- Generación in situ: Instalar paneles solares u otras fuentes de energía renovable en el sitio de construcción para reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.
- Equipos eléctricos: Siempre que sea posible, utilizar equipos y herramientas eléctricas alimentadas por energías renovables.

Reducción de Emisiones de GEI:

- Combustibles alternativos: Utilizar combustibles alternativos como biodiésel o gas natural comprimido (GNC) en la maquinaria de construcción.
- Control de emisiones: Implementar sistemas de control y reducción de emisiones en la maquinaria pesada.

12 GESTIÓN DE RESIDUOS

La gestión de residuos en una obra de construcción supone un aspecto medioambiental a considerar de suma importancia.

El tratamiento que se debe dar a los residuos de construcción y demolición (RCD) dependerá de la categoría de estos, así como del tipo de residuo físico del que se trate.

Los RCD son residuos de naturaleza fundamentalmente inerte generados en obras de excavación, nueva construcción, reparación, remodelación, rehabilitación y demolición, incluidos los de obra menor y reparación domiciliaria.

Las normas de aplicación para la zona a estudiar, pudiendo ser estatales o a nivel de comunidad, que establecen las condiciones sobre producción y gestión de residuos de construcción y demolición son:

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquellas en las que se generaron.
- Orden 2726/2009, de 16 de julio, por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad de Madrid.

Dentro de la Comunidad de Madrid se identifican dos categorías de residuos:

- RCDs de Nivel I.- Residuos generados durante los movimientos de tierra producidos en el transcurso de la obra. Se trata de las tierras y materiales pétreos procedentes de obras de excavación, que no sufren contaminación.
- RCDs de Nivel II.- Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición y de la implantación de servicios.

Los RCDs de Nivel I están regulados por la Orden APM/1007/2017. Esta se aplica a los residuos no peligrosos consistentes en suelos no contaminados, y otros materiales naturales excavados procedentes de obras de construcción o demolición, tales como tierras, arcillas, limos, arenas, gravas o piedras, incluidas en el código LER (Lista Europea de Residuos 17 05 04 (materiales naturales excavados)).

De acuerdo con la citada Orden, los materiales obtenidos de la excavación del túnel tendrán como destino preferente la reutilización en la misma obra, en una obra distinta y en actividades de restauración, acondicionamiento, rellenos o con fines constructivos para los que resulten adecuados.

En el caso de que no se pudiera utilizar el volumen total de excedentes en la propia obra, se solicitará a la Consejería de Medio Ambiente de la CAM la inclusión en la Bolsa de Excedentes de Tierras.

Para su gestión en vertederos se contará con el registro actualizado “Relación de explotaciones que tienen aprobado en el plan de restauración el vertido de tierras excedentes de excavación no contaminadas de procedencia externa y que actualmente realizan labores de restauración” gestionado por la CAM, que permite acoger materiales inertes de procedencia externa previo informe ambiental favorable, y bajo unos estrictos controles y seguimiento del material que se utiliza en dicha restauración. Se seleccionarán para el vertido las más próximas a la zona de obras y se contactará con los titulares para confirmar su aceptación.

La gestión de los residuos de Nivel II se incluye en el régimen general de gestión de residuos no peligrosos de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

- Para el tratamiento de RCD de Nivel II, su poseedor debe contactar con un gestor de residuos no peligrosos (RCD), ya sea gestor de residuos no peligrosos autorizado o inscrito.
- Para su transporte deberá contactar con un transportista de residuos no peligrosos. En cualquier caso, el poseedor deberá solicitar los correspondientes certificados de entrega.

En el proyecto de ejecución de la obra se incluirá un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición, dándose cumplimiento al artículo 4.1.a) del Real Decreto 105/2008.

A su vez, en el inicio de la obra se redactará un plan de gestión definitivo de residuos peligrosos por parte del Contratista.

13 PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

13.1 EXIGENCIA LEGAL

Queda recogido en la *Ley de Evaluación Ambiental 21/2013, de 9 de diciembre*, que el Estudio de Impacto Ambiental contenga un Programa de Vigilancia Ambiental.

El Informe de Impacto Ambiental que surge del proceso de tramitación determinará la necesidad de elaborar y desarrollar un programa de vigilancia para llevar a cabo el seguimiento y control de los impactos ambientales, así como para evaluar la eficacia de las medidas correctoras establecidas en las condiciones del proyecto.

Asimismo, se propondrán nuevas medidas si se observa que los impactos son superiores a los previstos, o si las medidas preventivas y correctoras inicialmente propuestas se consideran insuficientes.

Además, en caso de que fuera necesario, se tendrá en cuenta lo establecido en el Real Decreto 214/2025, de 18 de marzo, por el que se crea el registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono y por el que se define el cálculo de la huella de carbono y de la elaboración y publicación de planes de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

El objetivo principal del programa de vigilancia ambiental es asegurar el cumplimiento de las medidas correctoras establecidas en el Documento ambiental. Esta vigilancia debe llevarse a cabo desde las primeras etapas del proyecto.

- Durante la fase de explotación, el programa de vigilancia se enfoca en supervisar las operaciones del proyecto y controlar la calidad de los elementos y características del medio ambiente que se ven afectados, como el agua, la atmósfera, la vegetación y los riesgos geofísicos, entre otros.
- En la etapa de restauración, la vigilancia se concentra en garantizar la correcta restitución topográfica del área afectada y en llevar a cabo las siembras y plantaciones necesarias. El seguimiento de estas acciones se extiende hasta lograr la completa integración paisajística, asegurando así la adecuada recuperación del entorno impactado.

Será necesario establecer un período de tiempo posterior a la finalización de las obras de restauración, el cual será suficiente para asegurar la estabilidad morfológica de los terrenos y la viabilidad de las plantaciones efectuadas. Esta extensión temporal tiene como objetivo garantizar

que la zona impactada quede adecuadamente integrada en la estructura paisajística del territorio circundante.

13.2 OBJETIVOS

Analizando exhaustivamente el Plan de Vigilancia Ambiental, se pueden concretar los siguientes objetivos:

- Supervisar y verificar la adecuada implementación de las medidas propuestas en el proyecto de integración ambiental y asegurar su conformidad con los criterios de integración ambiental establecidos.
- Comprobar la calidad de los materiales utilizados (suelo, plantas, agua, etc.) y los métodos empleados en el proyecto de integración ambiental para asegurar que cumplen con los estándares requeridos.
- Verificar la eficacia de las medidas protectoras y correctoras establecidas y ejecutadas. En caso de considerar que su eficacia es insatisfactoria, identificar las causas y proponer soluciones adecuadas.
- Identificar y evaluar posibles impactos no previstos y proponer medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
- Informar a la Dirección de Obra acerca de los aspectos sujetos a vigilancia y proporcionar un método sistemático, simple y económico para llevar a cabo una vigilancia eficaz.
- Describir el tipo de informes, su frecuencia y el periodo en el que deben enviarse a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental.

13.3 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La adecuada implementación del Programa de Vigilancia requiere una minuciosa labor de planificación, recolección y análisis de datos, e incluso la formulación de planes de respuesta para abordar situaciones imprevistas.

En lo referente al Proyecto de Construcción, el Programa de Vigilancia deberá presentar una propuesta detallada que incluya aspectos como la ubicación y el tipo de muestreo en cada caso, los procedimientos para la recopilación de datos y cualquier otro elemento que permita una sistematización lógica de la información.

Es fundamental que el Programa de Vigilancia sea un sistema flexible, capaz de adaptarse y ajustarse ante posibles variaciones respecto a las previsiones iniciales.

A continuación, se describen los criterios y contenidos mínimos que deben considerarse para la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental, con el propósito de garantizar la eficacia de las medidas correctoras y el desarrollo seguro desde el punto de vista ambiental de la actividad.

Adicionalmente, se realizarán estudios y análisis específicos cuando se presenten circunstancias o eventos excepcionales que puedan implicar deterioro ambiental o situaciones de riesgo. Estos estudios adicionales se llevarán a cabo para abordar casos particulares que requieran una atención especial y evitar cualquier impacto negativo en el entorno natural.

13.4 CONDICIONES GENERALES

El seguimiento de los trabajos realizados tiene por objeto:

- Verificar que el contenido y las especificaciones del proyecto de construcción cumplen con las recomendaciones establecidas en el presente estudio ambiental.
- Comprobar la correcta implementación de las medidas correctoras y protectoras propuestas en el proyecto.
- Proporcionar información sobre la calidad y eficacia de las medidas correctoras adoptadas.
- Controlar y evaluar los impactos generados por el desarrollo de la actividad una vez que el proyecto ha sido ejecutado.
- Examinar la evolución de los impactos residuales o la aparición de aquellos no previstos, procediendo en su caso a la definición de unas medidas para minimizar su efecto.

La trazabilidad de los impactos ambientales se llevará a cabo para aquellos elementos y características del entorno para los cuales se han identificado impactos significativos. El control se establecerá mediante parámetros que actúen como indicadores de los niveles de impacto alcanzados, y tendrá lugar en zonas y momentos en los que se lleven a cabo las acciones causantes de dichos impactos.

Se supervisarán los factores ambientales que puedan influir en la implementación de las medidas correctivas y en la evolución de los impactos, con objeto de establecer un marco de referencia adecuado para evaluar los resultados posteriormente.

Se determinará el alcance espacial de la vigilancia ambiental para cada elemento, así como las fuentes de información disponibles para obtener los valores de los indicadores, métodos y técnicas para la medición "in situ".

13.5 CONTROLES PREVIOS A LA EJECUCIÓN

El presente estudio contemplará un apartado de medidas protectoras y correctoras, dentro de las cuales se comprobará el diseño e incorporación al proyecto de estas.

De forma exhaustiva, se analizará la incorporación de las medidas relativas a:

- Medidas incluidas en el desarrollo técnico del proyecto constructivo.
- Planificación de medidas contra la erosión, recuperación ambiental y paisajística.
- Prospección arqueológica si procede.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Coordinación entre el proyecto de ejecución y las medidas de protección y corrección.

13.6 VIGILANCIA DURANTE LA FASE DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Dentro de la fase de ejecución de las obras, el seguimiento consistirá en formular indicadores para cuantificar la correcta ejecución del Proyecto.

Dentro de esta fase, las medidas se centrarán en:

- La vigilancia de la ejecución de las medidas protectoras y correctoras.
- La vigilancia de la aparición de impactos ambientales no previstos.

13.6.1 Vigilancia de la ejecución de las medidas protectoras y correctoras

Uno de los primeros factores a considerar es el perímetro de la obra, antes de comenzar los trabajos, se adecuará el entorno, protegiendo las zonas más sensibles por su interés ambiental, patrimonial, etc.

13.6.2 Vigilancia del movimiento de tierras.

Una vez comenzada la fase de ejecución, se llevará un control exhaustivo del movimiento de tierras, así como la maquinaria empleada en las partidas. Se hará hincapié en las siguientes actividades:

- Replanteo de zonas de actuación señalando sus límites.
- Movimiento de la maquinaria.
- Retirada de las tierras vegetales y materiales subyacentes.
- Optimización de las tierras retiradas para su reutilización o recolocación.

- Verificar las medidas correctoras propuestas en materia de restauración morfológica.
- Asegurar que los operarios encargados de los movimientos de tierras y operarios en general son conocedores de los cuidados necesarios a adoptar en las operaciones que realicen.

Dentro de este apartado, también se contemplará el cumplimiento de las indicaciones relativas a zonas en las que la afección se limita a la superficie estrictamente necesaria en relación con la protección de:

- Suelo.
- Erosión.
- Medio hídrico.
- Vegetación.
- Fauna.
- Patrimonio histórico artístico.

De forma genérica y una vez comenzadas estos movimientos de tierra, se elaborarán informes a la Dirección de Obra en los que se reflejen las incidencias y problemas detectados indicando la adecuación de las actuaciones previstas.

13.6.3 Vigilancia de la ocupación temporal

Otro hito importante es la ocupación temporal de la zona para instalaciones auxiliares. Se controlará que las zonas empleadas estén emplazadas en los lugares destinados a tal fin según el proyecto y se vigilará su correcta restauración una vez finalizados los trabajos.

13.6.4 Vigilancia de la gestión de residuos

Se seguirán las directrices expuestas en el apartado “Gestión de Residuos” dentro del presente documento ambiental. Añadiendo especial atención a la obtención de justificantes por parte del contratista de haber tomado las medidas de gestión adecuada, especialmente en referencia a vertidos de gases y aceites.

13.6.5 Vigilancia en la calidad de las aguas

Se verificará el cumplimiento por parte del Contratista de todas las medidas imprescindibles para salvaguardar la calidad de las aguas durante el desarrollo de las obras. Estas medidas comprenderán la implementación de balsas de decantación, barreras de retención de sedimentos, y la impermeabilización adecuada de las instalaciones de obra, entre otros. Se

prestará especial énfasis en aquellas unidades de obra de naturaleza subterránea llevadas a cabo en áreas saturadas de agua.

13.6.6 Vigilancia de la ejecución de vertederos y zonas de préstamo

Se llevará a cabo una supervisión rigurosa para asegurar la correcta ubicación final de dichas zonas, de acuerdo con las disposiciones establecidas en las medidas de protección y corrección. Asimismo, se tomarán todas las medidas necesarias para adecuar estas áreas a las particularidades del entorno, lo que incluye la configuración definitiva de las superficies en términos de morfología, la incorporación de tierra vegetal, y el tamaño final adecuado, entre otros aspectos.

13.6.7 Control sobre las operaciones de mantenimiento de la maquinaria.

Con relación a la maquinaria empleada en la obra se controlará lo siguiente:

- Cambios de aceite y mantenimiento de esta conforme a lo establecido en las medidas protectoras.
- Revisión del cumplimiento de las medidas protectoras en las instalaciones auxiliares.

13.6.8 Vigilancia en las afecciones sobre el entorno inmediato

- Se asegurará el cumplimiento de emisiones de polvo en la fase de construcción.
- Se cumplirá con los niveles de ruido estipulados en las medidas protectoras para fase de ejecución.

13.6.9 Vigilancia de las medidas de revegetación

La principal medida correctora propuesta para el arbolado en este proyecto se centra en la replantación de los árboles afectados, siguiendo los lineamientos establecidos en la Ordenanza general de la protección del medio ambiente, específicamente en el artículo 209 modificado en abril de 2022. Esta replantación se realizará con el objetivo de garantizar la buena conservación y mantenimiento de las diferentes especies vegetales presentes en las zonas verdes.

El criterio para la selección de árboles a replantar estará a cargo del órgano competente, basándose en el inventario de arbolado que se encuentra en este documento. Dicho inventario proporciona información sobre la edad y el tipo de arbolado existente en la zona de actuación.

Además de la replantación, es fundamental llevar a cabo una evaluación del estado actual del arbolado para identificar árboles enfermos, dañados o viejos que requieran ser reemplazados.

Posteriormente, se seleccionarán las especies más adecuadas teniendo en cuenta el clima, el tipo de suelo y otros factores relevantes.

Una vez realizada la replantación, se establecerá un plan de mantenimiento que incluirá riego regular, fertilización y poda según sea necesario. Asimismo, se promoverá la participación comunitaria a través de actividades educativas y jornadas de voluntariado para fomentar el cuidado del arbolado urbano.

Las labores de seguimiento de la revegetación involucrarán el control minucioso de las etapas de replanteo, preparación del terreno, establecimiento de plantaciones y siembra o hidrosiembra, así como de los materiales empleados en dichas operaciones, garantizando su correcta ejecución. La supervisión se enfocará en el cumplimiento de las directrices establecidas para estas acciones en la documentación del proyecto de medidas de defensa contra la erosión, recuperación ambiental y paisajística, elaborada a nivel de proyecto constructivo, conforme a las siguientes indicaciones:

- Replanteo: Se delimitará adecuadamente las distintas zonas de actuación. Éstas, habrán de ajustarse al proyecto de revegetación y a los criterios establecidos por la Dirección de Obra.
- Operaciones previas: Los materiales, puesta en obra y acabados se regularán de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto que se redacte a nivel de Proyecto Constructivo.
- Con objeto de aprovechamiento, se llevará a cabo la correcta conservación de la capa de tierra vegetal retirada, así como su correcto apilado. Controlando además los acabados de las zonas del proyecto que incluyan estas aportaciones.
- Se comprobará la correcta ejecución de las operaciones de limpieza, desfonde, y laboreo mediante inspecciones visuales durante su ejecución.
- Hidrosiembra: Poniendo especial énfasis en la maquinaria, los productos y a la ejecución e instalación, así como en la elaboración de una ficha de control de la ejecución de dicha actividad.

La evolución de la superficie talada será monitoreada durante toda la ejecución de la obra hasta la entrega del Acta de Recepción.

Se realizará un análisis exhaustivo de la germinación de las semillas, evaluando los resultados que deberán incluir aspectos como el porcentaje de nascencia, el grado de cobertura y la presencia de áreas con deficiencias, entre otros.

En aquellos sitios donde se identifiquen deficiencias, se llevará a cabo una caracterización detallada, y se propondrán operaciones correctoras complementarias que se consideren pertinentes para subsanar las deficiencias observadas en las unidades de actuación hidrosembradas.

13.6.10 **Vigilancia en las plantaciones**

Se dará seguimiento a todo el ciclo desde la recepción hasta el trasplante propiamente dicho.

El proceso de Recepción y Depósito de plantas será llevado a cabo mediante una cuidadosa selección, descartando aquellas que no cumplan con las características sanitarias, morfológicas, de desarrollo y estado de conservación adecuadas, con el propósito de garantizar el éxito de las futuras plantaciones. Estas características estarán claramente definidas en el Pliego de Condiciones Técnicas del Proyecto Constructivo.

La supervisión de la recepción de las plantas consistirá en verificar la especie, tamaño, presentación, envase y estado fitosanitario de cada ejemplar. Asimismo, se realizará una vigilancia continua de la zona de depósito de las plantas para asegurar que se encuentren en condiciones óptimas y adecuadas para su posterior utilización.

La preparación de los hoyos será objeto de verificación exhaustiva, incluyendo la adecuada alineación con el replanteo previsto, las dimensiones precisas de cada hoyo, su correcta ejecución y acabado en todas las superficies de plantación y unidades contempladas en el proyecto.

Se prestará especial atención a la correcta colocación de las plantas, la incorporación adecuada de aditivos y la disponibilidad suficiente de tierras de relleno idóneas para la ejecución del proceso.

Los materiales, abonos y productos absorbentes empleados serán verificados mediante certificados oficiales, mientras que la calidad del estiércol se evaluará mediante un análisis exhaustivo de su composición.

Una vez concluida la plantación y llevada a cabo la irrigación inicial, se realizarán controles aleatorios para asegurar el adecuado acabado de la operación. Se supervisará la densidad de la plantación y la distribución espacial de las diversas especies vegetales, de modo que se ajusten a las especificaciones detalladas en el Proyecto para cada tipo de plantación.

Durante el período posterior a la plantación, hasta la emisión del Acta de Recepción, se llevará

a cabo un seguimiento riguroso de las operaciones de conservación previstas, incluyendo la supervisión de las dosis de riego y los materiales empleados.

Prestando atención a la reposición de aquellas plantas que, debido a diversas circunstancias, no hayan alcanzado el resultado previsto inicialmente. En caso de que sea necesario, se procederá a sustituir dichas plantas por ejemplares que cumplan con las especificaciones del proyecto y se asegurarán las condiciones óptimas para su crecimiento y desarrollo.

Se llevará a cabo una minuciosa verificación de los trasplantes, asegurándose de que el número de individuos trasplantados corresponda con lo establecido en el proyecto. Se supervisará la correcta ejecución del proceso, incluyendo la poda, la aplicación de antitranspirante, la protección del cepellón, la nueva plantación y el primer riego. Asimismo, se garantizará la ubicación adecuada de cada trasplante.

Para cada árbol trasplantado, se elaborará una ficha en el diario ambiental de la obra, en la que se registrarán datos esenciales como la fecha del trasplante, la especie, el tamaño, el tiempo empleado en el trasplante, el porcentaje de copa podado, el tamaño del cepellón, las dimensiones del hoyo, el riego aplicado, un croquis de su ubicación, así como las condiciones ambientales presentes durante el proceso de trasplante.

Se documentarán los resultados y las incidencias surgidas durante la vigilancia de los aspectos mencionados en los apartados anteriores, recopilando todas las situaciones ocurridas durante este período. En casos de circunstancias excepcionales o imprevistas que demanden una acción urgente, se informará de inmediato a la Dirección de Obra para tomar las medidas apropiadas. Toda la información recopilada será incluida en los informes pertinentes.

13.6.11 **Medidas de protección para la fauna.**

Las medidas de protección relativas a la fauna se recogerán dentro del apartado de medidas preventivas presentes en la fase del Proyecto de Construcción.

13.6.12 **Vigilancia del patrimonio cultural.**

Tal como se ha recogido en el presente documento ambiental, no se dispone de zonas de especial protección por su interés cultural en la zona de afección del área de estudio, con la salvedad de algunas vías pecuarias. Con objeto de preservación de estas, y en caso de que fuera necesario, el Promotor deberá contar con el apoyo arqueológico de personal cualificado para evitar daños a potenciales restos de Patrimonio Cultural que no hayan sido detectados previamente.

A su vez, durante todo el ciclo de vida del proyecto se coordinarán adecuadamente con la Dirección General de Patrimonio Cultural de la Comunidad de Madrid.

13.6.13 **Medidas para asegurar la continuidad de la permeabilidad.**

Se asegurará la reposición de aceras, calles, accesos y caminos afectados durante la obra.

13.6.14 **Acabado y limpieza final.**

Como última fase de la vigilancia, se asegurará la retirada y correcto transporte a vertedero de los residuos de obra.

13.6.15 **Vigilancia de la aparición de impactos ambientales no previstos.**

Durante toda la etapa de ejecución, así como durante la fase de explotación hasta la finalización del período de garantía, y de manera concurrente a la supervisión de la implementación de medidas preventivas y correctoras y su evolución, se realizará un seguimiento constante para detectar la aparición de impactos ambientales no anticipados.

En particular se controlarán los siguientes aspectos:

- Erosión.
- Inestabilidad del terreno.
- Protección del sistema hidrológico.
- Actuación arqueológica.
- Condiciones de sosiego público.
- Efectos no previstos sobre vegetación, fauna y población.

Los resultados del seguimiento serán incorporados en los informes habituales, o en caso de que los impactos detectados sean significativos y requieran una acción urgente, se comunicará inmediatamente a la Dirección de Obra para tomar las medidas adecuadas.

13.7 VIGILANCIA EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Una vez redactado el Acta de Recepción de Obras, se emitirá, además, un informe con las medidas ejecutadas realmente y sus incidencias. Al finalizar el periodo de garantía, se completará con otro informe que refleje la evolución de la fase de explotación.

Una vez emitida el Acta de Recepción de Obra y hasta finalizar el periodo de garantía, se analizarán los siguientes aspectos:

13.7.1 **Mantenimiento en las áreas restauradas.**

Se llevará a cabo una supervisión exhaustiva del cumplimiento de las tareas de mantenimiento programadas para el período de garantía, que incluyen riegos, reposición de marras, entre otras actividades.

Además, se realizará un seguimiento detallado de cualquier situación que requiera un mantenimiento adicional al planificado, teniendo en consideración los documentos del proyecto constructivo y las instrucciones previas relacionadas con las operaciones de mantenimiento y reposición de marras.

En caso de detectar circunstancias que demanden medidas urgentes, se elaborarán informes y se comunicarán inmediatamente para su pronta atención.

13.7.2 **Control de la hidrogeología.**

Al concluir la ejecución de la obra civil, se iniciará un monitoreo continuo de los niveles piezométricos de la alternativa implementada durante un período de 3 años. El objetivo principal de este seguimiento es identificar posibles cambios en el régimen hidrogeológico que no hayan sido previstos en el presente estudio. En caso de detectar tales alteraciones, se tomarán las medidas necesarias para mitigar cualquier impacto adverso en el sistema hidrogeológico.

13.7.3 **Control del ruido y vibraciones.**

Juntamente con la activación de la infraestructura, se procederá a llevar a cabo mediciones de los niveles de ruido y vibraciones en las áreas más sensibles del trazado. El objetivo de estas mediciones es verificar el cumplimiento de los umbrales límite establecidos por la legislación y evaluar la efectividad de las medidas correctoras implementadas previamente.

13.7.4 **Evolución de las áreas restauradas.**

Se llevará a cabo un control sistemático del crecimiento y vigor de las plantaciones efectuadas en las diferentes unidades superficiales. Se supervisará cuidadosamente la evolución adecuada de las plantaciones y se procederá a reponer aquellas plantas que, por diversas circunstancias, no hayan alcanzado los resultados previstos.

Para analizar el avance de la superficie sembrada, se realizarán controles periódicos. Se prestará especial atención al grado de cobertura de vegetación herbácea en los taludes, identificando y caracterizando áreas con deficiencias. En caso necesario, se aplicarán operaciones correctoras adicionales de acuerdo con las necesidades observadas.

Se revisará el número de marras trasplantados, y se llevará un seguimiento riguroso de los riegos que deben realizarse durante el período de garantía para los ejemplares trasplantados. Todos los eventos relacionados con marras y riegos se registrarán en el diario ambiental de la obra, indicando también las posibles causas de los problemas detectados.

Durante tres años a partir de la emisión del Acta de Recepción, se emitirán informes periódicos que contendrán los resultados de los trabajos de seguimiento realizados. El primer informe detallará la situación de las áreas restauradas en el momento de la recepción de la obra, proporcionando una referencia inicial para las evaluaciones posteriores.

13.7.5 Posibles impactos no previstos.

Se prestará especial atención a posibles impactos no previstos, así como a situaciones ambientales excepcionales que puedan tener efectos significativos. Toda la información relacionada con estos hallazgos, incluyendo su descripción y posibles causas, será incluida en los informes ordinarios correspondientes.

En caso de que se detecten situaciones que requieran medidas urgentes, se generarán informes extraordinarios para abordarlas de manera inmediata y efectiva. Este enfoque asegurará la pronta toma de decisiones y la implementación de las medidas necesarias para mitigar cualquier impacto ambiental adverso que surja durante la ejecución del proyecto.

13.8 RESUMEN DE INFORMES A PRESENTAR

En base a los apartados mencionados con anterioridad en el presente documento ambiental y en materia de seguimiento ambiental, se deberán presentar los siguientes informes:

13.8.1 Antes del inicio de las obras

- Certificación de la adecuación ambiental del proyecto por parte del director ambiental.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Plan de aseguramiento de la calidad.

Informe sobre aspectos e incidencias ambientales paralelo al acta de comprobación del replanteo.

13.8.2 Durante toda la fase de obras

Se deberá detallar en los informes semestrales:

- Partes de no conformidad ambiental.
- Medidas preventivas y correctoras.

Previo a la emisión del acta de recepción de las obras se deberán detallar:

- Medidas preventivas y correctoras realmente ejecutadas, así como las nuevas medidas adoptadas.
- Programa de vigilancia ambiental para la fase de explotación.

En caso de presentarse circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones, se elaborará un informe específico.

13.9 ORGANIZACIÓN DE LAS TAREAS DE SEGUIMIENTO

En materia de vigilancia ambiental, el Promotor designará un equipo de seguimiento especializado, compuesto por al menos una persona con dedicación completa y otro con dedicación parcial, actuando como director e interlocutor respectivamente ante la Dirección de Obra. Se contará con equipo auxiliar y personal de oficina técnica en caso de ser necesario.

14 CONCLUSIONES

En el presente documento se han abordado las diferentes implicaciones ambientales que el Proyecto “Ampliación sur de la Línea 11 del metro de Madrid” pueda tener sobre la conservación de los valores naturales y socioeconómicos del entorno de la actuación.

Se han analizado en detalle las principales características del Proyecto, al igual que las acciones asociadas con potencial repercusión ambiental. Además, se ha llevado a cabo la evaluación de tres diferentes alternativas planteadas.

El documento incluye la descripción de las Alternativas, inventario de los aspectos ambientales potencialmente afectados, además de la identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales que se derivaran de la ejecución y puesta en marcha de la acción, basado en las definiciones establecidas de la Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental.

De este análisis se concluye que el conjunto de alternativas planteadas resulta, desde el punto de vista ambiental, viables. No obstante, como resultado del análisis de impactos, la acción proyectada producirá algunos efectos negativos, tratándose en la mayor parte de los casos de impactos valorados como compatibles y moderados, incluso positivos desde el punto de vista socioeconómico y en cuanto a la reducción de emisiones de gases contaminantes y mejora del tráfico.

En cuanto a los impactos ambientales negativos, destacan principalmente las afecciones producidas en materia de sosiego público debido a la emisión de ruidos y vibraciones en la fase de construcción, sobre el arbolado urbano y sobre la geología y geomorfología debido a la necesidad de deposición de tierras excedentes y generación de residuos.

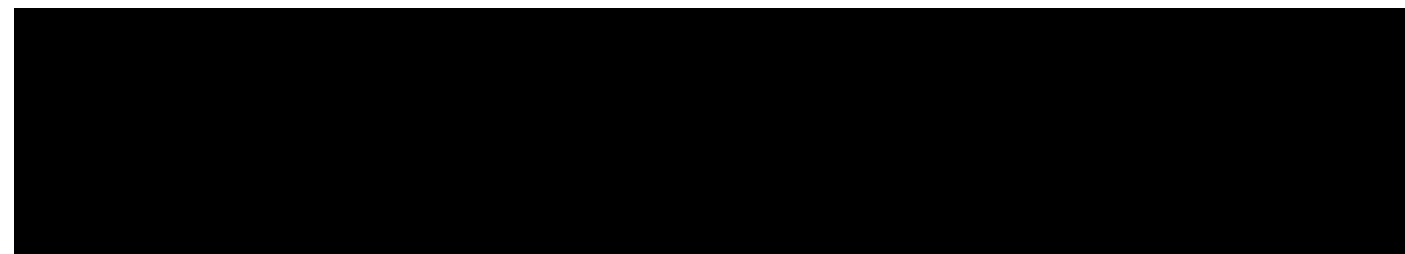
A pesar de la caracterización de los impactos como compatibles o moderados, se establecen una serie de medidas preventivas y correctoras para los factores del medio que se prevén como afectados con el objetivo de minimizar aún más esta afección potencial.

Por lo tanto, como conclusión se considera que la ejecución del Proyecto “AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID” es ambientalmente viable, y que los potenciales impactos producidos por su ejecución son aceptables, siempre y cuando se apliquen las procedentes medidas preventivas y correctoras indicadas en el presente documento, al igual que el Plan de Vigilancia Ambiental.

En Madrid, a fecha de firma

EL AUTOR DEL ESTUDIO INFORMATIVO

EL AUTOR DEL DOCUMENTO AMBIENTAL



APÉNDICES

APÉNDICE 1. PLANOS

APÉNDICE 2. ESTUDIO DE RUIDO

APÉNDICE Nº 2. ESTUDIO ACÚSTICO

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
ESTUDIO ACÚSTICO

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	31/07/2025	
2.0		
3.0		

APÉNDICE Nº 2. ESTUDIO ACÚSTICO

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO1

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN1

2.1 MARCO LEGAL1

2.1.1 Legislación europea1

2.1.2 Legislación estatal1

2.1.3 Legislación autonómica4

2.1.4 Legislación municipal4

2.2 INDICADORES DE EVALUACIÓN Y LÍMITES ADMISIBLES5

3 INVENTARIO DE EDIFICACIONES6

4 INVENTARIO DE FUENTES ACÚSTICAS ACTUALES Y FUTURAS11

5 ZONIFICACIÓN ACÚSTICA11

6 NIVELES ACÚSTICOS EN LA SITUACIÓN FUTURA12

7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN13

8 SÍNTESIS Y CONCLUSIONES14

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Acceso a la Estación La Fortuna (Nivel de calle)..... 1

Ilustración 2. Delimitación Áreas Acústicas 2018 11

Ilustración 3. Nivel continuo equivalente diurno (L_d), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid 12

Ilustración 4. Nivel continuo equivalente vespertino (L_e), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid 12

Ilustración 5. Nivel continuo equivalente nocturno (L_n), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid. 12

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.2

Tabla 2. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.3

Tabla 3. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.3

Tabla 4. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.4

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas a espacios interiores.4

Tabla 6. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.5

Tabla 7. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.5

Tabla 8. Objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas a espacios interiores.5

Tabla 9. Relación de edificios inventariados.7

APÉNDICES

APÉNDICE 1. PLANO DE INVENTARIO DE EDIFICACIONES SENSIBLES 16

APÉNDICE 2. FICHAS DE INVENTARIO DE EDIFICIOS..... 18

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento se enmarca en el contrato de *REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID*, cuyo adjudicatario (Orden del Consejero de Vivienda, Transportes e Infraestructuras de fecha 11 de marzo de 2024) es la UTE AMPLIACIÓN SUR LÍNEA 11 METRO, formada por las empresas PROES CONSULTORES, S.A. – BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.U, siendo el promotor la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid.

El objeto del contrato consiste en la redacción del Proyecto Constructivo correspondiente a la ampliación sur de la línea 11 del Metro de Madrid, desde la estación de La Fortuna hasta la línea 10 de Metro de Madrid.



Ilustración 1 Acceso a la Estación La Fortuna (Nivel de calle)

En la fase de redacción del actual documento aún falta la coordinación con algunos agentes, gestores y administraciones que pudieran quedar afectadas por las alternativas incluidas.

Dado el avance del estudio objeto de ampliación sur de línea 11 de Metro entre la Estación de La Fortuna y la línea 10, es importante recalcar que las alternativas referidas están en fase previa y pudieran verse afectadas por resultados de coordinación con organismos afectados.

La nueva línea será soterrada en toda su longitud. El método de construcción del túnel en línea dependerá de la alternativa y longitud de la misma.

El método constructivo de estación se prevé mediante el sistema *cut and cover*, es decir, ejecutando el recinto de pantallas perimetrales a cielo abierto, para a continuación ejecutar la losa de cubierta contra el terreno, de manera que permita el progresivo vaciado interior bajo esta, construyendo los diferentes niveles de losas de plantas intermedias sobre los niveles de excavación intermedios hasta llegar al nivel inferior de contrabóveda sobre el que se dispondrá la vía de Metro.

2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

2.1 MARCO LEGAL

2.1.1 Legislación europea

A nivel europeo, respecto al ruido, la referencia legislativa es la *Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*, cuyo objetivo es el de establecer un enfoque común para evitar, prevenir y reducir con carácter prioritario los efectos nocivos y las molestias de la exposición al ruido ambiental, entendiéndose por ruido ambiental el exterior procedente de distintos emisores, como tráfico de carreteras, de infraestructuras ferroviarias, de infraestructuras aeroportuarias y de la actividad industrial.

Con el objetivo de complementar el *Anexo II* de la *Directiva 2002/49/CE*, la Comisión emitió la *Recomendación, de 6 de agosto de 2003, relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario y los datos de emisiones correspondientes*.

En ella, por modo de transporte, se analiza la aplicabilidad y descripción de los modelos recomendados, así como de las adaptaciones necesarias de los mismos para verificar el cumplimiento de la *Directiva 2002/49/CE*.

Respecto a vibraciones, no existe normativa europea aplicable a las causadas por infraestructuras

2.1.2 Legislación estatal

La *Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido* constituye la norma básica de carácter general reguladora del ruido y las vibraciones en España. Esta Ley incorpora en su articulado las previsiones básicas de la *Directiva 2002/49/CE* y establece las bases para el desarrollo de una estructura básica a nivel nacional que permita armonizar la normativa a nivel autonómico y

municipal.

El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, define los índices de ruido y de vibraciones, sus aplicaciones, efectos y molestias sobre la población.

A su vez, este se encuentra modificado por el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

En dicho texto jurídico se incluyen los índices de ruido L_d , L_e y L_n para la verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables, entre otros emisores y situaciones, a la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras.

Estos indicadores se definen, en el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, como:

L_d (Índice de ruido día): el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, que se describe en el anexo I. Equivalente al L_{day} (Indicador de ruido diurno).

L_e (Índice de ruido tarde): el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, que se describe en el anexo I. Equivalente al $L_{evening}$ (Indicador de ruido en período vespertino).

L_n (Índice de ruido noche): el índice de ruido correspondiente a la alteración del sueño, que se describe en el anexo I. Equivalente al L_{night} (Indicador de ruido en período nocturno).

En esta norma se definen también los objetivos de calidad acústica y la zonificación acústica. Las áreas acústicas deben ser definidas y clasificadas por las administraciones locales en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, donde al menos deben recogerse:

- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.

- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

En el Anexo V del Real Decreto 1367/2007, en el punto 3, Criterios para determinar los principales usos asociados a áreas acústicas, hace referencia a los espacios naturales, indicando lo siguiente:

Áreas de tipo g). Espacios naturales que requieren protección especial.

Se incluirán los espacios naturales que requieran protección especial contra la contaminación acústica. En estos espacios naturales deberá existir una condición que aconseje su protección bien sea la existencia de zonas de cría de la fauna o de la existencia de especies cuyo hábitat se pretende proteger.

Asimismo, se incluirán las zonas tranquilas en campo abierto que se pretenda mantener silenciosas por motivos turísticos o de preservación del medio.

El mismo Real Decreto, en su Artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas, recoge:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

Siendo la mencionada tabla A del Anexo II la siguiente:

Tabla 1. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

El Artículo 14, continúa diciendo:

En estas áreas acústicas las administraciones competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado, mediante la aplicación de planes zonales específicos a los que se refiere el artículo 25.3 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

b) En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla A, del anexo II, que le sea de aplicación.

2. Para el resto de las áreas urbanizadas se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del anexo II, disminuido en 5 decibelios.

3. Los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a los espacios naturales delimitados, de conformidad con lo establecido en el artículo 7.1 la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, como área acústica tipo g), por requerir una especial protección contra la contaminación acústica, se establecerán para cada caso en particular, atendiendo a aquellas necesidades específicas de los mismos que justifiquen su calificación.

4. Como objetivo de calidad acústica aplicable a las zonas tranquilas en las aglomeraciones y en campo abierto, se establece el mantener en dichas zonas los niveles sonoros por debajo de los valores de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, disminuido en 5 decibelios, tratando de preservar la mejor calidad acústica que sea compatible con el desarrollo sostenible.

El Artículo 23 del Real Decreto 1367/2007 establece los valores límite de inmisión de ruido aplicable a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias. Atendiendo a lo establecido en dicha normativa, estas no pueden transmitir al medio ambiente exterior de las diferentes áreas acústicas niveles de ruido superiores a los contemplados en la siguiente tabla, recogida en el Anexo III:

Tabla 2. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

Además, en relación al indicador L_{Amax}, las nuevas infraestructuras no podrán transmitir al medio ambiente exterior, en las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruidos superiores a los establecidos en la tabla que se muestra a continuación, también recogida en el Anexo III:

Tabla 3. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índice de ruido
		L _{Amax}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

En relación con los valores límite de vibración aplicables, el Artículo 26 del Real Decreto 1367/2007, establece para los nuevos emisores acústicos relacionados en el Artículo 12.2 de la

Ley 37/2003, entre los que se encuentran los ferrocarriles, que

deberán adoptar las medidas necesarias para no transmitir al espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, vibraciones que contribuyan a superar los objetivos de calidad acústica para vibraciones que les sean de aplicación de acuerdo con el artículo 16, evaluadas conforme al procedimiento establecido en el anexo IV.

Dichos valores se encuentran en la *Tabla C del Anexo II del Real Decreto 1367/2007*, en relación con el uso del edificio afectado:

Tabla 4. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.

Uso del edificio	Índice de vibración
	L_{aw}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

2.1.3 Legislación autonómica

La Comunidad de Madrid cuenta con el *Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid*.

En su *Artículo 2* indica que el régimen jurídico aplicable en la materia será el definido por la legislación estatal, con lo que la legislación autonómica aplicable a la Comunidad de Madrid coincide con lo indicado en la sección anterior.

2.1.4 Legislación municipal

En el municipio de Madrid, donde se localiza todo el ámbito del proyecto, el ruido se regula a través de la *Ordenanza, de 25 de febrero de 2011, de protección contra la contaminación acústica y térmica*. Esta ordenanza tiene por objeto regular el ejercicio de las competencias que en materia de protección del medio ambiente y la salud pública corresponden al Ayuntamiento en orden a la protección de las personas y los bienes contra las agresiones derivadas de la contaminación acústica y térmica.

El *Artículo 8. Objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones, del Capítulo II. Evaluación y gestión del ruido ambiental* establece, en su *Apartado 5*, que para las nuevas infraestructuras de

transporte viario, ferroviario y aeroportuario serán de obligado cumplimiento los límites de inmisión detallados en las tablas D y E del *Apartado 2 del Anexo II*. Estas tablas marcan los mismos valores recogidos en el *Real Decreto 1367/2007*.

El mismo *Artículo 8* también señala, en su *Apartado 7*, que

los objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas por nuevos emisores acústicos a espacios interiores quedan reflejados en la tabla F del apartado 3 del anexo II.

Los límites fijados en dicha tabla son los siguientes, para vibraciones transitorias en horario nocturno, de 23.01 a 7.00 horas:

Tabla 5. Objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas a espacios interiores.

Uso del edificio	Índice de vibración
	L_{aw}
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Residencial	75
Hospedaje	78
Oficinas	84
Comercio y almacenes	90
Industria	97

A su vez, el *Artículo 42. Obras y trabajos en el medio ambiente exterior y edificaciones*, establece:

1. Las obras y trabajos de construcción, modificación, reparación o derribo de edificios o infraestructuras, así como las que se realicen en la vía pública, no se podrán realizar, de lunes a viernes, entre las 22 y las 7 horas o en sábados y festivos entre las 22 y las 9 horas, salvo por razones de urgencia, seguridad o peligro. Si por necesidades técnicas o de movilidad no pudieran realizarse durante el día, podrá autorizarse previamente su realización durante los citados horarios, determinándose expresamente el periodo horario y el plazo durante el que se permitirán los trabajos nocturnos.
2. Los responsables de las obras deberán adoptar las medidas más adecuadas para reducir los niveles sonoros que estas produzcan, así como los generados por la maquinaria auxiliar utilizada, con el fin de minimizar las molestias. A estos efectos, entre otras medidas, deberán proceder al cerramiento de la fuente sonora, la instalación de silenciadores acústicos o la ubicación de la fuente sonora en el interior de la estructura

en construcción, una vez que el estado de la obra lo permita.

3. Todos los equipos y maquinaria susceptibles de producir ruidos y vibraciones empleados en las obras y trabajos a que se refiere el apartado 1 de este artículo deberán cumplir lo establecido en la normativa sectorial que resulte de aplicación y, en particular, la maquinaria de uso al aire libre, con las prescripciones del Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, o norma que lo sustituya. La utilización de todos los sistemas o equipos complementarios será la más adecuada para reducir la contaminación acústica.

2.2 INDICADORES DE EVALUACIÓN Y LÍMITES ADMISIBLES

Teniendo en cuenta lo expuesto en apartados anteriores, con el objetivo de establecer unos límites admisibles que establezcan el marco legal a cumplir en este proyecto, se consideran como valores objetivo para el presente proyecto los establecidos en el *Real Decreto 1367/2007*, que muestran las tablas siguientes:

Tabla 6. Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L _d	L _e	L _n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	55	55	45
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	60	60	50
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	65	65	55
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	68	68	58
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60

En relación al indicador L_{Amax}, las nuevas infraestructuras no podrán transmitir al medio ambiente exterior, en las correspondientes áreas acústicas, niveles de ruidos superiores a los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 7. Valores límite de inmisión máximos de ruido aplicables a infraestructuras ferroviarias y aeroportuarias.

Tipo de área acústica		Índice de ruido
		L _{Amax}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	80
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	85
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c)	88
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	90
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	90

En lo que se refiere a vibraciones, se concluye que son de aplicación los límites del *Real Decreto 1367/2007*, completados para otros usos por la ordenanza municipal de Madrid, es decir a lo largo de todo el trazado:

Tabla 8. Objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas a espacios interiores.

Uso del edificio	Índice de vibración
	L _{aw}
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Residencial	75
Hospedaje	78
Oficinas	84
Comercio y almacenes	90
Industria	97

3 INVENTARIO DE EDIFICACIONES

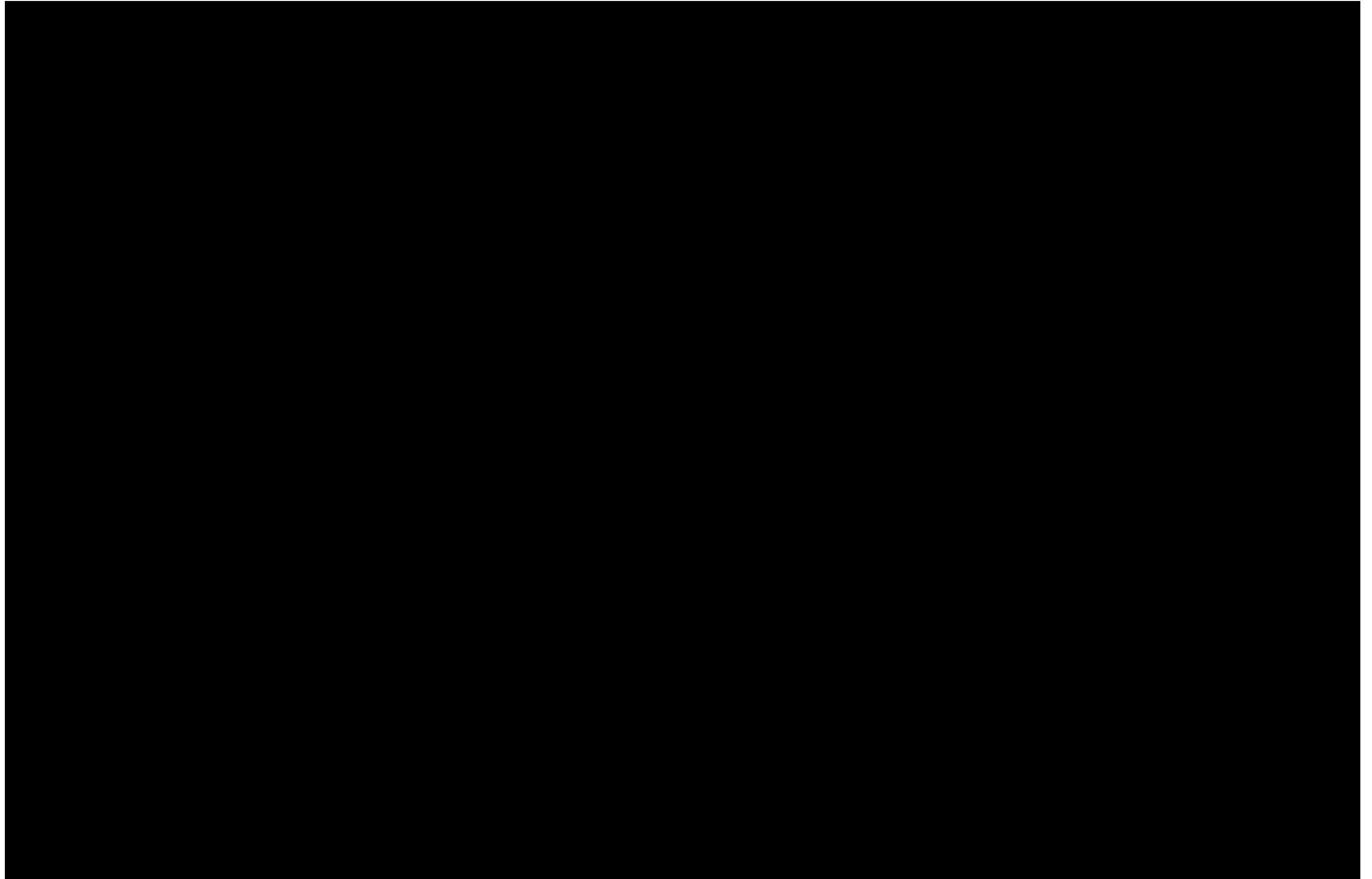
Se realiza un inventario de edificaciones potencialmente afectadas por la infraestructura objeto de estudio. Dado que la actuación está soterrada en toda su longitud, se puede considerar que no existe afección acústica a edificios durante la fase de funcionamiento de la línea de Metro. Por lo tanto, se adoptará un buffer adecuado para evaluar la posible afección por las vibraciones de la infraestructura, de 70 m respecto al eje del trazado en planta. En dicho inventario, se identifican las edificaciones especialmente sensibles dentro de dicha franja.

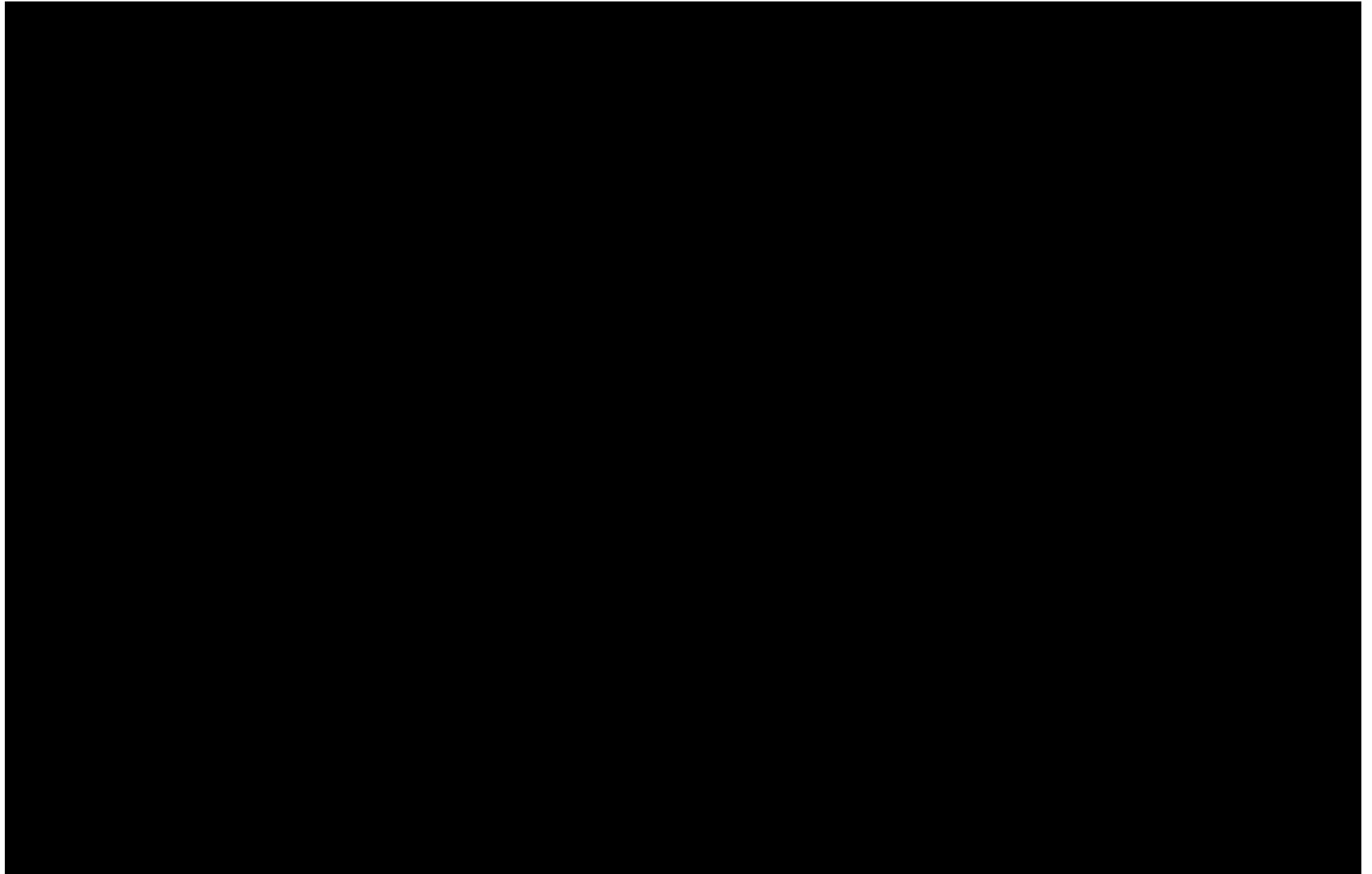
En la siguiente tabla, se presenta un resumen de los datos más relevantes del inventario de las edificaciones.

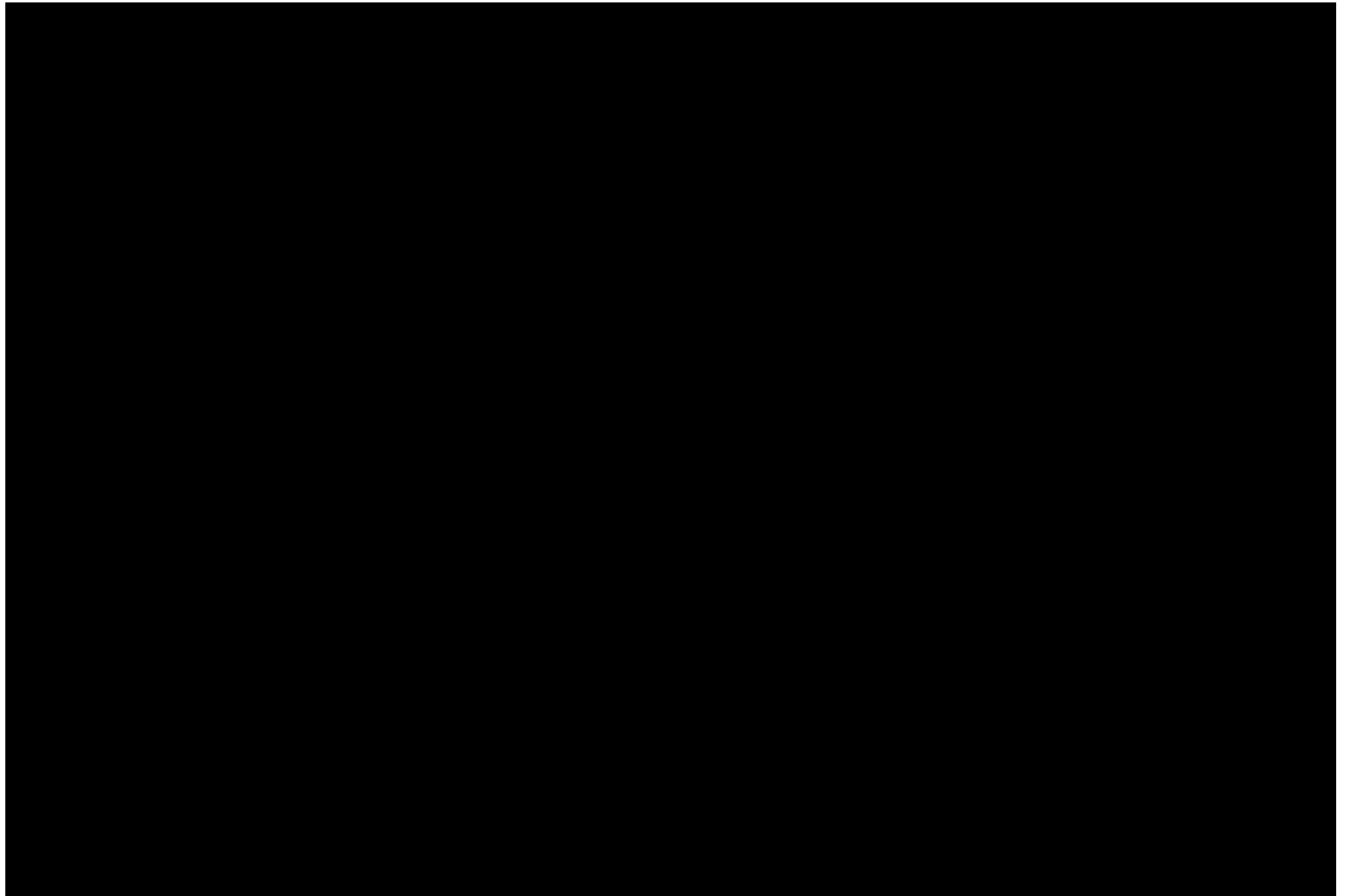
Por otro lado, en el *Apéndice 2. Fichas de inventario de edificios* se pueden consultar las fichas completas de los receptores sensibles, en las que se define la siguiente información:

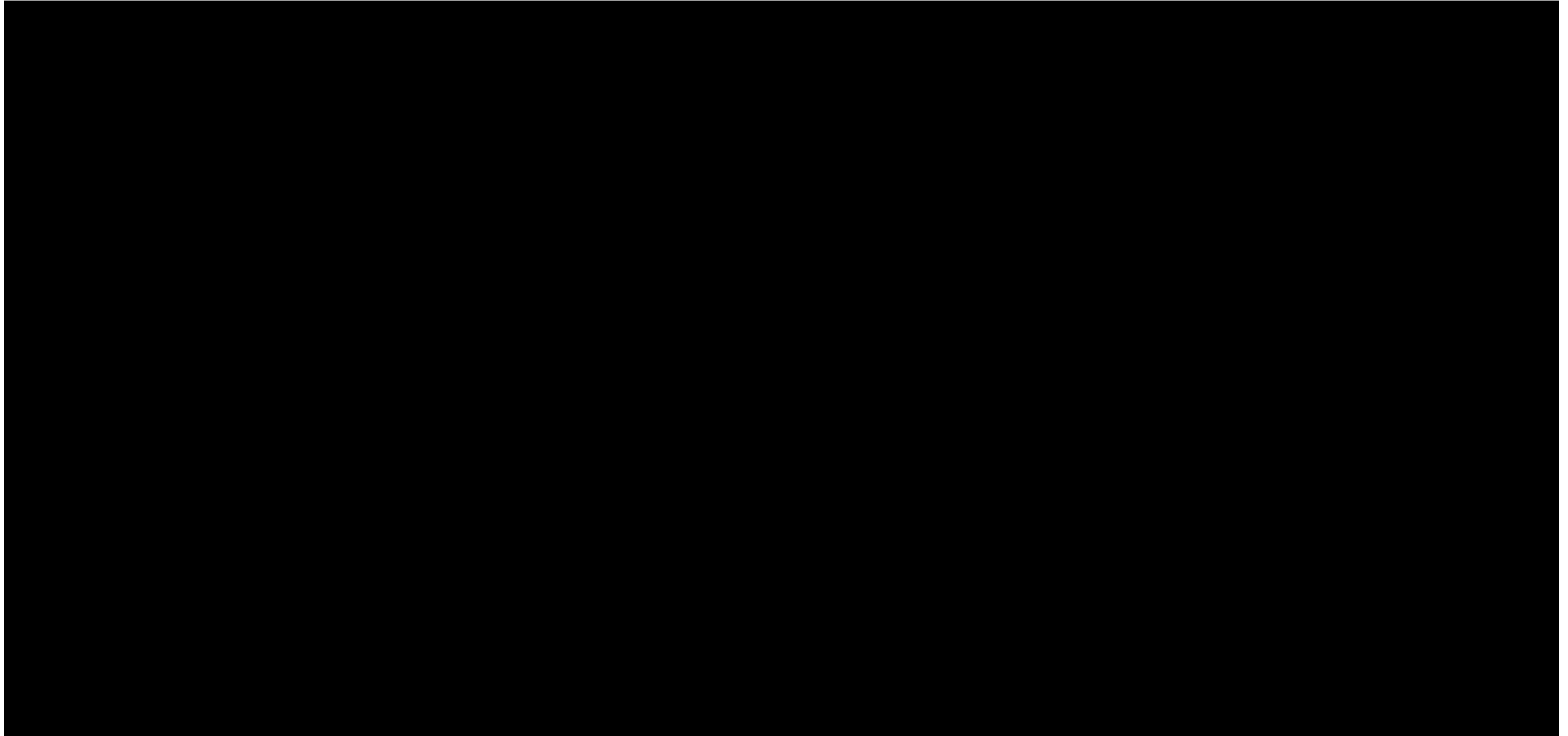
- Número de ficha.
- Dirección postal del edificio
- Referencia catastral.
- Fotografía de las edificaciones.
- Punto kilométrico de la actuación que genera la afección.
- Uso del edificio: residencial, sanitario, educativo, cultural, industrial, terciario u otros.
- Número de plantas.
- Observaciones: comentarios sobre aspectos relevantes que aclaren la definición del receptor.

La numeración del inventario, no consecutiva, mantiene la original por motivos de trazabilidad de los datos, aunque solo se ofrecen las entradas que cuentan con edificaciones físicas.









4 INVENTARIO DE FUENTES ACÚSTICAS ACTUALES Y FUTURAS

La presencia actual de importantes infraestructuras viarias en el ámbito de proyecto o en sus proximidades, como la A-5 y la M-40, además de la presencia del aeródromo de Cuatro Vientos, suponen que la zona de actuación presente niveles elevados de contaminación acústica.

5 ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

Para determinar las áreas acústicas existentes en el ámbito de estudio se ha consultado el documento *Áreas acústicas de la ciudad de Madrid (2018)*, revisión del proyecto de adaptación de las áreas acústicas del municipio de Madrid al *Real Decreto 1367/2007*. Este plano se ha trasladado a la cartografía del presente estudio.

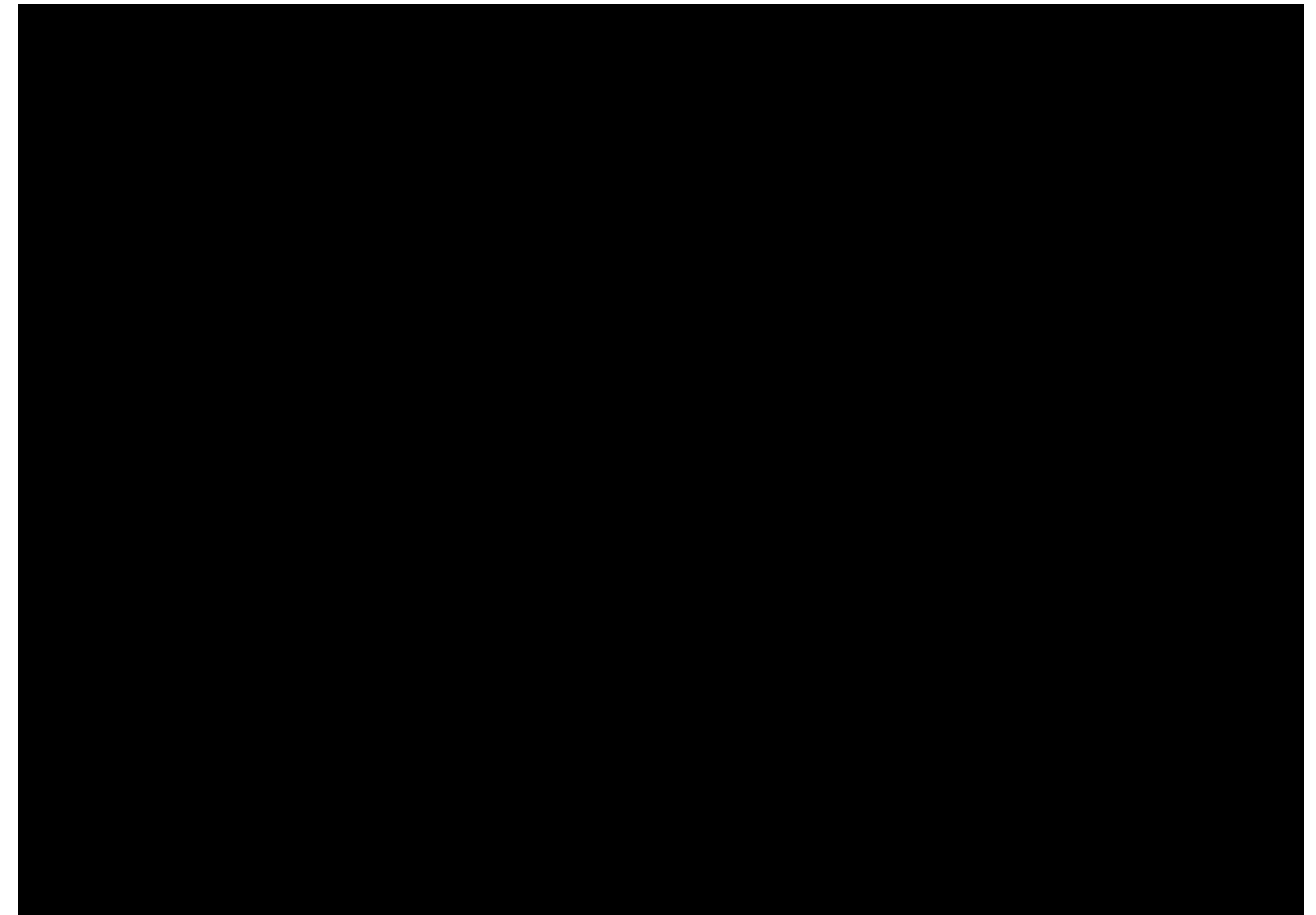
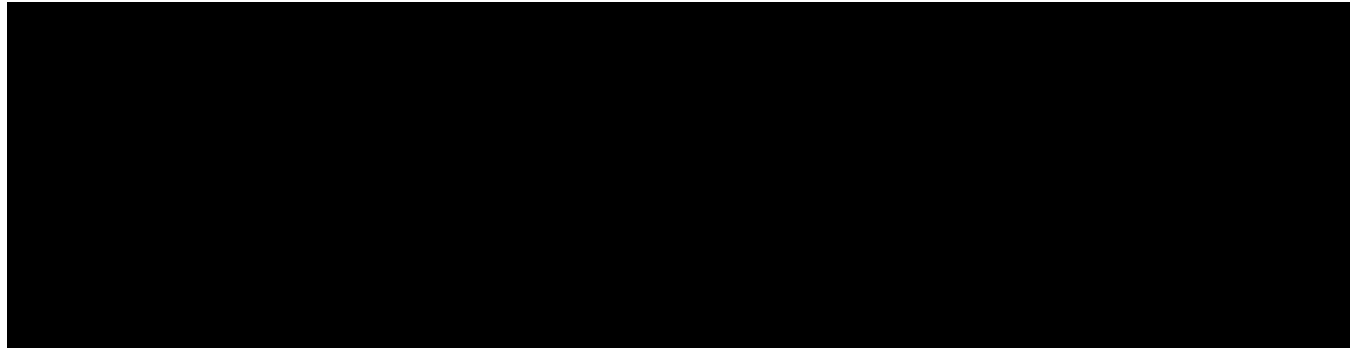


Ilustración 2. Delimitación Áreas Acústicas 2018

A su vez, atendiendo a lo recogido en el *Mapa Estratégico de Ruido de la Ciudad de Madrid (2016)*, elaborado por *Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental*, [REDACTED] [REDACTED] presenta unos valores de L_d y L_e entre los 55 y 65 dB(A), llegando en el límite de la zona urbanizada más próxima a la A-5 a los 70 dB(A). Por su parte, el nivel equivalente nocturno (L_n), se encuentran entre los 50 y 60 dB(A) llegando a los 65 dB(A), en esas mismas zonas.

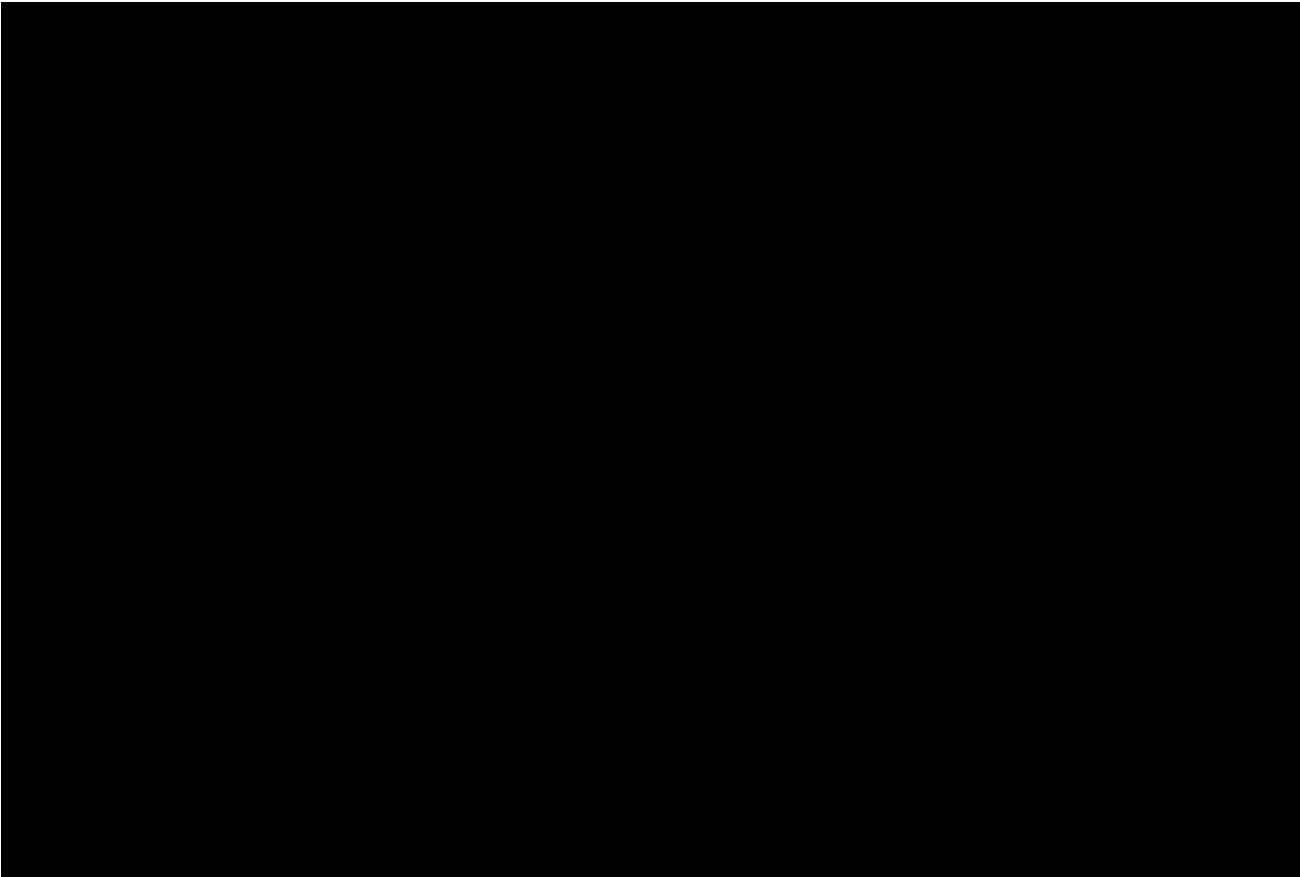


Ilustración 3. Nivel continuo equivalente diurno (L_d), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid

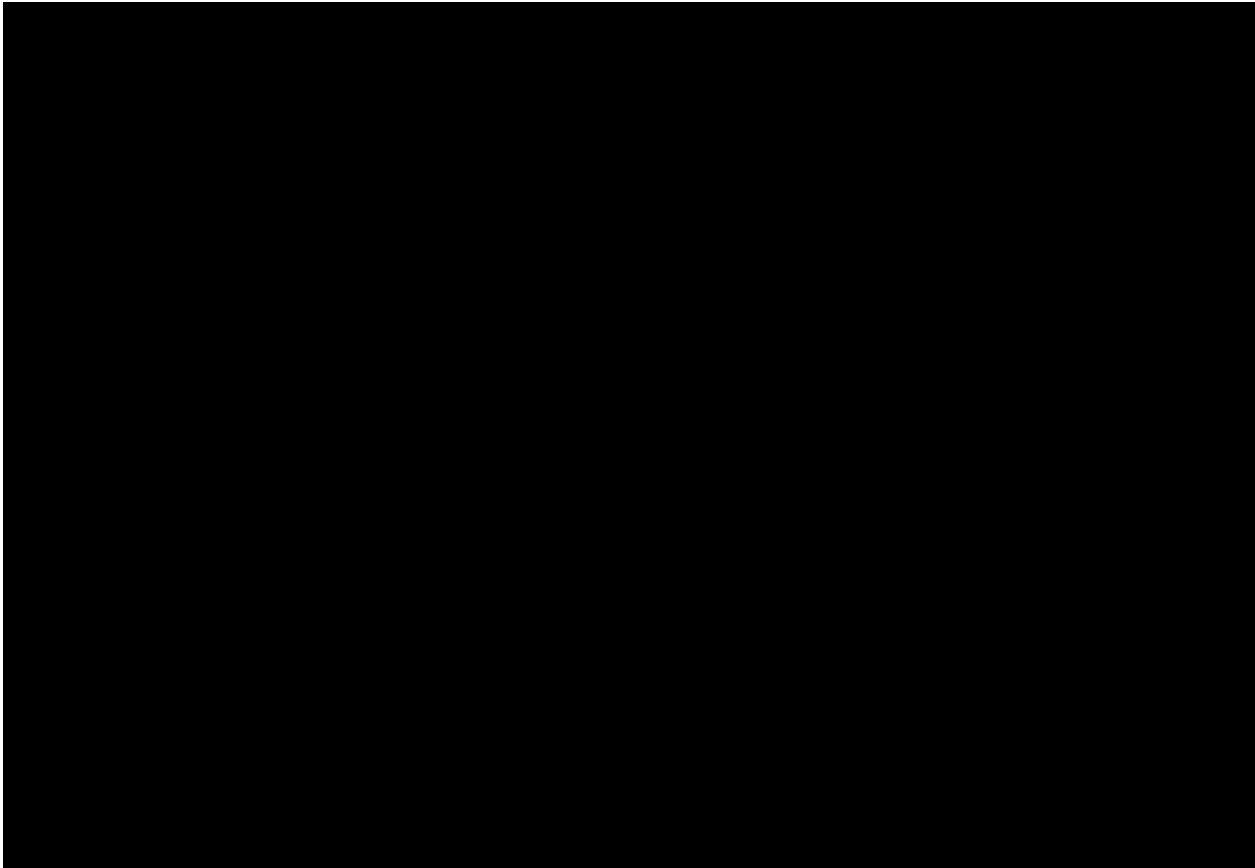


Ilustración 4. Nivel continuo equivalente vespertino (L_e), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid

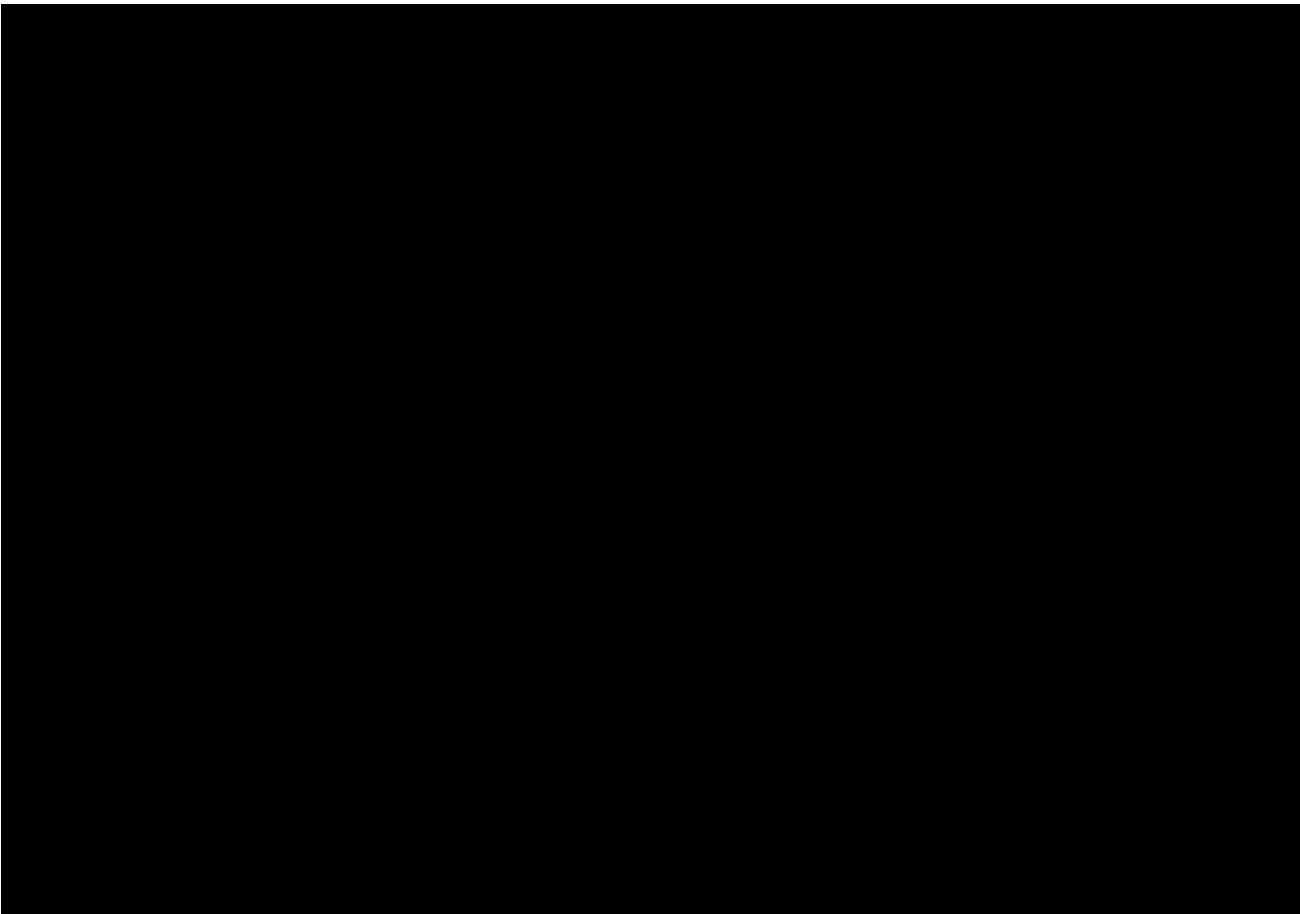
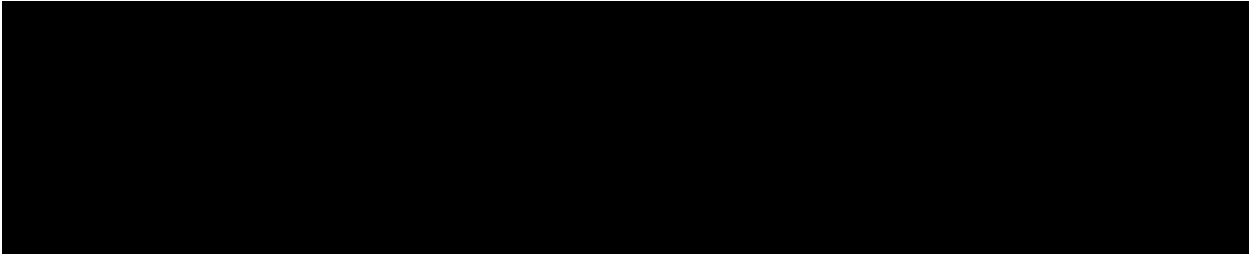


Ilustración 5. Nivel continuo equivalente nocturno (L_n), en el Mapa Estratégico de Ruido de Madrid.

A la vista de estos resultados, se aprecia el siguiente comportamiento de los niveles acústicos existentes actualmente en la zona objeto de estudio:

- Los niveles acústicos modelizados en el Mapa Estratégico, en el entorno de las alternativas de trazado, están fuertemente condicionados por la existencia de varias importantes infraestructuras de transporte: A-5, M40 y aeródromo de Cuatro Vientos.



6 NIVELES ACÚSTICOS EN LA SITUACIÓN FUTURA

El soterramiento del conjunto de la línea implica la ausencia de afección potencial derivada del

tráfico del Metro. A su vez, la ventilación prevista será de carácter natural, no estando prevista la instalación de equipos de ventilación. Por lo tanto, la afección acústica prevista para la fase de explotación por parte del proyecto, se considera despreciable.

El impacto sobre los niveles sonoros durante la fase de obras se relaciona con un incremento de los ruidos como consecuencia fundamental de los trabajos de demolición, construcción y hormigonado. En concreto las actividades más ruidosas serán, previsiblemente, las que corresponden con los trabajos de pilotaje o de construcción de los muros pantalla.

No obstante, y aunque los niveles acústicos dependerán de la tipología y métodos constructivos definitivos utilizados por el contratista, se trata de trabajos previstos en horario diurno y en una zona que presenta niveles acústicos actuales superiores a los 55 dB(A) en periodo diurno.

Cabe destacar que el condicionado en materia de ruido relativos a la zonificación acústica queda definido por la legislación sectorial en niveles sonoro continuo equivalente (L_{eqT}), siendo estos indicadores que muestran los niveles de ruido acumulado a lo largo de un período T, estandarizado con respecto a dicho intervalo. Dado el carácter puntual de las obras de construcción, con periodos de trabajos en una zona muy reducidos, dichos ruidos puntuales considerados sobre el total de los periodos marcados, no es previsible que superen dichos límites, o que supongan incrementos por encima de los 5 dB(A).

En relación a la maquinaria de obra, el *Artículo 22 del Real Decreto 1367/2007, de emisión de ruido de las máquinas de uso al aire libre* establece que *la maquinaria utilizada en actividades al aire libre en general, y en las obras públicas y en la construcción en particular, debe ajustarse a las prescripciones establecidas en la legislación vigente referente a emisiones sonoras de maquinaria de uso al aire libre, y en particular, cuando les sea de aplicación, a lo establecido en el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, y las normas complementarias*. Dicha indicación se cumplirá en el presente proyecto.

Por el análisis anterior, se puede concluir que, dado el carácter puntual de las obras de construcción, con periodos de trabajos diurnos y puntuales, no es previsible que superen los límites establecidos en la legislación vigente, estableciéndose que la emisión sonora de la maquinaria que se utiliza en las obras públicas y en la construcción debe ajustarse a las prescripciones que establece el *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*.

7 MEDIDAS DE PROTECCIÓN

Tal como se ha visto en el apartado anterior, no se prevé superación de los valores límite normativos en ninguno de los edificios sensibles existentes en el ámbito del proyecto, por lo que no es necesario dimensionar ninguna medida de protección acústica para la fase de explotación.

No obstante, para minimizar la potencial afección durante la fase de obras, se establecen las siguientes medidas:

- Las obras cumplirán lo establecido en la *Ordenanza, de 25 de febrero de 2011, de protección contra la contaminación acústica y térmica*, en particular lo recogido en su *Artículo 42*.
- Las actuaciones en las zonas más sensibles se realizarán en horario diurno, no pudiéndose realizar, de lunes a viernes, entre las 22 y las 7 horas o en sábados y festivos entre las 22 y las 9 horas, salvo por razones de urgencia, seguridad o peligro.
- Si por necesidades técnicas o de movilidad no pudieran realizarse durante el día, podrá autorizarse previamente su realización durante los citados horarios, determinándose expresamente el periodo horario y el plazo durante el que se permitirán los trabajos nocturnos.
- La maquinaria utilizada, debe ajustarse a las prescripciones establecidas en la legislación vigente referente a emisiones sonoras de maquinaria de uso al aire libre, y en particular, cuando les sea de aplicación, a lo establecido en el *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*, y las normas complementarias.
- Adopción de maquinaria con especificaciones de bajos niveles de ruido, en funcionamiento en los regímenes normales de obra, a partir de los datos aportados por los fabricantes.
- Revisión y control periódico de los silenciadores de los escapes, rodamientos, engranajes y mecanismos de la maquinaria y equipos. Las citadas revisiones y controles se detallarán en unas fichas de mantenimiento que llevará cada máquina de las que trabajan en la construcción y que controlará el responsable de la maquinaria. En ellas figurarán las revisiones y las fechas en que éstas se han llevado a cabo en el taller.
- Con objeto de garantizar que los niveles acústicos no afecten a las áreas habitadas próximas, se realizará un control de los niveles acústicos en obra. Para ello, el contratista realizará mediciones periódicas de ruido mediante sonómetro homologado, que permitan

obtener el nivel sonoro continuo equivalente en dB(A), en un intervalo de 15 minutos en la hora de más ruido.

- Las mediciones en el entorno de las edificaciones se tomarán a una distancia de 2 m de la fachada más cercana a las obras, y en ambos márgenes de la misma.
- Se comprobará la ausencia de afección por parte de las obras al CEIP *La Dehesa del Príncipe* y al Centro de Zona de la UNED *Jacinto Verdaguer*; en caso contrario, las actividades ruidosas se realizarán fuera del horario lectivo del centro.
- Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos, el contratista llevará a cabo un *Plan de reducción de niveles sonoros* en función de las principales operaciones generadoras de ruido.
- Si es necesario, las actuaciones en las zonas más sensibles, contarán con pantallas fonoabsorbentes portátiles

8 SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

El inventario de edificaciones

El resto de los edificios tienen otros usos que no se consideran sensibles y, consecuentemente, no tienen asignado un nivel acústico máximo admisible.

A su vez, atendiendo a lo recogido en el *Mapa Estratégico de Ruido de la Ciudad de Madrid (2016)*, se aprecia que los niveles acústicos modelizados en el Mapa Estratégico, en el entorno de las alternativas de trazado, están fuertemente condicionados por la existencia de varias importantes infraestructuras de transporte: A-5, M40 y aeródromo de Cuatro Vientos.

El soterramiento del conjunto de la línea implica la ausencia de afección potencial derivada del tráfico ferroviario. A su vez, la ventilación prevista será de carácter natural, no estando prevista la instalación de equipos de ventilación. Por lo tanto, la afección acústica prevista para la fase de explotación por parte del proyecto se considera nula.

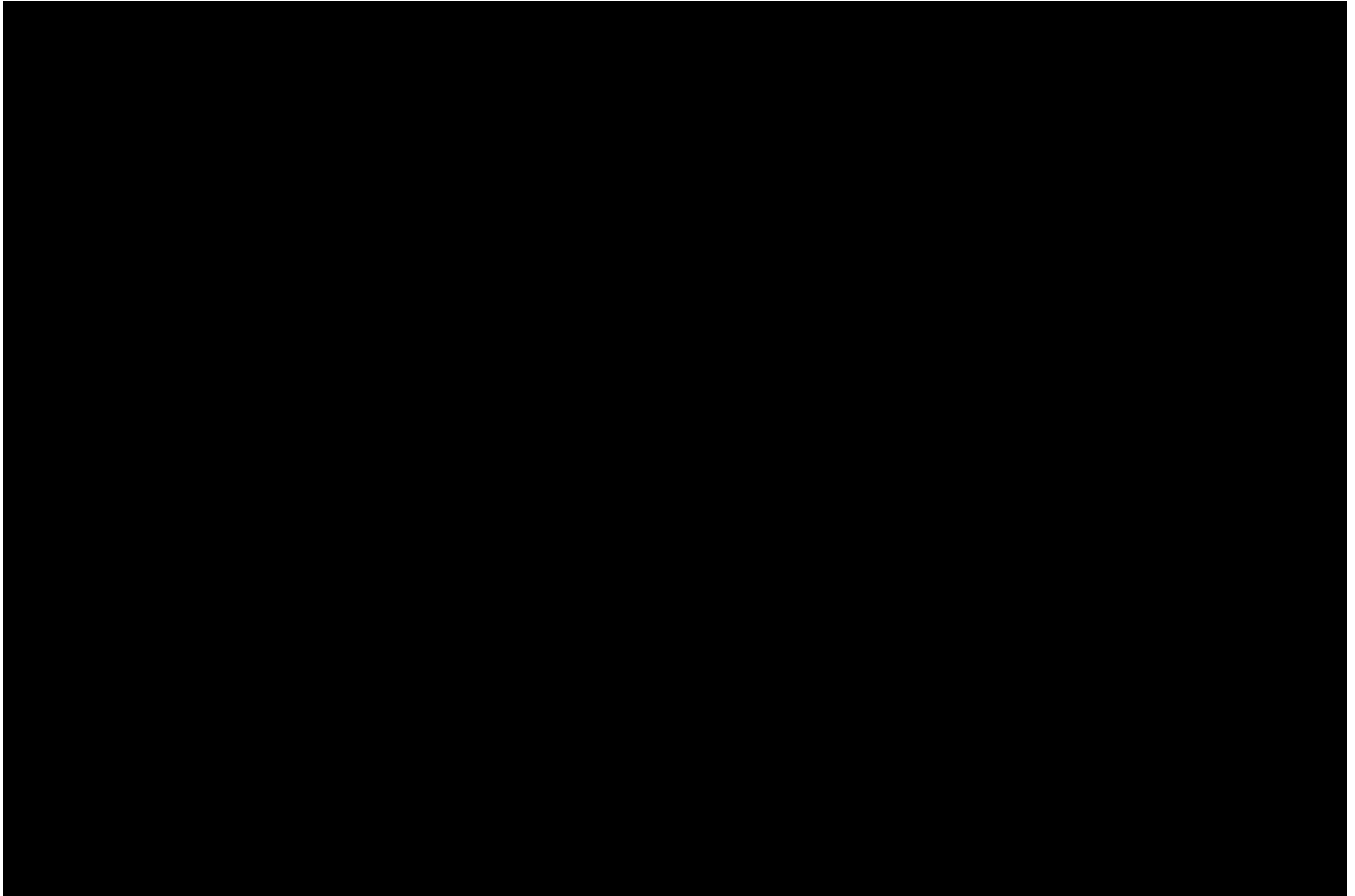
En ningún caso es necesario el dimensionado de medidas de protección acústica para reducir los niveles de vibración en el interior de los edificios sensibles durante la fase de explotación.

El impacto sobre los niveles sonoros durante la fase de obras se relaciona con un incremento de los ruidos como consecuencia fundamental de los trabajos de demolición, construcción y

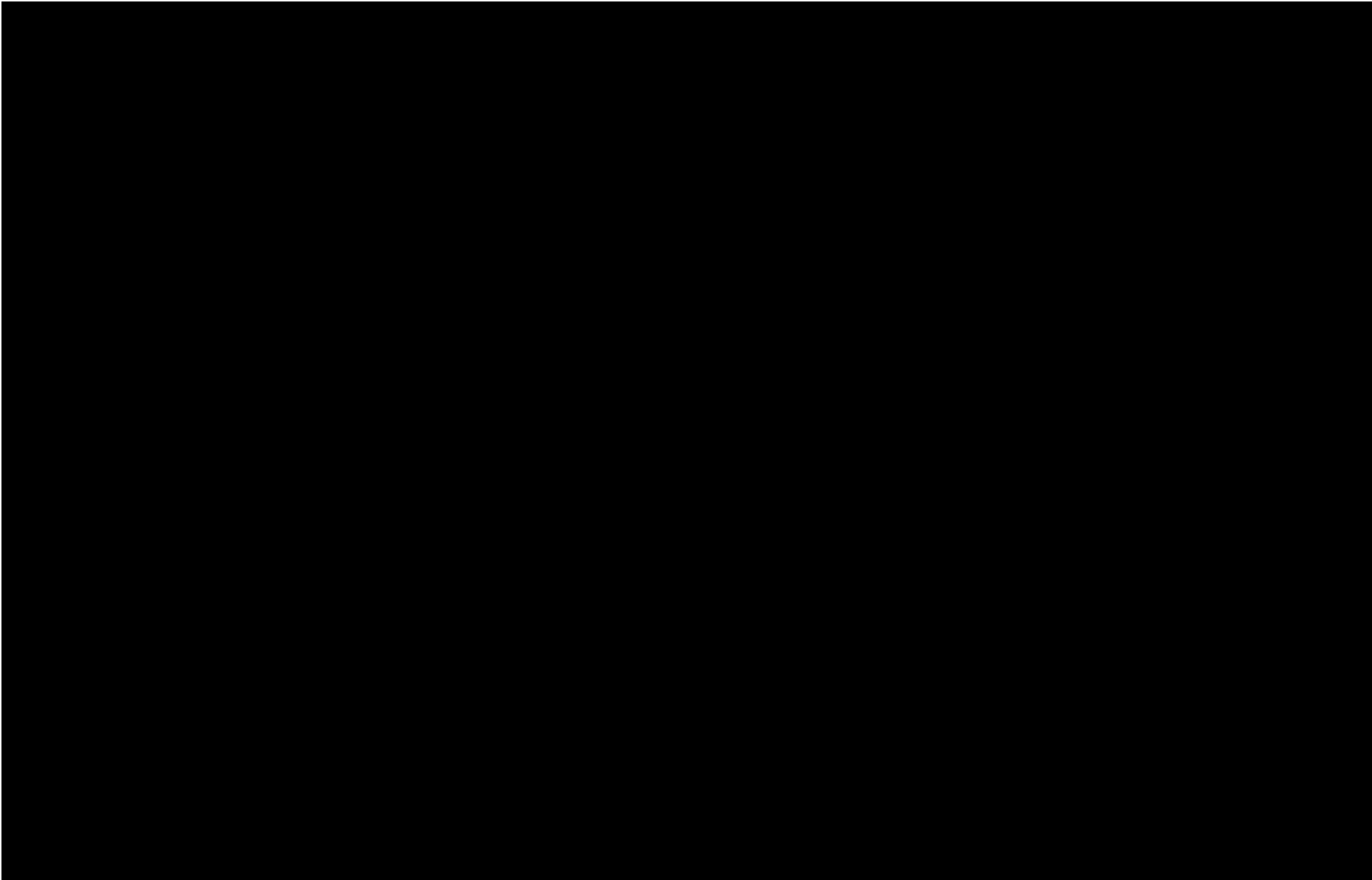
hormigonado. En concreto las actividades más ruidosas se corresponden con los trabajos de pilotaje o de construcción de los muros pantalla. No obstante, se trata de trabajos previstos en horario diurno y en una zona que presente niveles acústicos superiores a los 55 dB(A) en periodo diurno. No obstante, para minimizar la potencial afección durante la fase de obras, se establecen un conjunto de medidas entre las que se incluyen el cumplimiento del *Artículo 42* de la *Ordenanza, de 25 de febrero de 2011, de protección contra la contaminación acústica y térmica*, así como lo establecido en el *Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre*, y las normas complementarias.

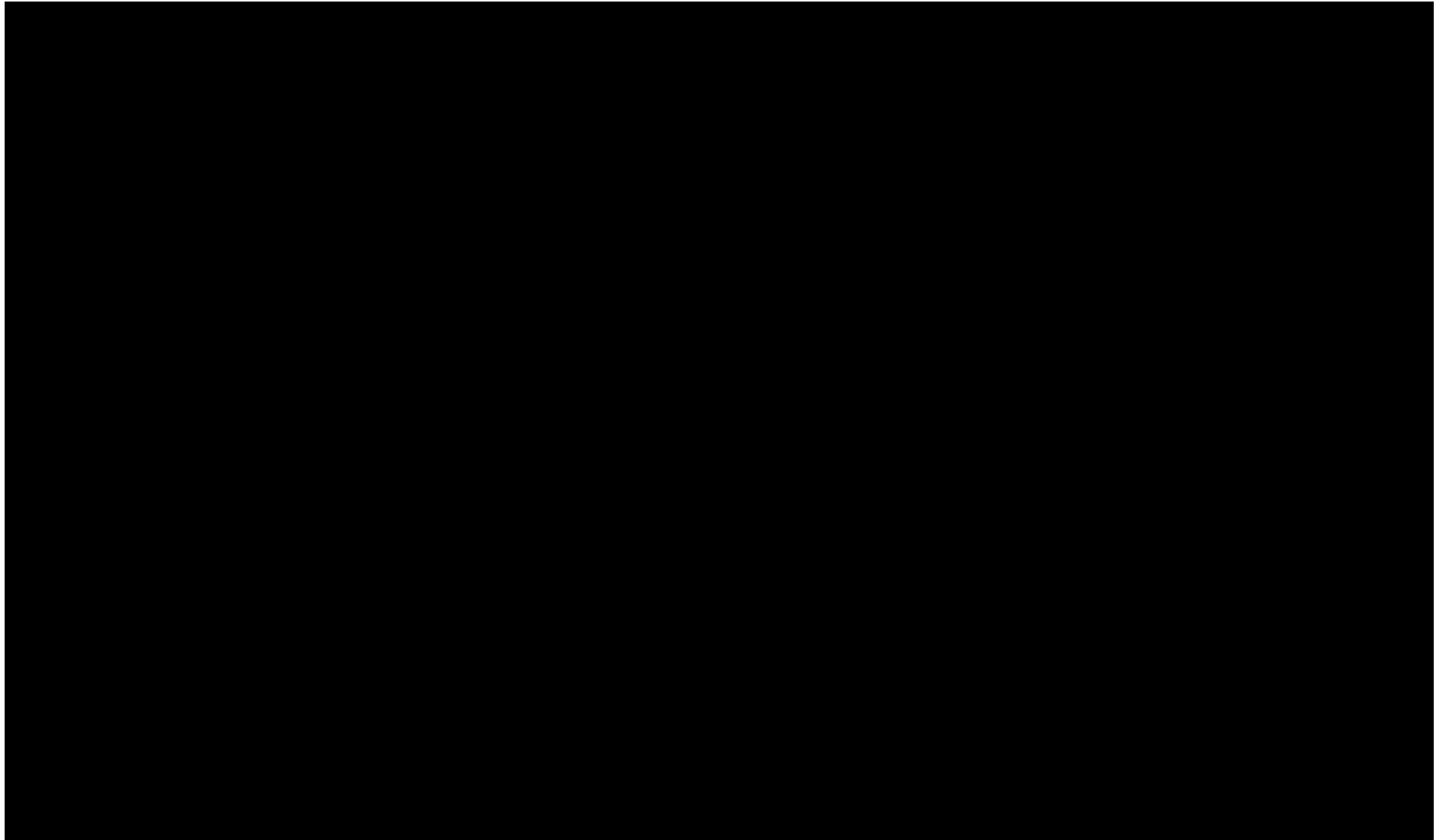
APÉNDICES

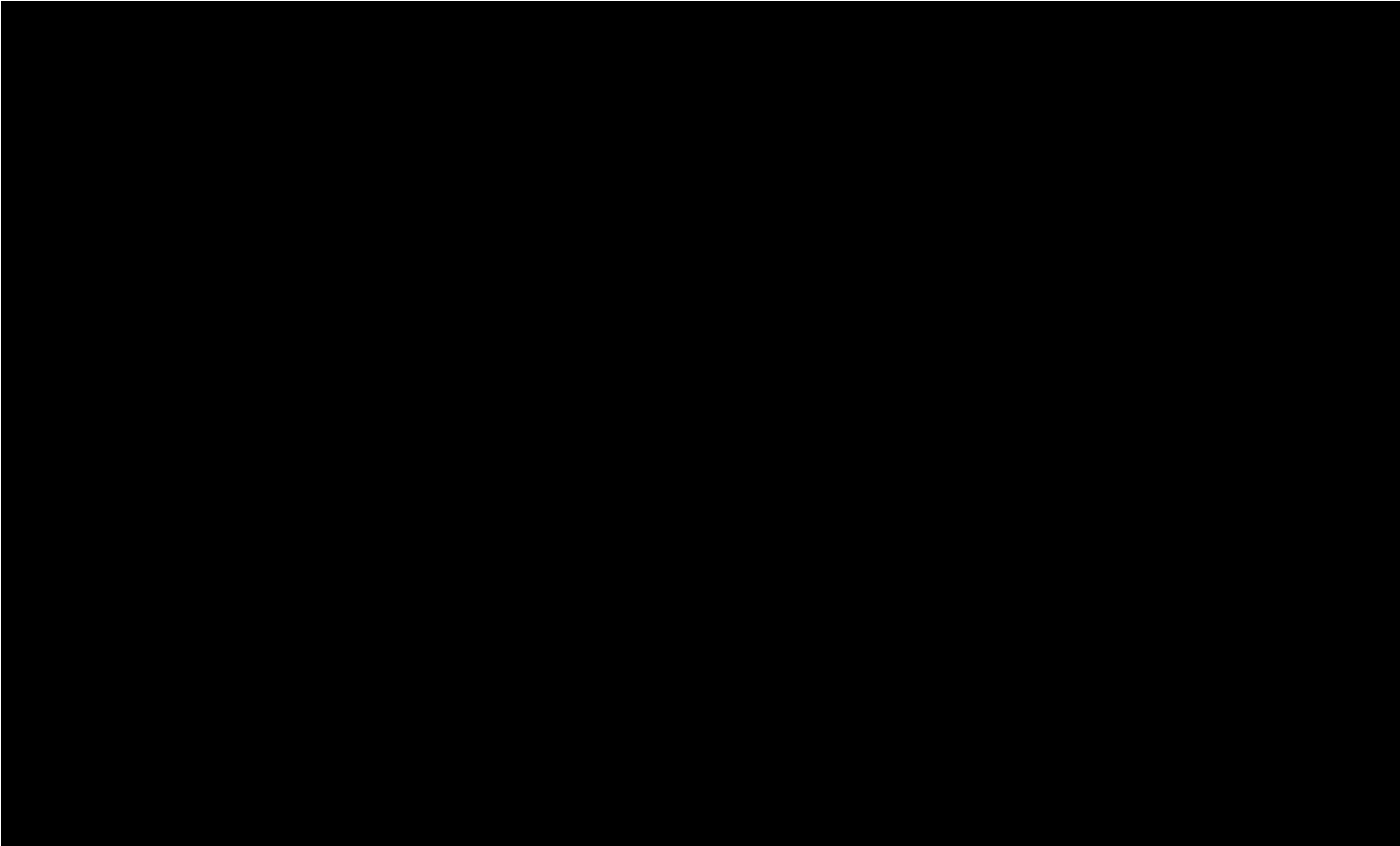
APÉNDICE 1. PLANO DE INVENTARIO DE EDIFICACIONES SENSIBLES

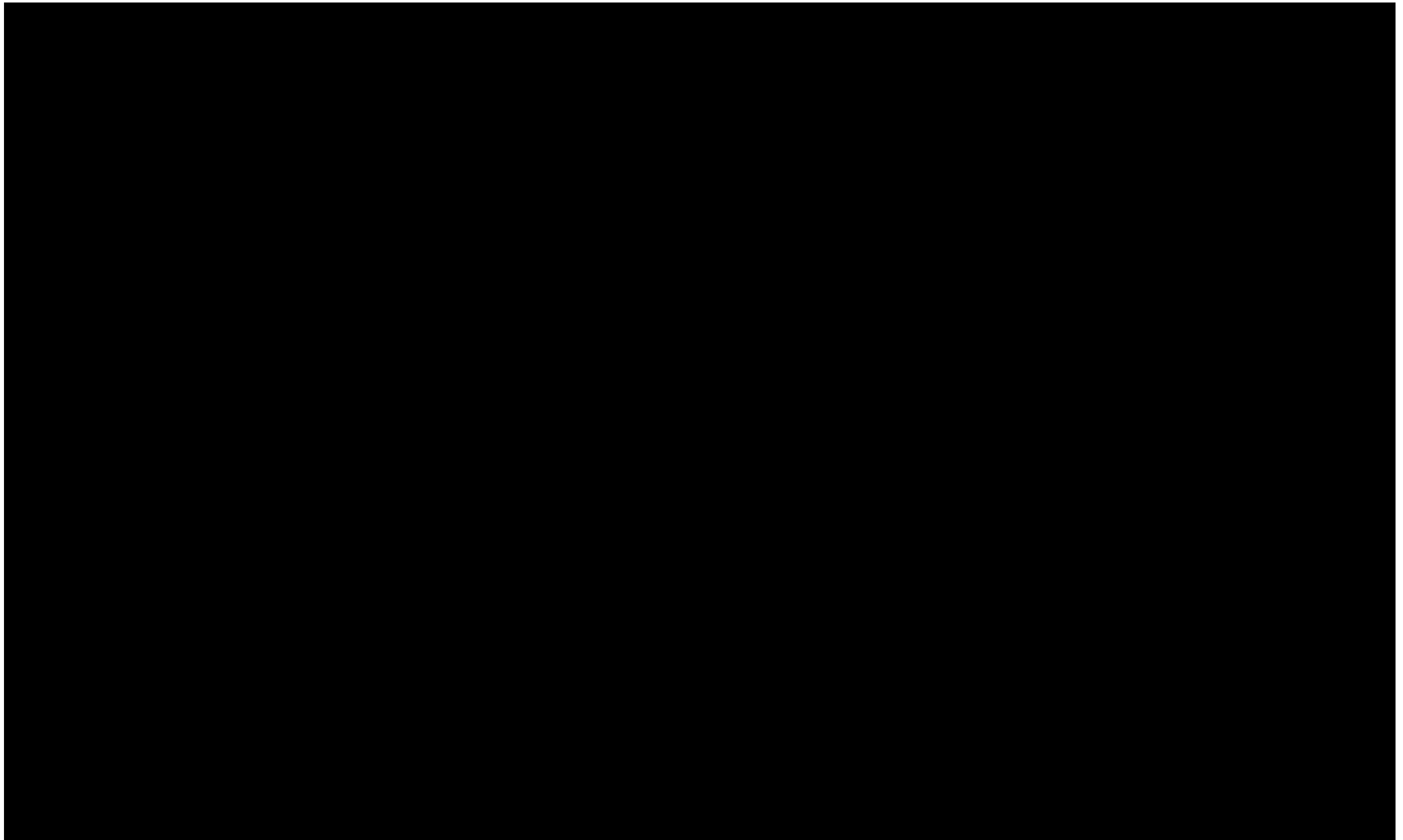


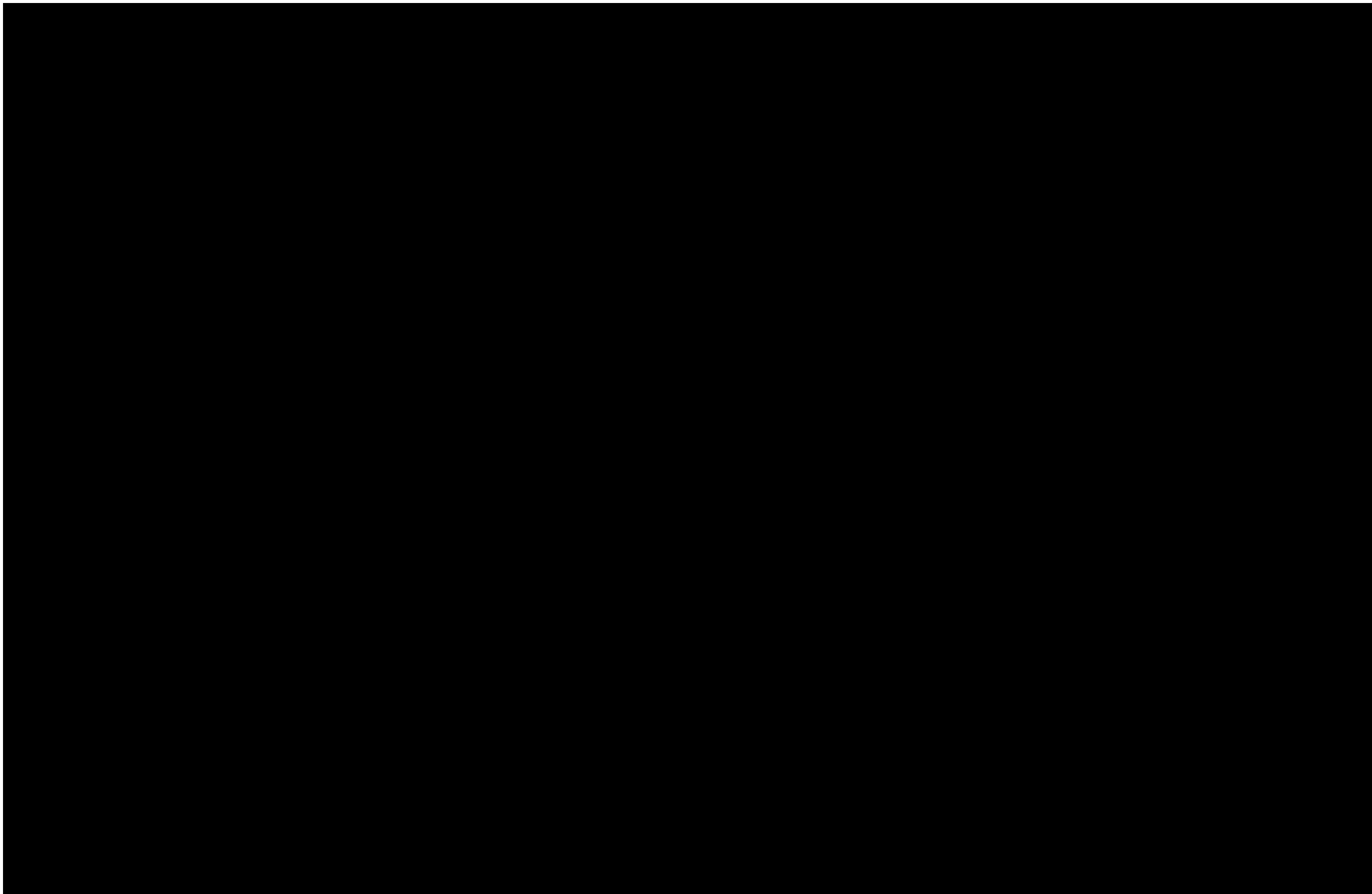
APÉNDICE 2. FICHAS DE INVENTARIO DE EDIFICIOS

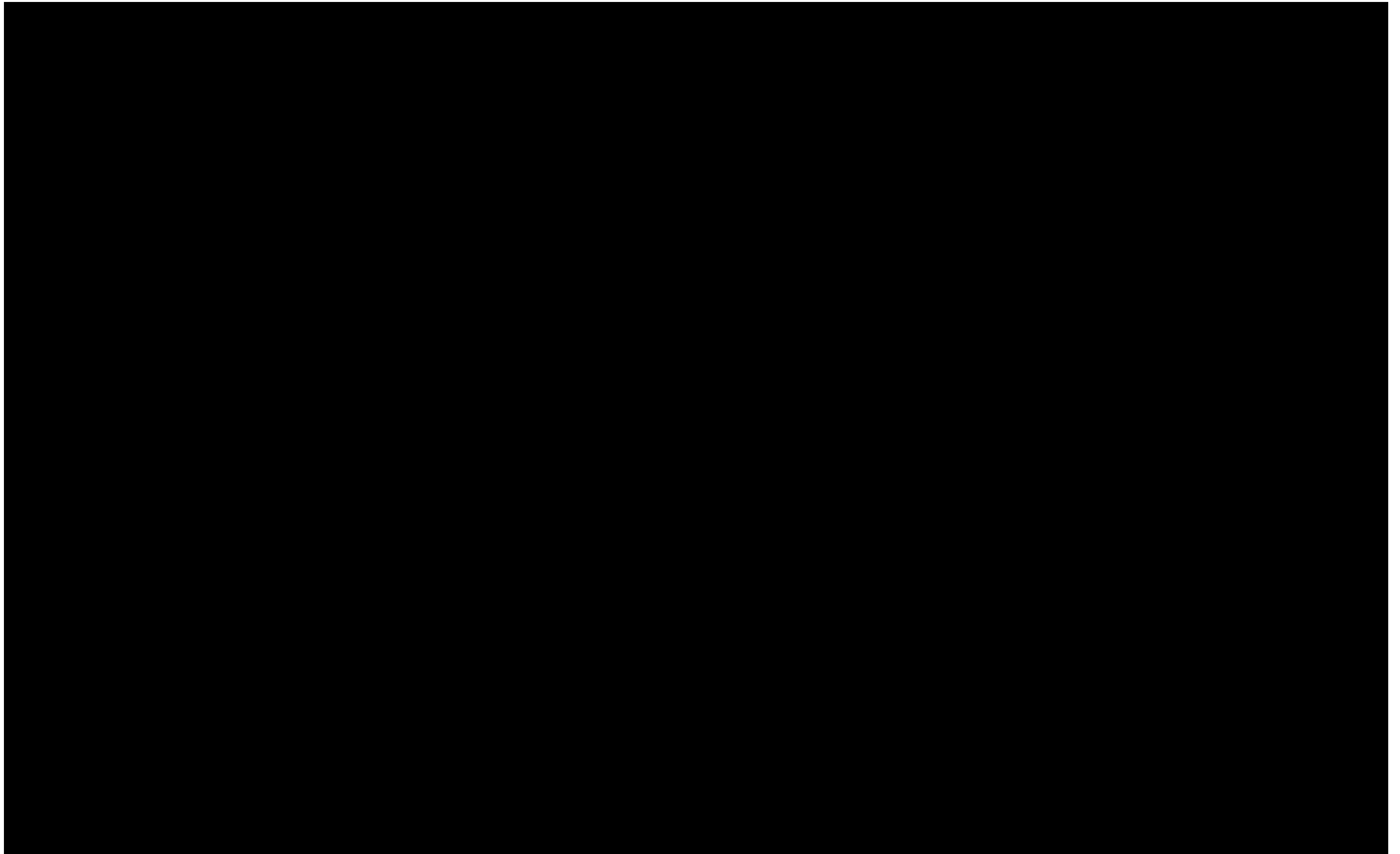


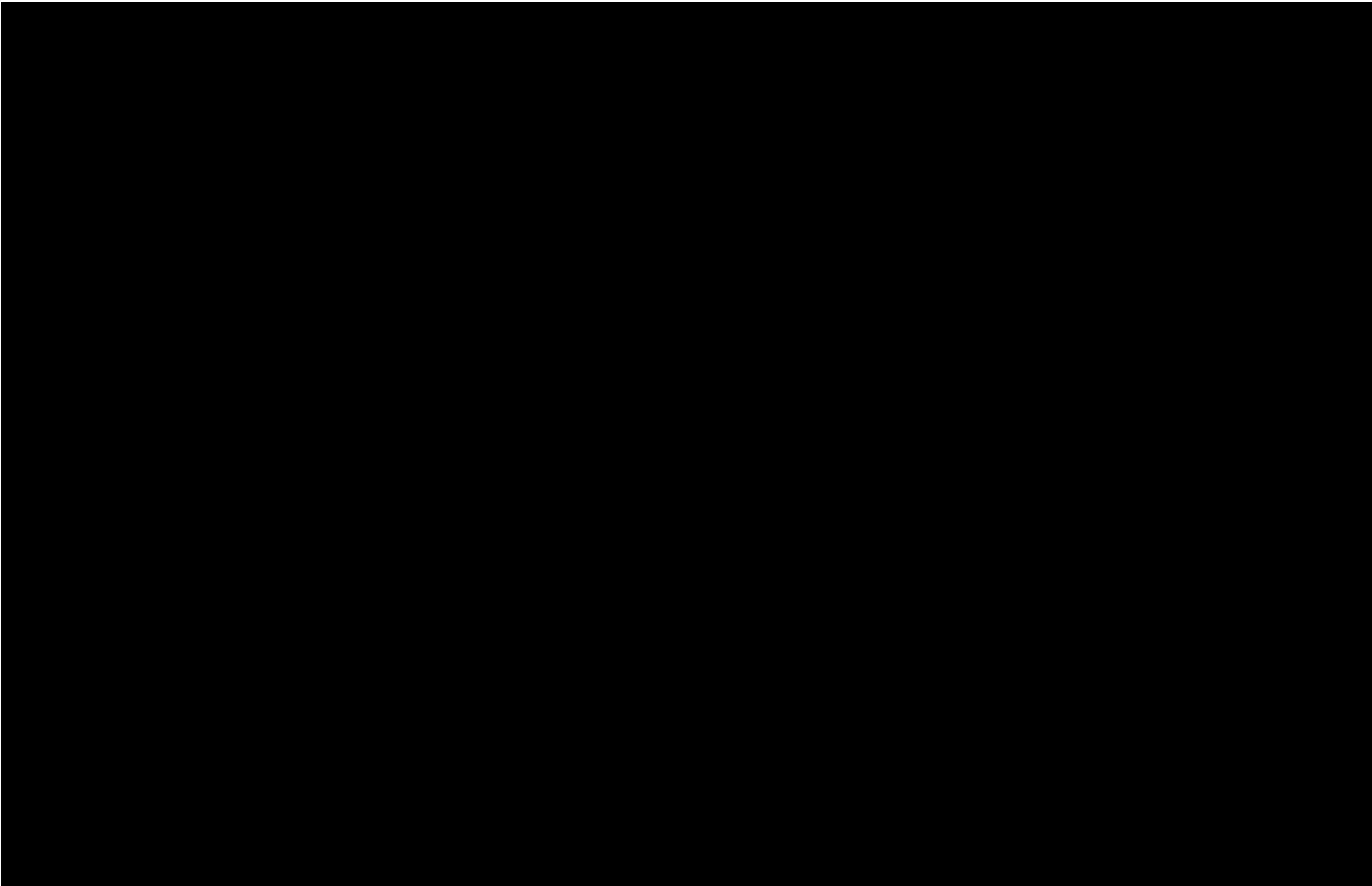


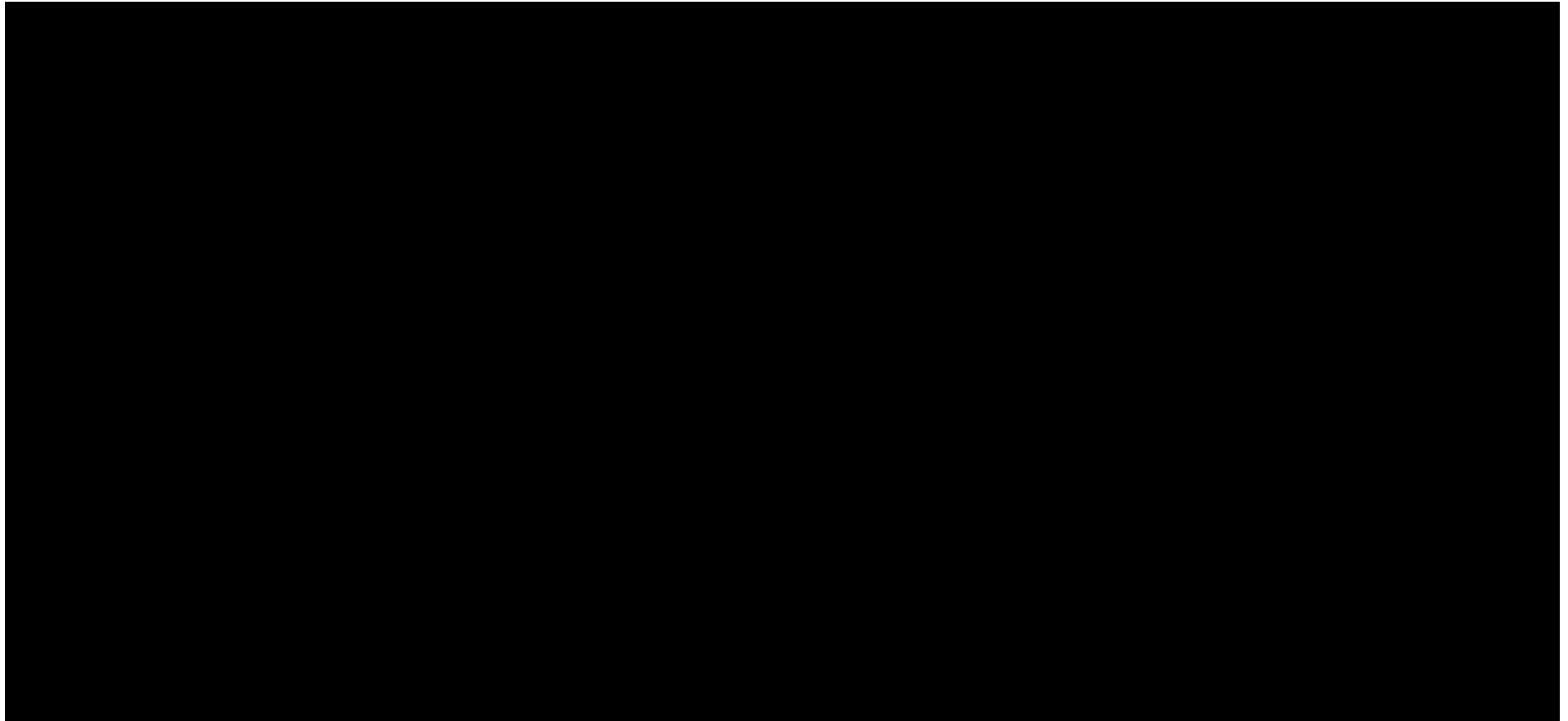


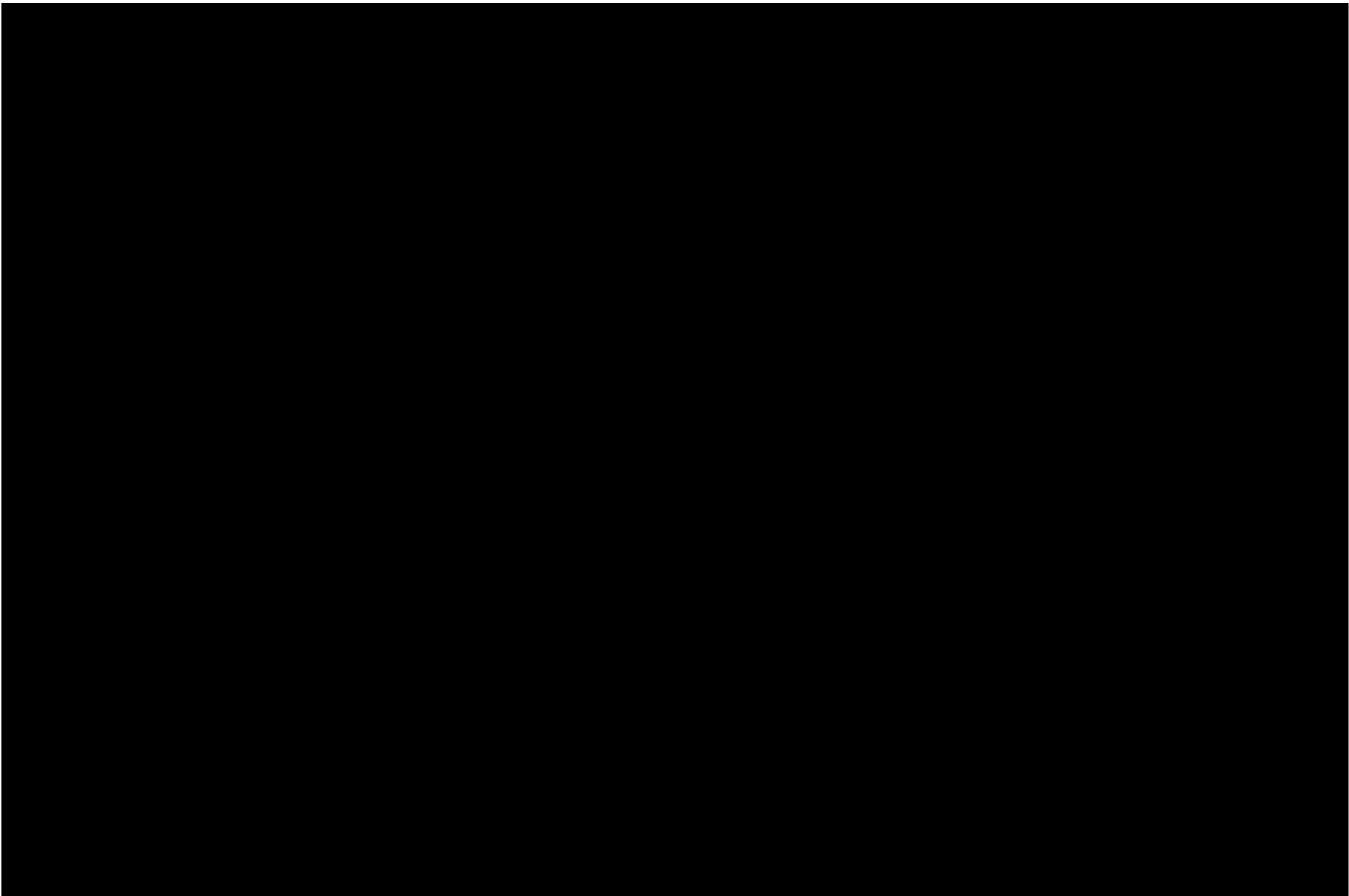


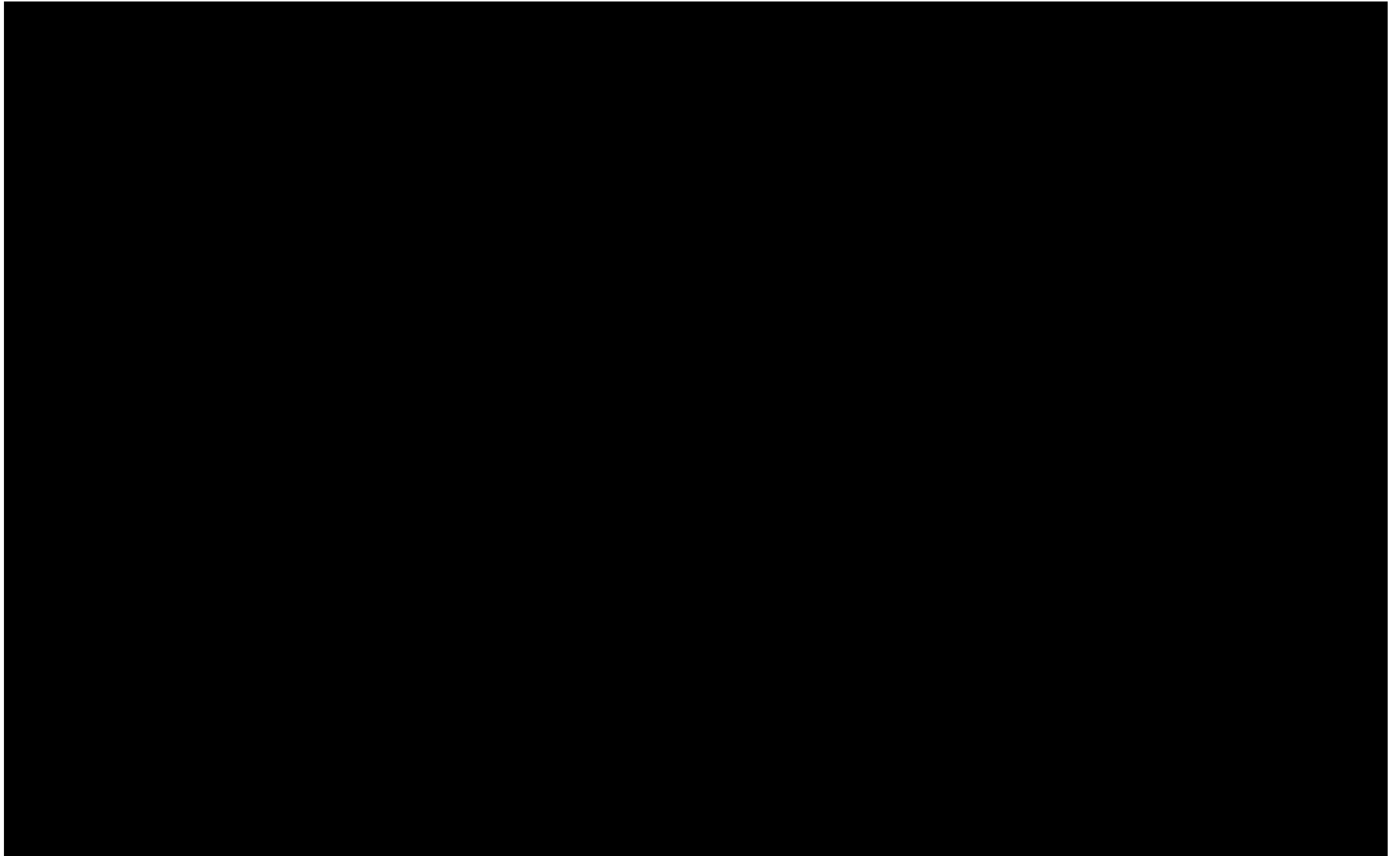


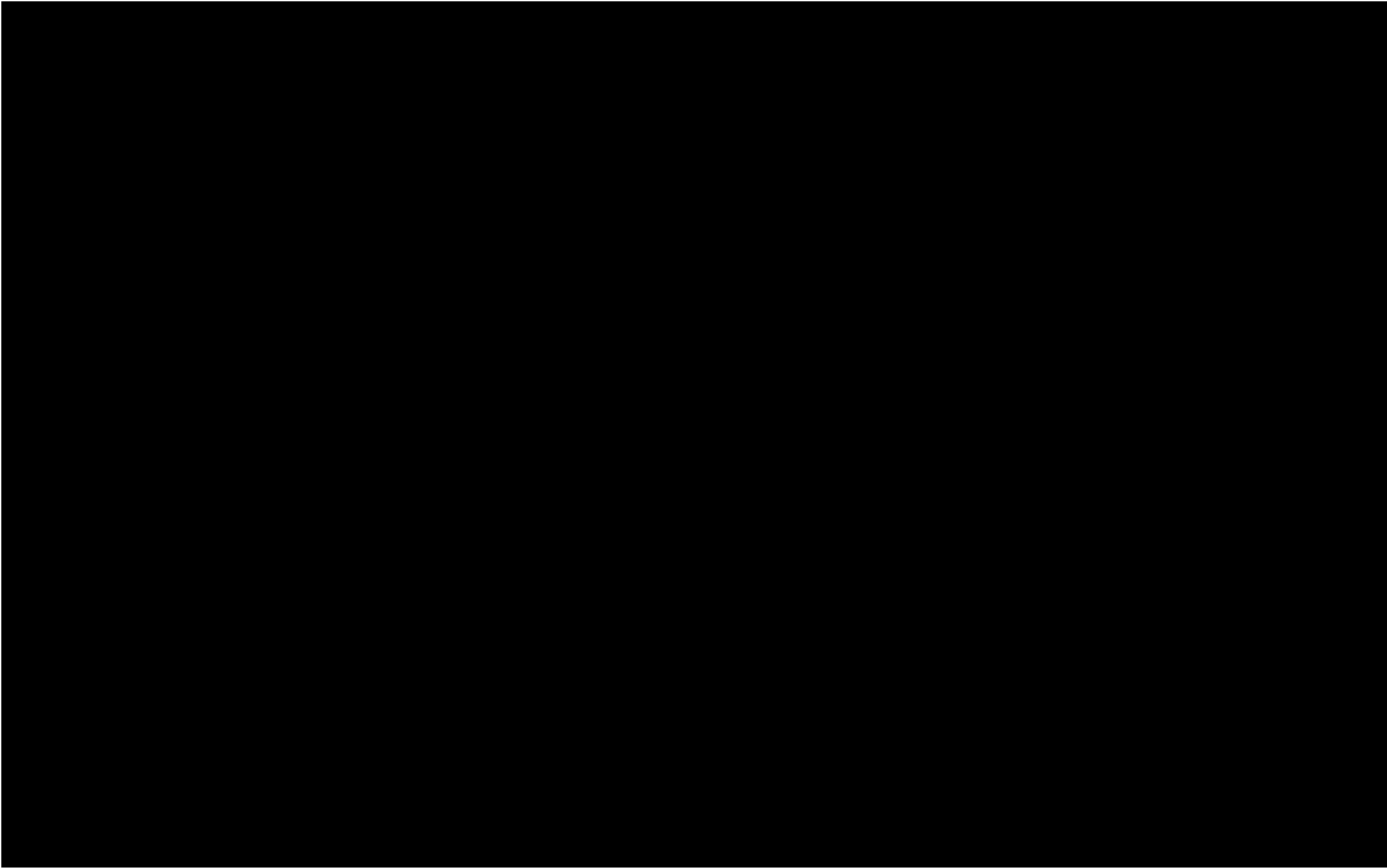


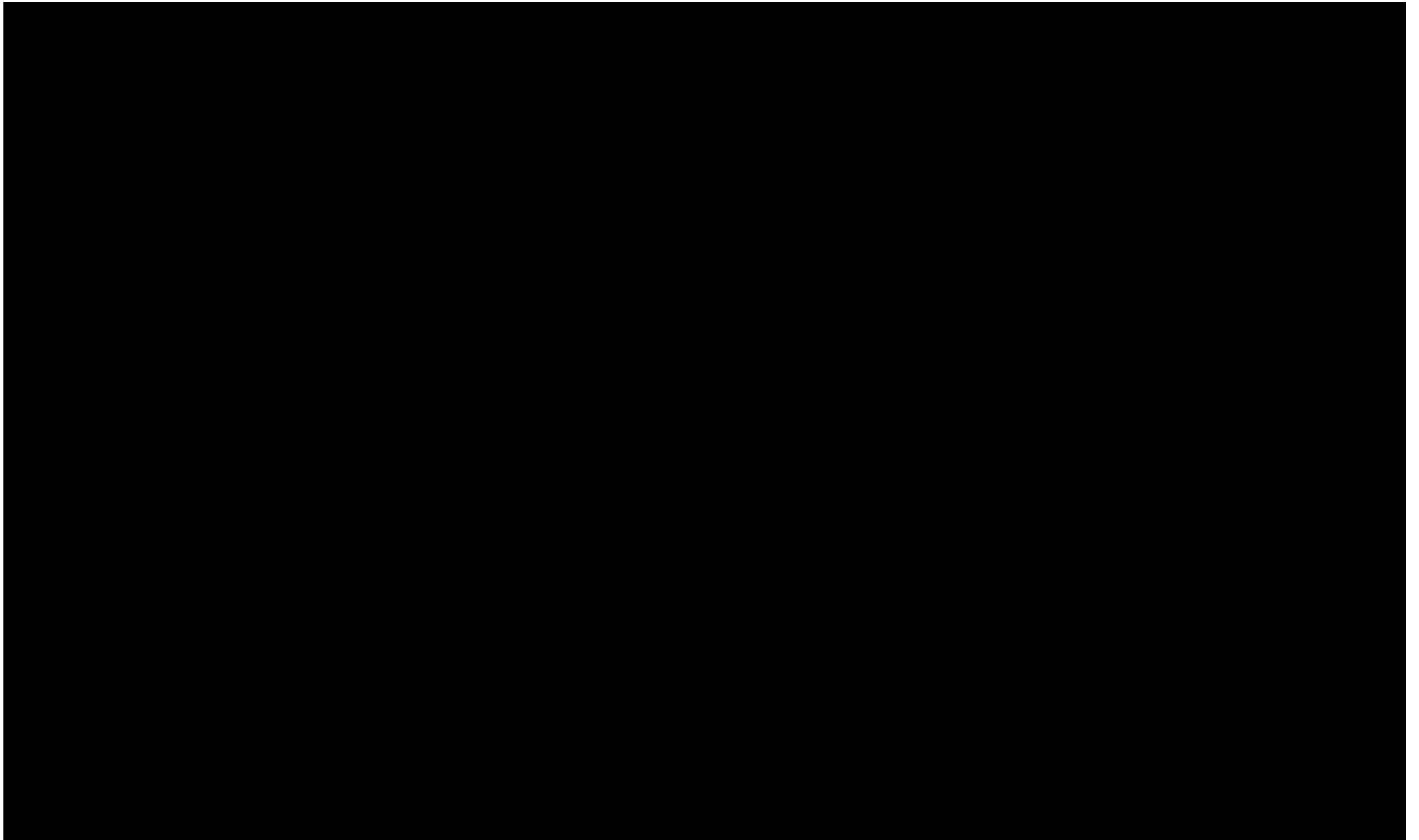


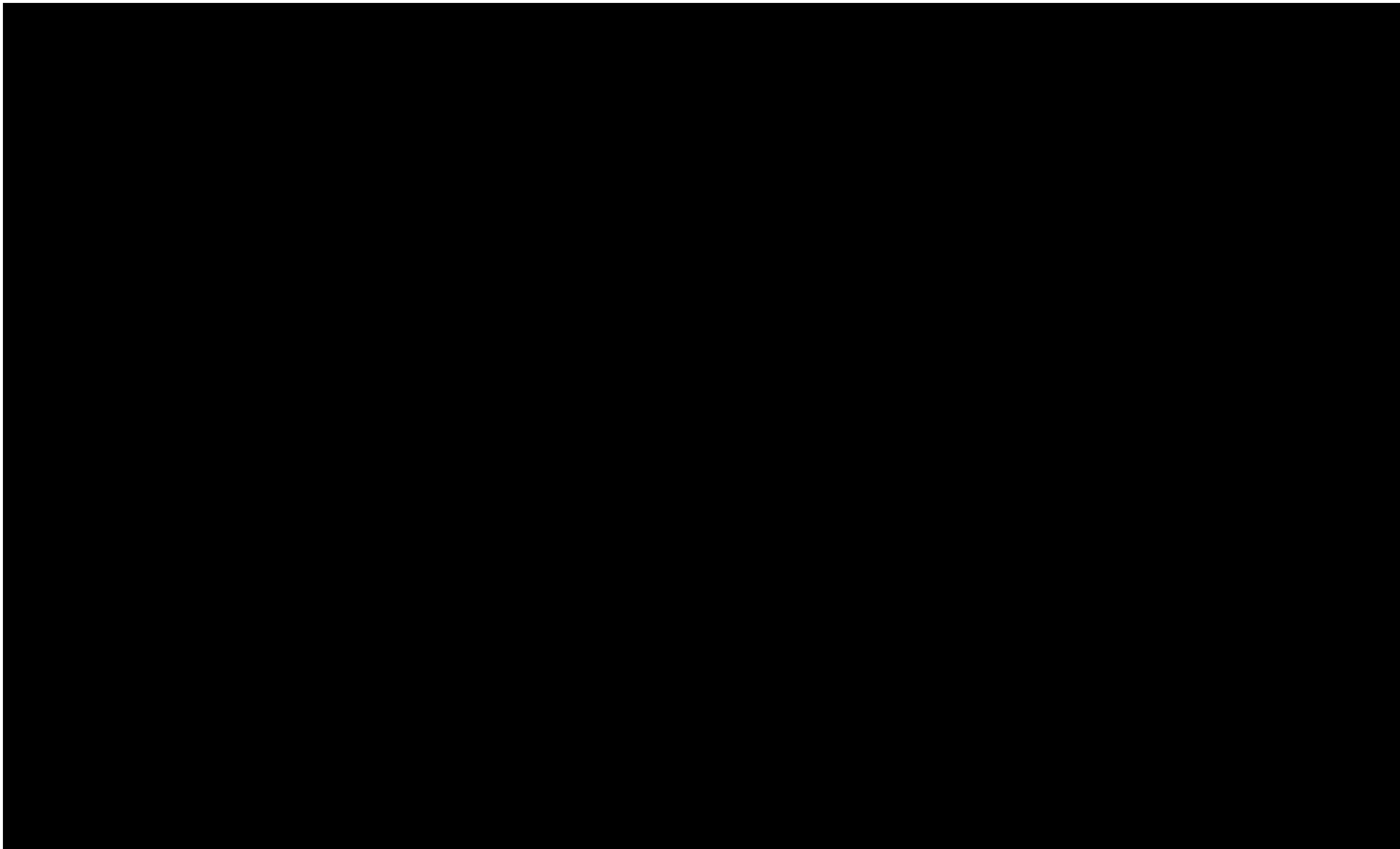












APÉNDICE 3. ESTUDIO DE VIBRACIONES

ESTUDIO VIBRATORIO

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
ESTUDIO VIBRATORIO

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	22/07/2025	Primera emisión
2.0		
3.0		

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	NORMATIVA DE APLICACIÓN	1
2.1.	NORMATIVA COMUNITARIA	1
2.2.	NORMATIVA ESTATAL	1
2.3.	NORMATIVA AUTONÓMICA	2
2.4.	NORMATIVA LOCAL	2
2.5.	NIVELES LÍMITE APLICABLES	3
3.	INVENTARIO DE FUENTES Y RECEPTORES SENSIBLES	3
4.	CAMPAÑA DE MEDICIONES EN LA SITUACIÓN ACTUAL	8
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	8
4.2.	PUNTOS DE MEDIDA PROPUESTOS	9
4.3.	CONDICIONES DE LA TOMA DE DATOS	10
4.4.	CERTIFICADOS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA	11
4.5.	RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL ACTUAL	13
4.6.	RESULTADOS DE TRANSMISIVIDAD DEL TERRENO	19
5.	CÁLCULOS EN LA SITUACIÓN FUTURA.....	26
5.1.	METODOLOGÍA, MODELOS DE CÁLCULO Y DATOS CONSIDERADOS	26
5.2.	EMISIÓN POR EL MATERIAL RODANTE	26
5.3.	TRANSMISIÓN POR LA SUPERESTRUCTURA.....	26
5.4.	TRANSMISIÓN POR LAS ESTRUCTURAS Y EL TERRENO	26
5.5.	VALIDACIÓN DEL MODELO EN LA SITUACIÓN ACTUAL	27
5.6.	RECEPCIÓN EN LOS EDIFICIOS	33

5.7.

RESULTADOS EN LA SITUACIÓN FUTURA.....

33

6.

MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS

38

7.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

38

1.-

LOCALIZACIÓN

40

2.-

ALTERNATIVAS DE ESTUDIO

40

3.-

PUNTOS DE MEDICIÓN

40

4.-

INVENTARIO DE EDIFICACIONES

40

5.-

EDIFICACIONES AFECTADAS. ALTERNATIVA 1

40

6.-

EDIFICACIONES AFECTADAS. ALTERNATIVA 2

40

7.-

EDIFICACIONES AFECTADAS. ALTERNATIVA 3

40

8.-

MEDIDAS CORRECTORAS. ALTERNATIVA 1

40

9.-

MEDIDAS CORRECTORAS. ALTERNATIVA 2

40

10.-

MEDIDAS CORRECTORAS. ALTERNATIVA 3

40

APÉNDICE Nº1. PLANOS

1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este documento es la presentación del estudio de vibraciones del estudio Informativo de ampliación Sur de la línea 11 del Metro de Madrid.

Este estudio evalúa la incidencia vibratoria en el entorno de la infraestructura que se contempla, caracterizando los niveles de vibración previstos en la fase de funcionamiento, en los edificios sensibles inventariados como potencialmente afectados.

El tramo objeto de estudio es el definido en la siguiente imagen:

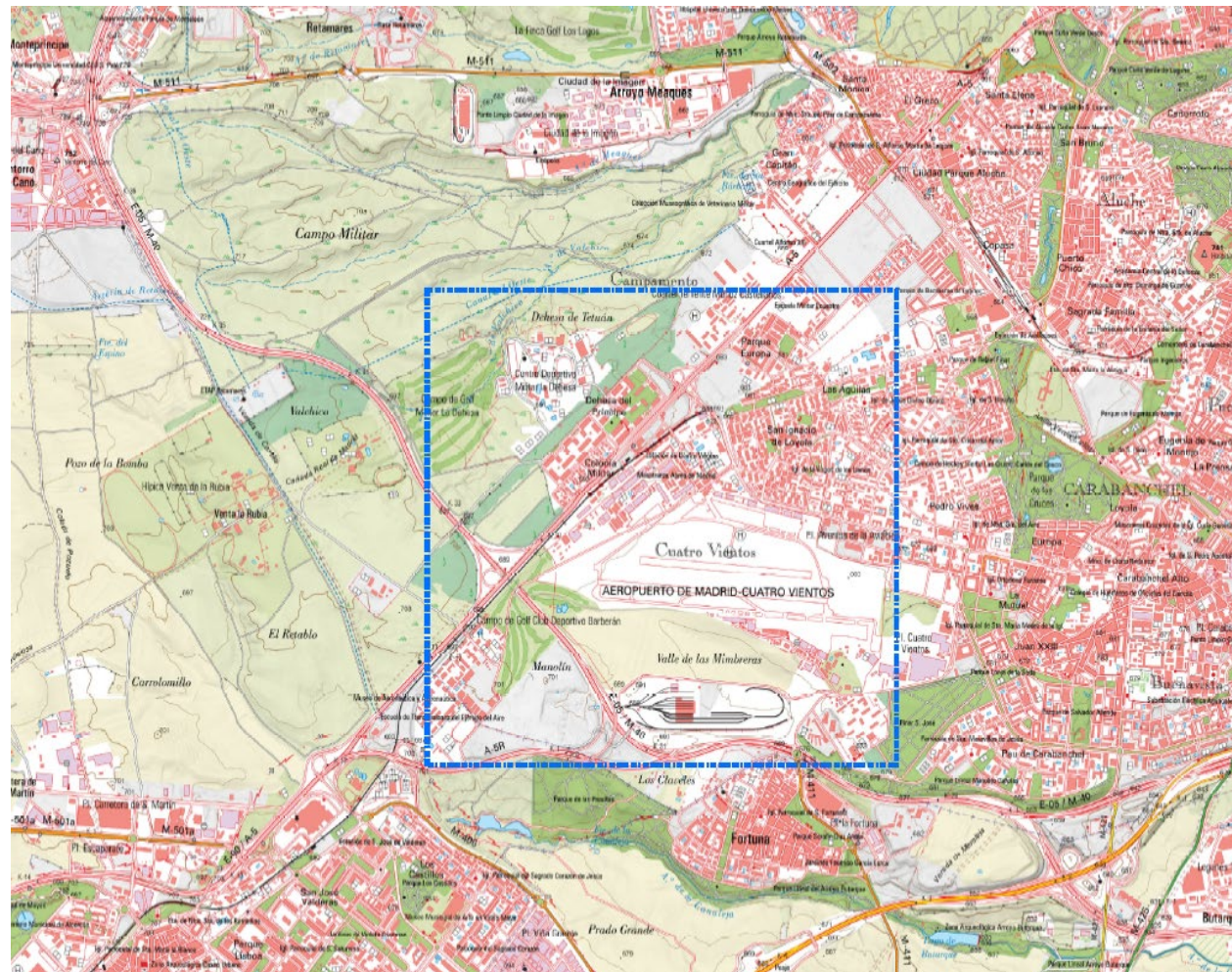


ILUSTRACIÓN 1 - ÁMBITO DE ACTUACIÓN

Una vez determinados los niveles vibratorios previsibles, se determina el cumplimiento o no de los valores límite en función del uso de los edificios inventariados, estableciendo en su caso las zonas en las que medidas protectoras serían necesarias para cada una de las tres alternativas.

Este estudio tiene los siguientes epígrafes y objetivos principales:

- Analizar la normativa de aplicación, concluyendo con los indicadores y valores máximos admisibles de aplicación.
- Identificar los receptores sensibles en ambos márgenes de la infraestructura, así como las fuentes vibratorias actuales y futuras.
- Presentar resultados de mediciones de vibraciones, que permitan sobre todo caracterizar los terrenos desde el punto de vista vibratorio y conocer la situación actual a pie de calle.
- Describir la metodología de cálculo y predecir los niveles de vibraciones en la situación futura y en su caso, proponer medidas de protección.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

2.1. NORMATIVA COMUNITARIA

No existe normativa europea aplicable a las vibraciones causadas por infraestructuras.

2.2. NORMATIVA ESTATAL

La transposición de la Directiva 2002/49/CE a la legislación estatal se realizó mediante la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, de Ruido (modificada parcialmente mediante el Real Decreto-Ley 8/2011, de 1 de julio). La Ley su Capítulo II a la Calidad Acústica y, más concretamente la Sección 1ª a las Áreas Acústicas. En el artículo 7.1 están definidos los tipos de áreas acústicas que, como mínimo, deben definir las comunidades autónomas en función del uso predominante del suelo. Por otro lado, en el artículo 7.2 se establece la competencia del Gobierno para definir los objetivos de calidad acústica en las áreas acústicas, así como en espacios interiores habitables.

- La Ley de Ruido ha sido desarrollada reglamentariamente mediante dos disposiciones:
- En materia de evaluación y gestión del ruido ambiental, el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.
- En lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre.

El primero se centra, especialmente, en la evaluación estratégica de ruido, además de definir los índices acústicos, y métodos de cálculo y de evaluación para los mismos.

Entre los aspectos de mayor relevancia que interesan del segundo, el RD 1367/2007, de aplicación más directa al presente caso, destacarían los siguientes:

- La definición y aplicación de índices.
- La definición y delimitación de áreas y de objetivos de calidad para las mismas.
- El establecimiento de valores límite inmisión originados por los emisores.
- Los procedimientos y métodos de evaluación.

En relación con los valores límite de vibración aplicables, el Art. 26 del RD 1367/2007 establece para los nuevos emisores acústicos relacionados en el artículo 12.2 de la Ley 37/2003, entre los que se encuentran los ferrocarriles, que "deberán adoptar las medidas necesarias para no transmitir al espacio interior de las edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales, vibraciones que contribuyan a superar los objetivos de calidad acústica para vibraciones que les sean de aplicación de acuerdo con el artículo 16, evaluadas conforme al procedimiento establecido en el anexo IV".

Dichos valores se encuentran en la Tabla C del Anexo II del R.D., en relación con el uso del edificio afectado:

TABLA 1 - VALORES LÍMITE EN LA LEGISLACIÓN ESTATAL

Tabla C. Objetivos de calidad acústica para vibraciones aplicables al espacio interior habitable de edificaciones destinadas a vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales.	
Uso del edificio	Índice de vibración L_{av}
Vivienda o uso residencial	75
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72

Como se puede apreciar, el RD 1367/2007 no contempla explícitamente valores límite del indicador L_{av} para edificios de oficinas o de uso industrial.

Por último, cabe añadir que, de acuerdo con las disposiciones adicionales segunda y tercera del referido R.D. 1367/2007, lo establecido en el mismo para nuevas infraestructuras es de aplicación

a las de competencia de la Administración General del Estado, como es el caso, cuando el inicio del procedimiento de evaluación de impacto ambiental sea posterior a la entrada en vigor del mismo.

2.3. NORMATIVA AUTONÓMICA

El Decreto 55/2012, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece el régimen legal de protección contra la contaminación acústica en la Comunidad de Madrid, deroga el Decreto 78/1999, de 27 de mayo, por el que se regula el régimen de protección contra la contaminación acústica de la Comunidad de Madrid y establece que el régimen jurídico aplicable en la materia será el definido por la legislación estatal.

Este decreto de carácter autonómico, en aras de la mayor simplificación administrativa coherencia y seguridad jurídica, establece que el régimen jurídico aplicable en la materia sea el definido por la legislación básica estatal, el cual conforma un marco jurídico completo cuya aplicación técnica cubre plenamente las necesidades relativas a la protección de la contaminación acústica en el ámbito de la Comunidad de Madrid.

Por lo tanto, los niveles de vibraciones a cumplir son los que se recogen en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, que desarrolla la zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

2.4. NORMATIVA LOCAL

En el ámbito local, la totalidad del proyecto discurre por el término municipal de Madrid. La vigente Ordenanza de Protección contra la Contaminación Acústica y Térmica del Ayuntamiento de Madrid, aprobada con fecha de 25 de febrero de 2011 entró en vigor el día 15 de marzo de 2011 (BOCM de 14 de marzo de 2011), derogó la anterior Ordenanza de Protección de la Atmósfera contra la Contaminación por Formas de Energía de 31 de mayo de 2004 y fue actualizada a Julio de 2011.

El artículo 8. Objetivos de calidad acústica para ruido y vibraciones del Capítulo II. Evaluación y gestión del ruido ambiental establece, en su apartado 7 que "los objetivos de calidad acústica para vibraciones transmitidas por nuevos emisores acústicos a espacios interiores quedan reflejados en la tabla F del apartado 3 del anexo II".

Los límites fijados en dicha tabla son los siguientes para vibraciones transitorias en horario nocturno, de 23.01 a 7.00 horas:

TABLA 2 - VALORES LÍMITE EN LA LEGISLACIÓN MUNICIPAL

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Residencial	75
Hospedaje	78
Oficinas	84
Comercio y almacenes	90
Industria	97

Esta tabla indica límites para el caso de emisores nuevos.

Cuando las vibraciones sean de tipo estacionario, se respetarán los objetivos de calidad cuando ningún valor del índice L_{aw} supere los valores fijados en la tabla anterior.

Cuando se trate de vibraciones transitorias se considerará que se cumplen los objetivos de calidad si:

- Durante el período horario nocturno, de 23.01 a 7.00 horas ningún valor del índice L_{aw} supere los valores fijados en la tabla anterior.
- Durante el período horario diurno ningún valor del índice L_{aw} supere en más de 5 dB los valores fijados en la tabla anterior.
- El número de superaciones de los límites reflejados en la tabla que ocurra durante el período horario diurno de 7.01 a 23.00 horas no sea superior a 9 en total. A efectos de este cómputo cada superación de los límites en más de 3 dB se contabilizará como tres superaciones y únicamente como una si el límite se excede en 3 o menos de 3 dB.

2.5. NIVELES LÍMITE APLICABLES

Del análisis de toda la normativa de aplicación en el ámbito de las vibraciones, las únicas normas que establecen límites de vibración y son de aplicación para el presente proyecto, son:

- La normativa estatal, a través de RD 1367/2007.
- El Decreto 55/2012, de la Comunidad de Madrid, el cual establece los mismos valores de referencia que los expuestos en la normativa nacional.

- Ordenanza Municipal de Madrid. Esta última norma establece los mismos valores límite de vibración (para los 3 usos coincidentes con el RD 1367/2007).

Por lo tanto, los niveles de vibración a cumplir durante la fase de explotación de la nueva línea de metro son los siguientes:

TABLA 3 - VALORES LÍMITE APLICABLES

Uso del edificio	Índice de vibración L_{aw}
Hospitalario	72
Educativo o cultural	72
Residencial	75
Hospedaje	78
Oficinas	84
Comercio y almacenes	90
Industria	97

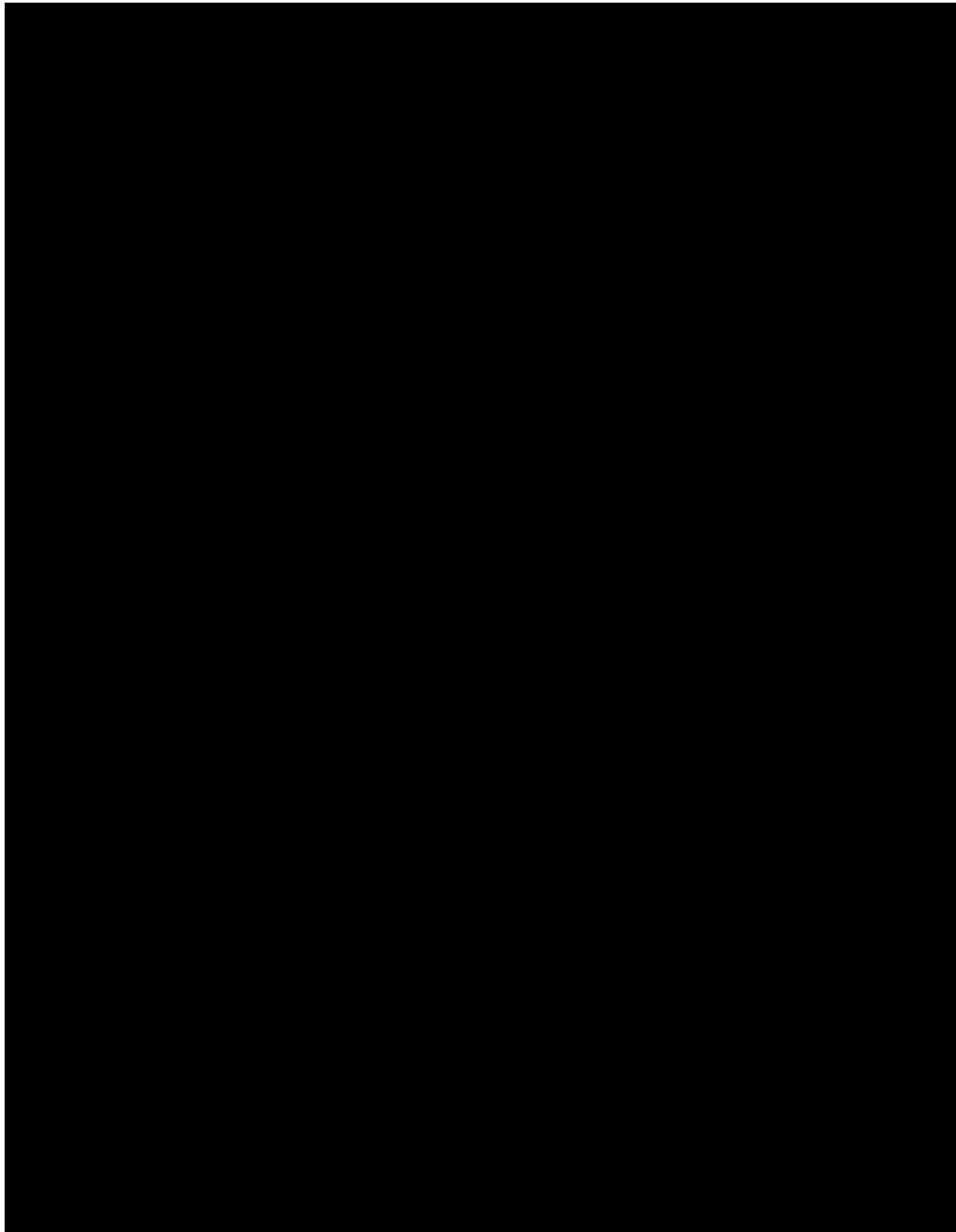
3. INVENTARIO DE FUENTES Y RECEPTORES SENSIBLES

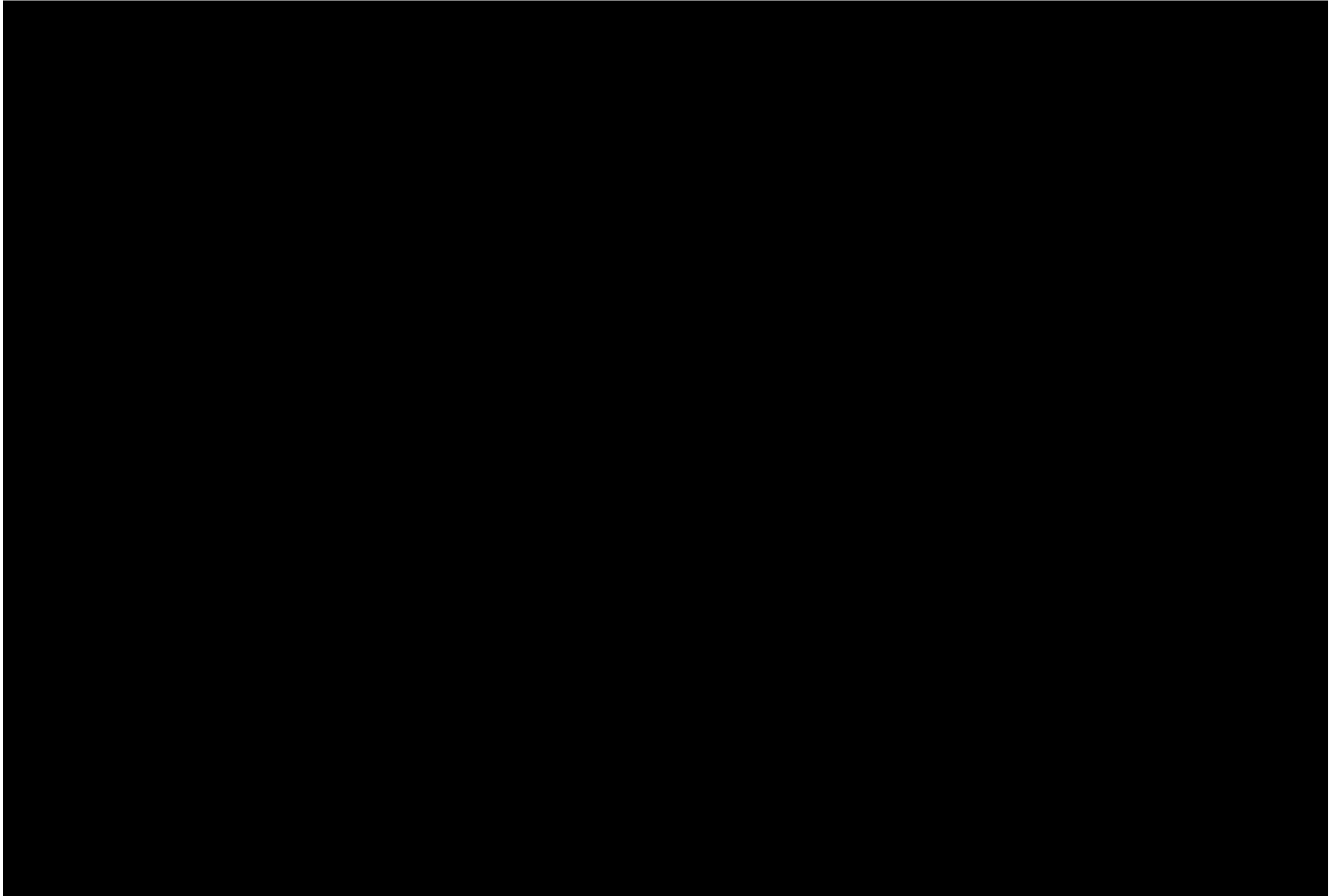
Aunque puede existir alguna influencia del tráfico rodado, de la actividad urbana, industrial, etc., se puede considerar que las únicas fuentes actuales realmente relevantes de vibración son las de origen ferroviario (Metro y Cercanías).

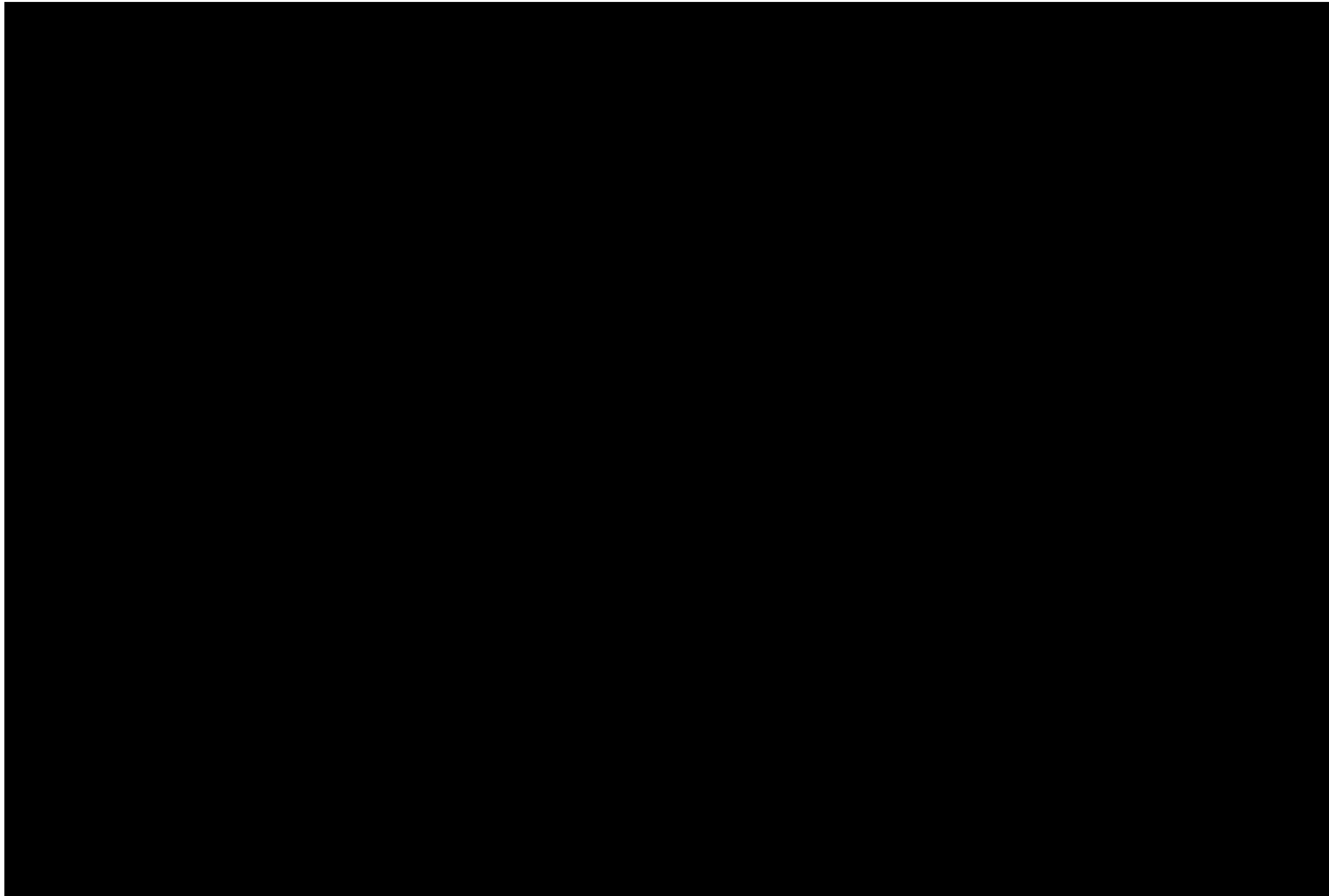
Como fuente futura adicional, se considera la ampliación objeto de este estudio.

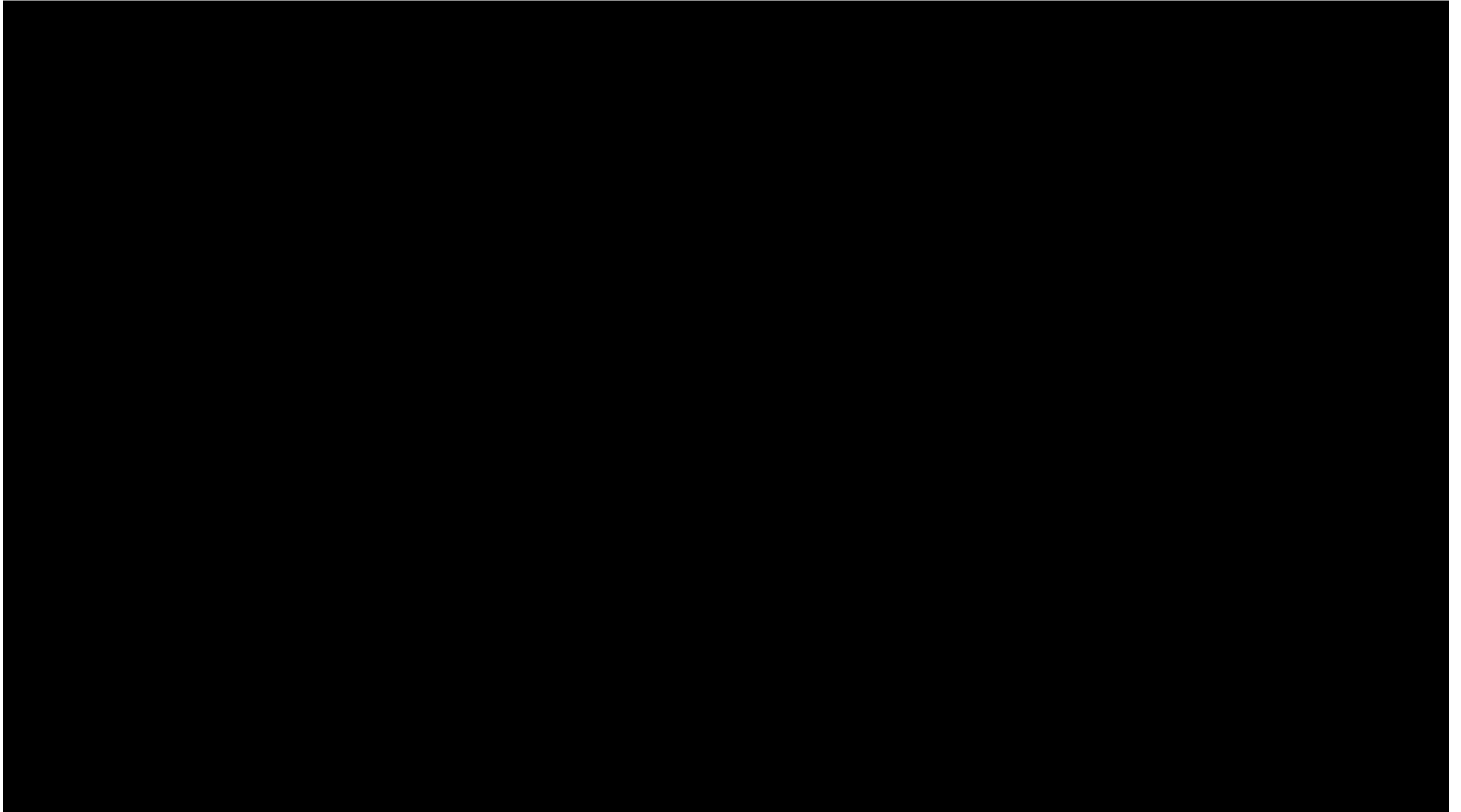
En cuanto al inventario de receptores sensibles, en la zona de estudio existen varias construcciones de varios usos (residenciales, educativas, culturales, comerciales, etc.). Para la relación de edificios que por su mayor proximidad a la futura traza se puedan ver afectadas por mayores niveles, se han tenido en cuenta los siguientes edificios que se encuentran a 70 m o menos del eje de la traza en cualquier de los márgenes.

No obstante, en el caso de que después de realizar las simulaciones, se observara que los niveles puedan superar los límites a más de 70 m, se incorporarían al inventario y sería objeto de cálculo y protección todos los edificios adicionales afectados.









4. CAMPAÑA DE MEDICIONES EN LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la campaña de mediciones es doble: determinar los niveles vibratorios actuales y validar el modelo de cálculo (correspondiente al perfil geotécnico). En cuanto a la determinación de los niveles actuales, no se trata estrictamente de verificar el cumplimiento de la legislación, ya que no se mide en viviendas según todos los procedimientos descritos en los textos legislativos.

En cuanto a la caracterización del terreno, se determina la atenuación geométrica de la onda cortante en el terreno, a fin de validar el posterior modelo de propagación de la vibración desde la plataforma a los diferentes puntos de interés.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, la medida de vibraciones para caracterizar la situación actual se ha realizado tal y como se describe en el ANEXO IV correspondiente al REAL DECRETO 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. A continuación, se incluye textualmente lo que cita dicho anexo:

“2. Procedimientos de medición de vibraciones.

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación del índice de vibración que establece este real decreto se adecuarán a las prescripciones siguientes:

a) Previamente a la realización de las mediciones es preciso identificar los posibles focos de vibración, las direcciones dominantes y sus características temporales.

b) Las mediciones se realizarán sobre el suelo en el lugar y momento de mayor molestia y en la dirección dominante de la vibración si esta existe y es claramente identificable. Si la dirección dominante no está definida se medirá en tres direcciones ortogonales simultáneamente, obteniendo el valor eficaz $a_{w,i}(t)$ en cada una de ellas y el índice de evaluación como suma cuadrática, en el tiempo t , aplicando la expresión:

c) Para la medición de vibraciones generadas por actividades, se distinguirá entre vibraciones de tipo estacionario o transitorio.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en un minuto en el periodo

de tiempo en el que se establezca el régimen de funcionamiento más desfavorable; si este no es identificable se medirá al menos un minuto para los distintos regímenes de funcionamiento.

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (foco, intensidad, posición, etc.). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

d) En la medición de vibraciones generadas por las infraestructuras igualmente se deberá distinguir entre las de carácter estacionario y transitorio. A tal efecto el tráfico rodado en vías de elevada circulación puede considerarse estacionario.

i) Tipo estacionario: se deberá realizar la medición al menos en cinco minutos dentro del periodo de tiempo de mayor intensidad (principalmente de vehículos pesados) de circulación. En caso de desconocerse datos del tráfico de la vía se realizarán mediciones durante un día completo evaluando el valor eficaz a_w .

ii) Tipo transitorio: se deberán tener en cuenta los posibles escenarios diferentes que puedan modificar la percepción de la vibración (p.e: en el caso de los trenes se tendrá en cuenta los diferentes tipos de vehículos por cada vía y su velocidad si la diferencia es apreciable). A efectos de la aplicación de los criterios señalados en el artículo 17, apartado 1.b), en la medición se deberá distinguir entre los periodos diurno y nocturno, contabilizando el número de eventos máximo esperable.

e) De tratarse de episodios reiterativos, se realizará la medición al menos tres veces, dándose como resultado el valor más alto de los obtenidos; si se repite la medición con seis o más eventos se permite caracterizar la vibración por el valor medio más una desviación típica.

f) En la medición de la vibración producida por un emisor acústico a efectos de comprobar el cumplimiento de lo estipulado en el artículo 26 se procederá a la corrección de la medida por la vibración de fondo (vibración con el emisor parado).

g) Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación de la cadena de medición con un calibrador de vibraciones, que garantice su buen funcionamiento”.

4.2. PUNTOS DE MEDIDA PROPUESTOS

El principal criterio de elección se basa en considerar, a lo largo del área de influencia la traza, las localizaciones donde existen fuentes de vibraciones similares a las futuras a analizar (circulación de Metros) y edificios que pueden sufrir niveles de vibraciones relevantes en la situación actual y/o futura.

También se tiene en cuenta las facilidades de accesos y obstáculos existentes (propiedades privadas, vallas, obras, campos de cultivo, etc.) y las posibilidades de colocar varios puntos de medida de aceleración vertical espaciados.

El segundo criterio depende de las condiciones geotécnicas, a fin de realizar mediciones in situ representativas de las configuraciones geotécnicas presentes en el entorno del trazado. En este caso, se puede considerar homogéneo, con rellenos sobre arenas y tosco.

También se tiene en cuenta las facilidades de accesos y obstáculos existentes (propiedades privadas, vallas, obras, campos de cultivo, etc.) y las posibilidades de colocar varios puntos de medida de aceleración vertical espaciados.

Consecuentemente, se proponen 4 puntos de medición de la situación vibratoria actual y caracterización del terreno:

TABLA 5 - PUNTOS DE MEDIDA

PUNTO DE MEDIDA	
PMV1	
PMV2	
PMV3	
PMV4	

Se considera que las fuentes en estudio presentan características similares en cada evento que se manifiesta. Además, en el caso de las medidas de vibraciones, al tratarse de evaluar el momento de mayor intensidad y no una integración de niveles durante un periodo como en el caso de las medidas de ruido, no se consideraron necesarias medidas de larga duración ni en diferentes periodos (día, tarde, noche).

Consecuentemente, en PMV1 y PMV2, se realizaron medidas de vibración ambiental de 1 hora aproximadamente de vibración actual y de caracterización vibratoria del terreno con circulaciones de Metros en el túnel de la L10.

Para ello, se utilizaron varios acelerómetros a diferentes distancias de la excitación con los que se tomarán registros simultáneos. Se utilizarán un acelerómetro triaxial, de 1 V/g de sensibilidad, sobre el eje del túnel y 3-4 acelerómetros monoaxiales, de 1 V/g de sensibilidad, a diferentes distancias.

En PMV3 y PMV4, se procedió de manera similar, con varios acelerómetros a varias distancias de la excitación, pero en este caso, sin circulaciones de Metros en vías actuales, la excitación a utilizar para determinar la atenuación vibratoria del terreno fue por impacto impulsivo con martillo. Para la medida de vibración actual ambiental, se midió durante 10 min con todas las fuentes presentes, probablemente del tráfico rodado (y quizás paso de Cercanías en PMV4).

4.3. CONDICIONES DE LA TOMA DE DATOS

Las mediciones se realizaron el jueves 13 de noviembre de 2025.

La metodología de medida y representación de datos se realizará siguiendo las especificaciones de la Norma ISO 2631-2, de 'Evaluación de la exposición humana a la vibración en cuerpo completo. Parte 2: Vibración continua e inducida por impacto en edificios (1 a 80 Hz)'.

También se considerarán en la medida de lo posible las directrices del Real Decreto 1367/2007 y de la ordenanza municipal, así como las siguientes precauciones:

- Se verificará la calibración de la cadena de medida antes y después de las mediciones.
- Los acelerómetros se colocarán en soportes horizontales y se hará coincidir la vibración en el eje vertical con la dirección de máxima sensibilidad de los acelerómetros.
- Los acelerómetros se colocarán de forma que la unión con la superficie de vibración sea lo más rígida posible, con cianocrilato, cera y/o perno.

- En todo momento, se evitará el movimiento del cable de conexión del acelerómetro al analizador de frecuencias. Asimismo, el técnico se situará a más de 2 metros de distancia durante la medida para evitar influencias por su presencia.
- Las condiciones meteorológicas serán normales, sin fenómenos atmosféricos destacables (lluvia, granizo, etc.) que pudieran influir en los resultados de la medida, ni existencia de otras fuentes temporales que pudieran aportar información errónea sobre los niveles habitualmente existentes en la zona (obras en la vía pública, operaciones de carga y descarga, etc.).

4.4. CERTIFICADOS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

El instrumento de medida que se utilizó para garantizar la calidad de las medidas de vibraciones fue el analizador Svantek SV106, con nº de serie 45050.

Se le conectó un acelerómetro triaxial Svantek modelo SV84, de 1 V/g de sensibilidad, con nº de serie D2294, sobre disco de medida, para la medida de vibración ambiental existente y tres acelerómetros monoaxiales PCB modelo 93B12, de 10 V/g de sensibilidad, con nº de serie 34051, 55157 y 55158.

El calibrador que se utilizó fue el Svantek SV111, con nº serie 30590.

También se utilizaron otros accesorios como GPS, medidores de distancia, cámara fotográfica, etc. A continuación, se muestran los certificados de los principales equipos de medida que se utilizaron:

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN *Certificate of calibration*

Número
Number 00540094

Página
Page 1 de
of 3 páginas
pages

Applus⁺
laboratories

LGAI Technological Center, S.A. (APPLUS)
Campus UAB - Ronda de la Font del Carme, s/n
08193 Bellaterra (Barcelona) - Spain
T +34 93 567 20 50
F +34 93 567 20 01
metrologia@applus.com
www.appluslaboratories.com

OBJETO
Item Medidor de vibraciones humanas de cuerpo entero (edificios)

MARCA
Mark (Medidor)
SVANTEK (Acelerómetro)
SVANTEK

MODELO
Model SV106 SV84

IDENTIFICACIÓN
Identification n/s: 45050 D2294
cód.int: - -

SOLICITANTE
Applicant ACUSTICA Y TELECOMUNICACIONES, S.L.
POL. IND. BENIETO - C/DEL TRANSPOR.
46702 - GANDIA

FECHA DE CALIBRACIÓN
Date of calibration 2023-06-01

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:
Authorized signatory/ies

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of calibration

Número
Number 00565291M1

Página
Page 1 de
of 3 páginas
pages

Applus+

laboratories

LGA Technological Center, S.A. (APPLUS)

Campus UAB - Ronda de la Font del Carme, s/n

08193 Bellaterra (Barcelona) - Spain

T +34 93 567 20 50

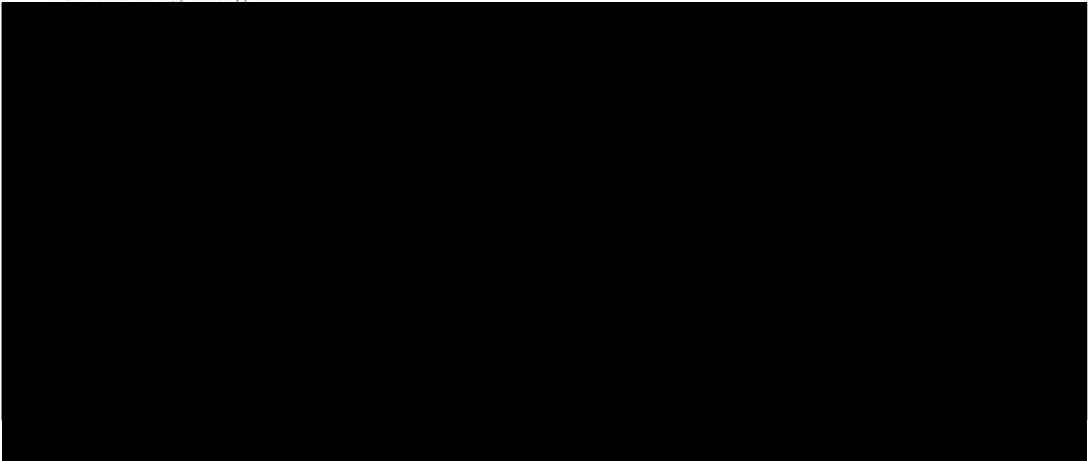
F +34 93 567 20 01

metrologia@applus.com

www.appluslaboratories.com

OBJETO Item	Medidor de vibraciones humanas de cuerpo entero (edificios)			
MARCA Trademark	(Medidor) SVANTEK	(Eje X) (Acelerómetro) PCB	(Eje Y) (Acelerómetro) PCB	(Eje Z) (Acelerómetro) PCB
MODELO Model	SV106	393B12	393B12	393B12
IDENTIFICACIÓN Identification	n/s: 45050 cód.int: -	34051	55157	55158
SOLICITANTE Applicant	ACUSTICA Y TELECOMUNICACIONES, S.L. POL. IND. BENIETO - C/DEL TRANSPORTE 12, NAVE 14 46702 - GANDIA			
FECHA DE CALIBRACIÓN Date of calibration	2024-03-05			

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S:
Authorized signatory/ies



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Calibration certificate

Número
Number 00581280

Página
Page 1 de
of 2 páginas
pages

Applus+

laboratories

LGA Technological Center, S.A. (APPLUS)

Campus UAB - Ronda de la Font del Carme, s/n

08193 Bellaterra (Barcelona) - Spain

T +34 93 567 20 50

F +34 93 567 20 01

metrologia@applus.com

www.appluslaboratories.com

OBJETO Item	CALIBRADOR DE VIBRACION
MARCA Trademark	SVANTEK
MODELO Model	SV111
IDENTIFICACION Identification	30590 N/C
SOLICITANTE Applicant	ACUSTICA Y TELECOMUNICACIONES, S.L. POL. IND. BENIETO - C/DEL TRANSPORTE 12, NAVE 14 46702 GANDIA
FECHA/S DE CALIBRACIÓN Date/s of calibration	2024-09-26

SIGNATARIO/S AUTORIZADO/S
Authorized signatory/ies

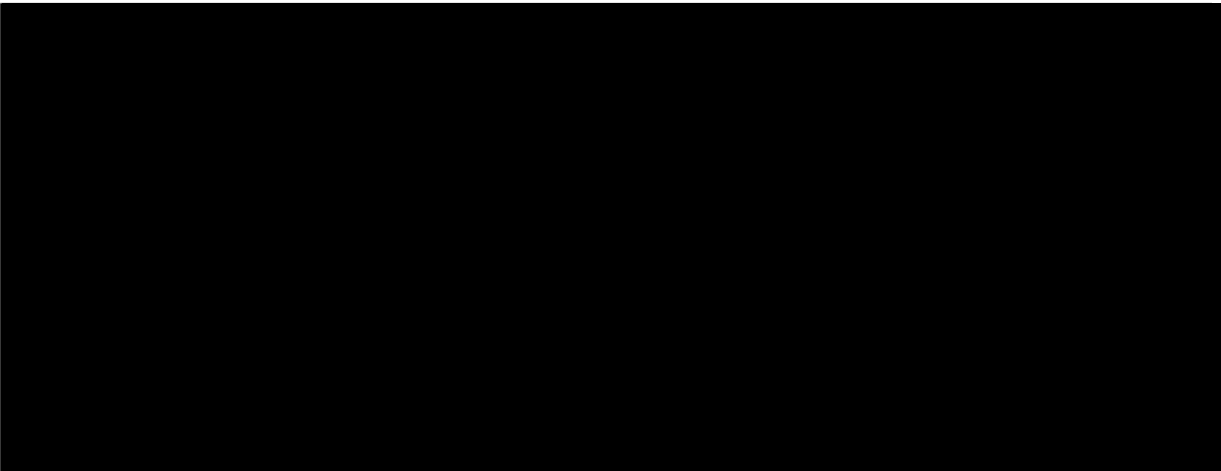


ILUSTRACIÓN 7 - CERTIFICADOS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA

4.5. RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL ACTUAL

El índice de vibración Law, en dB, se calcula según la expresión:

$$L_{aw} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{a_w}{a_0} \right)$$

Donde, tal y como se define en el RD 1367/2007, $a_0 = 10^{-6}$ m/s² es la aceleración de referencia y a_w , el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración con ponderación en frecuencia w_m según definido en la norma ISO 2631.

En la tabla siguiente, se detallan los índices Law de vibraciones en la situación actual:

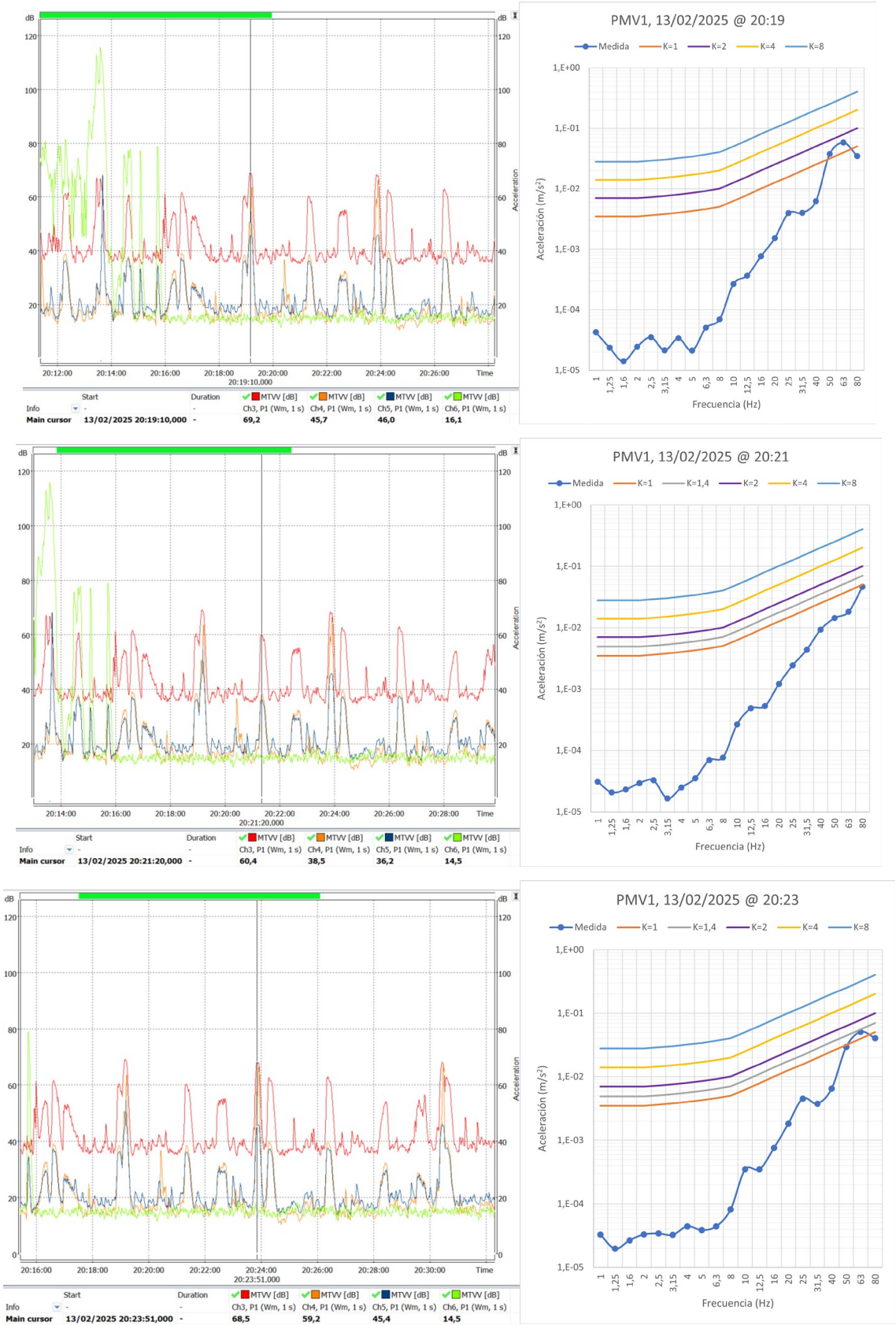
TABLA 6 - RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE VIBRACIÓN AMBIENTAL ACTUAL

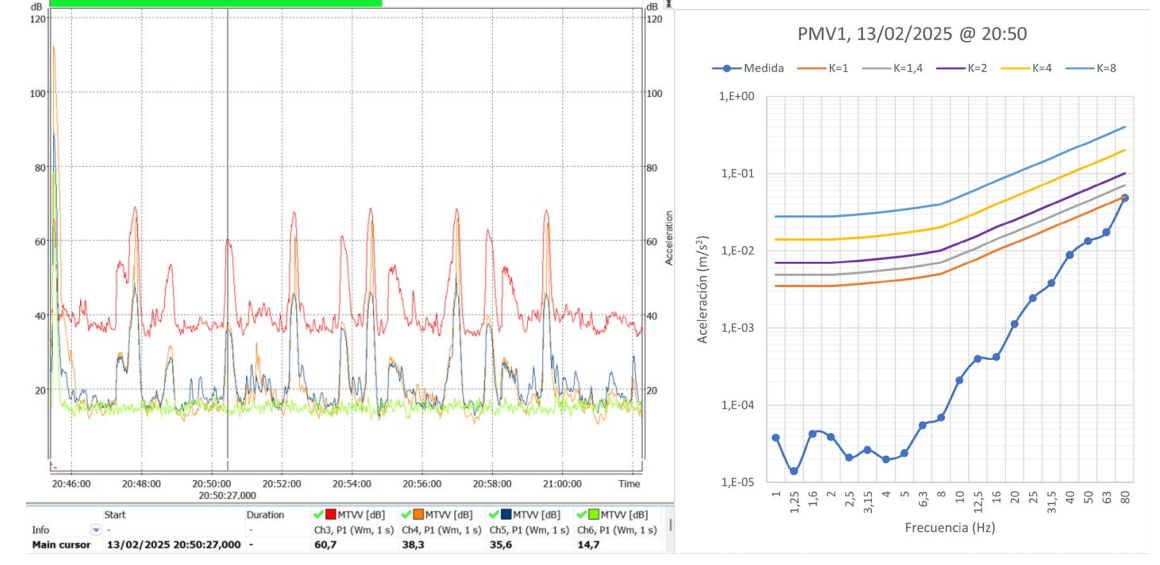
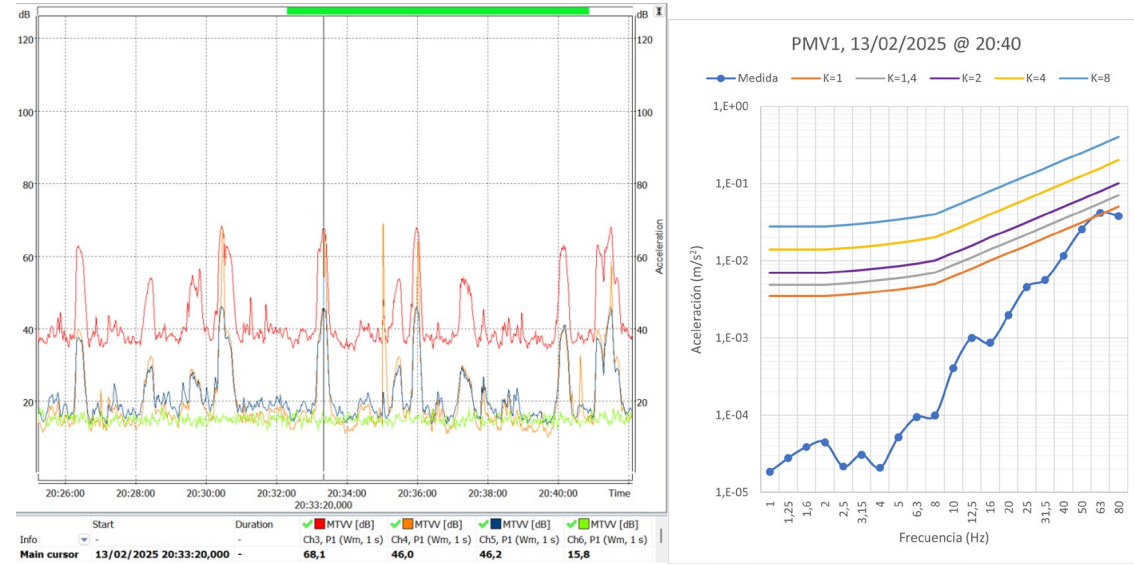
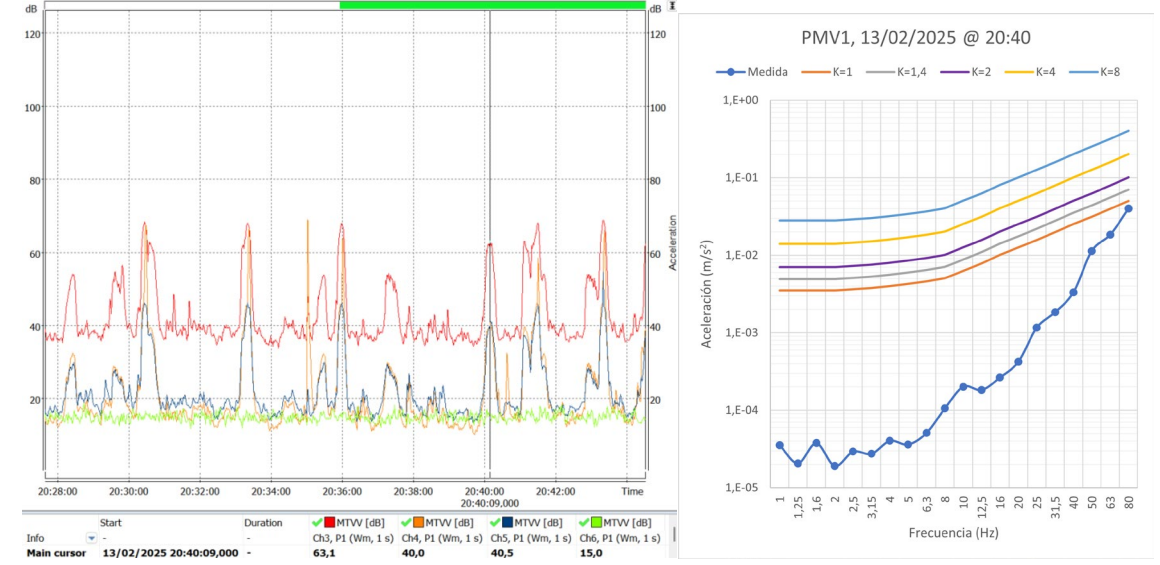
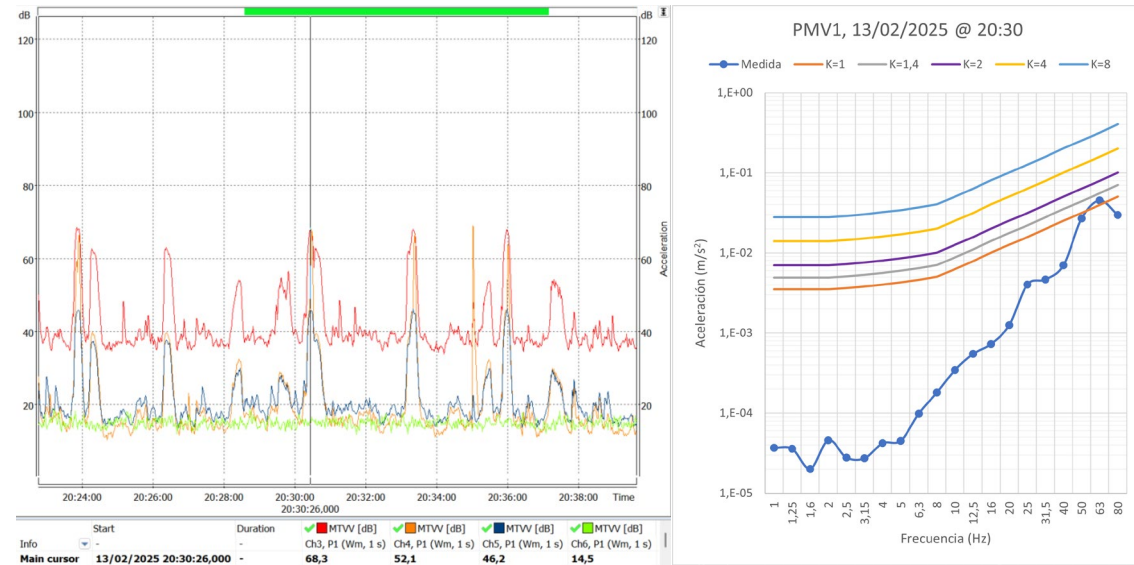
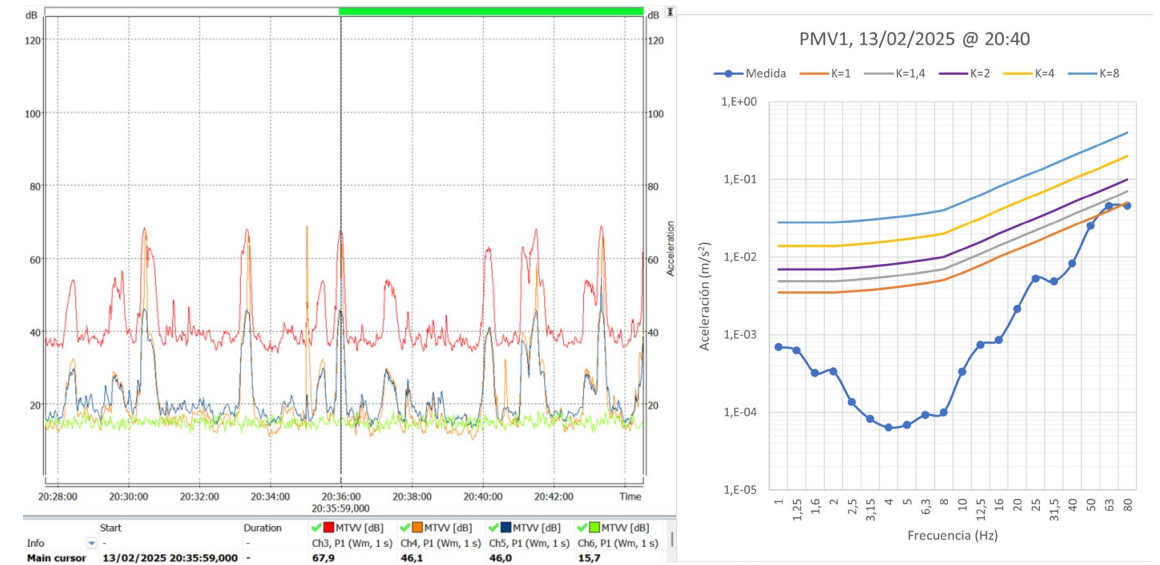
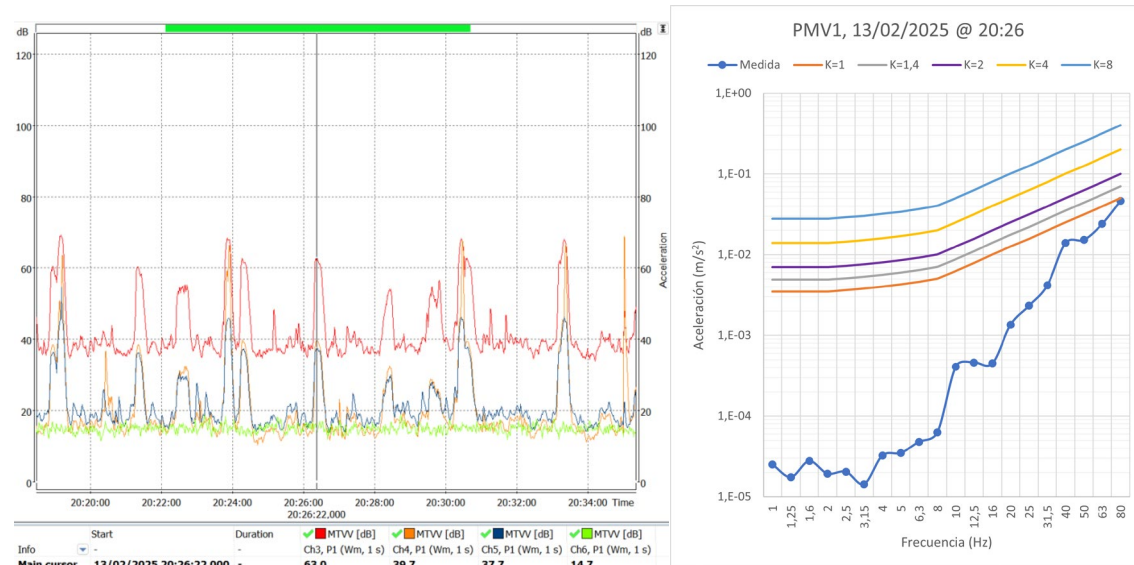
PUNTO DE MEDIDA	TREN	HORA	DISTANCIA 3D (M)	LAW(dB)
PMV1	1	20:19	14	76,7
			15	72,0
			19	70,1
	2	20:21	14	71,9
			15	69,8
			19	69,0
	3	20:23	14	75,7
			15	71,9
			19	70,4
	4	20:26	14	72,9
			15	70,8
			19	68,9
	5	20:30	14	74,6
			15	70,3
			19	69,2
	6	20:33	14	74,8
			15	71,4
			19	69,9
	7	20:35	14	75,4
			15	71,6
			14	70,0
	8	20:40	14	70,1
			15	67,8
			14	66,7
	9	20:50	14	71,8
			15	69,8
			19	67,7

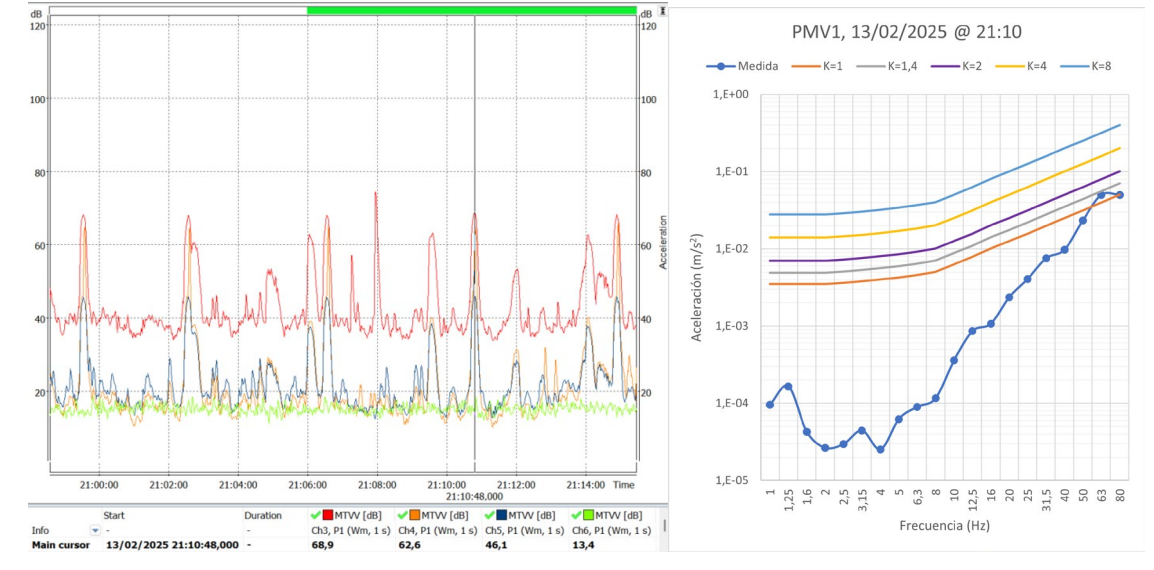
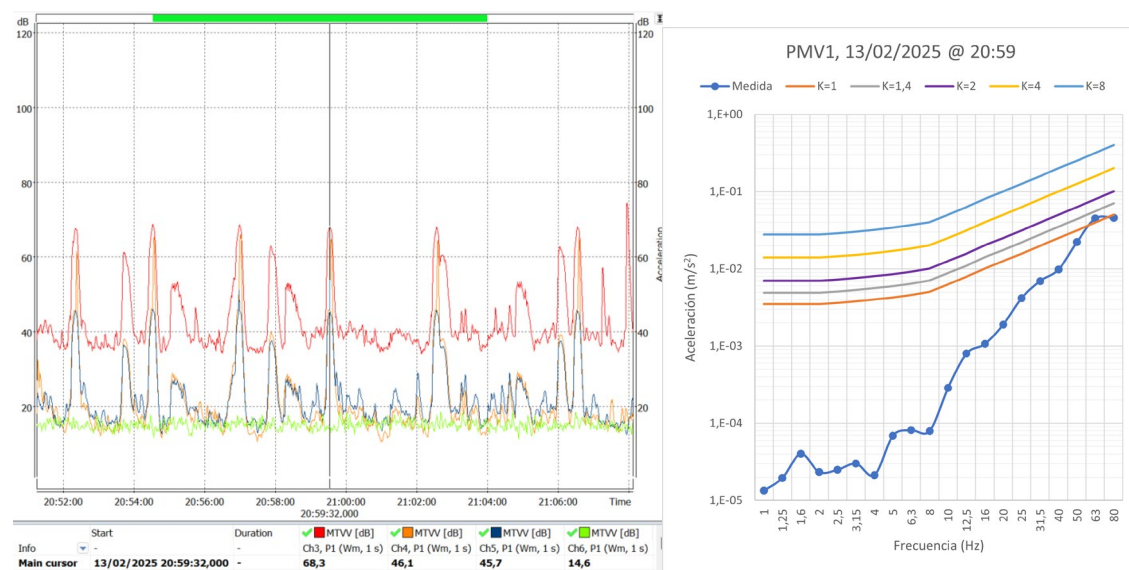
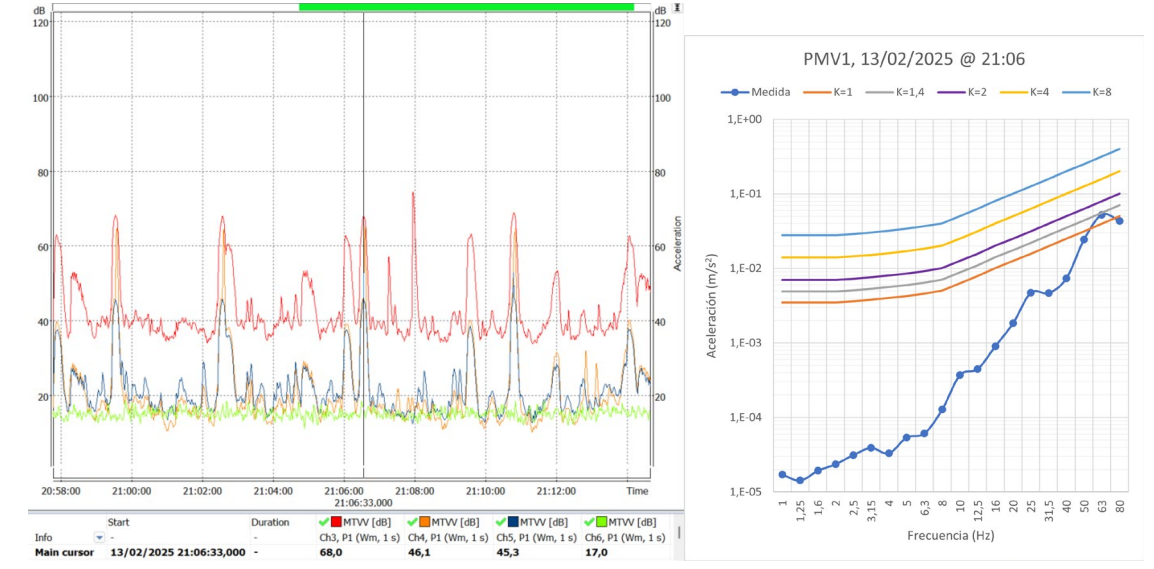
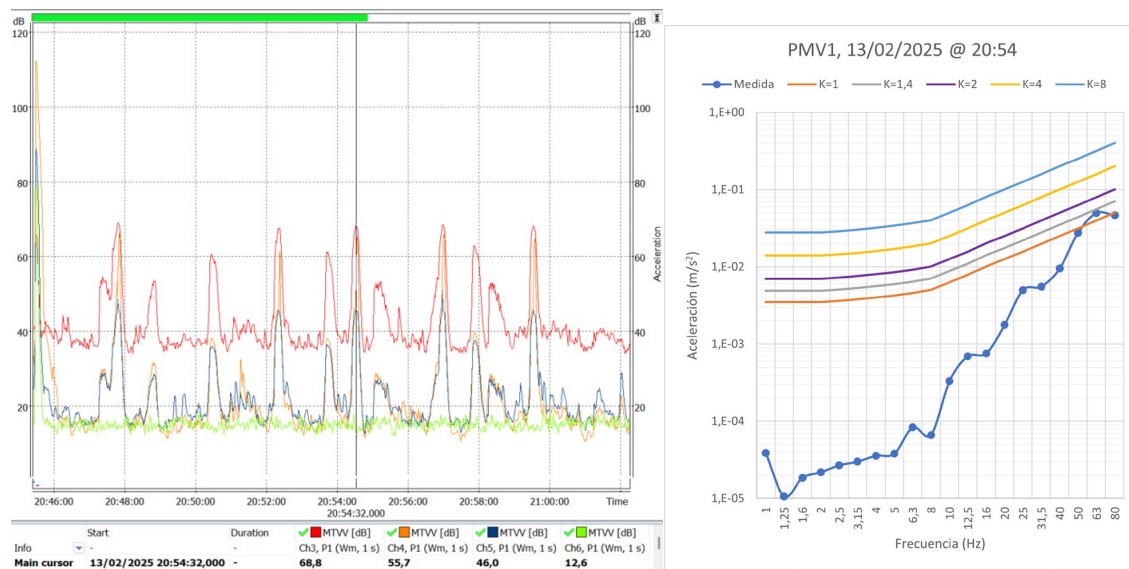
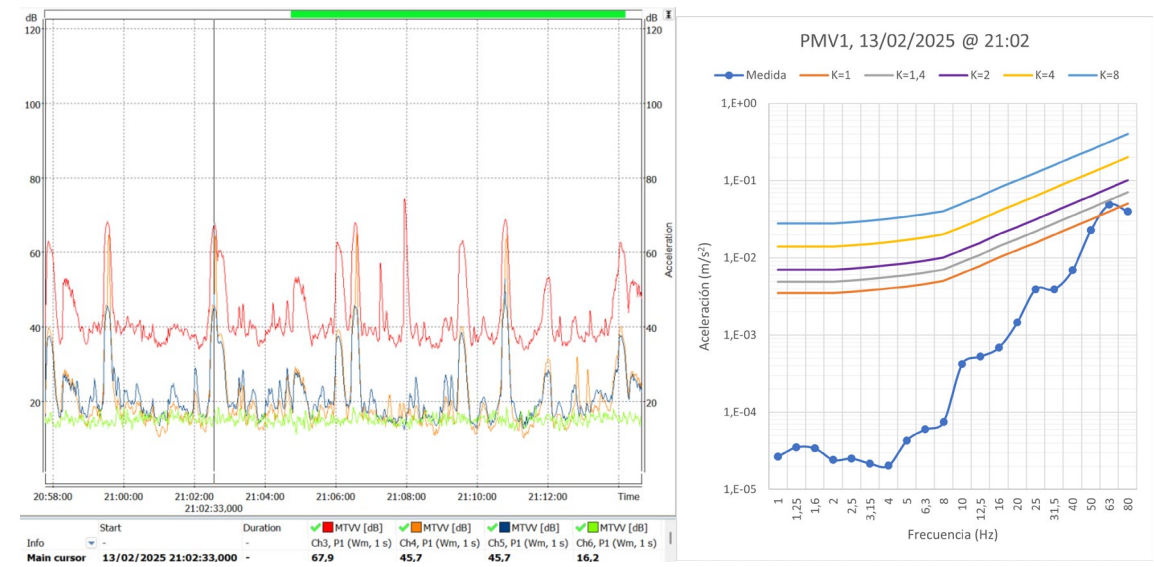
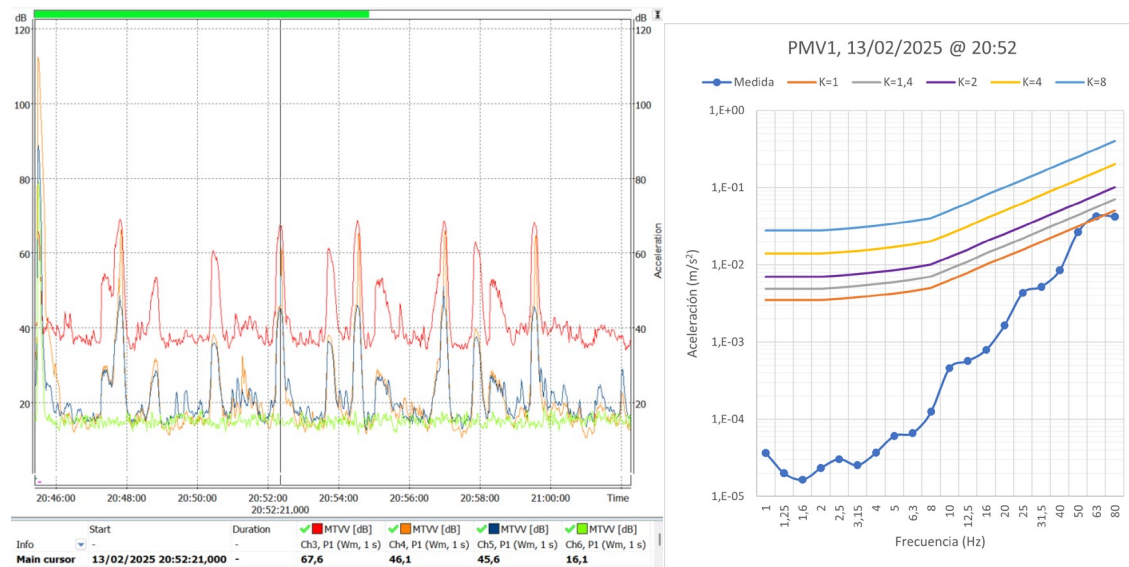
PUNTO DE MEDIDA	TREN	HORA	DISTANCIA 3D (M)	LAW(dB)
PMV1	10	20:52	14	74,9
			15	71,5
			19	69,8
	11	20:54	14	75,9
			15	72,1
			19	70,5
	12	20:59	14	75,1
			15	71,9
			19	70,7
	13	21:02	14	74,9
			15	71,0
			19	69,6
	14	21:06	14	75,6
			15	71,9
			19	70,6
	15	21:10	14	75,8
			15	72,5
			19	71,1
PMV2	1	17:54	19	66,9
			20	60,1
			25	54,1
	2	17:57	36	53,0
			19	64,1
			20	55,1
	3	17:58	25	54,2
			36	52,9
			19	65,4
	4	18:00	20	58,1
			25	52,2
			36	51,2
	5	18:04	19	63,1
			20	54,9
			25	54,0
	6	18:09	36	53,2
			19	62,2
			20	61,1
			25	56,9
			36	55,9
			19	60,7
			20	58,3
			25	57,2
			36	56,2

PUNTO DE MEDIDA	TREN	HORA	DISTANCIA 3D (M)	LAW(dB)
PMV2	7	18:13	19	62,1
			20	60,9
			25	57,1
			36	56,3
	8	18:19	19	61,3
			20	60,2
			25	55,8
			36	54,8
	9	18:27	19	65,8
			20	64,8
			25	64,3
			36	59,0
	10	18:29	19	64,1
			20	61,5
			25	60,7
	11	18:32	36	58,0
			19	63,7
			20	62,5
	12	18:40	25	61,1
			36	58,6
			19	61,2
PMV3	-	16:43	-	37,8
PMV4	-	19:15	-	44,0

A continuación, se muestran para el paso de todos los trenes en los puntos de medida los extractos de registros temporales del parámetro MTVV los ejes verticales y los espectros triaxiales encima de los túneles, sin ponderar y comparados con las curvas del índice K, que se indica de forma meramente informativa en este caso, ya que no es de aplicación aquí:







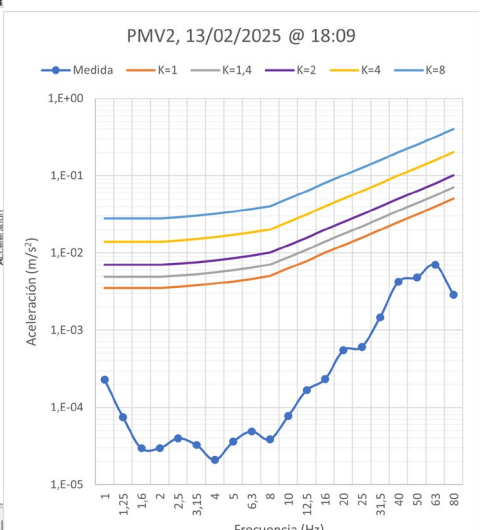
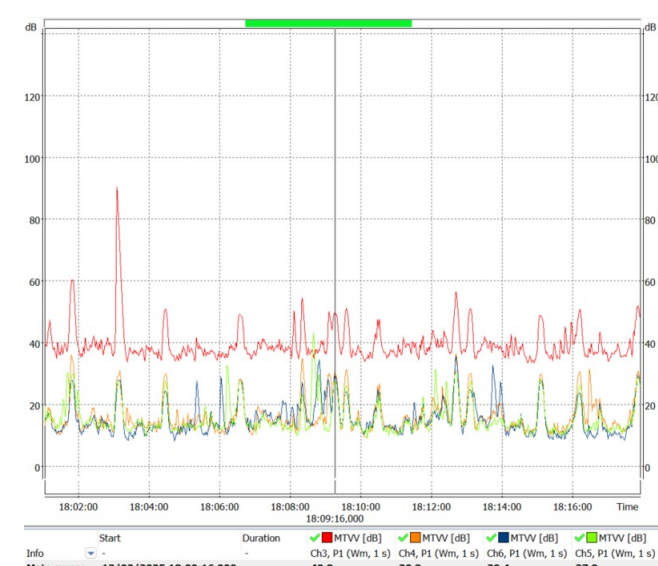
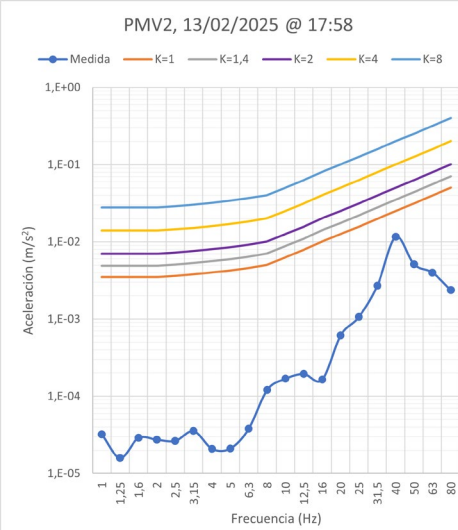
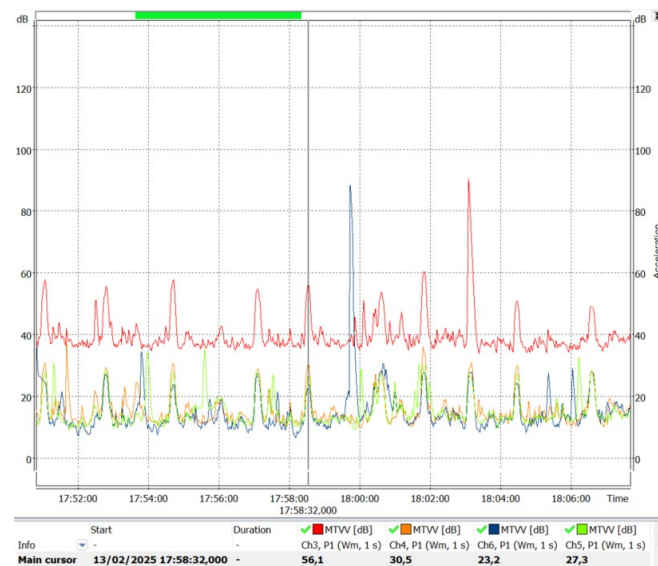
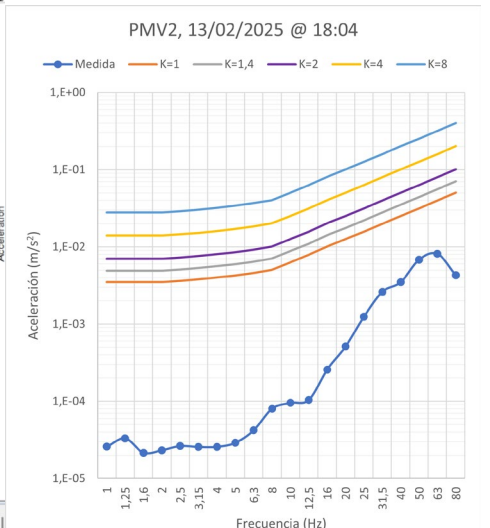
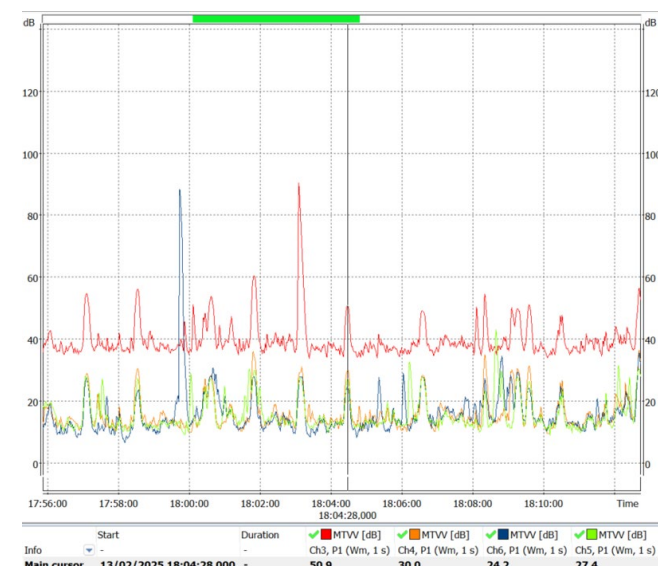
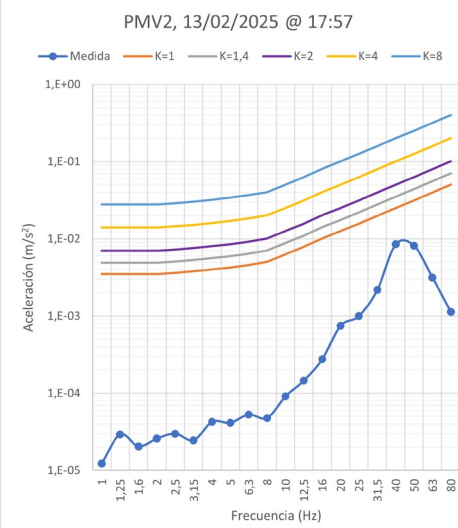
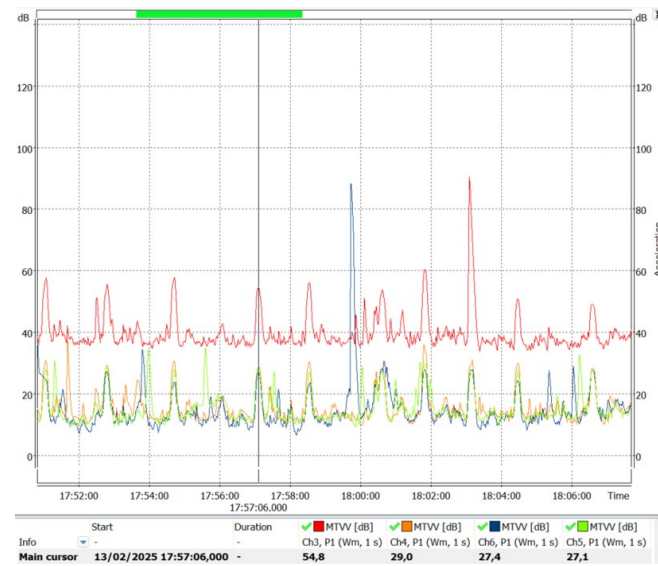
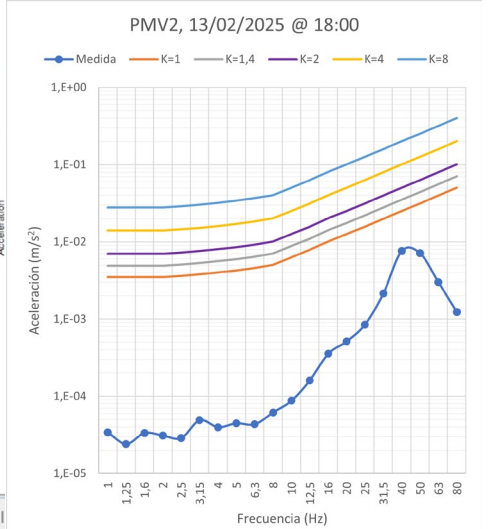
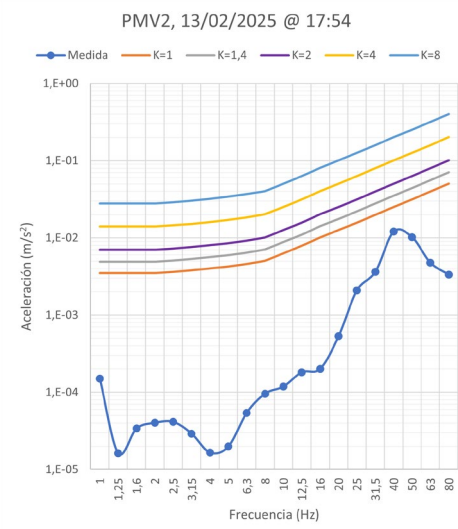
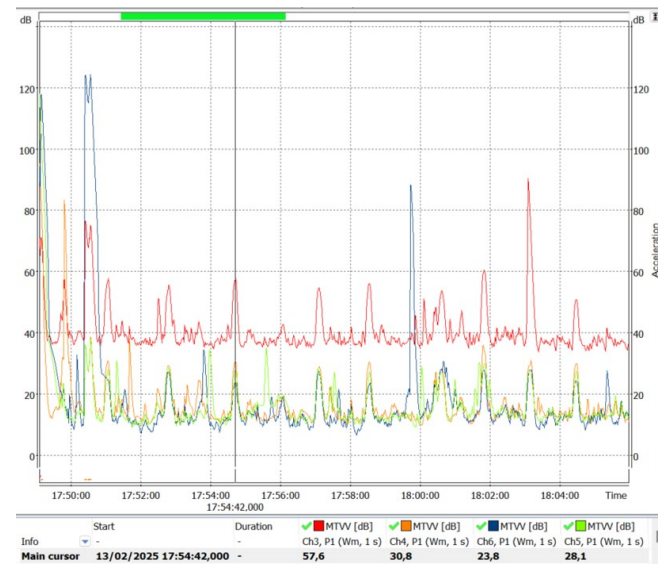




ILUSTRACIÓN 8 - REGISTROS TEMPORALES Y ESPECTROS DE VIBRACIÓN ACTUAL

Las mediciones no se han realizado en el interior de los edificios según todos los procedimientos descritos en los textos legislativos, sino en el exterior de éstos, con el principal objetivo de obtener información de los niveles “ambientales” actuales a nivel de suelo.

No obstante, permiten dar una idea de la situación vibratoria actual/preoperacional en la zona.

Del análisis de los resultados de las mediciones de vibración realizadas, se concluye en primer lugar que los niveles registrados en el punto PMV2 son relativamente bajos, probablemente debido a la profundidad del túnel actual de la L10 en esta zona (unos 20 m) y a la poca velocidad debida a la cercanía de la Estación Aviación Española.

Al contrario, en el punto PMV1, a pesar de la cercanía a la Estación de Cuatro Vientos, se observan niveles más relevantes, llegando a superar niveles Law de 75 dB encima del túnel a unos 15 m de profundidad.

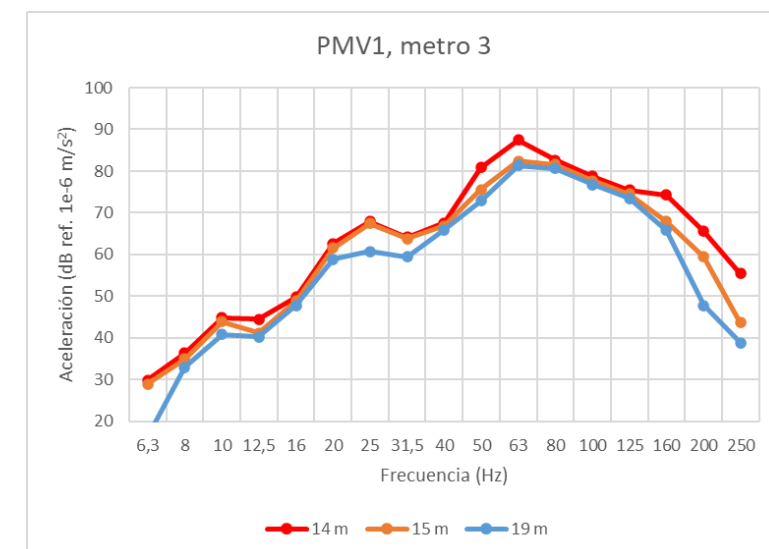
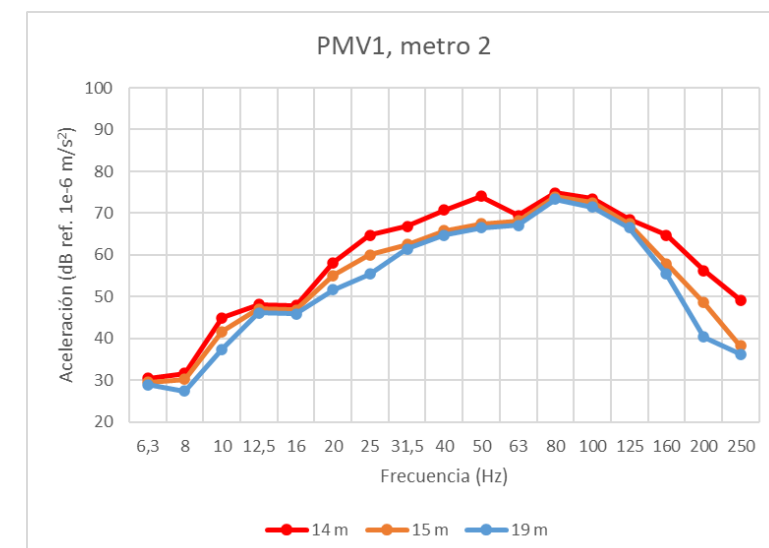
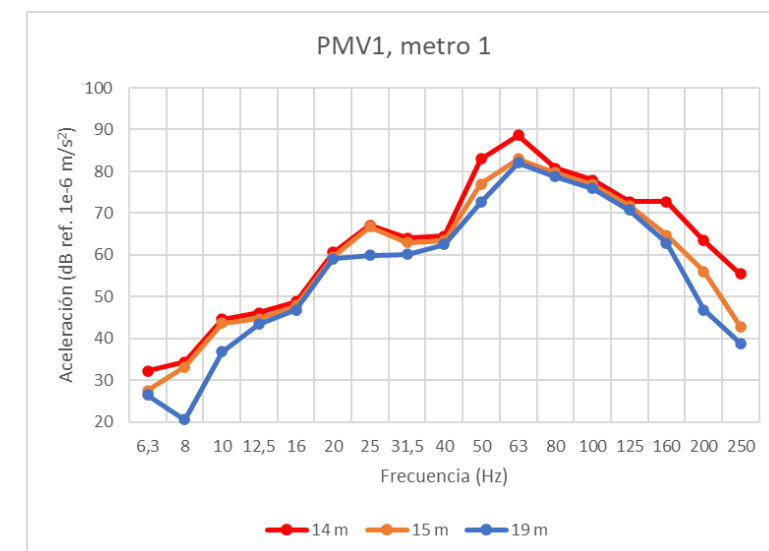
Los niveles más relevantes se registran en las bandas de tercio de octava comprendidas entre 25 y 80 Hz, es decir a unas frecuencias algo superiores a las esperables para vías en placa con sistema de vía con bloques.

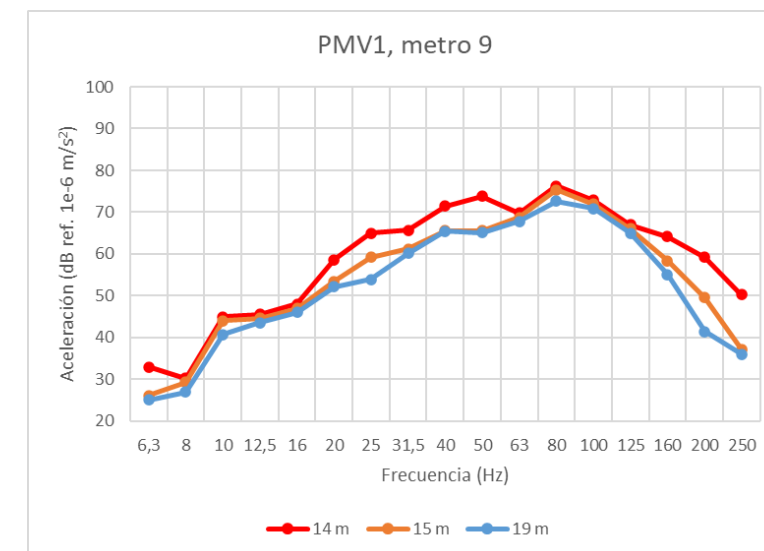
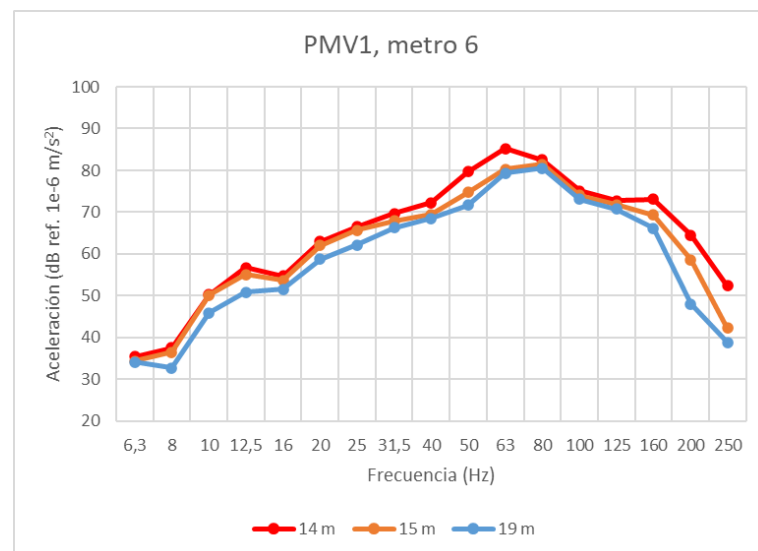
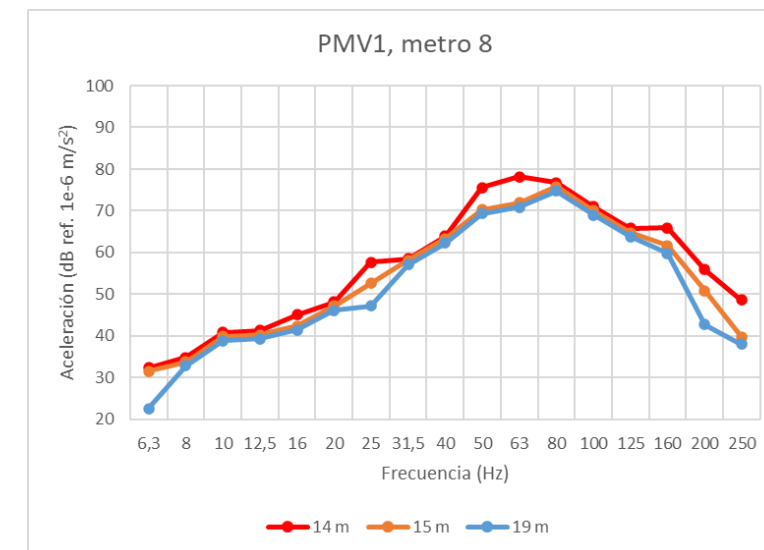
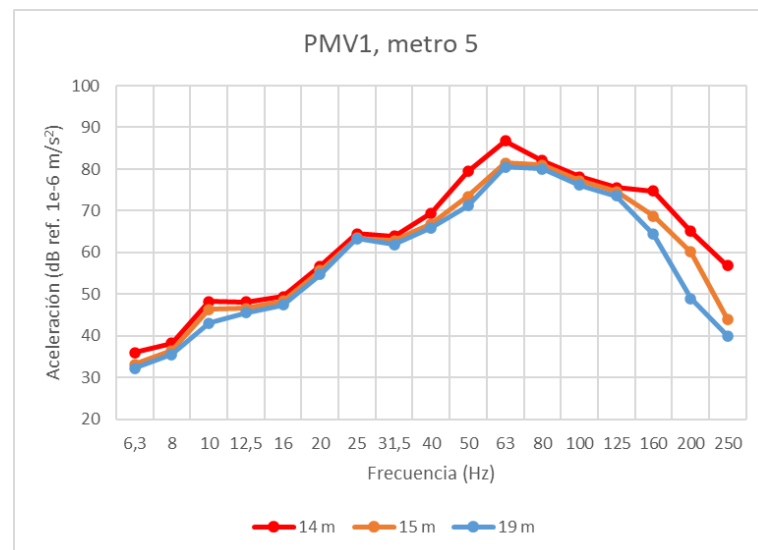
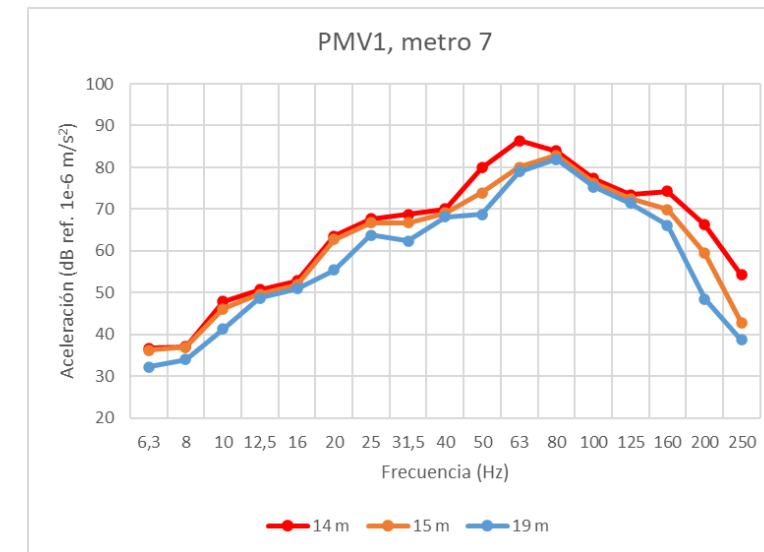
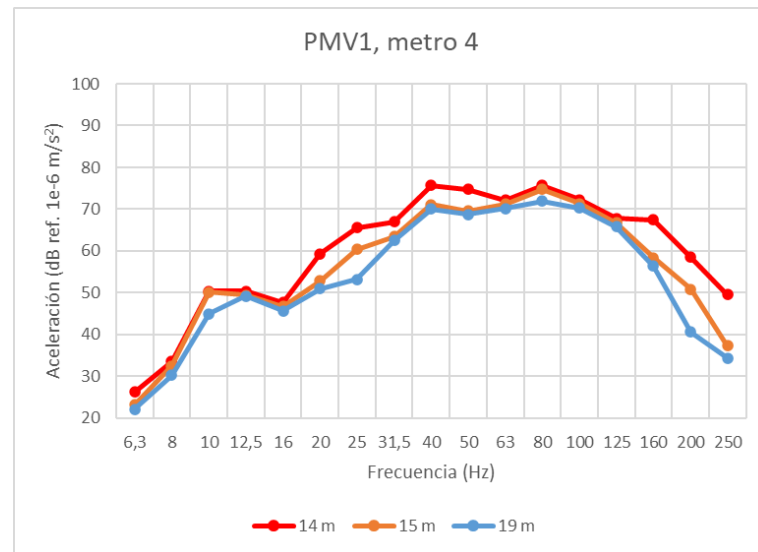
Finalmente, en los puntos PMV3 y PMV4, sin fuentes ferroviarias, no se obtienen niveles relevantes.

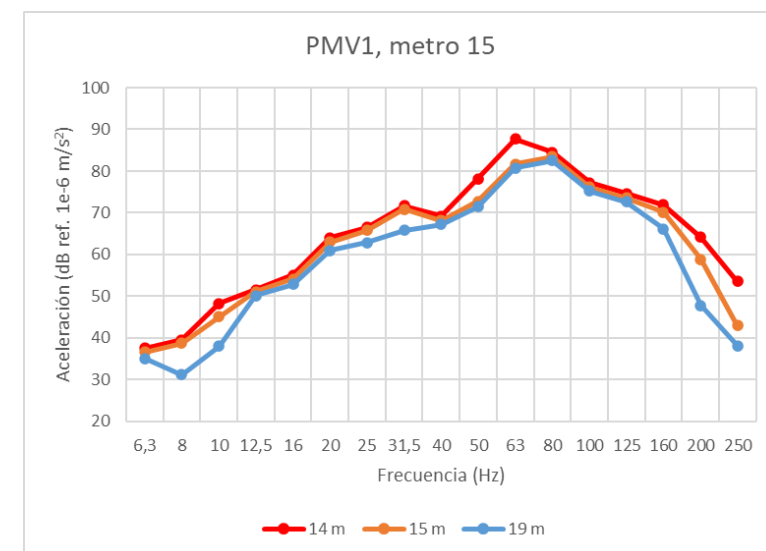
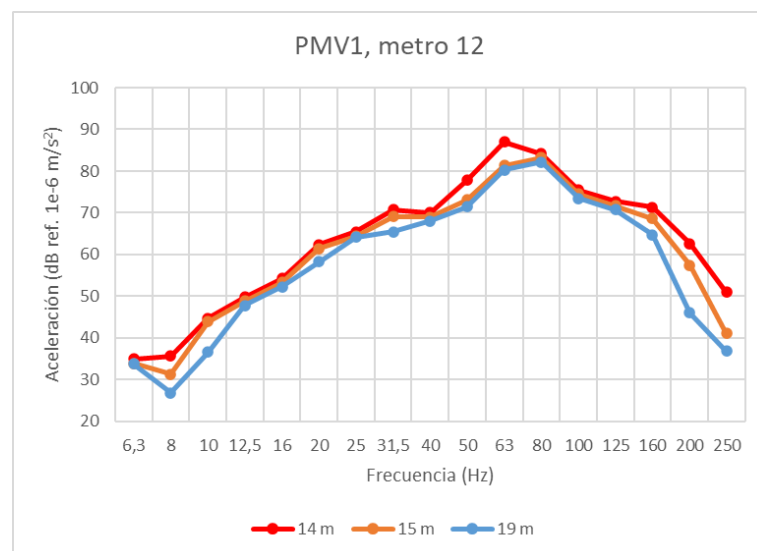
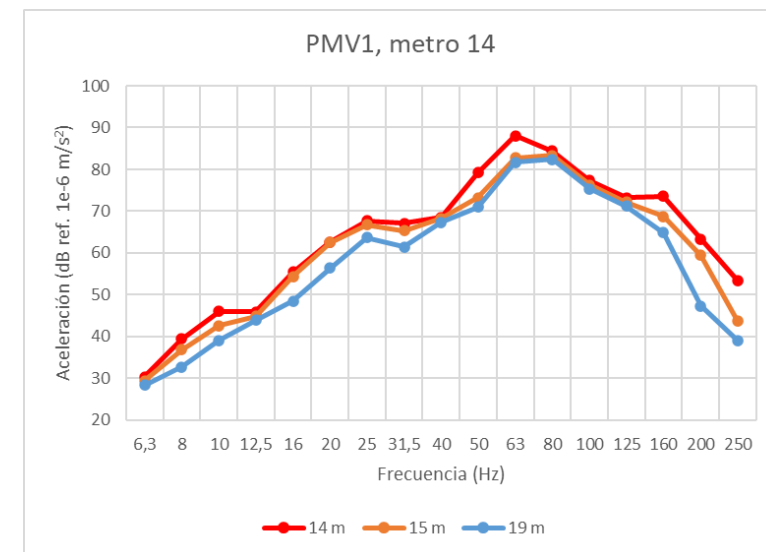
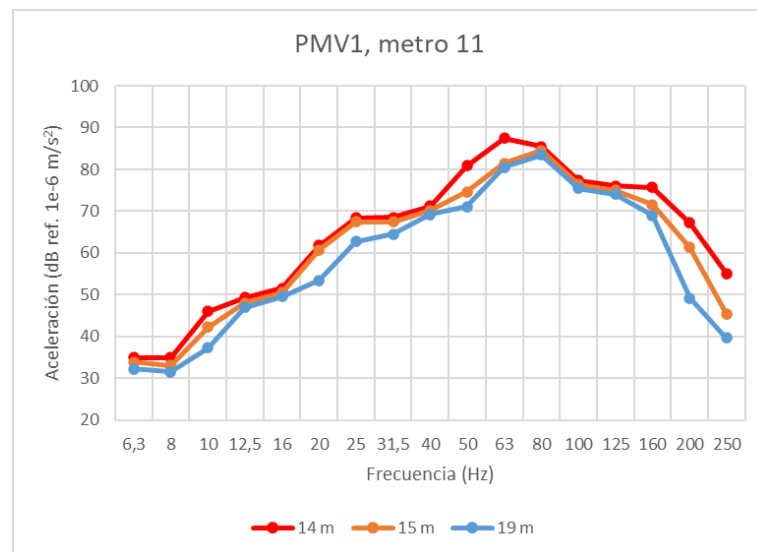
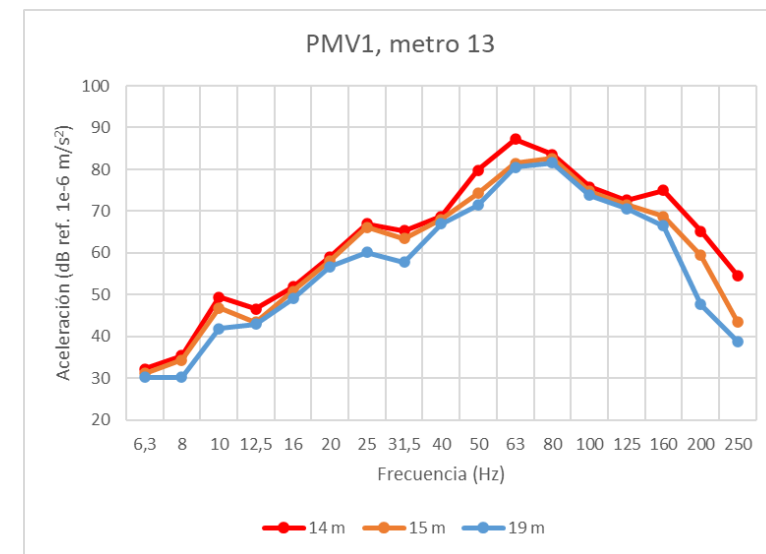
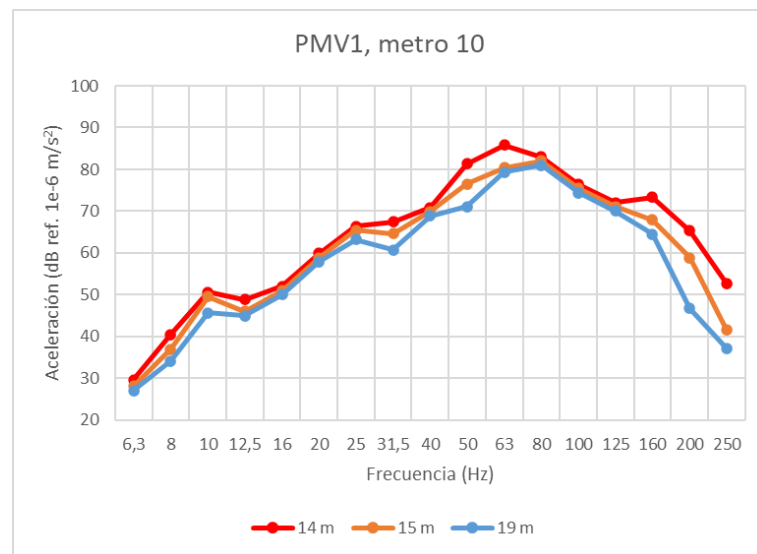
4.6. RESULTADOS DE TRANSMISIVIDAD DEL TERRENO

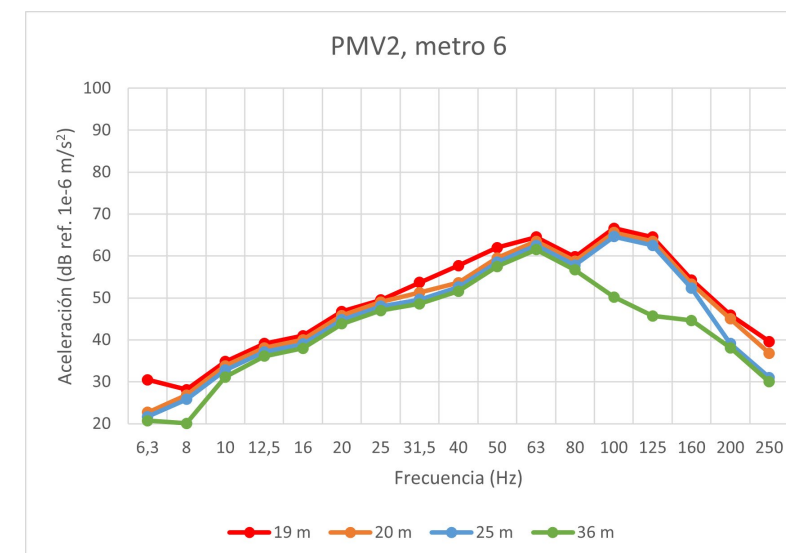
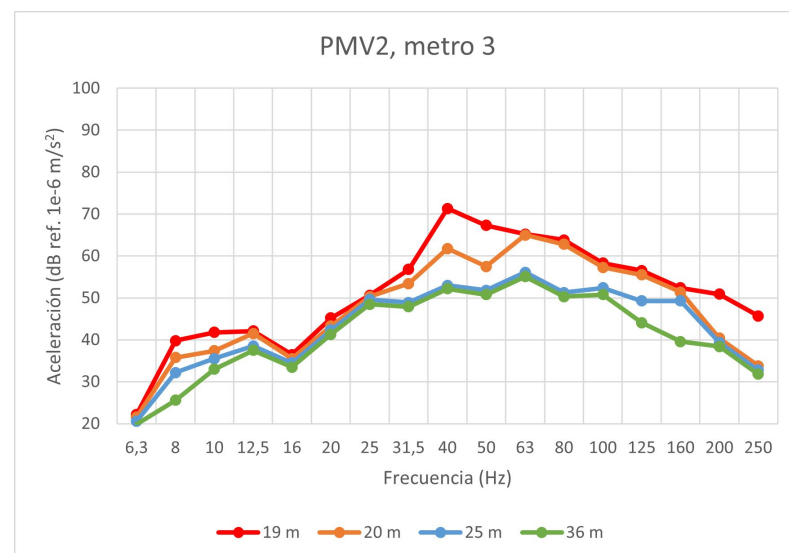
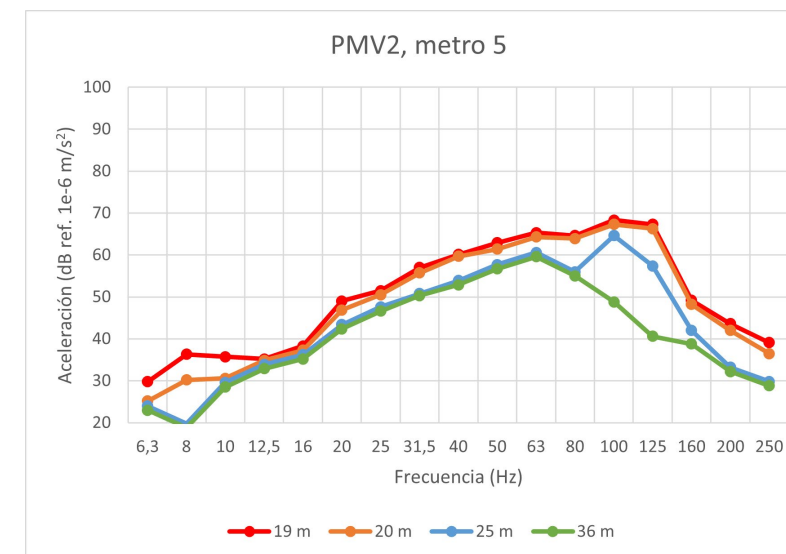
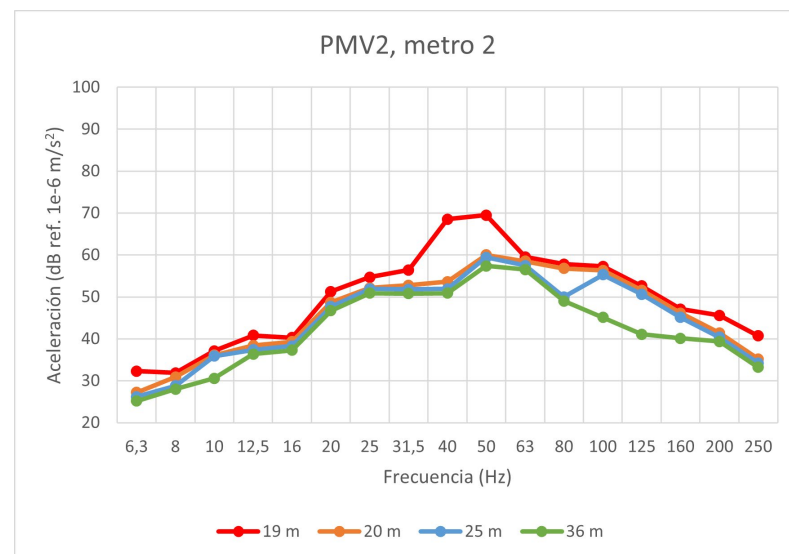
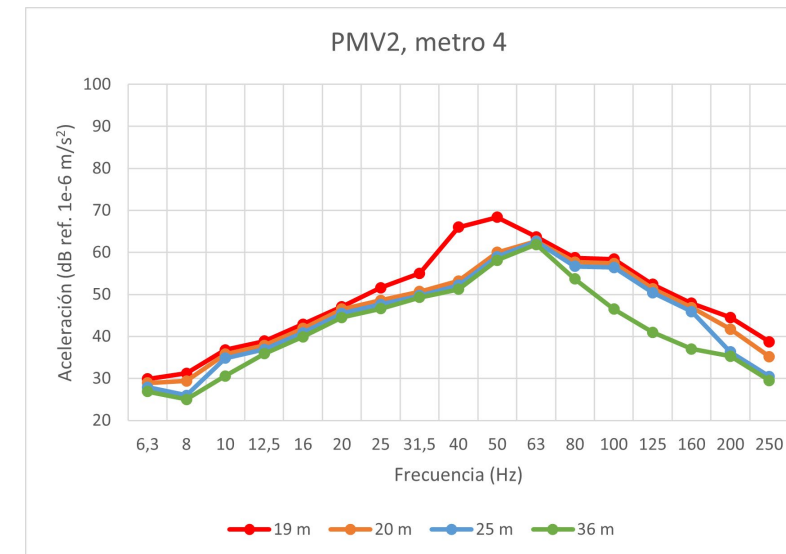
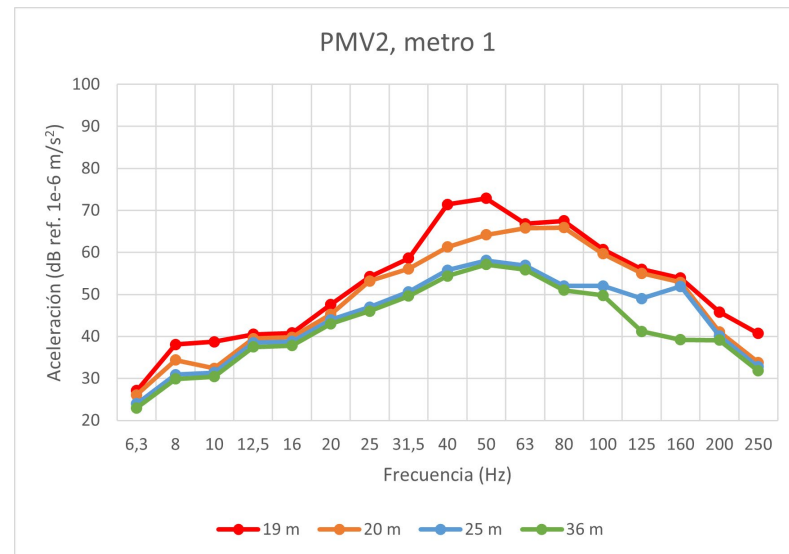
La transmisibilidad de los terrenos se ha determinado a partir de las vibraciones verticales registradas en tercio de octava con 3-4 acelerómetros colocados a diferentes distancias de las vías en túnel, entre 14 y 36 m en 3D.

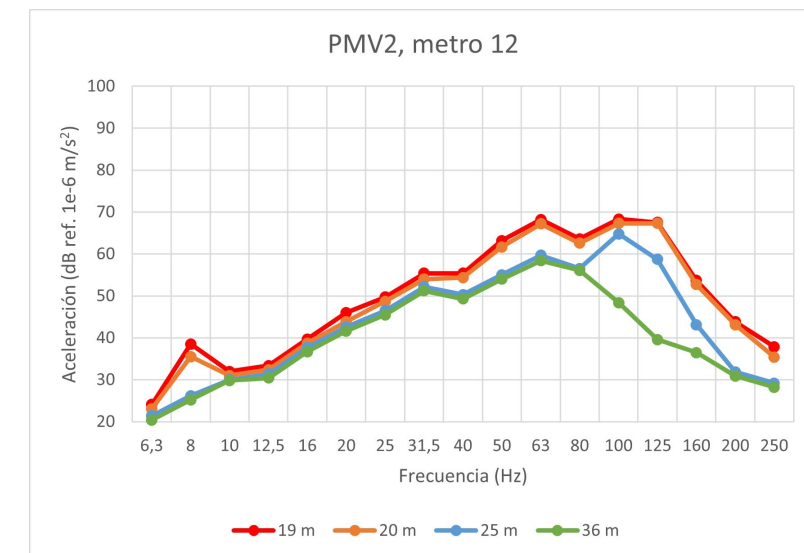
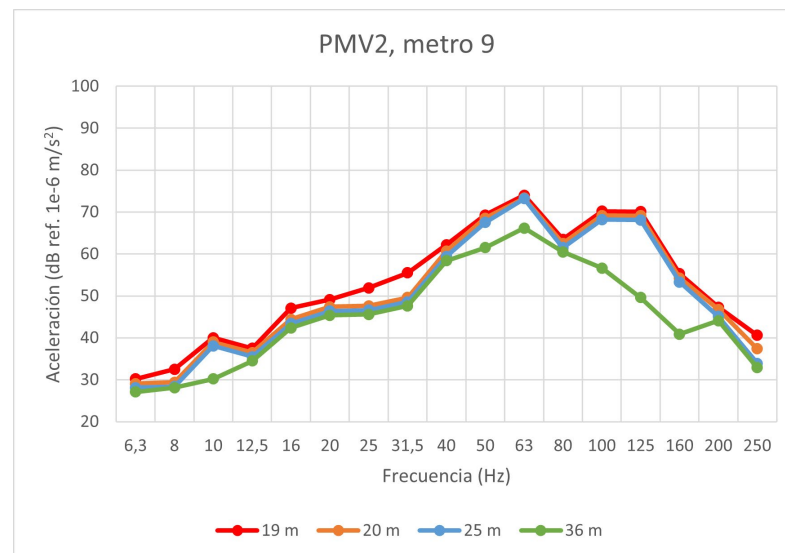
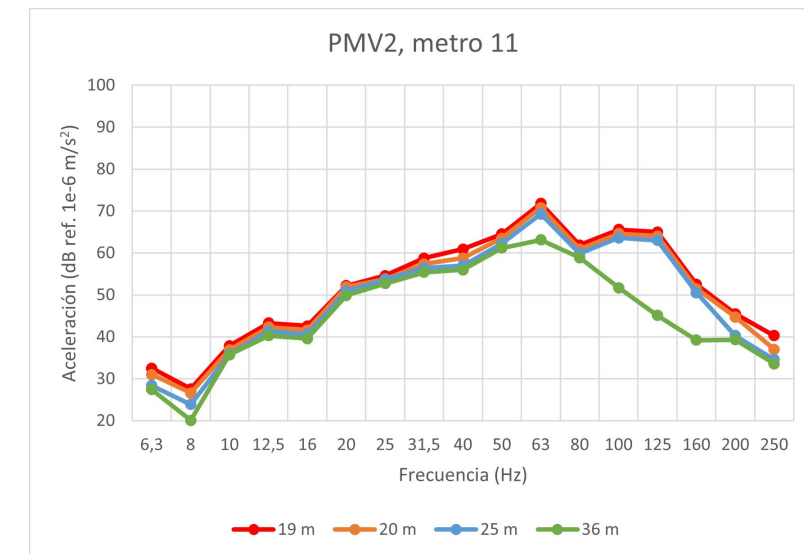
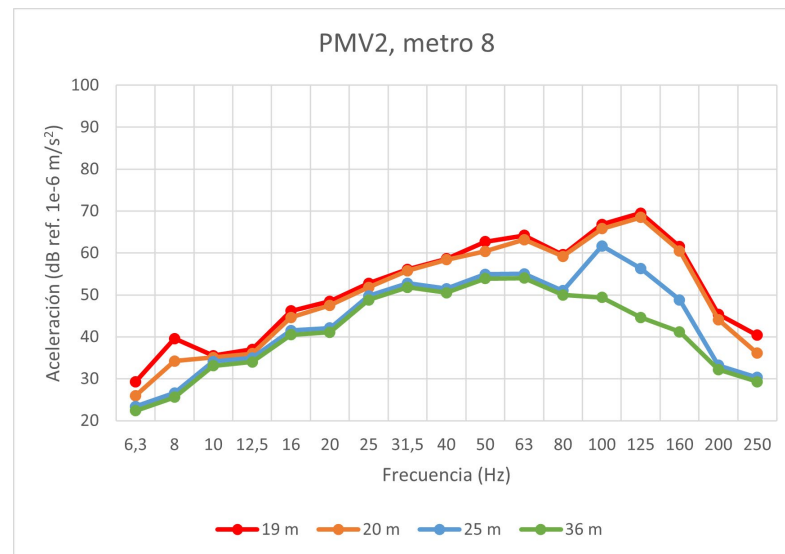
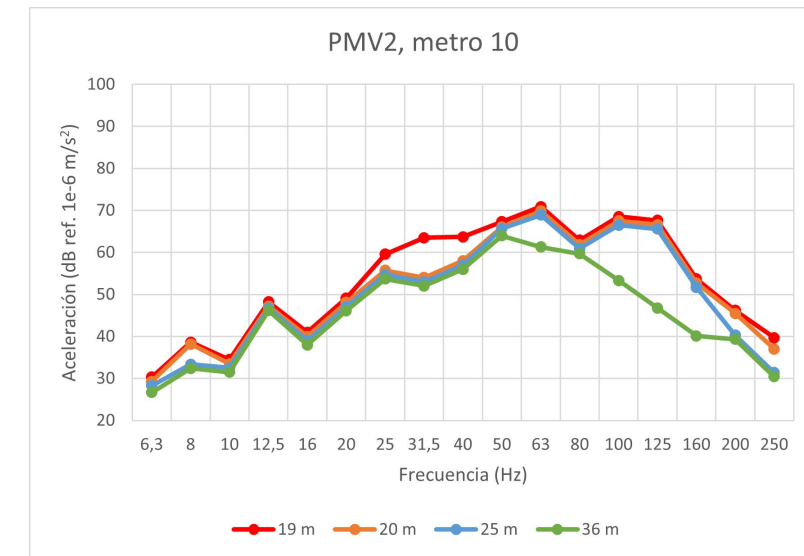
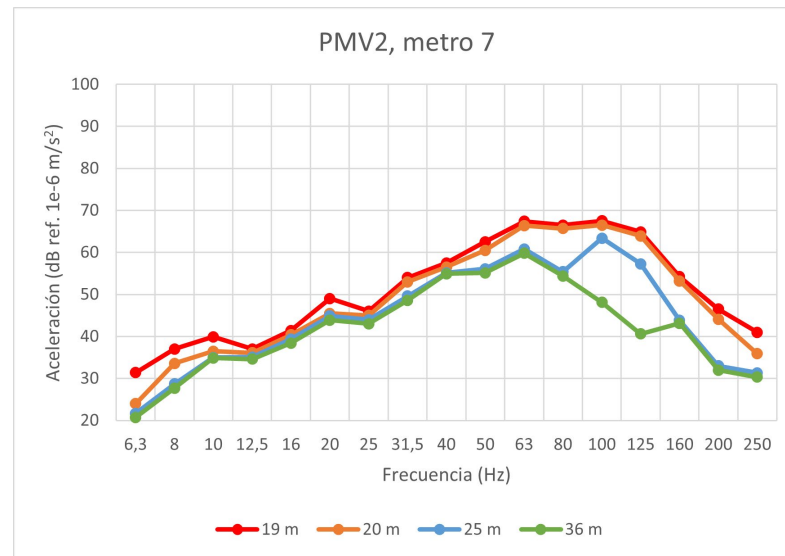
A continuación, se muestran los resultados obtenidos experimentalmente, en los puntos PMV1 y PMV2 con paso de trenes y en los puntos PMV3 y PMV4 con excitación impulsiva con martillo de impacto:

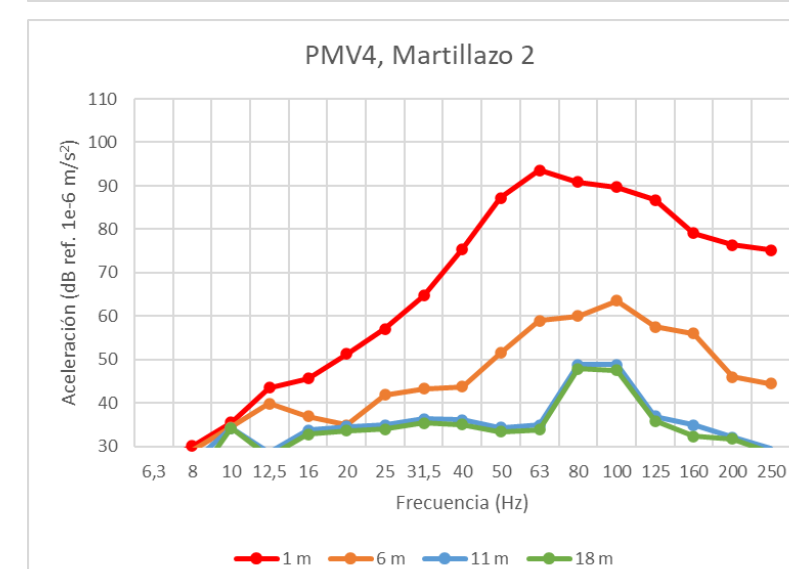
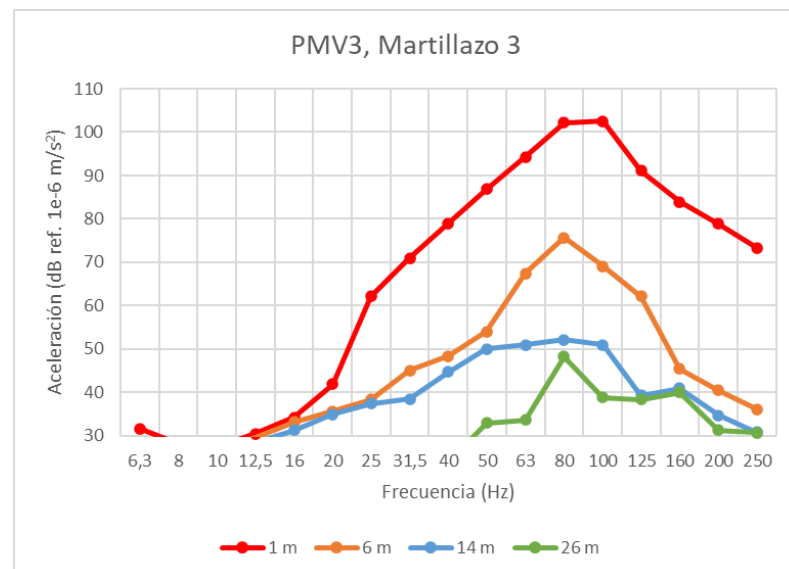
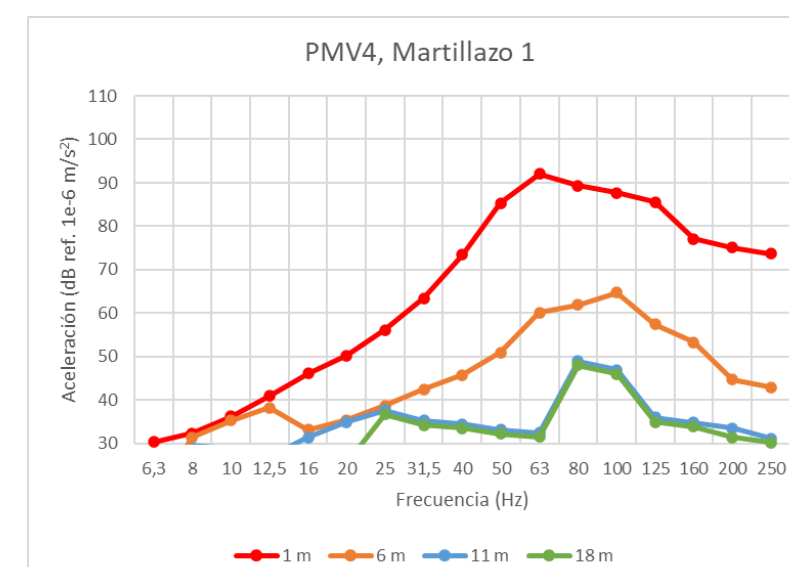
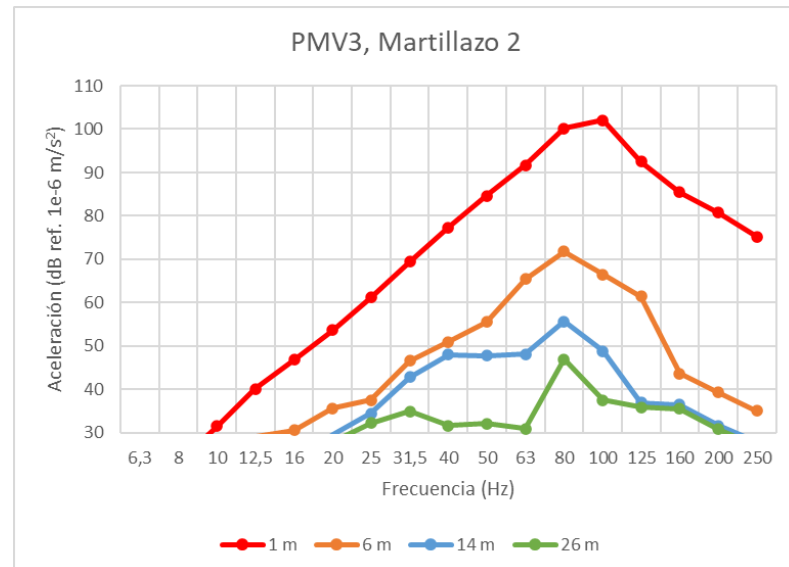
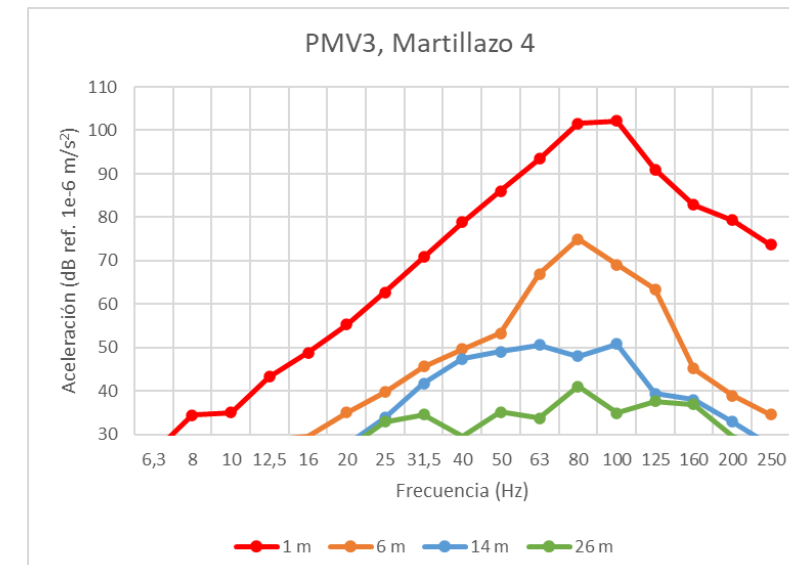
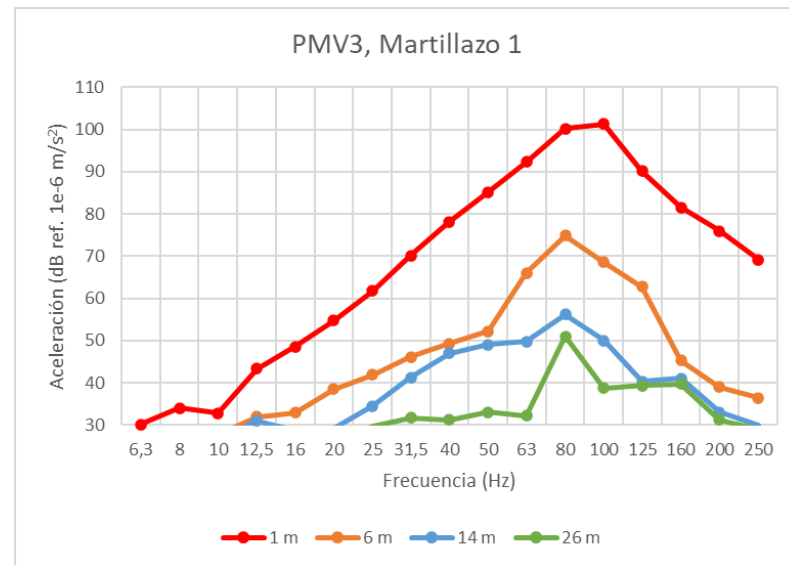












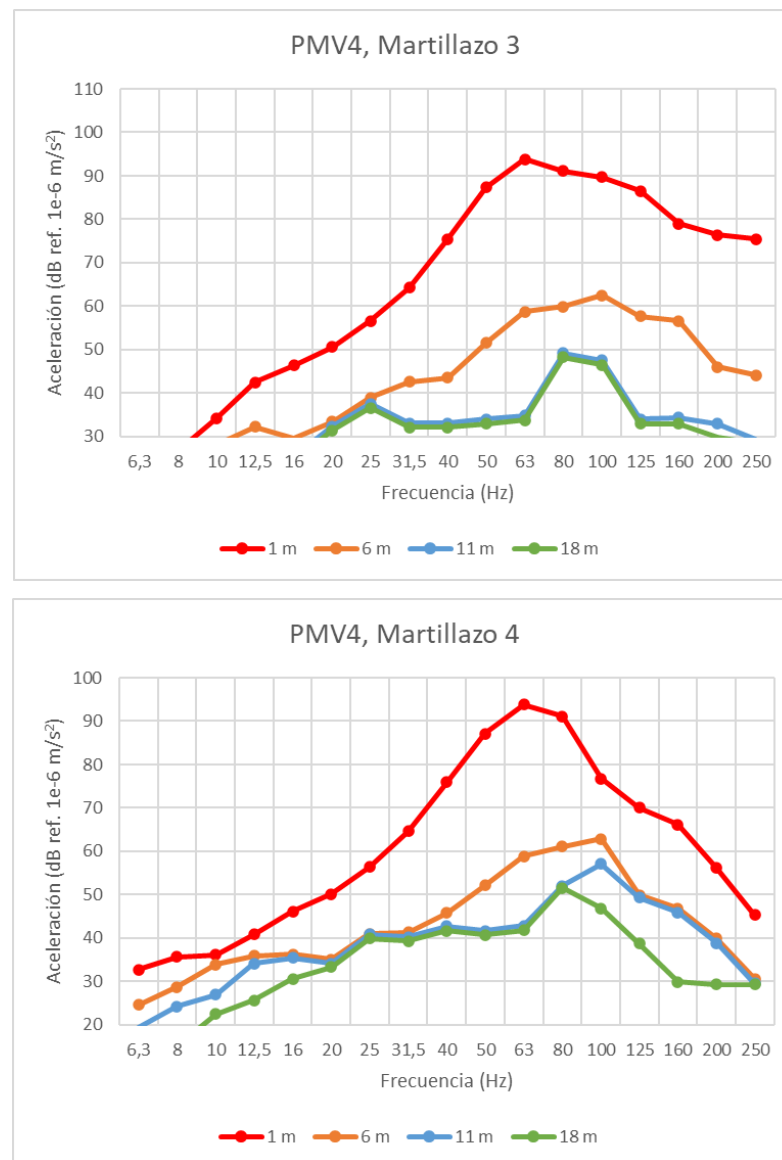


ILUSTRACIÓN 9 - ESPECTROS DE DETERMINACIÓN DE LA TRANSMISIVIDAD DEL TERRENO

De estos resultados, se deducen las atenuaciones medias en cada banda de tercio de octava para su uso posterior en el modelo de simulación de la situación futura.

Para ello, se validan las curvas teóricas del modelo de Barkan empleadas para la caracterización del terreno, es decir que asumiendo el cumplimiento de la Ley de Barkan de transmisión de vibraciones en el terreno, se procede al ajuste empírico de los resultados experimentales obtenidos según la citada Ley, enunciada a continuación:

$$v(d) = v(d_0) * \left(\frac{d_0}{d}\right)^{\gamma} * e^{\alpha(d_0-d)},$$

donde:

- $v(d)$ es la vibración transmitida a una distancia d de la fuente (eje de vías)
- $v(d_0)$ es la vibración transmitida a una distancia d_0 de la fuente (eje de vías)
- γ es la atenuación geométrica del terreno (considerado homogéneo, Isótropo y literalmente viscoelástico). En este caso, en los puntos PMV1 y PMV2, al tratarse de una fuente lineal se considera nulo y, en los puntos PMV3 y PMV4, al tratarse de una fuente puntual se considera igual a 0,5.
- α es la atenuación debida a la disipación de energía por el terreno que se determina aquí experimentalmente

En este caso, los resultados obtenidos en bandas de tercio de octava son similares en todos los puntos y, por tanto, se utilizarán posteriormente en el modelo de simulación de la situación futura los siguientes valores medios del coeficiente de atenuación:

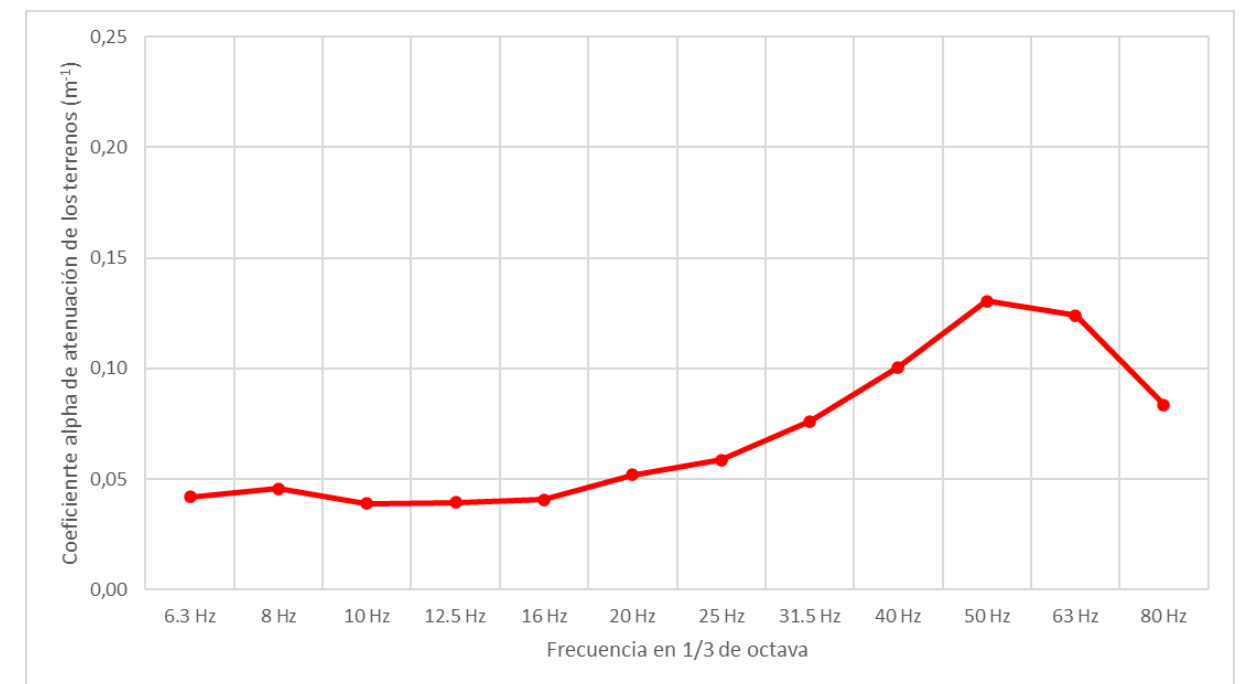


ILUSTRACIÓN 10 - COEFICIENTE DE ATENUACIÓN DEL TERRENO

5. CÁLCULOS EN LA SITUACIÓN FUTURA

5.1. METODOLOGÍA, MODELOS DE CÁLCULO Y DATOS CONSIDERADOS

Los cálculos están basados en un método analítico validado por comparación con otros métodos numéricos (Elementos Finitos) y con mediciones. Para ello, se determinan, mediante documentación técnica aportada, mediciones y/o experiencia previa, las características asumibles que describan el problema: propiedades de material rodante, superestructura, estructuras, terrenos y materiales en general.

5.2. EMISIÓN POR EL MATERIAL RODANTE

En una primera etapa, se estima la fuente de excitación con el método del impacto equivalente de Zimmermann-Eisenmann, es decir la fuerza temporal ejercida sobre los carriles por las ruedas de los ejes de los bogies de las tipologías de material rodante más desfavorables en el escenario de circulación. Esta teoría consiste en considerar una distribución uniforme en el contacto rueda/carril donde se representan como un cilindro y un plano, respectivamente. Además, de acuerdo con el modelo de Eisenmann adaptado por DB (Deutsche Bahn) para trenes de pasajeros, el factor de amplificación dinámica FAD se calcula en función de la velocidad V en km/h como:

$$FAD = 1 + t\varphi \left(1 + \frac{V-60}{380} \right),$$

Donde $t = 2$ es un factor correspondiente a un intervalo de confianza medio de 95,5% y $\varphi = 0,2$ un factor correspondiente a un estado de vía bueno.

Se considera entonces la velocidad más desfavorable, que suele ser la máxima, prevista en el escenario de circulación, del material rodante más desfavorable previsto en el escenario de circulación, es decir en este caso un material rodante tipo CAF Serie 8000 Lote 2, con una velocidad máxima nominal de 120 km/h, siendo la máxima del trazado comprendida entre 80 y 110 km/h en este caso, dependiendo de la alternativa y de los PP.KK.

Se consideraron los siguientes valores de material rodante:

- Carga por eje: 125 kN
- Masa no suspendida: 1200 kg/eje
- Diámetro de ruedas: 830 mm
- Distancia entre ejes del mismo bogie: 2,2 m
- Distancia entre bogies del mismo vagón: 11,1 m
- Distancia entre bogies adyacentes de diferentes vagones: 5,9 m

5.3. TRANSMISIÓN POR LA SUPERESTRUCTURA

A continuación, se consideran las masas, las rigideces y los factores de pérdida de todos los elementos que componen las superestructuras de vías a fin de determinar con el método de Zimmermann-Timoshenko la respuesta de este sistema masa-muelle a la fuerza excitadora calculada anteriormente.

En concreto, se ha considerado para la vía en placa un sistema de fijaciones adherizadas de rigidez dinámica de unos 35 kN/mm, que se instala sobre una losa de vía de unos 20 cm de espesor y en vía doble de unos 7 m de ancho en las secciones con tuneladora y unos 7,8 m en secciones en Mina (tipo Belga).

5.4. TRANSMISIÓN POR LAS ESTRUCTURAS Y EL TERRENO

Para tener en cuenta la transmisión en el terreno de las ondas vibratorias calculadas en la fase anterior, provocadas por cada punto de la superestructura ferroviaria, se aplica la expresión de Barkan:

$$v(d) = v(d_0) \cdot \left(\frac{d_0}{d} \right)^{\gamma} \cdot e^{\alpha(d_0-d)}$$

- Donde $v(d)$ es la vibración transmitida a una distancia d del eje del trazado,
- $v(d_0)$ es la vibración producida por la plataforma calculada anteriormente a la distancia d_0 , correspondiente a media anchura de la plataforma o estructura,

- γ es la atenuación geométrica del terreno (considerado homogéneo, isótropo y linealmente viscoelástico), debida a la expansión del frente de ondas y determinada experimentalmente,
- α es la atenuación debida a la disipación de energía por el terreno, considerada generalmente nula, y

En este caso, también se ha tenido en cuenta la masa de las 2 secciones de túnel con receptores sensibles:

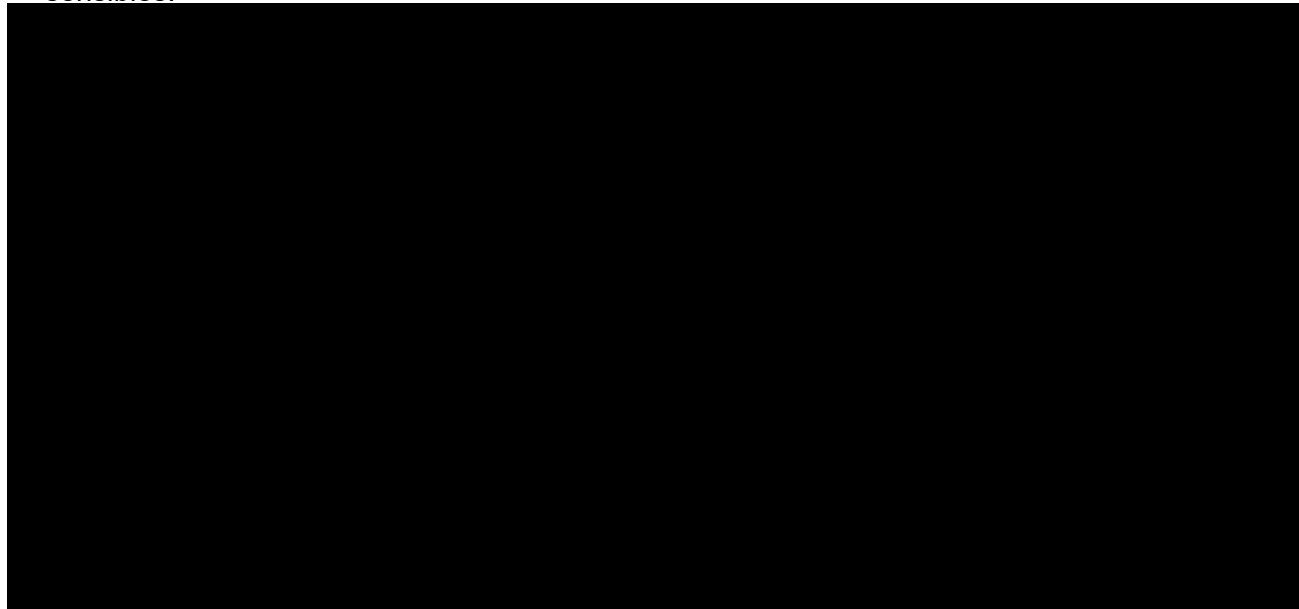


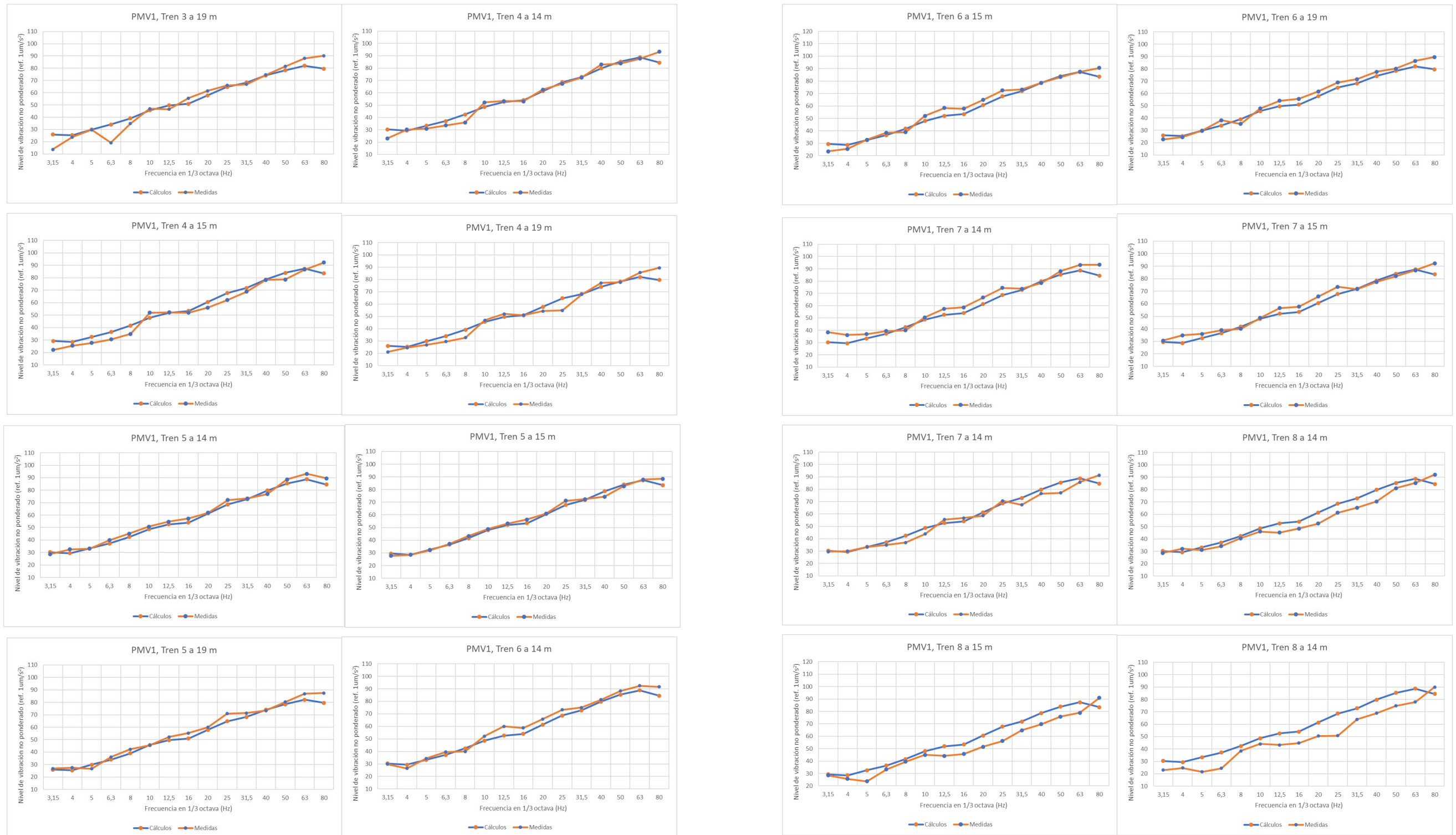
ILUSTRACIÓN 11 - SECCIONES TIPO

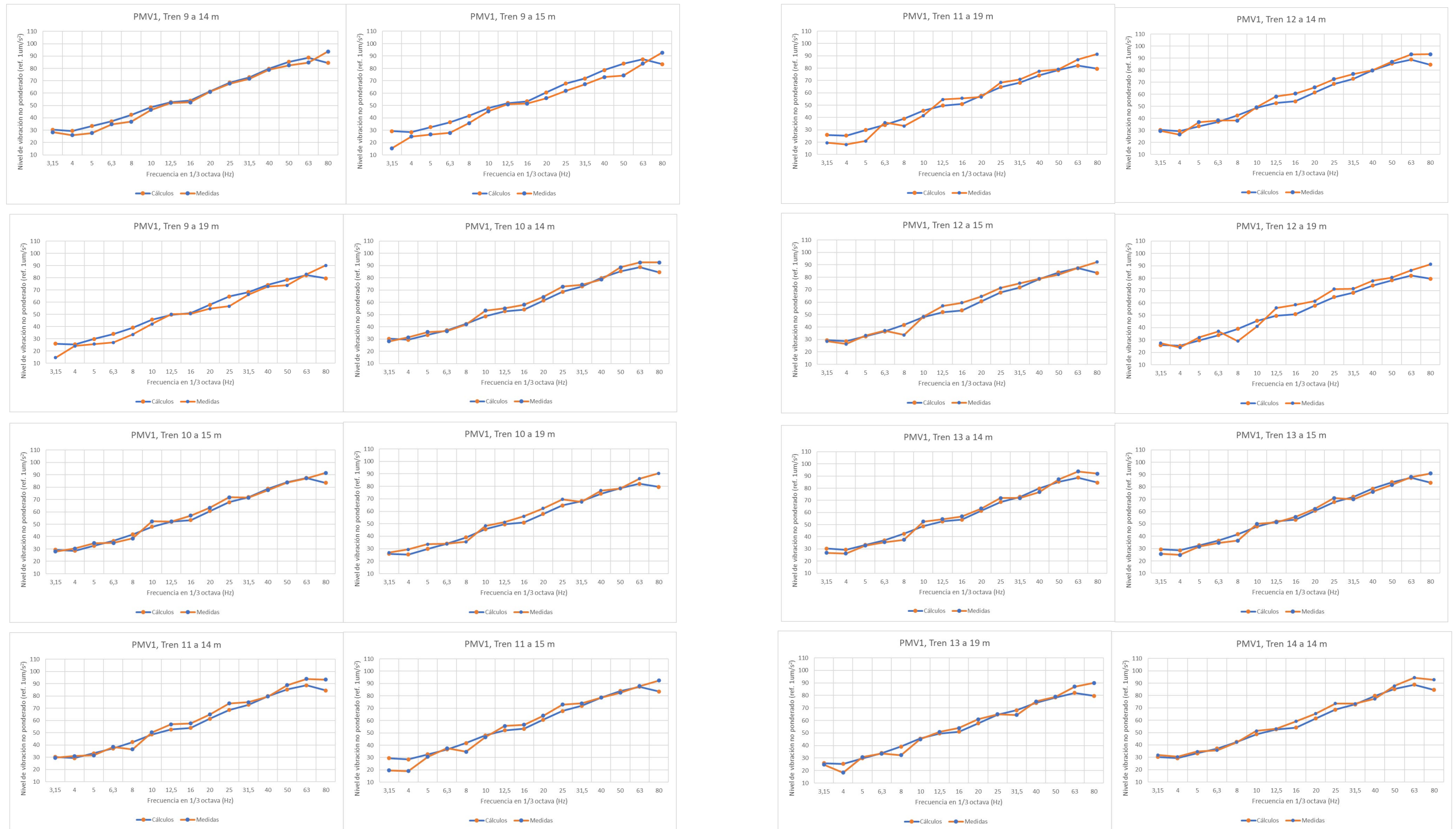
5.5. VALIDACIÓN DEL MODELO EN LA SITUACIÓN ACTUAL

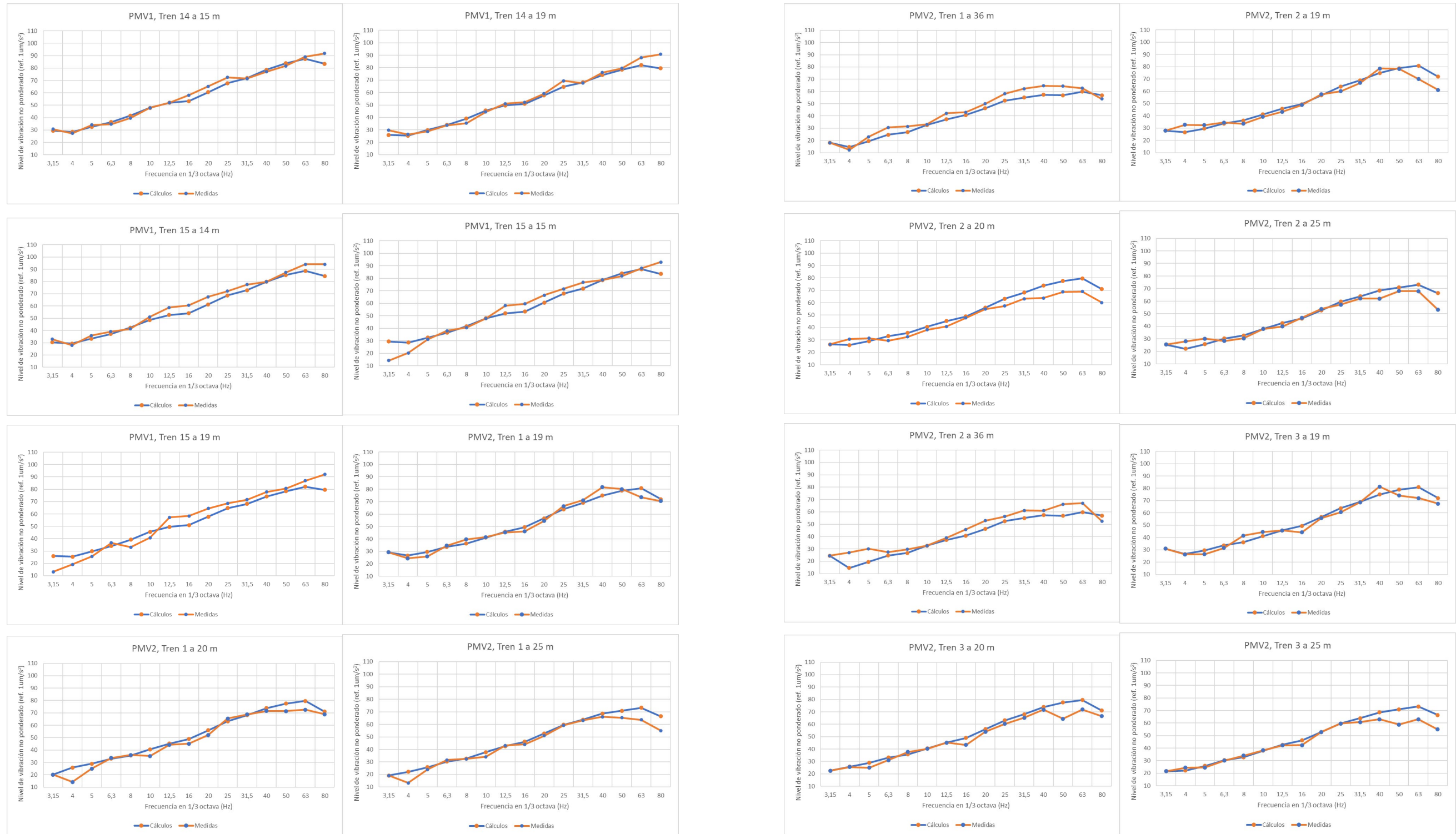
En este punto, se procede a la calibración del modelo en comparación con los resultados de las mediciones. Para eso, se ajusta la fuerza de excitación en la situación actual calculada inicialmente con el método del impacto equivalente de Eisenmann para que sea coherente con los resultados de las mediciones realizadas en cada banda de tercio de octava.

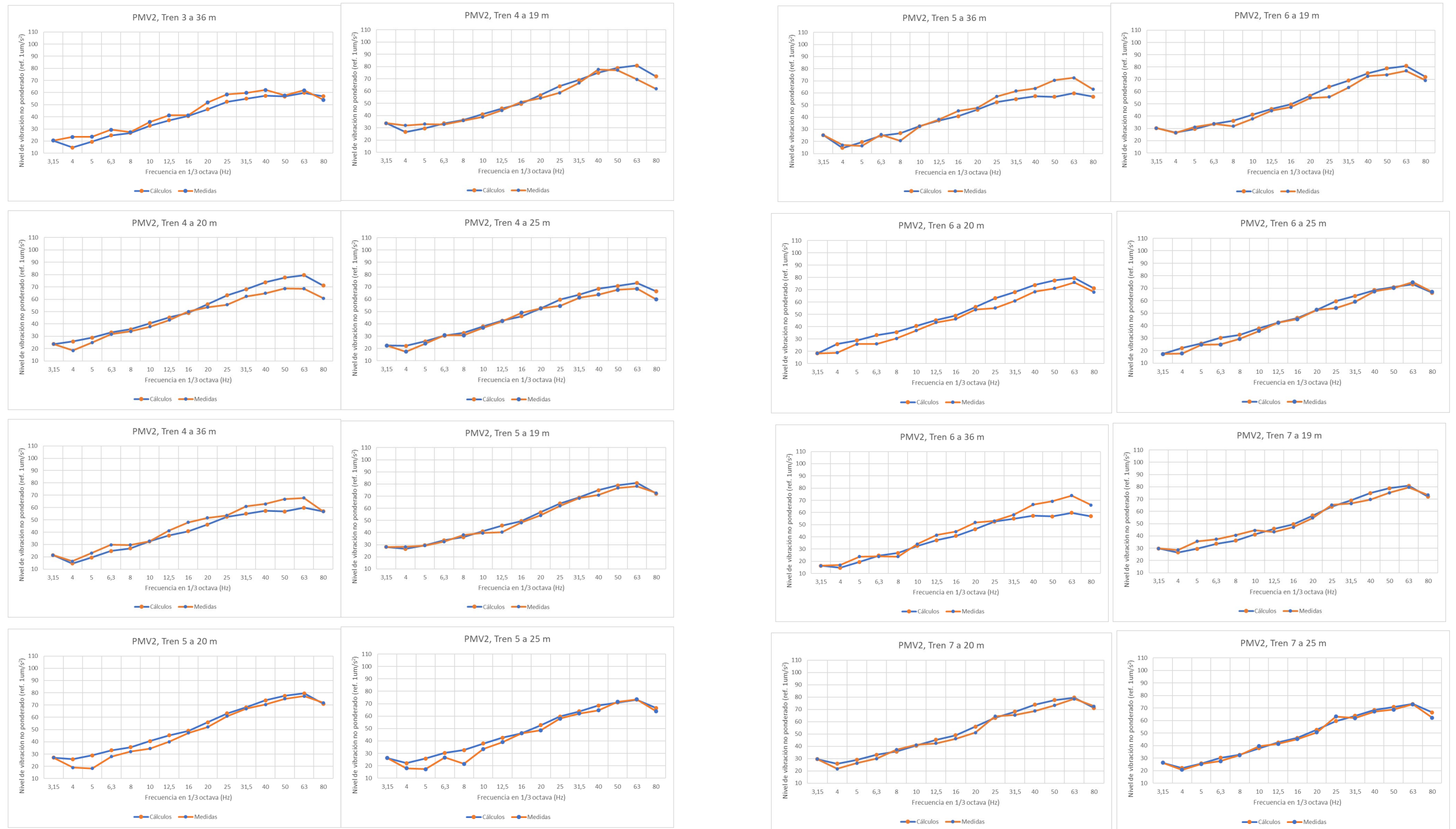
A continuación, se muestra la comparación entre los espectros triaxiales medidos y calculados para comprobar que el modelo se ajusta adecuadamente a las mediciones en general y en particular en las bandas de tercio de octava en las que los niveles son más altos:

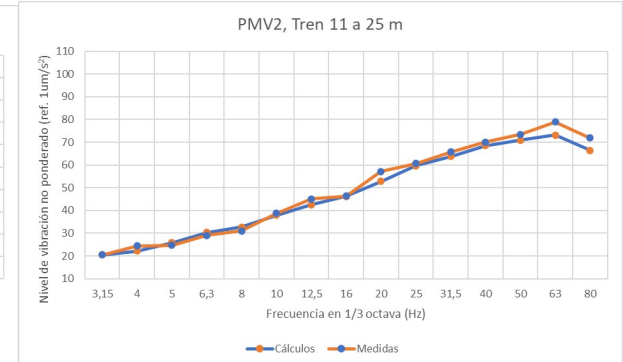
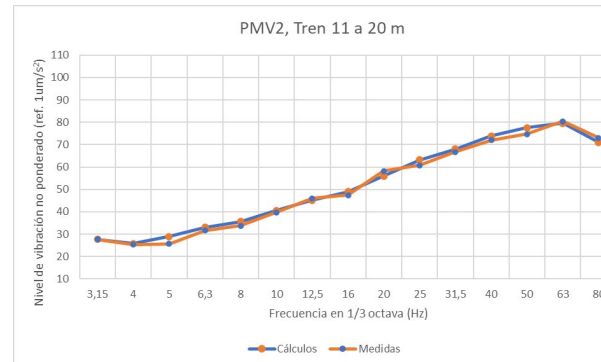
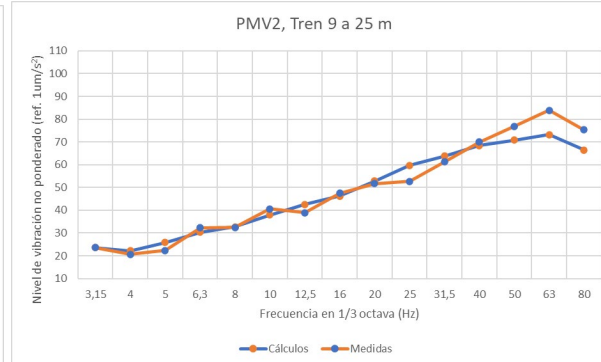
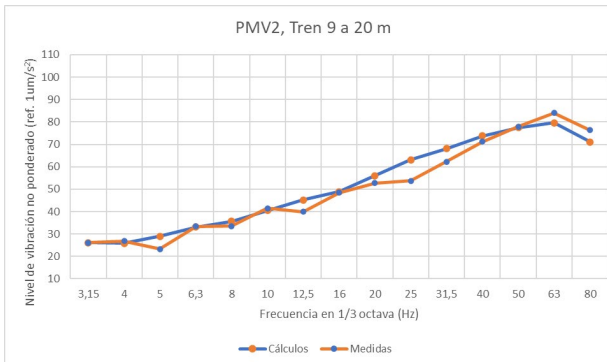
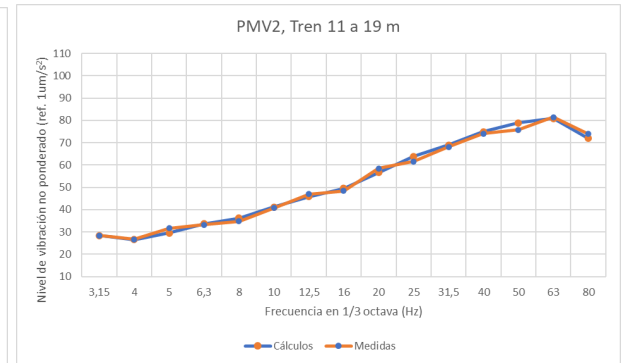
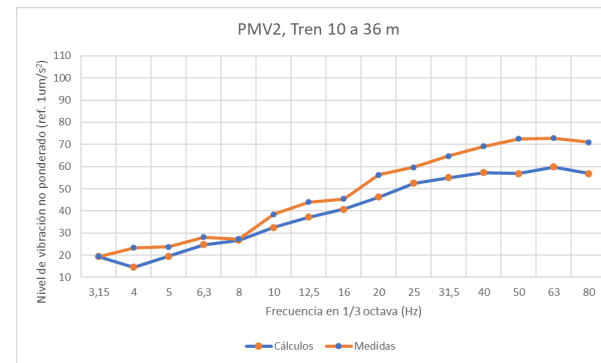
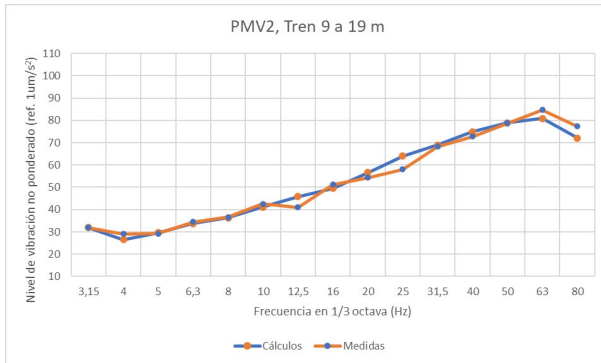
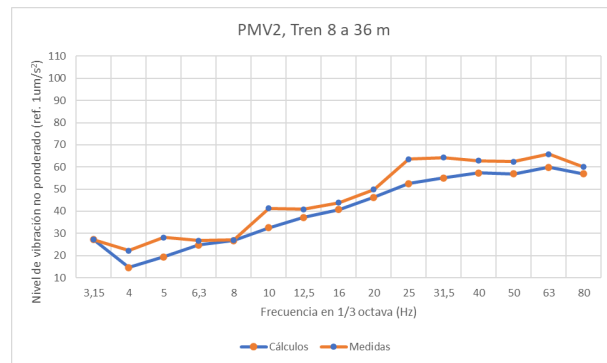
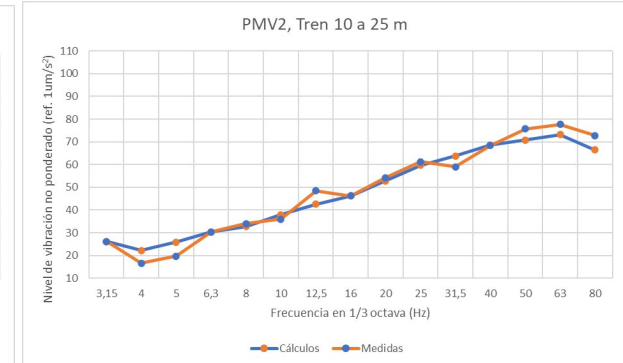
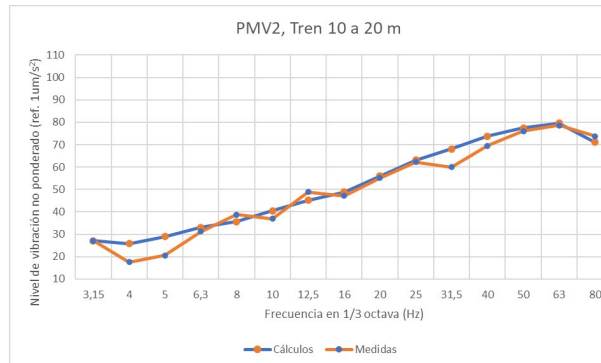
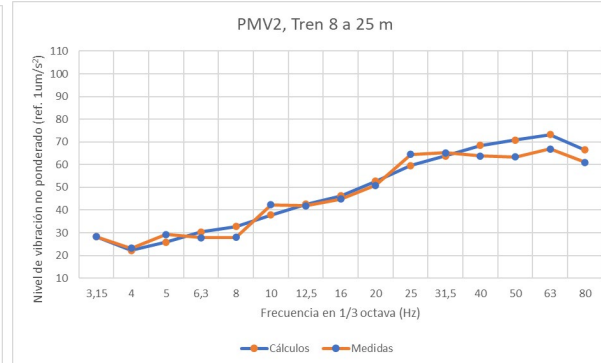
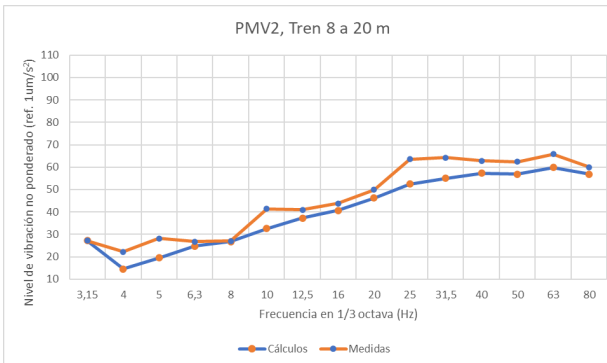
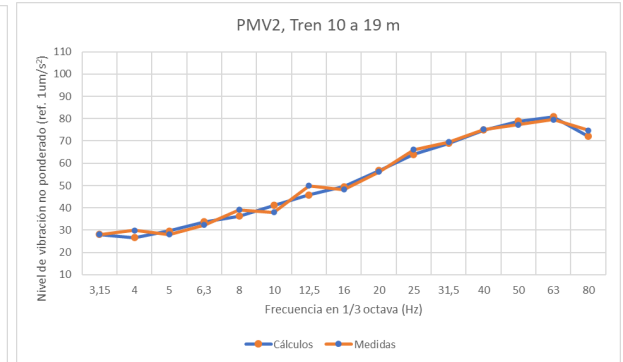
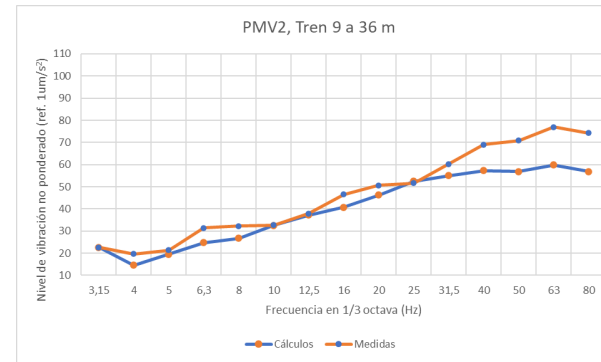
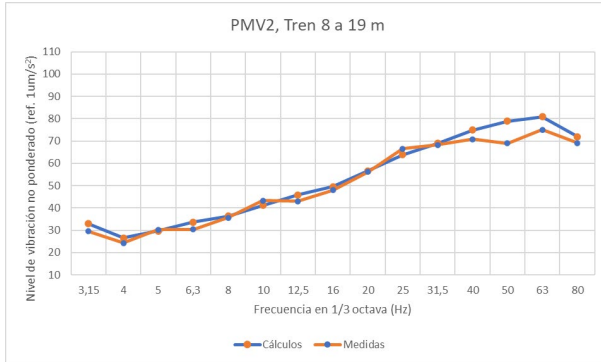
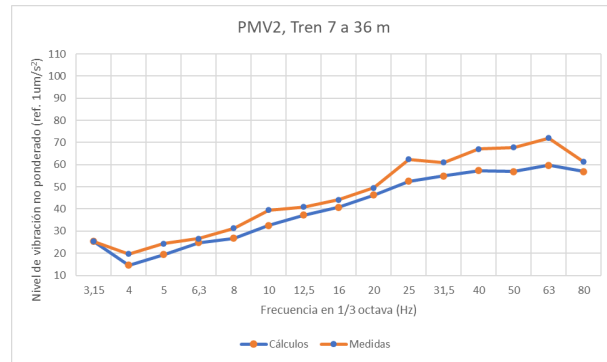












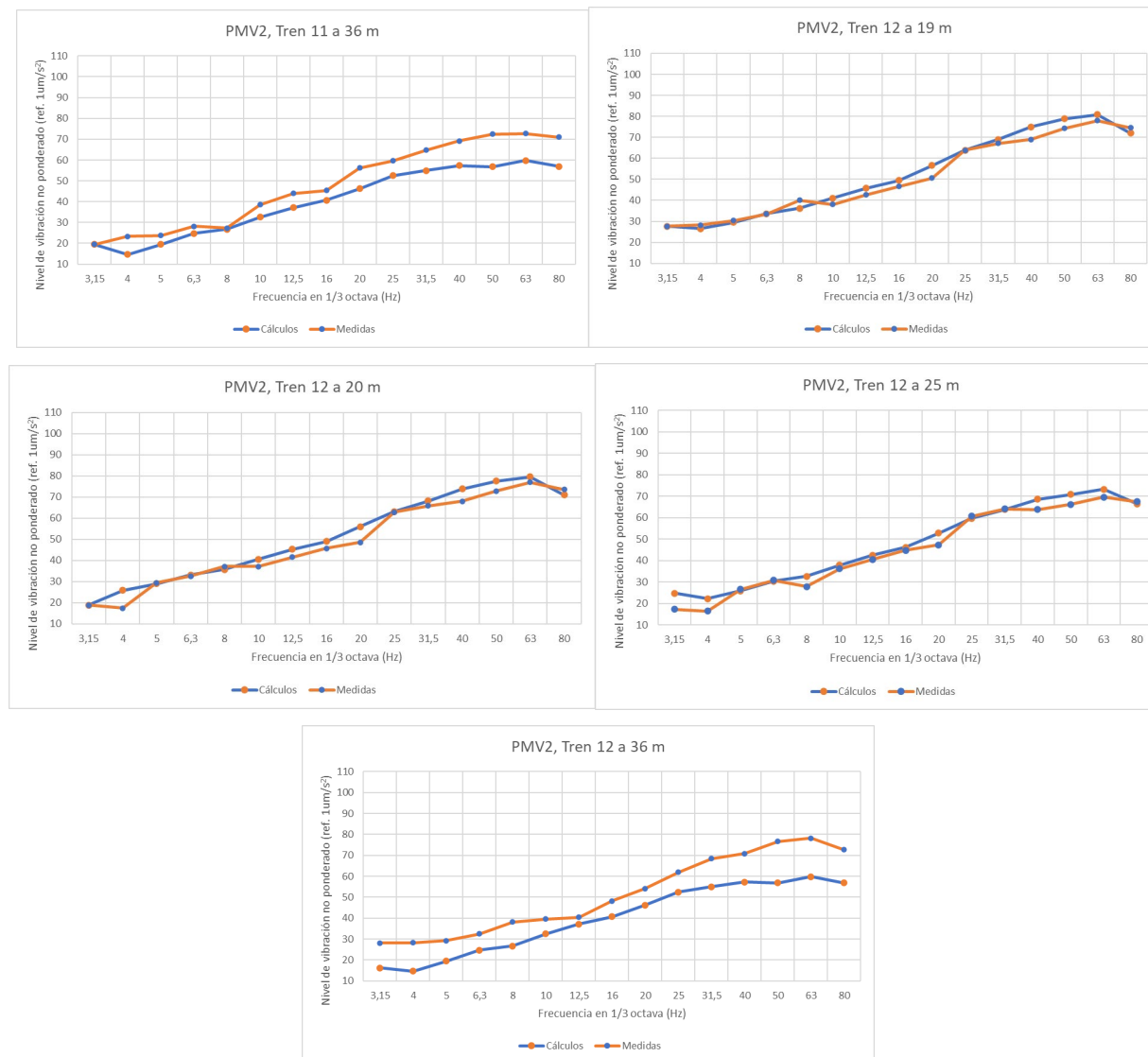


ILUSTRACIÓN 12 - VALIDACIÓN DE LOS ESPECTROS CALCULADOS CON LOS MEDIDOS

5.6. RECEPCIÓN EN LOS EDIFICIOS

Finalmente, tras determinar los niveles recibidos a cota de terreno a las diferentes distancias a las que se encuentran los edificios, se aplican las correcciones para llevar cuenta de la atenuación por acople entre terreno y cimentaciones y de la amplificación debida a los modos propios de los primeros forjados, etc.

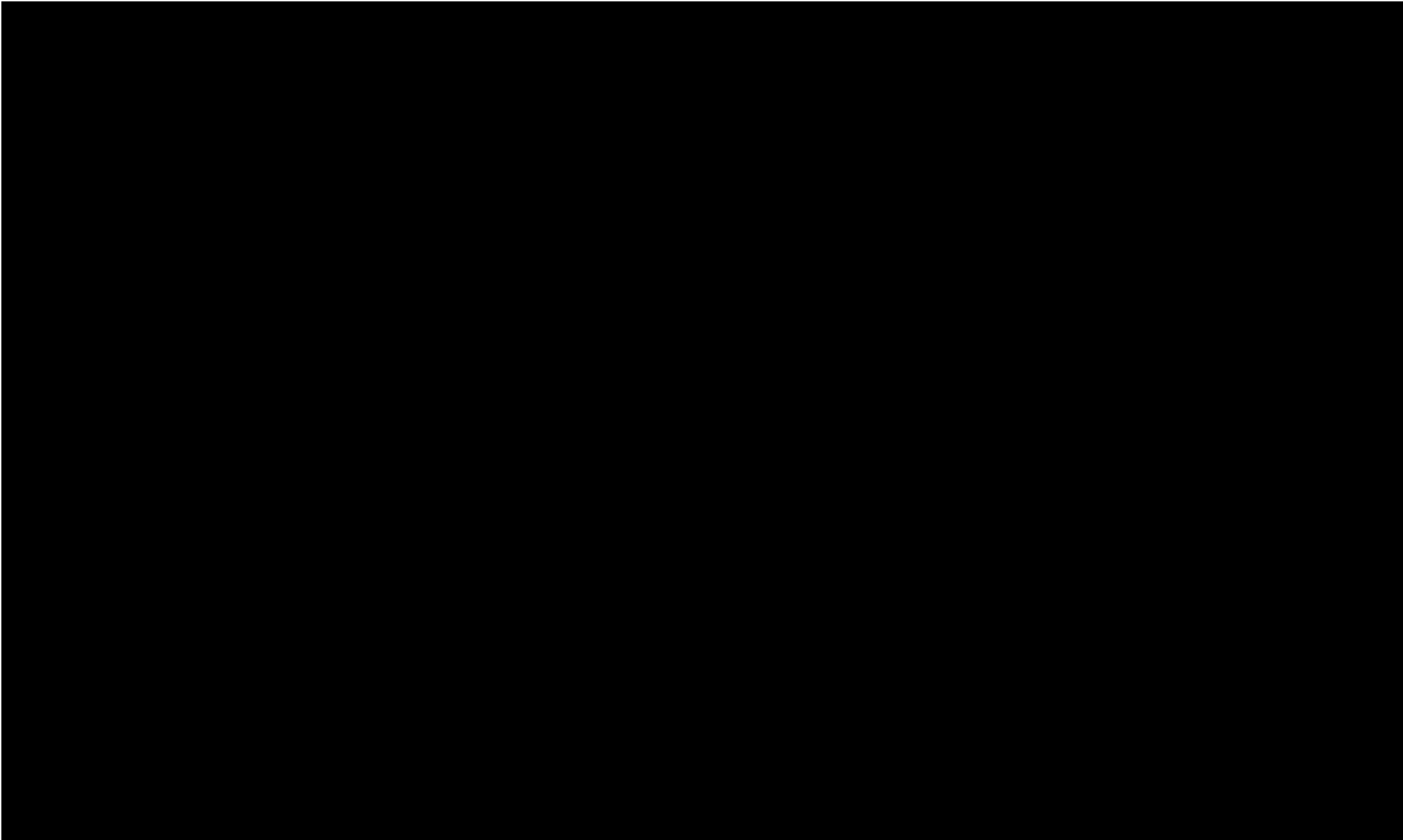
En concreto, para edificios de al menos una planta, se ha considerado una amplificación de 3 dB por resonancias de los forjados entre 20 y 40 Hz (0 dB a otras frecuencias), así como una atenuación por acople entre terreno y edificaciones dependiendo del número de plantas de los

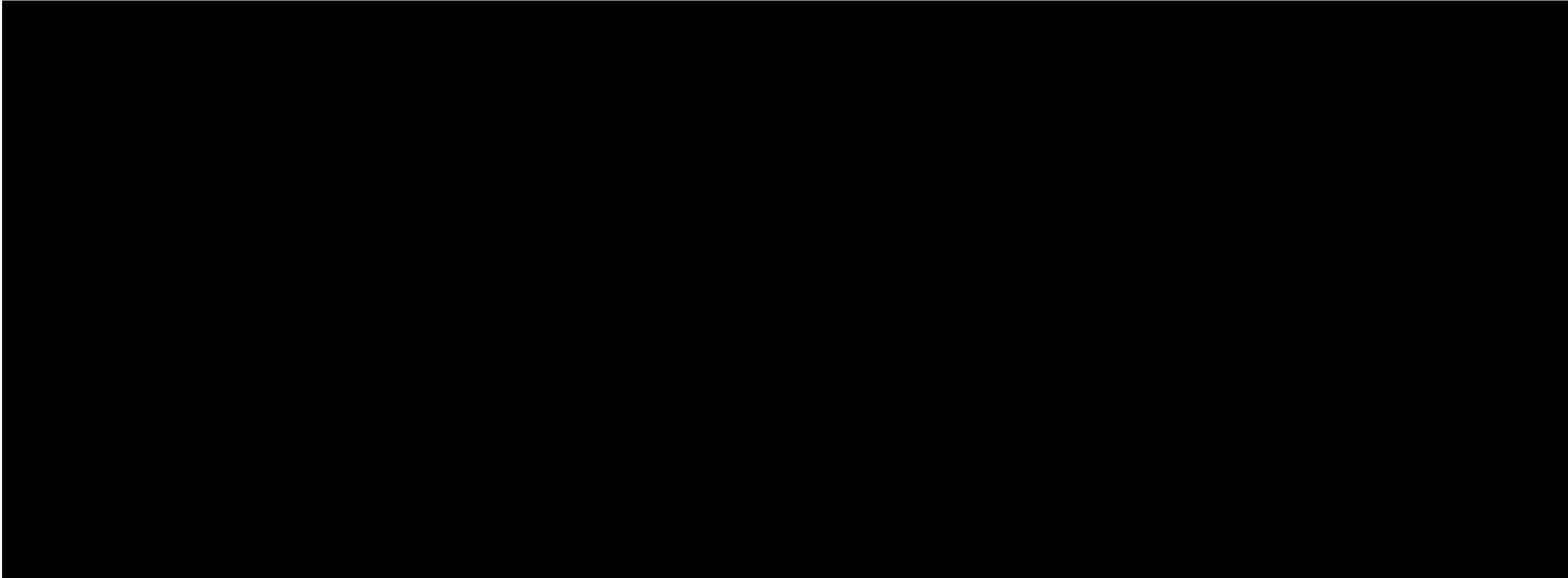
edificios.

5.7. RESULTADOS EN LA SITUACIÓN FUTURA

Tras realizar los cálculos descritos antes para llevar cuenta de la situación futura, el resultado final de los cálculos son los espectros de aceleración en tercio de octava previstos en la fase de explotación considerando las condiciones de circulación más desfavorables previstas y para todas las edificaciones inventariadas. De este modo se obtienen los índices de percepción vibratoria Law y K, conforme a la normativa aplicable.

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas, una por alternativa, en las que se señalan los incumplimientos en rojo:





6. MEDIDAS ANTIVIBRATORIAS

Se ha valorado el cumplimiento de los objetivos de calidad según el índice Law, correspondiente a las diferentes normativas en vigor.

La principal conclusión es que se espera que se superen los niveles normativos en algunos de los receptores.

Consecuentemente, se considera necesaria la implantación de medidas protectoras para cumplir con la legislación vigente. Además, en algún caso, se recomienda dar continuidad a la solución de mitigación para proteger receptores cercanos cuyo nivel previsible no queda significativamente inferior al límite exigible.

En estos tramos a proteger, se recomienda la instalación en la parte inferior y en los dos laterales de las losas armadas de un mínimo de 20 cm de espesor, preferiblemente 25 ó 30, dejando sobresalir la manta por el lateral por encima de la cota de la losa de vía. El uso de una mayor masa, o mayor espesor de losa, influye de forma positiva sobre el aislamiento vibratorio.

La rigidez dinámica de la manta se deberá dimensionar en el proyecto de construcción, ahí también se podrán calcular los niveles con medida protectora propuesta, pero esta manta debe ser especialmente diseñada para las vibraciones causadas por paso de trenes, es decir con máxima atenuación entre 40 y 80 Hz, que se caracteriza por sus propiedades optimizadas en cuanto a rigidez, resistencia a la fatiga, al envejecimiento térmico, al agua y al fuego.

También es necesario armar la losa de vía y tratar las partes laterales con una manta vertical de rigidez dinámica que puede ser la misma que para la manta horizontal o superior, es decir por ejemplo dos veces más rígida.

Se recomiendan zonas de transición de unos 15 metros lineales de vía antes y después de cada tramo con una manta dos veces más rígida que la de protección horizontal definida antes.

7. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

Se ha presentado aquí el estudio de vibraciones realizado en relación con el proyecto de ampliación de la línea L11 de Metro Madrid.

Para ello, se ha analizado la normativa de aplicación, concluyendo con el uso del indicador Law y sus valores máximos admisibles correspondientes, se han identificado los receptores sensibles, la fuente futura objeto de este proyecto, se ha realizado una campaña de mediciones para caracterizar el terreno desde el punto de vista vibratorio y comprobar el grado de afección causada por las fuentes actuales y finalmente, se han determinado los niveles de vibraciones en la situación futura para el tramo de ampliación que se contempla.

De ello se concluye que, en las condiciones analizadas, se recomienda la implantación de medidas protectoras para cumplir con la legislación vigente en los Puntos Kilométricos indicados antes para cada una de las alternativas.

APÉNDICE Nº1. PLANOS

ÍNDICE

- 1.- Localización
- 2.- Alternativas de estudio
- 3.- Puntos de medición
- 4.- Inventario de edificaciones
- 5.- Edificaciones afectadas. Alternativa 1
- 6.- Edificaciones afectadas. Alternativa 2
- 7.- Edificaciones afectadas. Alternativa 3
- 8.- Medidas correctoras. Alternativa 1
- 9.- Medidas correctoras. Alternativa 2
- 10.- Medidas correctoras. Alternativa 3

APÉNDICE 4. INVENTARIO DEL ARBOLADO

APÉNDICE Nº 4. INVENTARIO DEL ARBOLADO

TÍTULO
ESTUDIO INFORMATIVO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID

DOCUMENTO
INVENTARIO DEL ARBOLADO

CONTROL DE EDICIONES		
VERSIÓN	FECHA	OBSERVACIONES
1.0	20/08/2025	
2.0		
3.0		

APÉNDICE Nº 4 INVENTARIO DEL ARBOLADO

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2	MARCO LEGAL.....	1
3	INVENTARIO DEL ARBOLADO	3

APÉNDICES

APÉNDICE 1.	LISTADO	5
APÉNDICE 2.	PLANOS	8

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento se enmarca en el contrato de *REDACCIÓN DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN SUR DE LA LÍNEA 11 DEL METRO DE MADRID*, cuyo adjudicatario (Orden del Consejero de Vivienda, Transportes e Infraestructuras de fecha 11 de marzo de 2024) es la UTE AMPLIACIÓN SUR LÍNEA 11 METRO, formada por las empresas PROES CONSULTORES, S.A. – BAC ENGINEERING CONSULTANCY GROUP, S.L.U, siendo el promotor la Dirección General de Infraestructuras de Transporte Colectivo de la Comunidad de Madrid.

El objeto del contrato consiste en la redacción del Proyecto Constructivo correspondiente a la ampliación sur de la línea 11 del Metro de Madrid, desde la estación de La Fortuna hasta la línea 10 de Metro de Madrid.

A diferencia del árbol presente en los bosques o en el ámbito rural, en la ciudad el arbolado cumple estrictamente funciones sociales, no reconociéndosele una función productiva como en los casos de la actividad silvícola frutícola. Su plantación se realiza para aprovechar el espacio público y aumentar el bienestar de sus habitantes, destacando entre otras funciones los de: brindar sombra y refrescar el aire circundante, producir oxígeno, regular la humedad ambiental, disminuir ruidos, atenuar los vientos, retener partículas sólidas (hollín y polvo), y también gérmenes ambientales, embellecer las vías de tránsito y las viviendas, retener el agua de lluvia, etc.

El objeto de este documento es valorar el estado y proponer actuaciones sobre los ejemplares arbóreos afectados por la infraestructura proyectada. Descripción del Fondo de Saco de Final de L11

2 MARCO LEGAL

En este sentido, el marco normativo vigente contempla la protección del arbolado como principio general de todas las actuaciones y el orden de prioridad con que deben ser aplicadas las acciones sobre el arbolado: mantenimiento y trasplante, y la tala como opción de último recurso (Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid- en su redacción dada mediante modificación por la Ley 7/2024, de 26 de diciembre, de Medidas para un desarrollo equilibrado en materia de medio ambiente y ordenación del territorio), y art. 209 de la Ordenanza General de Protección del Medio

Ambiente Urbano, de 24 de julio de 1985 - en su redacción dada mediante modificación de 27 de noviembre de 2018).

Así, los artículos 1 y 2 de la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid establecen:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación.

1. Constituye el objeto de la presente ley el fomento y protección del arbolado urbano como parte integrante del patrimonio natural de la Comunidad de Madrid.

Las medidas protectoras que establece esta ley se aplicarán a todos los ejemplares de cualquier especie arbórea con más de diez años de antigüedad o veinte centímetros de diámetro de tronco al nivel del suelo que se ubiquen en suelo urbano.

2. A los efectos de la presente ley, se considera ejemplar arbóreo a todo vegetal leñoso con un tronco principal que se ramifica a una cierta altura del suelo y que, en su madurez, alcanza una altura mínima de 5 metros, así como las palmeras (familia Arecaceae).

Todos los rebrotes de cepa o de raíz procedentes de un mismo individuo, se consideran un único ejemplar

Artículo 2. Prohibición de tala.

1. Queda prohibida la tala de todos los árboles protegidos por esta Ley que no haya sido previamente autorizada por la Administración competente.

2. Cuando este arbolado se vea necesariamente afectado por obras de reparación o reforma de cualquier clase, o por la construcción de infraestructuras o por su presencia en el interfaz urbano forestal, se procederá a su trasplante.

3. En aquellos casos en los que la tala sea la única alternativa viable acreditada la inviabilidad del trasplante por técnico competente, se exigirá, en la forma en que se establezca, la plantación de un ejemplar adulto de la misma especie por cada año de edad del árbol eliminado, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 2 bis y 2 ter.

[...]

5. En el caso de setos constituidos por especies arbóreas, únicamente se exigirá como reposición por la eliminación de los ejemplares arbóreos protegidos por esta ley que los formen, un ejemplar adulto por cada dos metros lineales de seto.

[...]

7. A los efectos de la presente ley tendrán la consideración de tala el arranque o abatimiento de árboles.

Artículo 2 bis. Excepciones a la prohibición de tala.

1. Constituirán una excepción a la prohibición de tala del arbolado urbano protegido los siguientes supuestos:

a) Que el árbol se encuentre seco.

b) Que el árbol se encuentre severamente dañado por plagas y/o enfermedades o daños abióticos que comprometan su viabilidad futura, debiendo acreditarse este extremo mediante informe técnico suscrito por un facultativo competente, motivando la necesidad de la tala y la falta de viabilidad de tratamiento y recuperación.

c) Que el árbol suponga un riesgo para la seguridad de las personas o bienes, debiendo acreditarse dicho riesgo mediante informe técnico justificativo firmado por un facultativo competente.

d) En el caso de que la necesidad de tala se deba a daños causados por el árbol sobre estructuras (cimientos, muros, saneamientos, etc.), debiendo acreditarse dichos daños mediante informe técnico justificativo firmado por un facultativo competente que avale también la imposibilidad de tratamiento alternativo a la tala.

e) Que se trate de una especie exótica invasora de acuerdo a la normativa de aplicación y avalado por informe técnico suscrito por un facultativo competente.

En estos casos, se podrá proceder a la tala del ejemplar arbóreo, previa autorización del órgano municipal competente, y se exigirá como reposición por la eliminación del ejemplar arbóreo la plantación de un ejemplar adulto de la misma especie, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 2 ter.

2. En el caso de ejemplares arbóreos catalogados como árboles singulares se estará a lo dispuesto en su legislación específica.

Artículo 2 ter. Compensaciones por tala de arbolado.

1. En aquellos casos en los que la tala sea la única alternativa viable, se procederá a la plantación de árboles adultos de la misma especie, sin perjuicio de lo establecido en el apartado 5, en la cantidad descrita en esta ley en función de cada caso, prioritariamente en la finca o parcela en que se encontraba el árbol eliminado, siempre y cuando el espacio físico lo permita.

2. En el supuesto de que el titular de la autorización de la tala no disponga de espacio suficiente y adecuado para realizar la reposición del arbolado a través de nuevas plantaciones, podrá ceder al servicio municipal competente aquellos ejemplares que no hayan sido repuestos, para su plantación en espacios públicos del término municipal.

[...]

5. En todos los supuestos, si el ejemplar objeto de reposición se correspondiera con especies catalogadas como exóticas invasoras por la legislación vigente en la materia, o con especies con los pólenes más alergénicos en la Comunidad de Madrid, se sustituirán por otra especie análoga de valor equivalente, a determinar por el órgano municipal competente en el otorgamiento de la autorización de tala. En el caso de especies que presenten problemas de adaptación al medio urbano, el órgano municipal competente podrá modificar la especie a compensar previa justificación de dicha inadaptación por técnico competente.

Artículo 6 bis. Protección del arbolado afectado por obras.

Durante la ejecución de obras o construcción de infraestructuras se tomarán las medidas necesarias para garantizar la protección del arbolado cuya tala no haya sido autorizada. Por su parte, el artículo 209 de la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano, de 24 de julio de 1985 (en su redacción dada mediante modificación de 27 de noviembre de 2018) establece:

1. Con carácter general, para la buena conservación y mantenimiento de las diferentes especies vegetales de las zonas verdes, no se permitirán los siguientes actos:

a) Toda manipulación en los elementos vegetales que produzcan daños en los mismos.

[...]

c) Talar, arrancar o abatir árboles situados en espacios públicos o privados, sin el informe preceptivo del órgano competente. Dicho informe se solicitará en el procedimiento de licencia urbanística, conforme a lo previsto en la ordenanza en materia de licencias y declaraciones responsables urbanísticas.

d) Podar árboles situados en espacios privados, sin la previa comunicación en modelo normalizado al órgano competente.

[...]

2. En caso de que fuera imprescindible la tala de un árbol, con independencia de la sanción que pudiera corresponder por realizar la tala sin licencia, el autor o autores de los hechos deberán reponer al patrimonio arbóreo de la ciudad un mínimo de ejemplares igual al de los años que tuviera el árbol afectado y con las características que defina el órgano competente. No obstante, cuando el árbol talado esté considerado como especie exótica invasora, se aplicará lo previsto en la normativa en materia de patrimonio natural y biodiversidad.

Respecto a la protección del arbolado regulada por el Plan General de Ordenación Urbana, el artículo 6.10.18 Protección del arbolado establece:

1. El arbolado existente en el espacio público, aunque no haya sido calificado como zona verde o espacio de recreo y expansión, ni esté catalogado deberá ser protegido y conservado. Cuando sea necesario eliminar algunos ejemplares por causa de fuerza mayor imponderable, se procurará que afecten a los ejemplares de menor edad y porte.

2. Toda pérdida de arbolado en la vía pública deberá ser repuesta de forma inmediata. Por otro lado, el artículo 2 de la Ley 21/2013, que prevé los Principios de la evaluación ambiental, apartado c) establece el orden de acción preventiva, corrección y compensación de los impactos sobre el medio ambiente.

De la consideración conjunta de las previsiones anteriores se concluye que la aplicación de la acción preventiva afecta a la fase de diseño (planteamiento del trazado y técnicas constructivas) del proyecto para evitar afectar al árbol. En el caso de que el promotor descarte técnicamente poder evitar la afección, planteará el trasplante (acción correctora) del arbolado. Y cuando el trasplante resultase justificadamente inviable se establecerá la compensación.

Del mismo modo, cabe concluir que aun cuando la Ley 8/2005, de 26 de diciembre, de protección y fomento del arbolado urbano de la Comunidad de Madrid establece un régimen de protección expreso para los ejemplares de una determinada edad o tamaño, dejando fuera del ámbito de la misma los que están por debajo del umbral anterior, no es menos cierto que la redacción de la Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano, vigente desde 1985, prohíbe los daños a los elementos vegetales y recoge que cuando la tala sea imprescindible se realizará una compensación, debiendo entenderse que cuando no quepa por tanto el trasplante.

3 INVENTARIO DEL ARBOLADO

Se realiza un inventario del arbolado afectado identificando la información relevante de cada árbol, la solicitud de actuación concreta en cada caso, y analizando, de forma individualizada, la viabilidad técnica, o en su caso, la inviabilidad técnica del trasplante -lo que conllevaría la tala-, incluyendo el coste económico. En concreto el inventario contiene los siguientes anexos:

- Listado resumen de todos los individuos afectados.
- Plano o croquis donde se indiquen, sin lugar a equívoco, las posiciones arboladas afectadas, con una referencia para su estudio individual.

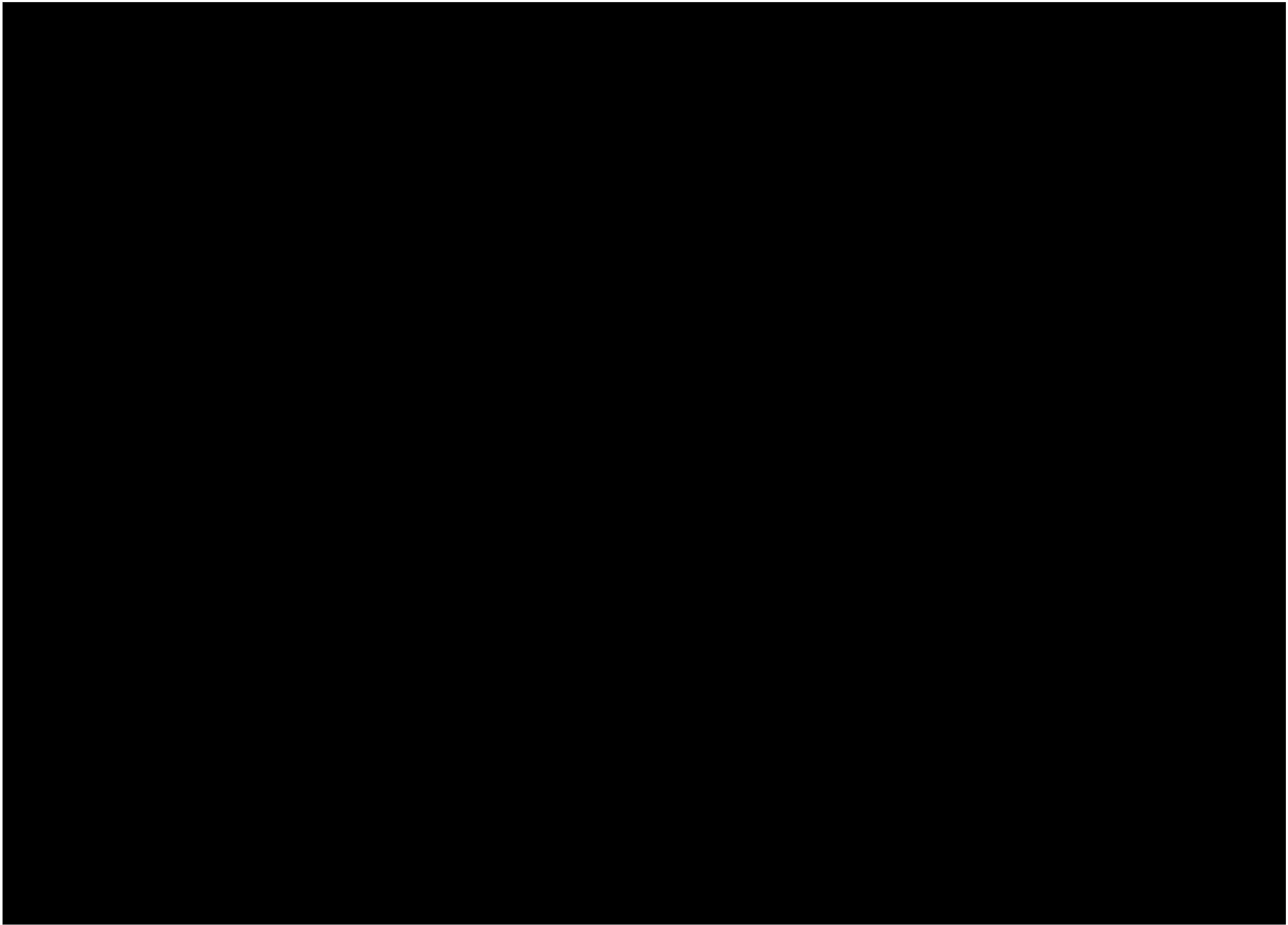
APÉNDICES

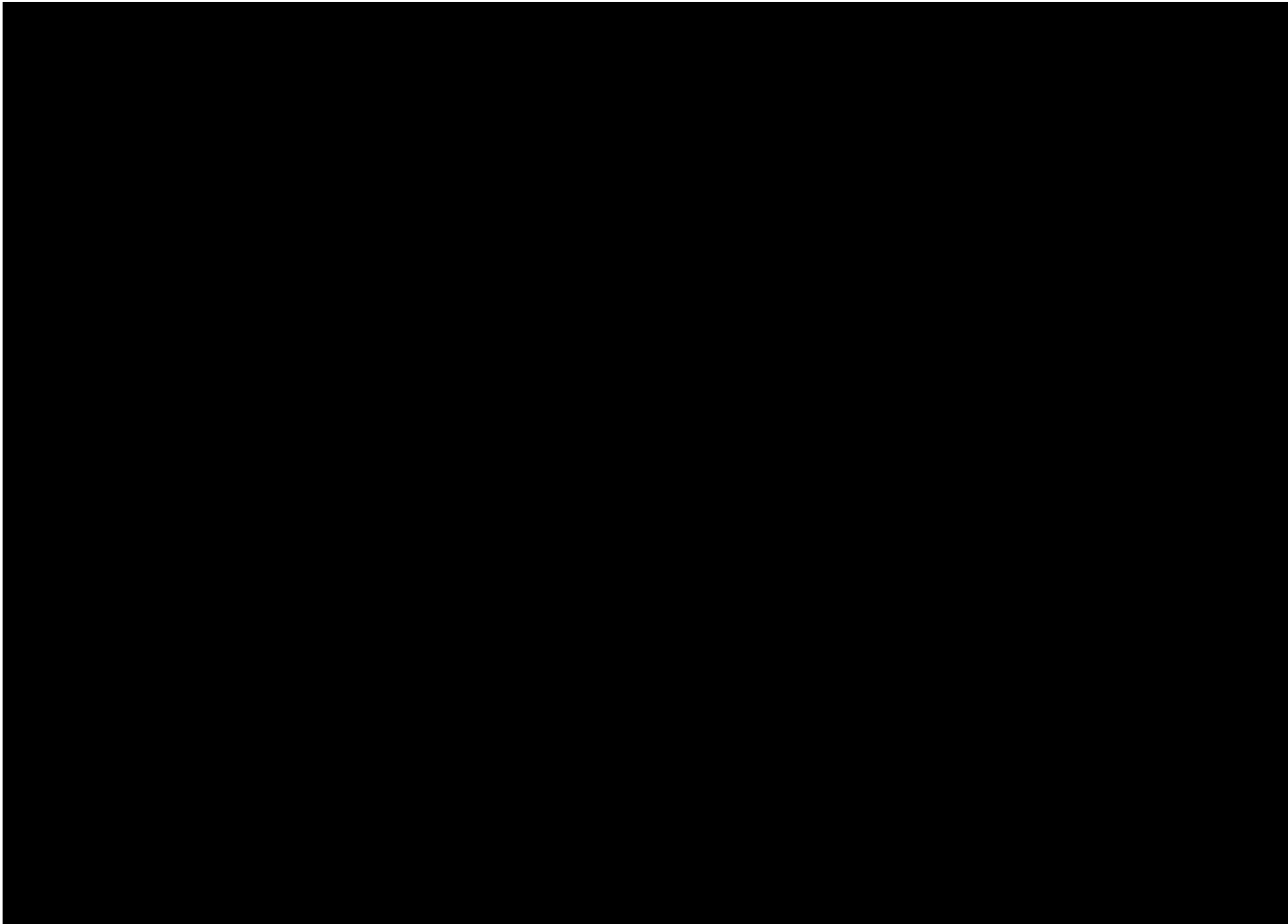
APÉNDICE 1. LISTADO

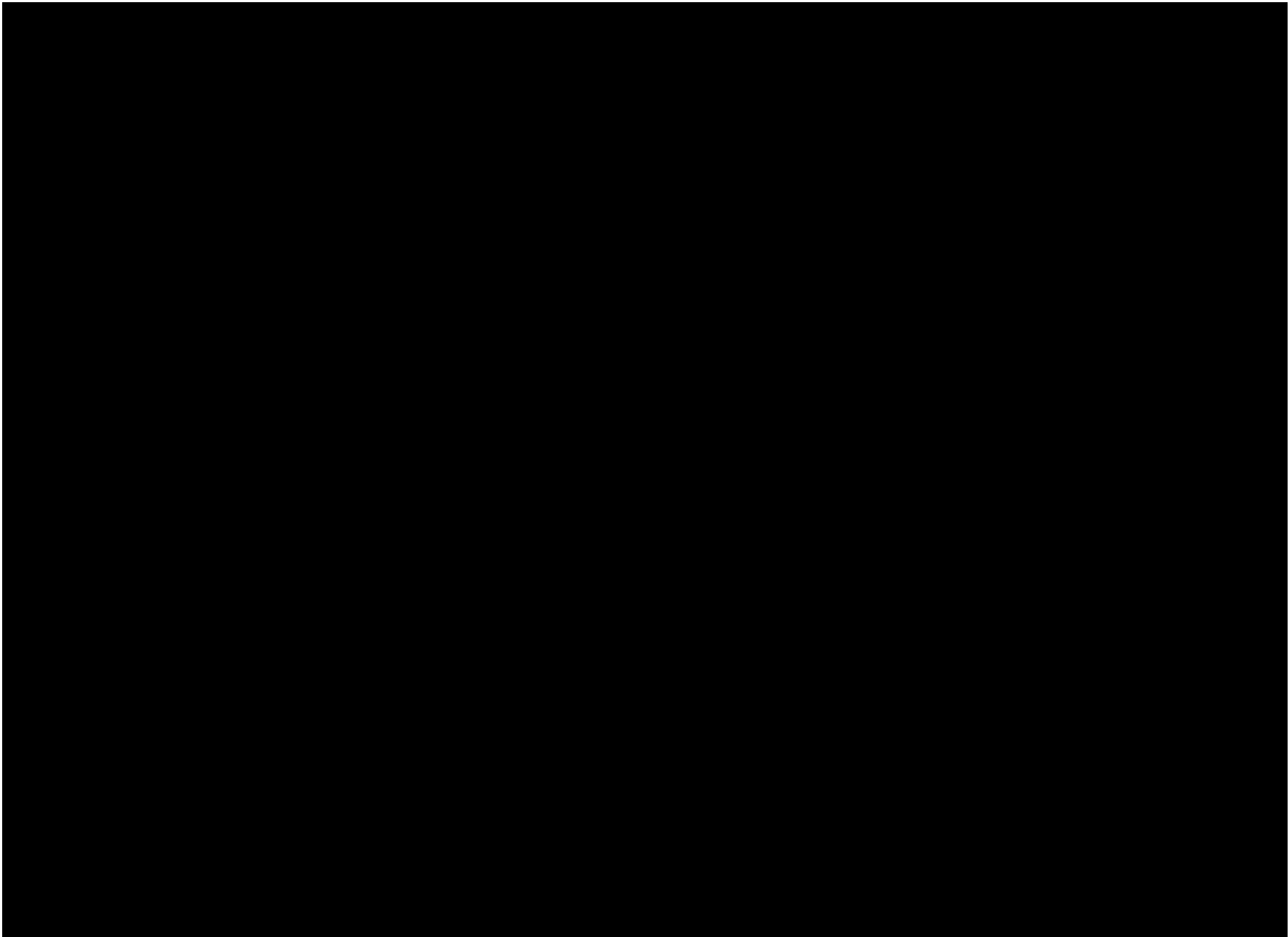
ALTERNATIVA	Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EDAD ESTIMADA	PERIMETRO (cm)	ALTURA (m)	ESTADO
1	1	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	2	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	3	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	4	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	5	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	6	Platanus hipánica	Plátano de sombra	-	66	10	Bueno
	7	Platanus hipánica	Plátano de sombra	-	39	9	Bueno
	8	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	9	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	10	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	11	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	12	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	13	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	14	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	15	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	16	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		49	6,5	Bueno
	17	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		97	8	Bueno
	18	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		40	4,5	Bueno
	19	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	3	Bueno
	20	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		16	4,5	Bueno
	21	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	4	Bueno
	22	Magnolia grandiflora	Magnolio		26	4	Bueno
	23	Styphnolobium japonicum	Acacia del Japón		14	3,5	Bueno
	24	Robinia pseudoacacia	Falsa acacia		66	6	Bueno
	25	Magnolia grandiflora	Magnolio		25	3,25	Bueno
2	1	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	2	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	3	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	4	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	5	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	6	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	7	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	8	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	9	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	10	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	11	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	12	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	13	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	14	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	15	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	16	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	17	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido

ALTERNATIVA	Nº	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EDAD ESTIMADA	PERIMETRO (cm)	ALTURA (m)	ESTADO
	18	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	19	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
	20	desconocido	desconocido	-	-	-	Desconocido
3	1	Ulmus pumila	Olmo	-	-	-	Bueno
	2	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	165	15	Bueno
	3	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	72	10	Bueno
	4	Ulmus pumila	Olmo	-	235	15	Bueno
	5	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	76	9,5	Bueno
	6	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	135	14	Bueno
	7	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	131	12	Bueno
	8	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	116	11,5	Bueno
	9	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	63	8	Bueno
	10	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	89	9	Bueno
	11	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	25	4	Bueno
	12	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	25	3,75	Bueno
	13	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	54	4	Bueno
	14	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	29	3,5	Bueno
	15	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	51	3,5	Bueno
	16	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	39	3	Bueno
	17	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	48	3,5	Bueno
	18	Ilex aquifolium	Acebo	-	51	2,25	Bueno
	19	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	45	3,5	Bueno
	20	Celtis australis	Almez	-	45	6,5	Bueno
	21	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	75	10	Bueno
	22	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	96	10	Bueno
	23	Fraxinus excelsior	Fresno común	-	33	3,5	Bueno
	24	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	155	15	Bueno
	25	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	99	15	Bueno
	26	Platanus x hispanica	Plátano de sombra	-	79	8,5	Bueno
	27	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	25	5	Bueno
	28	Cedrus deodara	Cedro llorón	-	39	6	Bueno
	29	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	51	5,5	Bueno
	30	Celtis australis	Almez	-	55	4	Bueno
	31	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	62	5	Bueno
	32	Prunus cerasifera subsp. pissardii	Ciruelo púrpura	-	53	3,5	Bueno
	33	Pinus pinea	Pino piñonero	-	144	7	Bueno
	34	Pinus pinea	Pino piñonero	-	159	5,5	Bueno

APÉNDICE 2. PLANOS







APÉNDICE 5. RELACIÓN DE EXPLOTACIONES PARA EL VERTIDO DE TIERRAS EXCEDENTES

**RELACIÓN DE EXPLOTACIONES QUE TIENEN APROBADO EN EL PLAN DE RESTAURACIÓN EL VERTIDO DE TIERRAS EXCEDENTES DE EXCAVACIÓN NO CONTAMINADAS DE PROCEDENCIA EXTERNA Y QUE ACTUALMENTE REALIZAN LABORES DE RESTAURACIÓN
(Datos actualizados a fecha 28/01/2025)**

Nº REG	NOMBRE	TITULAR	TÉRMINO MUNICIPAL	COORDENADAS DE REFERENCIA (ETRS89)
A009	LA DEHESILLA	GRAVERAS PERALES, S.L.	ALDEA DEL FRESNO	X: 396237 Y: 4461006
A010	ROMÁN	SODIRA IBERIA, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA	X: 454080 Y: 4457817
A040	CANTO DEL GUARRO	CONSTRUCCIONES Y EXCAVACIONES M. RODRIGUEZ, S.A.	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS	X: 383812 Y: 4467458
A057	LAS MANTECAS	CAMPING LAGOS COTO CISNEROS, S.A.	SAN MARTÍN DE LA VEGA	X: 456583 Y: 4460621
A060	LA ESPERILLA	SODIRA IBERIA, S.A.	ARGANDA DEL REY	X: 457136 Y: 4460604
A092	LA SOLANA	RAQUEL APORTA UÑA Y MIRIAM APORTA UÑA	GETAFE	X=445889 Y=4460930
A100	SALMEDINA	D. CLAUDIO KIRKPATRICK HERNÁNDEZ-ROS	RIVAS-VACIAMADRID	X: 451624 Y: 4461306
A111	SOTO PAJARES	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	SAN MARTÍN DE LA VEGA	X: 454606 Y: 4458962
A121	GÓMEZ	TRANSPORTES E. SAEZ, S.L.	VILLALBILLA	X: 470365 Y: 4475280
A184	ARIDOS ROMAN 2ª FASE	SODIRA IBERIA, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA	X: 455123 Y: 4457631
A192	DEHESA DOS	CONSTRUCTORA ROSAFÉ, S.L.	CHAPINERIA	X: 395694 Y: 4471855
A225	GERAFÍN	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE RECURSOS, S.L. (INDERSA)	ALCALÁ DE HENARES	X: 468559 Y: 4478849
A239	EL VERDEGUERAL (II AMPLIACION)	SOTO E HIJOS S.A.	GETAFE	X=446307 Y=4461792
A246	OLIVIA	SODIRA IBERIA, S.L.	VALDILECHA	X: 475002 Y: 4463197
A262	EL MONTE	SODIRA IBERIA, S.L.	VALDILECHA	X: 476009 Y: 4462477
A276	LA INSUPERABLE	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA	X: 474526 Y: 4462767
A315	EL SOTILLO	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS	X: 450082 Y: 4442971
A330	ÁRIDOS NAVARRO, AMPLIACIÓN III	NAVARRO HERMANOS C.B.	NAVALCARNERO	X: 419230 Y: 4453302
A332	EL BOMBO Y LA ALAMEDA	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS	X: 450551 Y: 4443960

Nº REG	NOMBRE	TITULAR	TÉRMINO MUNICIPAL	COORDENADAS DE REFERENCIA (ETRS89)
A334	AMPLIACIÓN A ARICUSA	ARIDENCA, S.L.	CIEMPOZUELOS	X: 452248 Y: 4448564
A404	AMPLIACIÓN A LA ESCRIBANÍA	MARIANO BRAVO E HIJOS, S.L.	PARACUELLOS DE JARAMA	X: 454805 Y: 4487460
A405	SANTA JULIANA	ÁRIDOS TECNOLÓGICOS ARGANDA VALMA INVERSIONES, S.A.	ARGANDA DEL REY	X: 457143 Y: 4459426
A417	RINCÓN DEL COLLADO	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS	X: 451332 Y: 4500538
A434	LA PELAYA	ÁRIDOS TRUSAN, S.L.	ALGETE	X: 453335 Y: 4494336
A461	IV AMPLIACIÓN A VALDOCARROS	TRANSPORTES DE AGLOMERADOS Y MATERIALES, S.A.	ARGANDA DEL REY	X: 460719 Y: 4464240
A467	SAN MIGUEL I	MALVAMAR MULTISERVICIOS, S.L.U.	FUENTE EL SAZ DE JARAMA	X: 455386 Y: 4500538
A483	LA RIBERA	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS	X: 449893 Y: 4442481
A492	V AMPLIACION A VALDOCARROS	TRANSPORTES DE AGLOMERADOS Y MATERIALES, S.A.	ARGANDA DEL REY	X: 461071 Y: 4464187
A495	GRAVERA SANSANO OIL SERVICE	SANSANO OIL SERVICE, S.L.	VELILLA DE SAN ANTONIO	X: 460297 Y: 4468008
2756-003	MORATA II-FRACCIÓN 2ª	CALIZAS CAMPO REAL, S.A.	ARGANDA DEL REY Y CAMPO REAL	X: 467508 Y: 4459369
2807-001	PRERESA GETAFE	HOLCIM (ESPAÑA), S.A.	GETAFE	X: 450338 Y: 4461840
2809-001	MORATA VALDERRIVAS	CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS, S.A.	MORATA DE TAJUÑA	X: 460454 Y: 4454726
2815-001	SAN JOSÉ	YESOS HERMANOS CASTAÑO, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA	X: 448556 Y: 4452645
2838-011	VALDECUBILLOS	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	PERALES DE TAJUÑA	X: 467239 Y: 4454494
2939-001	ESPERANZA FRACCIÓN I	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA	X: 474630 Y: 4462516

Nº REG	NOMBRE	TITULAR	TÉRMINO MUNICIPAL	COORDENADAS DE REFERENCIA (ETRS89)
2939-003	ESPERANZA FRACCIÓN III	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA	X: 474701 Y: 4463119
2988-011	SOLEDAD II	YESOS IBÉRICOS, S.A.	CIEMPOZUELOS	X: 444893 Y: 4443088
3080-014	CALCASA FRACCIÓN 1-4	CAL DE CASTILLA, S.A.	PERALES DE TAJUÑA Y TIELMES	X: 471721 Y: 4455722
3421-001	EL CARTERO	SODIRA IBERIA, S.L.	COLMENAR VIEJO	X: 437408 Y: 4501257

Nº REGISTRO	NOMBRE	TITULAR	TÉRMINO MUNICIPAL
A239	EL VERDEGUERAL (II AMPLIACION)	SOTO E HIJOS S.A.	GETAFE
2807-001	PRERESA GETAFE	HOLCIM (ESPAÑA), S.A.	GETAFE
A100	SALMEDINA	D. CLAUDIO KIRKPATRICK HERNÁNDEZ-ROS	RIVAS-VACIAMADRID
A330	ÁRIDOS NAVARRO, AMPLIACIÓN III	NAVARRO HERMANOS C.B.	NAVALCARNERO
2815-001	SAN JOSÉ	YESOS HERMANOS CASTAÑO, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA
A111	SOTO PAJARES	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	SAN MARTÍN DE LA VEGA
A010	ROMÁN	SODIRA IBERIA, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA
A184	ARIDOS ROMAN 2ª FASE	SODIRA IBERIA, S.L.	SAN MARTÍN DE LA VEGA
A057	LAS MANTECAS	CAMPING LAGOS COTO CISNEROS, S.A.	SAN MARTÍN DE LA VEGA
A060	LA ESPERILLA	SODIRA IBERIA, S.A.	ARGANDA DEL REY
A405	SANTA JULIANA	ÁRIDOS TECNOLÓGICOS ARGANDA VALMA INVERSIONES, S.A.	ARGANDA DEL REY
A092	LA SOLANA	RAQUEL APORTA UÑA Y MIRIAM APORTA UÑA	GETAFE
A495	GRAVERA SANSANO OIL SERVICE	SANSANO OIL SERVICE, S.L.	VELILLA DE SAN ANTONIO
A404	AMPLIACIÓN A LA ESCRIBANÍA	MARIANO BRAVO E HIJOS, S.L.	PARACUELLOS DE JARAMA
A334	AMPLIACIÓN A ARICUSA	ARIDENCA, S.L.	CIEMPOZUELOS
A461	IV AMPLIACIÓN A VALDOCARROS	TRANSPORTES DE AGLOMERADOS Y MATERIALES, S.A.	ARGANDA DEL REY
2988-011	SOLEDAD II	YESOS IBÉRICOS, S.A.	CIEMPOZUELOS
A492	V AMPLIACION A VALDOCARROS	TRANSPORTES DE AGLOMERADOS Y MATERIALES, S.A.	ARGANDA DEL REY
A332	EL BOMBO Y LA ALAMEDA	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS
2809-001	MORATA VALDERRIVAS	CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS, S.A.	MORATA DE TAJUÑA
A315	EL SOTILLO	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS
A434	LA PELAYA	ÁRIDOS TRUSAN, S.L.	ALGETE
3421-001	EL CARTERO	SODIRA IBERIA, S.L.	COLMENAR VIEJO
A483	LA RIBERA	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS
A417	RINCÓN DEL COLLADO	EIFFAGE INFRAESTRUCTURAS, S.A.	CIEMPOZUELOS
2756-003	MORATA II-FRACCIÓN 2ª	CALIZAS CAMPO REAL, S.A.	ARGANDA DEL REY Y CAMPO REAL
A225	GERAFÍN	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE RECURSOS, S.L. (INDERSA)	ALCALÁ DE HENARES
2838-011	VALDECUBILLOS	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	PERALES DE TAJUÑA
A192	DEHESA DOS	CONSTRUCTORA ROSAFÉ, S.L.	CHAPINERIA
A467	SAN MIGUEL I	MALVAMAR MULTISERVICIOS, S.L.U.	FUENTE EL SAZ DE JARAMA
A121	GÓMEZ	TRANSPORTES E. SAEZ, S.L.	VILLALBILLA
A009	LA DEHESILLA	GRAVERAS PERALES, S.L.	ALDEA DEL FRESNO
3080-014	CALCASA FRACCIÓN 1-4	CAL DE CASTILLA, S.A.	PERALES DE TAJUÑA Y TIELMES
A276	LA INSUPERABLE	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA
2939-003	ESPERANZA FRACCIÓN III	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA
2939-001	ESPERANZA FRACCIÓN I	CEMEX ESPAÑA OPERACIONES, S.L.U.	VALDILECHA
A246	OLIVIA	SODIRA IBERIA, S.L.	VALDILECHA
A262	EL MONTE	SODIRA IBERIA, S.L.	VALDILECHA
A040	CANTO DEL GUARRO	CONSTRUCCIONES Y EXCAVACIONES M.RODRIGUEZ, S.A.	SAN MARTÍN DE VALDEIGLESIAS

APÉNDICE 6. ARQUEOLOGÍA

APÉNDICE N° 6. ARQUEOLOGÍA

APÉNDICE Nº 6. ARQUEOLOGÍA

ÍNDICE

1 SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA2

1 SOLICITUD DE INFORMACIÓN Y RESPUESTA

Con fecha 25 de abril de 2025 se presentó la carta de solicitud de informe de afección a elementos del patrimonio histórico, arqueológico o etnográfico por la sobras del proyecto de Ampliación Sur de la Línea 11 de Metro de Madrid a la Dirección General de Patrimonio Cultural y Oficina del Español, a la cual se recibe respuesta a fecha de 30 de abril de 2025, con la información de inicio de Expediente, con la que proceden a su tramitación.

Se incluye a continuación dicha respuesta:

Exp.: 12-OPEN-00033.3/2025

UTE AMPLIACIÓN SUR L11 METRO

ASUNTO: COMUNICACIÓN DE INICIO DE EXPEDIENTE

En relación a su solicitud de información presentada con fecha 25/04/2025, relativa a:

“Solicitud de informe de afección a elementos del patrimonio histórico, arqueológico o etnográfico por las obras del proyecto de ampliación sur de la línea 11 del metro de Madrid.”

Le informamos que se procede a su tramitación, de acuerdo con lo establecido en la Ley 10/2019, de 10 de abril, de Transparencia y de Participación de la Comunidad.

En el plazo máximo de 20 días hábiles desde la presentación de la solicitud, la Comunidad de Madrid le notificará la resolución en la que se conceda o deniegue el acceso a la información referida.

Este plazo podrá ampliarse por otros 20 días más, en el caso de que el volumen o la complejidad de la información solicitada así lo hagan necesarios. En este supuesto se le comunicará esta circunstancia.

Por otro lado, en el cuadro adjunto se da cumplimiento a las obligaciones de información que en materia de protección de datos de carácter personal establece el Reglamento Europeo 2016/679, de 27 de abril de 2016.

En Madrid, a 30 de abril de 2025

Información sobre protección de los datos de carácter personal recogidos en el formulario por el que se ejerce el derecho de acceso a la información pública, en cumplimiento de la normativa de Protección de Datos Personales (Reglamento Europeo 2016/679, de 27 de abril de 2016, de Protección de Datos Personales y la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales)		
RESPONSABLE	DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL	
DELEGADO PROTECCIÓN DATOS	DE	protecciondatoscultura@madrid.org Calle de Alcalá, 31 28014 Madrid
FINALIDAD	Los datos se tratan para tramitar las solicitudes relativas al ejercicio del derecho de acceso a la información pública	
LEGITIMACIÓN	La legitimación para la tramitación del procedimiento se encuentra en la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno, donde se reconoce el derecho de acceso.	
DESTINATARIOS	Los datos se trasladarán al Consejo de Transparencia y Buen Gobierno en caso de que se presente reclamación frente a la Resolución que ponga fin a este procedimiento. Igualmente se podrán trasladar a otras Administraciones Públicas si fueran competentes para tramitar la solicitud.	
DERECHOS	El interesado puede ejercitar los derechos de acceso y rectificación de datos, así como solicitar que se limite el tratamiento de sus datos personales u oponerse al mismo dirigiendo una solicitud al responsable del tratamiento o al Delegado de Protección de Datos de la Consejería de Cultura, Turismo y Deporte, bien por el registro (electrónico o presencial) de la Comunidad de Madrid, bien por correo electrónico u ordinario. Además, en caso de disconformidad con el tratamiento de los datos personales, podrá interponer una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos mediante escrito (C/ Jorge Juan, 6, 28001-Madrid) o formulario en su Sede electrónica: https://sedeagpd.gob.es/sede-electronica-web/	
PERIODO CONSERVACIÓN DE LOS DATOS	Los datos se mantendrán durante el tiempo que es necesario para cumplir con la finalidad para la que se recabaron y para determinar las posibles responsabilidades que se pudieran derivar de dicha finalidad y del tratamiento de los datos	
ORIGEN DE LOS DATOS	Se recogerán y tratarán los datos incorporados al formulario por el interesado.	
CATEGORIA DE LOS DATOS	Los datos necesarios para tramitar la solicitud son de carácter identificativo sin perjuicio de que la información aportada por el solicitante pueda ser de otra naturaleza.	
MÁS INFORMACIÓN	Puede consultar, adicional y detalladamente, la información y normativa aplicable en materia de protección de datos en la web de la Agencia Española de Protección de Datos https://www.aepd.es/ Además, en la web www.madrid.org/protecciondedatos de la Comunidad de Madrid, podrá consultar diversos aspectos sobre la protección de datos personales.	