



Expediente: 135-2025-00095

**MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL PLAN GENERAL DE
ORDENACIÓN URBANA DE MADRID DE 1997.**

**PARA DEFINICIÓN DE ACTUACIÓN DE DOTACIÓN EN
PARCELA DO-190 DEL ÁMBITO APE 16.11 “CIUDAD
AEROPORTUARIA Y PARQUE DE VALDEBEBAS”.**

Distritos de Hortaleza y Barajas

TOMO II. DOCUMENTO AMBIENTAL ESTRATÉGICO

ANEXO IX. ESTUDIO DE DEMANDA, SOSTENIBILIDAD Y EFICIENCIA ENERGÉTICA



ÍNDICE

1	JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO.....	4
1.1.	JUSTIFICACIÓN.....	4
1.2.	OBJETO.....	5
2	MARCO NORMATIVO DE APLICACIÓN	6
3	OBJETIVOS PRINCIPALES DE LA MPG	6
4	ÁMBITO ESPACIAL DE LA MPG Y ÁMBITO DE ESTUDIO A LOS EFECTOS DEL PRESENTE DOCUMENTO.....	7
5	DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA MPG	9
5.1.	CLASE Y CATEGORÍA DEL SUELO	9
5.2.	USO CUALIFICADO CARACTERÍSTICO DE LA PARCELA PRIVADA DO-190 RESULTANTE.....	9
5.3.	SUPERFICIE EDIFICABLE.....	10
5.4.	ANÁLISIS COMPARADO ENTRE EL PLANEAMIENTO VIGENTE Y EL PROPUESTO EN LA PARCELA DO-190.....	11
5.5.	SÍNTESIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE LA ACTUACIÓN DE DOTACIÓN	12
6	FACTORES BIOCLIMÁTICOS EN EL ÁMBITO DE LA MPG.....	13
6.1.	CONTEXTO CLIMÁTICO DEL ÁMBITO DE LA MPG.....	13
6.2.	SOLEAMIENTO Y ORIENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	14
6.3.	VIENTO Y VENTILACIÓN NATURAL.....	16
6.4.	EVAPOTRANSPIRACIÓN Y REGULACIÓN MICROCLIMÁTICA.....	18
6.5.	INTERPRETACIÓN BIOCLIMÁTICA	18
6.6.	EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL ÁMBITO DE LA MPG Y ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICABLES	20



7	ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL ÁMBITO.....	20
8	ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO ENERGÉTICO	23
8.1.	SISTEMAS CONVENCIONALES.....	23
8.2.	SISTEMAS BASADOS EN BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA).....	23
8.3.	INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	24
8.4.	REDES ENERGÉTICAS CENTRALIZADAS (DISTRICT HEATING & COOLING).....	25
8.5.	COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO ENERGÉTICO	26
9	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ ASOCIADAS AL CONSUMO ENERGÉTICO ESTIMADO.....	26
9.1.	FACTORES DE EMISIÓN ADOPTADOS.....	27
9.2.	RESULTADOS	27
9.2.1.	Escenario base.....	27
9.2.2.	Escenario futuro	27
10	COMPARATIVA DE ESCENARIOS ENERGÉTICOS	28
10.1.	ESCENARIOS ENERGÉTICOS ANALIZADOS.....	28
10.2.	COMPARATIVA DE LOS ESCENARIOS ENERGÉTICOS.....	30
11	ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	30
11.1.	ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON LOS SISTEMAS TÉRMICOS.....	31
11.2.	ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON LA DEMANDA ENERGÉTICA	31
11.3.	ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON EL CONSUMO ELÉCTRICO.....	32
11.4.	CONTRIBUCIÓN A LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA	32
12	CUMPLIMIENTO DE LAS CONSIDERACIONES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO	33
12.1.	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CONSIDERACIONES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO	33
12.2.	ESCENARIOS CLIMÁTICOS PREVISIBLES EN EL MUNICIPIO DE MADRID	34



12.3. DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DE LA PARCELA DO-190.....	36
12.3.1. Exposición a fenómenos climáticos.....	36
12.3.2. Sensibilidad frente al Cambio Climático.....	36
12.3.3. Capacidad adaptativa al Cambio Climático.....	36
12.3.4. Conclusiones respecto a la vulnerabilidad climática de la parcela DO-190....	37
12.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	37
12.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	38
12.6. MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR URBANA.....	39
12.7. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RESIDUALES URBANAS	39
12.8. CONTRIBUCIÓN DE LA MPG A LA NEUTRALIDAD CLIMÁTICA.....	40
13 CONCLUSIONES.....	41



1 JUSTIFICACIÓN Y OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

1.1. JUSTIFICACIÓN

El Artículo 43. *Planeamiento urbanístico* de la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad (en adelante OCAS) establece lo siguiente:

1. Los instrumentos de planeamiento urbanístico que prevean una demanda energética deberán incluir un estudio específico en el que se analice la demanda energética del ámbito y se determinen las medidas necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire recogidas en la normativa, considerando:

- a) Los factores bioclimáticos relativos a soleamiento, ventilación y evapotranspiración.*
- b) La electrificación de la demanda para reducir las emisiones de gases contaminantes.*
- c) El aprovechamiento de energías renovables, mediante la habilitación de espacios para su generación y almacenamiento distribuido.*

2. Cuando los planes conlleven la construcción de aparcamientos en superficie, nuevas edificaciones o intervenciones en los edificios existentes en el ámbito de aplicación del CTE HEO, el estudio determinará las medidas necesarias para que sean "edificios de consumo de energía casi nulo" conforme a lo establecido en la normativa de eficiencia energética de los edificios en lo referente a la limitación de consumo energético. Con esta finalidad, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Se planificarán las infraestructuras verdes, las superficies permeables y la red urbana, con el fin de optimizar las condiciones bioclimáticas del ámbito y contribuir a la lucha contra la contaminación por medio de soluciones basadas en la naturaleza.*
- b) En terrenos, aparcamientos en superficie y edificios de titularidad pública que ocupen un área total superior a 1.000 m² en los que técnicamente sea posible, se planificará la instalación de cubiertas fotovoltaicas para generación distribuida o autoconsumo compartido e infraestructuras de recarga de vehículos eléctricos.*
- c) En los ámbitos donde se considere oportuno implantar redes urbanas centralizadas de climatización y producción de agua caliente sanitaria, generación o almacenamiento distribuido de energía renovable o gestión de residuos, se deberán prever espacios para albergarlos, así como sus instalaciones auxiliares e interconexiones con los edificios.*
- d) Las instalaciones de distribución de energía térmica utilizarán prioritariamente fuentes de energía de origen renovable o energía residual procedente de infraestructuras subterráneas como metro, depuradoras, equipamientos y otras instalaciones. En caso de tener que utilizar combustibles, se priorizarán aquellos que produzcan menos emisiones.*



- e) 3. *Los instrumentos de planeamiento urbanístico incluirán las medidas necesarias para satisfacer las exigencias de sostenibilidad energética y calidad del aire, adaptadas a las necesidades del ámbito, conforme al estudio específico indicado en el apartado 1.*

El presente estudio se redacta, por tanto, para dar cumplimiento a la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad.

Por su parte, el Artículo 21. *Consideración del cambio climático en la planificación y gestión territorial y urbanística, así como en las intervenciones en el medio urbano, en la edificación y en las infraestructuras del transporte*, de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética, establece lo siguiente en su epígrafe 1:

1. La planificación y gestión territorial y urbanística, así como las intervenciones en el medio urbano, la edificación y las infraestructuras de transporte, a efectos de su adaptación a las repercusiones del cambio climático, perseguirán principalmente los siguientes objetivos:

- a) La consideración, en su elaboración, de los riesgos derivados del cambio climático, en coherencia con las demás políticas relacionadas.*
- b) La integración, en los instrumentos de planificación y de gestión, de las medidas necesarias para propiciar la adaptación progresiva y resiliencia frente al cambio climático.*
- c) La adecuación de las nuevas instrucciones de cálculo y diseño de la edificación y las infraestructuras de transporte a los efectos derivados del cambio climático, así como la adaptación progresiva de las ya aprobadas, todo ello con el objetivo de disminuir las emisiones.*
- d) La consideración, en el diseño, remodelación y gestión de la mitigación del denominado efecto «isla de calor», evitando la dispersión a la atmósfera de las energías residuales generadas en las infraestructuras urbanas y su aprovechamiento en las mismas y en edificaciones en superficie como fuentes de energía renovable.*

El presente estudio (ver capítulo 12) incluye el análisis del cumplimiento de los objetivos anteriores por parte de la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 para la definición de una actuación de dotación en la parcela DO-190 del ámbito APE 16.11 "Ciudad aeroportuaria y Parque de Valdebebas" (en adelante MPG).

1.2. OBJETO

Conforme a lo explicado en el epígrafe anterior, el presente estudio de demanda, sostenibilidad y eficiencia energética tiene por objeto:

- Cuantificar la demanda energética derivada de las actuaciones que propone la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de



1997, para la definición de actuación de dotación en la parcela DO-190 del ámbito APE 16.11 “Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas”.

- Analizar el consumo de energía primaria del ámbito.
- Analizar las emisiones de CO₂ asociadas a las actuaciones propuestas.
- Plantear posibles estrategias de reducción de consumo mediante soluciones energéticas eficientes y el uso de energías renovables.
- Analizar el cumplimiento de los objetivos relativos a la consideración del cambio climático por parte de la MPG.

2 MARCO NORMATIVO DE APLICACIÓN

Sin ánimo de exhaustividad, se relaciona a continuación el marco normativo vigente que resulta de aplicación al presente estudio de demanda, sostenibilidad y eficiencia energética:

- Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- Código Técnico de la Edificación (CTE) – Documentos Básicos HE.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 390/2021, de 1 de junio, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Directivas europeas de eficiencia energética de edificios (Directive 2010/31/EU on the Energy Performance of Buildings, que es la Directiva base del Código Técnico de la Edificación en su Documento Básico HE, Directive (EU) 2018/844, Directive (EU) 2023/1791, etc.).
- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) 2021-2030.
- Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2023-2030.

3 OBJETIVOS PRINCIPALES DE LA MPG

La Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 (en adelante MPG) tiene como objeto modificar la ordenación establecida por el Plan General para definir una actuación de dotación sobre la parcela DO-190, incluida en el APE 16.11 “Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas”, con la finalidad de obtener la Administración Pública suelo en el ámbito con destino a las redes públicas de equipamientos sociales, de espacios libres y zonas verdes que incrementen las redes públicas en su entorno y favorezcan la continuidad del sistema ambiental planteado en la estrategia municipal del Bosque Metropolitano, posibilitando a tal efecto la creación en la parcela de un Centro de Innovación Tecnológica.

Dicho objeto se concreta en:



- i. Obtener suelo con destino a la red pública de zonas verdes y espacios libres en torno al trazado del cauce del arroyo de la Plata y para la continuidad de la infraestructura verde del Bosque Metropolitano.
- ii. Obtener suelo con destino a la red pública de equipamientos en un ámbito que permita el impulso de la innovación, la formación y la transferencia del conocimiento.
- iii. Delimitar y ordenar el dominio público hidráulico del arroyo de la Plata, actualmente interior a la parcela privada.
- iv. Dotar a la parcela privada resultante de condiciones de ordenación para posibilitar en ella la implantación de un Centro de Innovación Tecnológica (CIT) que impulse la competitividad de la ciudad de Madrid en la nueva economía digital y que garantice su adecuada integración en su entorno y en la estrategia urbana de la ciudad. Esta integración se basa en un modelo de ordenación abierto que favorezca la interacción y la sinergia entre los diferentes actores que formen parte del Centro de Innovación Tecnológica.

Los CIT son enclaves estratégicos del territorio que, a pesar de su reducida ocupación espacial, posibilitan un salto cualitativo de competitividad de las ciudades en formación, conocimiento, atracción y retención de talento, e innovación: reúnen empresas, emprendedores, universidades, centros de I+D+i, y son enclaves donde los expertos colaboran, comparten conocimiento e impulsan iniciativas conjuntas de futuro.

4 ÁMBITO ESPACIAL DE LA MPG Y ÁMBITO DE ESTUDIO A LOS EFECTOS DEL PRESENTE DOCUMENTO

El ámbito de la Modificación Puntual del Plan General es el APE 16.11 "Ciudad Aeroportuaria-Parque Valdebebas", en tanto que se altera la ordenación de su carpeta específica.

Sin embargo, como muestra la imagen siguiente, **el ámbito espacial a la que afecta la modificación, ámbito de actuación de dotación, es la parcela DO-190, de 1.200.187 m²s (aproximadamente un 11% de la superficie total del APE) de suelo urbano consolidado**, que se localiza al sureste del APE y que tiene por límites:

- Al norte, la Avenida de las Fuerzas Armadas
- Al este, la calle Carlos Arniches Moltó
- Al sur, la calle Carlos Arniches Moltó y la calle Ariadna, colindantes con la M-12
- Y, al oeste, la Avenida de Alejandro de la Sota

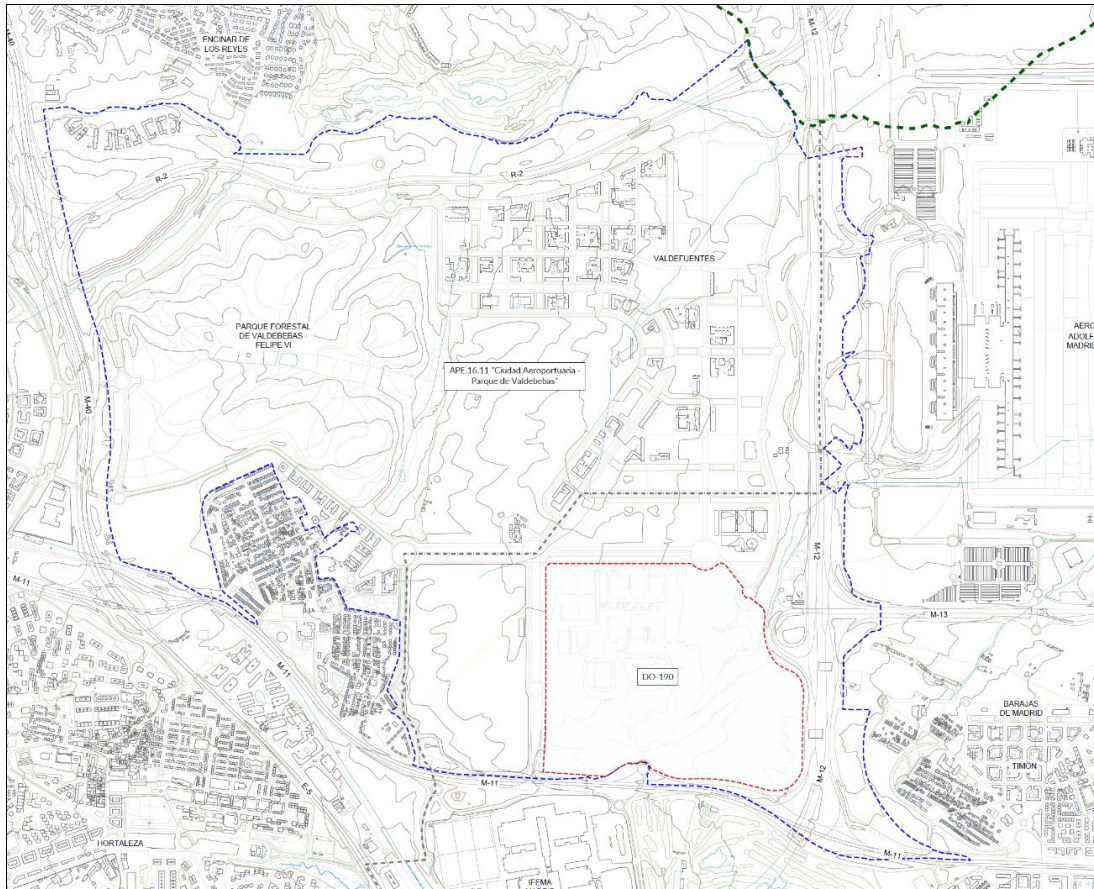


Figura 1. Ámbito espacial de la MPG (en color azul) y localización de la parcela DO-190 objeto de la actuación de dotación (en color rojo). Fuente: RH arquitectos.

Por otra parte, la parcela DO-190 cuenta en su interior con la Ciudad Deportiva del Real Madrid, que no se va a ver transformada por la presente Modificación Puntual. En consecuencia, el ámbito considerado para el presente estudio se corresponde con la porción de la parcela DO-190 que es objeto de ordenación pormenorizada:

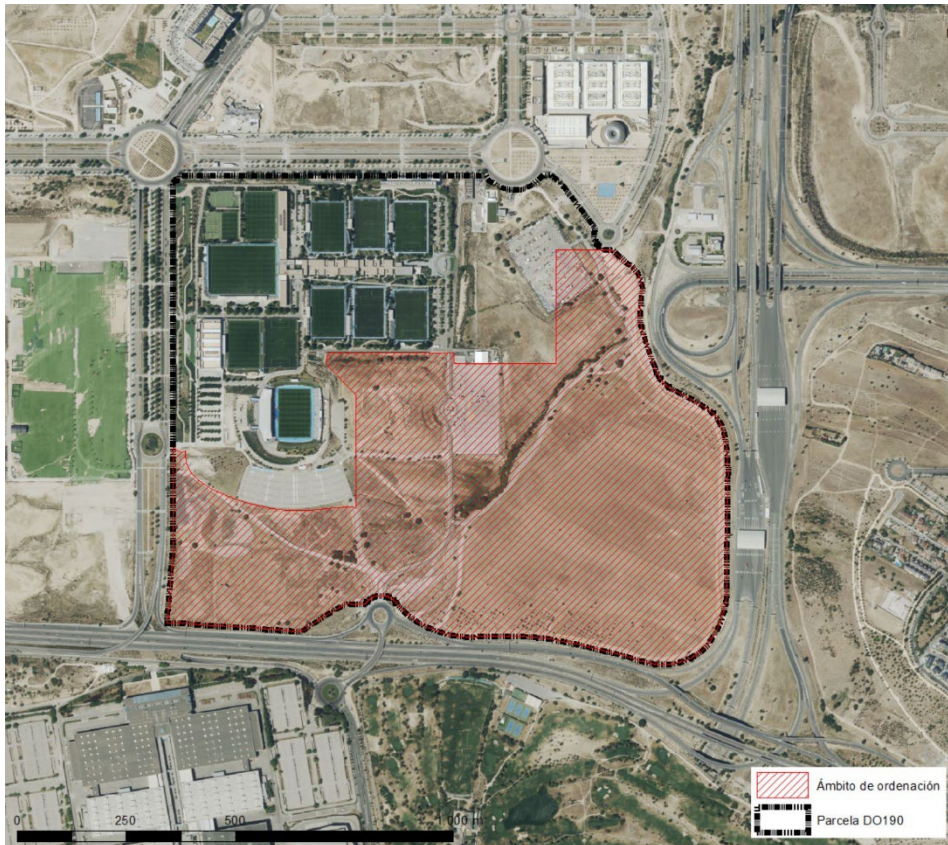


Figura 2. En color rojo negro delimitación de la parcela DO-190 y tramado en color rojo ámbito considerado para la evaluación de los efectos ambientales. Fuente: elaboración propia.

5 DESCRIPCIÓN Y ALCANCE DE LA MPG

5.1. CLASE Y CATEGORÍA DEL SUELO

La MPG no altera la clase y categoría del suelo del ámbito de la actuación de dotación, urbano consolidado.

5.2. USO CUALIFICADO CARACTERÍSTICO DE LA PARCELA PRIVADA DO-190 RESULTANTE

La MPG asigna a la parcela el uso mixto Dotacional de Servicios Colectivos en nivel de implantación privado, en las clases Deportivo (que se mantiene, si bien ajustado a la implantación existente y a sus necesidades de crecimiento) y de Equipamiento; e incorpora el uso de Servicios Terciarios.

El uso Dotacional de Equipamiento privado es el característico o mayoritario:

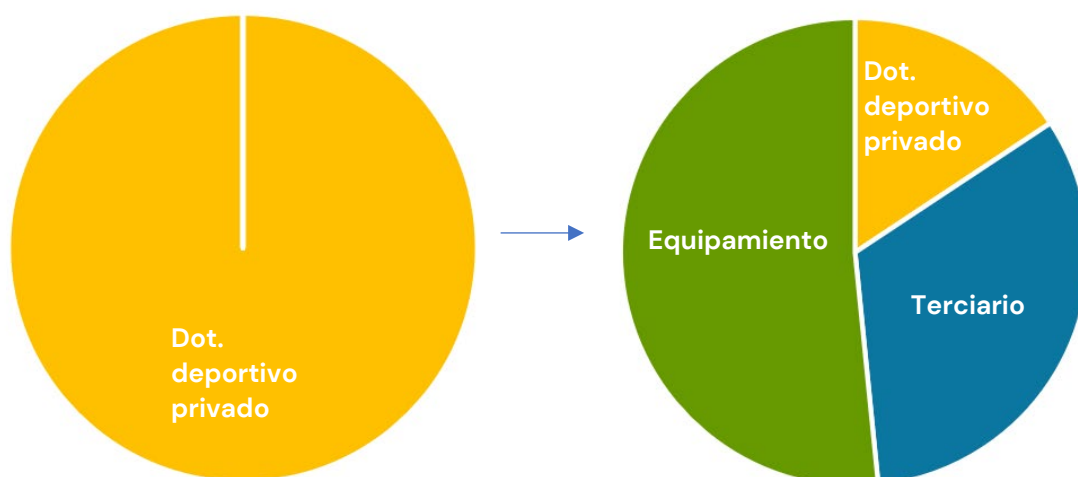


Figura 3. Comparativa del uso característico en el planeamiento antecedente y en la MPG.

El nuevo uso asignado fortalece la red de equipamientos del barrio y posibilita la implantación de centros empresariales vinculados a la innovación tecnológica.

Así pues, respecto a la situación de partida, **la innovación consiste en la incorporación de los usos de Equipamiento privado y de Servicios Terciarios como cualificados que, junto con el Dotacional Deportivo existente, darán a la parcela esas condiciones de usos mixtos que permitan la implantación de un CIT.**

5.3. SUPERFICIE EDIFICABLE

La MPG propone una superficie edificable total en la parcela de 535.550 m²t, lo que supone un incremento de 172.550 m²t respecto de la asignada en el planeamiento antecedente.

Como se ha analizado en el estudio de alternativas, esta cifra responde a un equilibrio adecuado entre edificabilidad y la capacidad de acogida de la parcela, sin distorsionar su encaje territorial ni el modelo de campus que se pretende. Y, además cumple con la condición de dotar al CIT de capacidad de atracción y mezcla suficiente de actividades.

La distribución final de su superficie edificable según la mezcla de usos propuesta se presenta en la siguiente tabla:

Uso		Superficie edificable m ² e	Porcentaje del total %
Dotacional	Equipamiento privado	276.000	51,83
	Deportivo privado	84.000	15,77
Servicios Terciarios		172.550	32,40
TOTAL		532.550	100



Se trata pues de un incremento sobre la edificabilidad existente, ajustado al permitido por el plan para el ámbito, que no supone alteraciones sustanciales sobre las circunstancias urbanísticas del propio ámbito ni de su entorno. De igual forma, hay que señalar que en el ámbito del APE 16.11 “Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas”, las redes públicas en la situación de origen superan lo previsto en el artículo 36.6 de la Ley 9/2001, de 17 de julio, y por tanto resulta viable el aumento de edificabilidad propuesto desde el punto de vista de lo señalado en el punto 6.c) del artículo 42 del mismo texto legal, ya que, además de encontrarnos en el supuesto presente ante una actuación urbanística de dotación (supuesto expresamente previsto por la LSCM como aquella actuación en la que se pueden prever determinaciones de ordenación que incrementen edificabilidad en áreas en las que no se alcancen los estándares mínimos) se da, como decimos, que las redes públicas locales en origen superan los estándares establecidos por la Ley del suelo madrileña.

Además, con el coeficiente y superficie edificable asignados, se comprueba en los estudios económicos que forman parte de esta modificación que la actuación de dotación que se propone es viable y equilibrada.

5.4. ANÁLISIS COMPARADO ENTRE EL PLANEAMIENTO VIGENTE Y EL PROPUESTO EN LA PARCELA DO-190

PARCELA DO-190	APE 16.11 EN EL PLAN GENERAL	APE 16.11 EN MPG
Clase y categoría de suelo	Urbano consolidado	Urbano consolidado
Superficie ámbito de actuación	1.200.187 m ² s	1.200.187 m ² s
Uso Global característico	Dotacional Deportivo privado	Mixto Dotacional equipamiento privado, deportivo privado y servicios terciarios
Superficie edificable máxima	360.000 m ² e	532.550 m ² e
Aprovechamiento urbanístico máximo en uso global del APE	16.401,60 m ² ug	373.032,04 m ² ug
Redes supramunicipales (DPH)	0 m ² s	2.452,40 m ² s
Redes públicas generales	0 m ² s	170.868,32 m ² s
Redes públicas locales	0 m ² s	48.137,79 m ² s



5.5. SÍNTESIS DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS DE LA ACTUACIÓN DE DOTACIÓN

ACTUACIÓN DE DOTACIÓN PARCELA DO-190 DEL APE 16.11	
Clase y categoría de suelo del ámbito de la actuación de dotación	Urbano consolidado
Área homogénea a la que pertenece	APE 16.11 Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas
Superficie del ámbito de la actuación de dotación	1.200.187 m ² s
SUELO LUCRACTIVO (PARCELA DO-190 RESULTANTE)	
Superficie de parcela lucrativa DO-190	975.729,53 m ² s
Usos cualificados	Dotacional equipamiento privado, servicios terciarios y deportivo privado
Superficie edificable homogeneizada máxima	364.404,54 m ² eug
Superficie edificable máxima	532.550 m ² e
Distribución de la superficie edificable por usos	
Equipamiento privado	276.000 m ² e
Servicios Terciarios	172.550 m ² e (mínimo 50% uso Oficinas)
Deportivo privado	84.000 m ² c
Dominio público hidráulico	2.452,37 m ² e
REDES PÚBLICAS	
Red supramunicipal Dominio Público hidráulico	2.452,37 m ² s
Red pública general	
Zonas verdes y espacios libres	129.951,89 m ² s
Vía pública	8.603,92 m ² s
Red pública local	
Zonas verdes y espacios libres	36.363,96 m ² s
Equipamiento	35.311,51 m ² s
Vía pública	11.773,82 m ² s



6 FACTORES BIOCLIMÁTICOS EN EL ÁMBITO DE LA MPG

6.1. CONTEXTO CLIMÁTICO DEL ÁMBITO DE LA MPG

- Radiación solar global anual: superior a 1.600 kWh/m²-año
- Temperatura media anual: en torno a 14–15 °C
- Temperaturas extremas:
 - Verano: superiores a 35 °C
 - Invierno: cercanas o inferiores a 0 °C



- Oscilación térmica diaria elevada
- Humedad relativa media baja
- Régimen de vientos moderado (componentes O–SO predominantes)

Estas condiciones determinan una doble exigencia energética en el ámbito:

- La elevada radiación solar incrementa las cargas térmicas en verano, lo que implica una alta demanda de refrigeración en periodo estival
- Las bajas temperaturas invernales generan una demanda relevante de calefacción

6.2. SOLEAMIENTO Y ORIENTACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

El soleamiento constituye uno de los principales recursos energéticos pasivos disponibles en el ámbito urbano. La adecuada orientación de las edificaciones permite aprovechar la radiación solar durante el invierno, reduciendo la demanda energética asociada a calefacción.

En la latitud de Madrid (aproximadamente 40° N), la radiación solar anual global horizontal se sitúa aproximadamente entre **1.600 y 1.700 kWh/m²·año**, lo que representa un recurso energético significativo para la captación solar pasiva y activa en cubiertas y fachadas.



Radiación solar media mensual en Madrid	
Mes	Radiación media (kWh/m ²)
Enero	62
Febrero	92
Marzo	142
Abril	171
Mayo	213
Junio	238
Julio	250
Agosto	221
Septiembre	173
Octubre	118
Noviembre	72
Diciembre	52

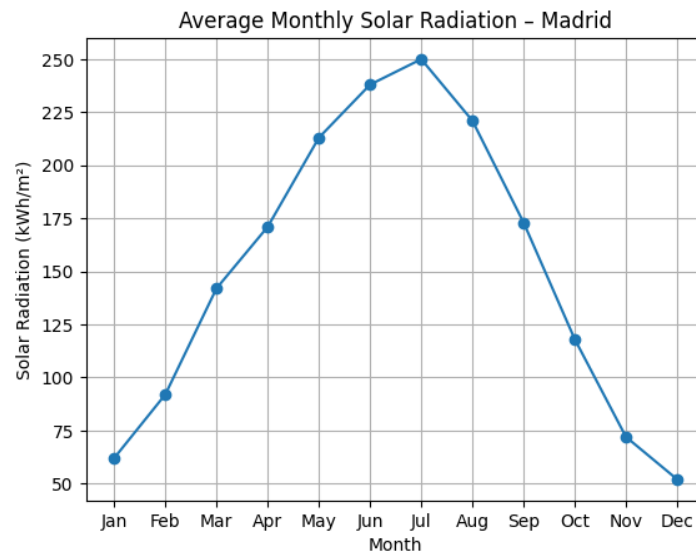


Figura 5. Radiación solar media mensual en Madrid.

La tabla y figura anteriores muestran que la distribución anual de la radiación solar presenta:

- Máximos durante los meses de verano, asociados a mayor altura solar.
- Mínimos durante el invierno, periodo en el que resulta especialmente beneficiosa la captación solar directa en fachadas orientadas al sur.

La actuación de dotación propuesta para la parcela DO-190 permite mantener condiciones adecuadas de exposición solar mediante la disposición de las edificaciones en parcelas independientes, orientaciones favorables (N-S), la presencia de espacios libres y zonas verdes que garantizan la separación entre volúmenes edificatorios y la ausencia de frentes edificatorios continuos de gran longitud.



Esta configuración favorece el acceso a la radiación solar en las fachadas con orientación sur y sureste, la reducción de situaciones de sombreado permanente entre edificios y la posibilidad de implantación de sistemas solares en cubiertas.

Durante los meses estivales, el control de la radiación solar se ve favorecido por:

- La presencia de arbolado en los espacios libres y zonas verdes
- La incorporación de elementos de sombreado natural
- La posibilidad de integrar soluciones arquitectónicas de control solar en las edificaciones.

Estas medidas permiten reducir el riesgo de sobrecalentamiento urbano y mejorar el confort térmico de los espacios exteriores, contribuyendo a disminuir el efecto “isla de calor”.

6.3. VIENTO Y VENTILACIÓN NATURAL

La ventilación natural constituye un mecanismo fundamental para reducir la acumulación de calor en el entorno urbano y mejorar el confort térmico durante los meses de verano.

Los registros de la estación meteorológica del aeropuerto de Madrid-Barajas indican una predominancia de vientos procedentes del suroeste y oeste, especialmente durante los meses estivales:

Distribución aproximada de direcciones de viento	
Dirección	Frecuencia
Norte	8%
Noreste	10%
Este	9%
Sureste	7%
Sur	12%
Suroeste	22%
Oeste	18%
Noroeste	14%



Wind Direction Frequency - Madrid (Barajas Reference)

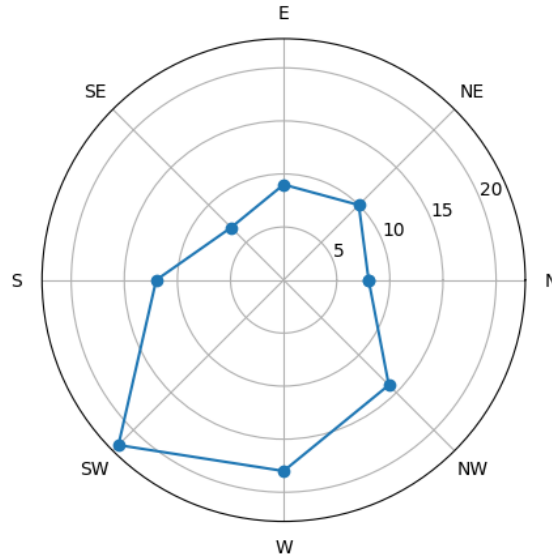


Figura 6. Rosa de los vientos Madrid-Barajas.

Como muestra la imagen anterior, el régimen de vientos en Madrid se caracteriza por la predominancia de vientos de componente suroeste-oeste durante los meses estivales, asociados a masas de aire más templadas, mientras que durante el invierno predominan vientos de componente norte y noreste. Esto tiene implicaciones relevantes para el diseño urbano, ya que estos flujos de viento contribuyen a la ventilación natural del espacio urbano durante los meses más cálidos.

La ordenación propuesta para la parcela DO-190 permite favorecer la ventilación natural y cruzada mediante la disposición de espacios libres interconectados, la ausencia de barreras edificatorias continuas y la conexión con el Bosque Metropolitano. Esta relación contribuye a generar corredores de ventilación que favorecen la circulación del aire y la disipación del calor acumulado, si bien, en la parcela DO-190 y debido a la presencia del Arroyo de la Plata, este efecto es menos acusado.

La ventilación natural contribuye, por tanto, a:

- Reducir la temperatura del aire
- Mejorar el confort térmico del espacio
- Mejorar la calidad del aire
- Mitigar el efecto de "isla de calor"

En este sentido el diseño de las edificaciones favorecerá, en la medida de lo posible, la ventilación cruzada y la renovación natural del aire interior, conforme a las exigencias establecidas en el Código Técnico de la Edificación (CTE).



6.4. EVAPOTRANSPIRACIÓN Y REGULACIÓN MICROCLIMÁTICA

La evapotranspiración constituye un proceso fundamental para la regulación térmica del entorno urbano. Mediante la evaporación del agua presente en el suelo y la transpiración de la vegetación, se produce una disminución de la temperatura del aire y un aumento moderado de la humedad relativa.

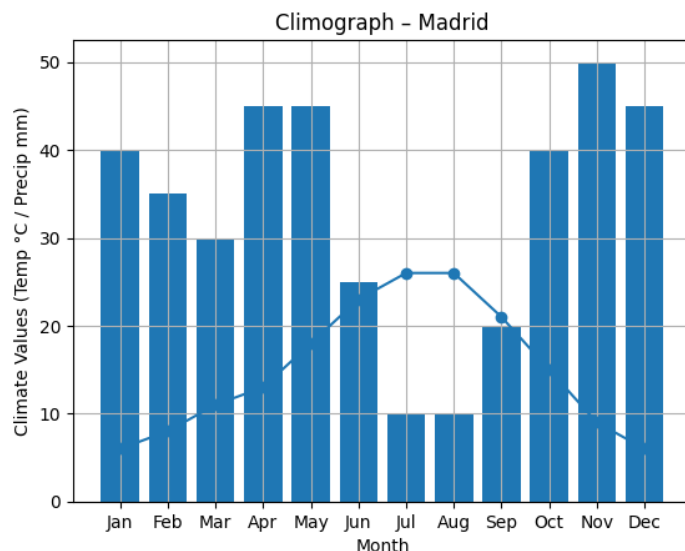


Figura 7. Climograma de temperatura-precipitación.

La propuesta de ordenación de la parcela DO-190 incorpora una superficie significativa de zonas verdes y espacios libres (306.887,17 m²s) que permite integrar soluciones de infraestructura verde orientadas a mejorar el comportamiento climático del ámbito urbano.

La presencia de arbolado y vegetación permite reducir la temperatura superficial de pavimentos y fachadas, generar zonas de sombra que mejoran el confort térmico del espacio público y disminuir la intensidad del efecto isla de calor urbana.

Además, la incorporación de pavimentos permeables y soluciones de drenaje urbano sostenible (SUDS) puede favorecer la infiltración del agua de lluvia en el terreno, contribuyendo a mantener la humedad del suelo y a potenciar los procesos de evapotranspiración.

La continuidad de los espacios verdes propuestos con la actuación "Bosque Metropolitano" refuerza el papel de la infraestructura verde como elemento regulador del microclima urbano.

6.5. INTERPRETACIÓN BIOCLIMÁTICA

El diagrama bioclimático de Olgyay permite analizar las condiciones climáticas de un determinado lugar en relación con las condiciones de confort térmico humano,



identificando las estrategias pasivas más adecuadas para mejorar el comportamiento ambiental de los edificios y del espacio urbano:

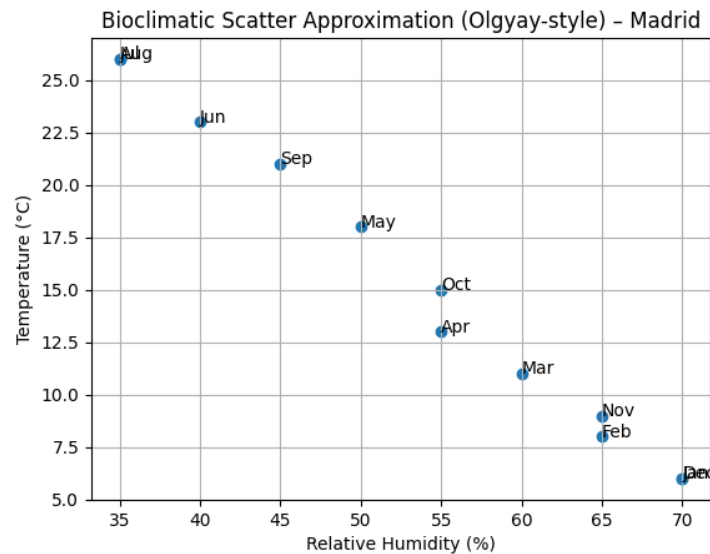


Figura 8. Interpretación bioclimática (diagrama de Olgay).

El diagrama de Olgay para las condiciones climáticas de Madrid (figura anterior) permite extraer las siguientes conclusiones:

- **Periodo invernal:** durante los meses de invierno, las temperaturas medias se sitúan por debajo del rango de confort térmico, lo que implica la necesidad de:
 - Maximizar la captación solar pasiva
 - Reducir las pérdidas térmicas en las edificaciones
 - Favorecer la exposición solar de fachadas y espacios públicos
- **Periodo estival:** durante los meses de verano, las temperaturas superan con frecuencia el rango de confort térmico, especialmente en condiciones de elevada radiación solar. En este periodo resultan especialmente eficaces las siguientes estrategias bioclimáticas:
 - Sombreado mediante arbolado y elementos arquitectónicos
 - Ventilación natural
 - Incremento de la evapotranspiración mediante vegetación
 - Utilización de materiales con baja inercia térmica en superficies expuestas
- **Periodos intermedios:** durante primavera y otoño, las condiciones climáticas se sitúan con frecuencia dentro del rango de confort térmico, por lo que la ventilación natural y la regulación solar permiten mantener condiciones ambientales adecuadas sin necesidad de un elevado consumo energético.



6.6. EVALUACIÓN BIOCLIMÁTICA DEL ÁMBITO DE LA MPG Y ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS APLICABLES

Según el análisis bioclimático efectuado, el ámbito considerado presenta condiciones que permiten el diseño de las futuras edificaciones de forma eficiente, usando estrategias pasivas de diseño (recursos naturales), reduciendo la necesidad de sistemas artificiales (aire acondicionado o calefacción).

De este modo, la incorporación de criterios bioclimáticos en la ordenación contribuirá a:

- Reducir la demanda energética del ámbito
- Mejorar el confort climático
- Reducir el efecto “isla de calor”
- Cumplir los objetivos de sostenibilidad y calidad del aire establecidos en la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad (OCAS)

A partir del análisis anterior, se identifican como estrategias bioclimáticas de aplicación al ámbito de la MPG, las siguientes:

- Optimización del soleamiento en la ordenación
- Fomento de la ventilación natural
- Maximización de superficies verdes y permeables
- Reducción de superficies impermeables
- Integración de soluciones pasivas en la edificación

Estas estrategias permitirán una reducción significativa de la demanda energética del ámbito, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad establecidos en la normativa vigente.

7 ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DEL ÁMBITO

Para el cálculo de la estimación de la demanda energética del ámbito de la MPG se ha partido de valores de dotación energética en función del uso propuesto, según los valores siguientes:



Calificación	Manzana	Superficie (m ²)	Edificabilidad (m ²)	Dotación (kW/m ²)
PARCELAS DE USOS LUCRATIVOS				
Dotacional privado uso deportivo	AM 1	525.079,78	84.000,00	0,050
Mixto equipamiento privado y servicios		264.855,82	448.550,00	0,100
Espacio libre		138.118,94	-	
Viario interior		47.674,98	-	
TOTAL USOS LUCRATIVOS		975.729,52	532.550,00	
REDES PÚBLICAS DE CESIÓN				
Zonas verdes		168.768,23	-	
Equipamiento público		35.311,51	-	0,100
Viario		20.377,74	-	
TOTAL REDES PÚBLICAS DE CESIÓN		224.457,48	-	
TOTAL DEL ÁMBITO		1.200.187,00	532.550,00	

Conforme a los valores anteriores, la demanda energética total del ámbito se muestra en la tabla siguiente:



Calificación	Manzana	Superficie (m²)	Edificabilidad (m²)	Dotación (kW/m²)	Demanda (kW)	Plazas de aparcamiento¹	Ventilación garajes	Acometidas VE	Demanda total (kW)	Demanda total (GWh/año²)
PARCELAS DE USOS LUCRATIVOS										
Dotacional privado uso deportivo	AM 1	525.079,78	84.000,00	0,050	4.200,00				4.200,00	7,56
Mixto equipamiento privado y servicios		264.855,82	448.550,00	0,100	44.855,00	6.728	3.229,44	2.475,90	50.560,34	91,00
Espacio libre		138.118,94	-							
Viario interior		47.674,98	-							
TOTAL USOS LUCRATIVOS		975.729,52	532.550,00		49.055,00		3.229,44	2.475,90	54.760,34	98,56
REDES PÚBLICAS DE CESIÓN										
Zonas verdes		168.768,23	-							
Equipamiento público		35.311,51	-	0,100	3.531,15					
Viario		20.377,74	-							
TOTAL REDES PÚBLICAS DE CESIÓN		224.457,48	-		3.531,15				3.531,07	6,35
TOTAL DEL ÁMBITO		1.200.187,00	532.550,00		52.586,15		3.229,44	2.475,90	58.291,50	104,91

¹ 1,5 plazas/100 m²e

² Considerando un total de 1.800 h equivalentes/año (La MPG asigna a la parcela DO-190 un uso mixto compuesto por equipamiento privado (uso mayoritario), servicios terciarios y dotacional deportivo privado. Estos usos presentan patrones de funcionamiento discontinuos, característicos de edificios de actividad diurna y ocupación variable. La literatura técnica consultada, IDAE (Guía Técnica de Instalaciones de Climatización en Edificios Terciarios, Guía de Eficiencia Energética en Centros Deportivos, etc.), Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), Código Técnico de la Edificación (CTE), etc. establecen para equipamientos y terciario un valor de 2.000–2.200 h/año de funcionamiento térmico equivalente y para dotacional deportivo 1.200–1.600 h/año. La ponderación de estos valores según la edificabilidad asignada (276.000 m² equipamiento, 172.550 m² terciario y 84.000 m² deportivo) sitúa el valor resultante en torno a 1.750–1.850 horas).



8 ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

Se analizan a continuación distintas alternativas de suministro energético para la porción de la parcela DO-190 objeto de ordenación pormenorizada, sobre la base de los siguientes criterios:

- Eficiencia energética global
- Emisiones de CO₂
- Viabilidad técnica y económica
- Escalabilidad a nivel urbano
- Alineación con los objetivos de descarbonización municipales, regionales y nacionales

El análisis contempla cuatro tipologías de sistemas de suministro energético: desde soluciones convencionales hasta modelos energéticos avanzados.

8.1. SISTEMAS CONVENCIONALES

Los sistemas convencionales de suministro de energía son modelos basados en el suministro eléctrico de la red, la producción térmica mediante calderas de gas natural y sistemas *Heating, Ventilation and Air Conditioning, Calefacción* (HVAC) (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado) independientes para cada edificación.

Las ventajas de estas fuentes convencionales de suministro energético radican en su más que testada fiabilidad tecnológica, amplia implantación y madurez en el mercado e implican una inversión inicial moderada. Por otro lado, plantean una serie de inconvenientes como su elevada dependencia de los combustibles fósiles, mayores emisiones de CO₂ respecto a otros sistemas de suministro, menor eficiencia en producción térmica, limitada capacidad de integración renovable y riesgo de obsolescencia normativa a medio plazo.

En consecuencia, estos sistemas de suministro energético constituyen un **escenario de referencia poco alineado con los objetivos climáticos actuales y con las estrategias impulsadas por el Ayuntamiento de Madrid** en cuanto a la reducción de emisiones de contaminantes a la atmósfera (Plan A de Calidad del Aire y Cambio Climático, Madrid 360, Ordenanza de la Calidad del Aire y Sostenibilidad, etc.).

8.2. SISTEMAS BASADOS EN BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)

Se trata de sistemas HVAC (por sus siglas en inglés *Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) electrificados mediante bombas de calor de alta eficiencia, capaces de cubrir calefacción, refrigeración y producción de ACS.



Estos sistemas presentan un rendimiento estacional elevado ($\text{COP}^3 > 3,5$), son capaces de realizar operaciones reversibles (frío/calor), son compatibles con sistemas de baja temperatura y es posible su integración centralizada y descentralizada.

Las ventajas de estos sistemas radican en una reducción del consumo de energía primaria, elevada eficiencia energética, menores emisiones de CO_2 frente a los sistemas convencionales y compatibilidad con la energía eléctrica procedente de fuentes renovables. Sin embargo, presentan una mayor dependencia del mix energético nacional y una mayor demanda eléctrica.

En consecuencia, estos sistemas de suministro energético representan una solución **eficiente, alineada con las estrategias del MITERD** (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, PNIEC, Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, etc.).

8.3. INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

Se considera viable la implementación en las edificaciones previstas en la parcela DO-190 objeto de ordenación pormenorizada, de instalaciones de generación de energía renovable, principalmente mediante instalaciones fotovoltaicas en:

- Cubiertas de edificios
- Marquesinas en espacios libres
- Aparcamientos

El potencial estimado de generación de energía con dichas instalaciones es de 3-5 MWp, con una producción anual estimada de 4-6 GWh/año. Esta producción permitiría cubrir entre el 10% y el 20% de la demanda energética total estimada para el ámbito.

Dicha estimación parte de una aproximación basada en la superficie disponible en cubiertas y elementos de sombra, el recurso solar local y el rendimiento específico de las instalaciones fotovoltaicas en Madrid.

La edificabilidad total prevista en la parcela DO-190 (532.550 m²) permite considerar la existencia de una superficie significativa de cubiertas en edificios de equipamiento y servicios terciarios, así como posibles pérgolas fotovoltaicas en aparcamientos y espacios libres. Asumiendo que entre un 25-35% de dicha edificabilidad se traduce en cubiertas técnicamente aprovechables y que entre un 20-30% de estas puede ocuparse efectivamente con módulos fotovoltaicos, se obtiene un rango de superficie fotovoltaica útil del orden de 25.000-50.000 m².

³ Coeficiente de Rendimiento (COP, Coefficient of Performance).



Con densidades de potencia típicas de los módulos actuales (aproximadamente 1 kWp por cada 5–7 m²), esta superficie permitiría instalar entre 4 y 8 MWp de potencia pico. La adopción de un rango 3–5 MWp se considera, por tanto, conservador, situándose en la parte baja del potencial técnico y garantizando la viabilidad de la implantación sin necesidad de agotar la totalidad de la superficie disponible.

En cuanto a la producción anual, el recurso solar de Madrid (radiación global anual superior a 1.600 kWh/m²·año) y la experiencia de explotación de instalaciones fotovoltaicas en la Comunidad de Madrid indican producciones específicas del orden de 1.300–1.600 kWh/kWp·año para sistemas bien orientados (sur, inclinación 20–30°). Considerando pérdidas por temperatura, inversores, cableado, suciedad y orientaciones no óptimas (del orden de 15–25% en conjunto), se adopta un rendimiento específico ajustado de 1.200–1.400 kWh/kWp·año.

Aplicando estos valores al rango de potencia considerado (3–5 MWp), se obtiene una producción anual estimada de entre 3,9 y 7,0 GWh/año. La horquilla 4–6 GWh/año utilizada se sitúa en el centro de dicho intervalo y se considera alineada con el recurso solar disponible y las condiciones de implantación previsibles en el ámbito.

Las ventajas que tienen estos sistemas estriban en una reducción del consumo de energía de red, una disminución directa de emisiones de CO₂, mejora del balance energético y elevada contribución a la autosuficiencia energética del ámbito.

Por contra, presenta una serie de limitaciones como la dependencia de la disponibilidad de superficie, la variabilidad de la generación y la necesidad de gestión (autoconsumo, almacenamiento, etc.).

En conclusión, la integración de energías renovables puede ser un **elemento clave en la descarbonización del ámbito**, especialmente cuando se combina con sistemas electrificados.

8.4. REDES ENERGÉTICAS CENTRALIZADAS (DISTRICT HEATING & COOLING)

Dada la escala de la actuación, se considera viable la implantación de una red de climatización centralizada basada en producción térmica centralizada, distribución mediante redes de frío/calor, así como en la integración de diversas fuentes energéticas, aspecto que se concretará en fases posteriores de planeamiento (proyecto de urbanización).

Las tecnologías asociadas a esta alternativa de suministro son bombas de calor a gran escala, recuperación de calor residual, integración de energías renovables y sistemas de almacenamiento térmico.

Las redes energéticas centralizadas implican la optimización de la eficiencia energética global, reducción de picos de demanda, un mayor control y gestión del



sistema de suministro energético y facilidad de integración de fuentes de generación de energía renovable. Sin embargo, implica mayor inversión inicial y complejidad de gestión.

8.5. COMPARATIVA DE ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO ENERGÉTICO

La tabla siguiente recoge una comparativa de las alternativas de suministro energético descritas, en función de los siguientes parámetros:

- Eficiencia energética
- Emisiones de CO₂
- Complejidad
- Alineación con las estrategias climáticas

Sistema	Eficiencia	Emisiones de CO ₂	Complejidad	Alineación climática
Convencional	Baja	Alta	Baja	Baja
Aerothermia	Media-Alta	Media	Media	Alta
Renovables	Alta	Baja	Media	Muy alta
Red centralizada	Muy alta	Muy baja	Alta	Muy alta

La tabla anterior pone de manifiesto que las soluciones basadas en electrificación, integración de energías renovables y sistemas centralizados **permiten optimizar el comportamiento energético del ámbito, reduciendo significativamente el consumo de energía primaria y las emisiones de CO₂.**

En este sentido y para el futuro desarrollo del ámbito, se considera recomendable priorizar soluciones híbridas que combinen sistemas de bomba de calor con generación renovable y, en su caso, redes energéticas centralizadas, en coherencia con los objetivos establecidos en la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad.

Si bien el presente análisis establece un marco de referencia que prioriza soluciones de alta eficiencia y baja huella de carbono, como se ha comentado, la selección final del sistema energético deberá desarrollarse en fases posteriores de la tramitación urbanística (proyectos de urbanización).

9 ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO₂ ASOCIADAS AL CONSUMO ENERGÉTICO ESTIMADO

La estimación de emisiones de CO₂ asociadas al consumo energético del ámbito se ha realizado a partir de la aplicación de factores de emisión medios del sistema energético español, según la siguiente expresión:

$$E_{CO_2} = \sum (\text{Consumo energético}_i \times \text{Factor de emisión}_i)$$

donde:

- *Consumo energético_i*: consumo anual por vector energético (kWh/año)



- *Factor de emisión_i*: emisiones asociadas (kg CO₂/kWh)

9.1. FACTORES DE EMISIÓN ADOPTADOS

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se han considerado los siguientes valores medios, representativos del mix energético nacional, coherentes con inventarios nacionales del MITERD, factores publicados por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y metodologías de cálculo utilizadas en el Código Técnico de la Edificación (DB-HE):

- **Electricidad: 0,23 kg CO₂/kWh⁴**
- **Gas natural: 0,20 kg CO₂/kWh**

9.2. RESULTADOS

9.2.1. Escenario base

A partir de la demanda energética estimada para el ámbito de la MPG (104,91 GWh/año) y de los factores de emisión anteriores, las emisiones anuales de CO₂ se estiman en **24.127 tCO₂/año**.

Dichas emisiones, calculadas para la fase de planeamiento general en la que nos encontramos, se corresponden con un escenario base caracterizado por un mix energético convencional (electricidad + gas natural), ausencia de medidas avanzadas de descarbonización y eficiencia energética acorde a normativa vigente.

Es necesario señalar que el valor final de emisiones estará sujeto al mix eléctrico nacional en el momento de entrada en carga de las actuaciones previstas en la MPG, al grado de electrificación futura, así como a la implantación final de energías renovable *in situ*.

Además, el sistema eléctrico español presenta una tendencia clara a la descarbonización lo que implica que, como se explica a continuación, las emisiones reales en el escenario de explotación del ámbito serán, previsiblemente, inferiores.

9.2.2. Escenario futuro

La incorporación de medidas de eficiencia energética y electrificación (bombas de calor, autoconsumo fotovoltaico, eliminación de combustibles fósiles, etc.) permitirá reducir las emisiones del ámbito en porcentajes estimados entre el 30–60% respecto al escenario base. Es decir, se evitará la emisión de 7.240 – 14.500 tCO₂/año.

⁴ Variable anualmente en función del mix de generación (renovables vs. fósiles).



Además de actuar en la eficiencia de los equipos a instalar en las edificaciones, el método principal para disminuir la emisión de gases contaminantes es el empleo de energías renovables para cubrir la demanda energética del ámbito.

La aplicación del DB-HE “Ahorro de energía” del CTE, así como de las exigencias del Título VI “Medidas de eficiencia energética y uso de energías renovables” de la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad (OCAS), conseguirán minimizar el consumo de energía no renovable en las nuevas edificaciones y, por tanto, reducir las emisiones.

En conclusión, el análisis de emisiones de CO₂ pone de manifiesto la relevancia de las estrategias de eficiencia energética y descarbonización en el ámbito de la MPG, evidenciando el potencial de reducción de emisiones mediante la electrificación de los consumos, la integración de energías renovables y el diseño bioclimático. **Todo ello contribuirá al cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad establecidos en la normativa municipal, regional y nacional vigente.**

10 COMPARATIVA DE ESCENARIOS ENERGÉTICOS

A partir de los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se han concretado tres escenarios energéticos representativos al objeto de evaluar el comportamiento del ámbito en términos de:

- Consumo de energía primaria no renovable (EPnR)
- Emisiones de CO₂
- Grado de alineación con estrategias de descarbonización

Dichos escenarios responden a distintos niveles de integración tecnológica, desde un modelo basado en sistemas convencionales de suministro hasta uno basado en energías renovables.

10.1. ESCENARIOS ENERGÉTICOS ANALIZADOS

Escenario 1: sistema convencional

- Descripción técnica:
 - Producción térmica mediante calderas de gas natural
 - Sistemas de climatización convencionales (expansión directa/enfriadoras)
 - Consumo eléctrico asociado a:
 - Climatización
 - Iluminación
 - Equipos eléctricos
- Características clave:
 - Alta dependencia de combustibles fósiles



- Tecnología estándar conforme a mínimos normativos
 - Bajo grado de electrificación
- Interpretación:
 - Escenario de referencia o base, útil para comparar el impacto de estrategias de mejora.

Escenario 2: electrificación (aerothermia)

- Descripción técnica:
 - Sustitución de sistemas térmicos por bombas de calor de alta eficiencia (aerothermia)
 - Eliminación del uso de gas natural
 - Mejora de rendimientos estacionales (COP/EER elevados)
- Características clave:
 - Elevado grado de electrificación
 - Reducción significativa de consumo de energía primaria no renovable
 - Dependencia del mix eléctrico nacional
- Interpretación:
 - Este escenario se alinea con las tendencias impulsadas por el MITERD y la transición hacia edificios descarbonizados.

Escenario 3: sistema energético integrado con fuentes de energía renovables

- Descripción técnica:
 - Electrificación mediante bombas de calor
 - Integración de:
 - Generación fotovoltaica *in situ*
 - Posible almacenamiento energético
 - Sistemas de gestión inteligente (BEMS)
 - Optimización de la demanda mediante estrategias pasivas
- Características clave:
 - Reducción de consumo de red
 - Alta penetración de energías renovables
 - Mejora del balance energético global
- Interpretación:
 - Representa un escenario avanzado, alineado con los objetivos de edificios de consumo casi nulo (nZEB) definidos por la Comisión Europea.



10.2. COMPARATIVA DE LOS ESCENARIOS ENERGÉTICOS

La tabla siguiente muestra la comparativa global de los escenarios analizados:

Escenario	Energía primaria no renovable (GWh/año)	Emisiones de CO ₂ (tCO ₂ /año)	Características
1. Convencional	104,91	24.127	No alineado con objetivos climáticos. Alto riesgo de obsolescencia normativa.
2. Aerotermia	81,43	17.853,98	Cumple exigencias actuales. Reducción significativa de emisiones. Dependencia del sistema eléctrico.
3. Sistema integrado con renovables	62,64	12.787,31	Máxima eficiencia. Alineado con los objetivos de descarbonización. Mejor comportamiento a largo plazo. Compatible con estrategias urbanas sostenibles del Ayuntamiento de Madrid.

En relación con la **reducción de energía primaria no renovable** respecto al escenario base (escenario 1), la tabla anterior pone de manifiesto que con el escenario 2 se reduce un 22%, mientras que con el escenario 3 la reducción llega hasta un 40%. Estos datos evidencian el impacto de la electrificación y la integración renovable en la eficiencia global del sistema.

En relación con la **reducción de emisiones de CO₂**, con el escenario 2 se reducen las emisiones un 26% respecto al escenario 1, mientras que, si se considera el escenario 3, la reducción alcanza un 47% debido al menor uso de combustibles fósiles y al menor factor de emisión de la electricidad.

En conclusión, el análisis de escenarios pone de manifiesto que la electrificación de los sistemas energéticos, combinada con la integración de energías renovables, permite reducciones significativas tanto en el consumo de energía primaria no renovable como en las emisiones de CO₂. En este sentido, el escenario de sistema energético integrado (escenario 3) se configura como la alternativa más adecuada para el desarrollo del ámbito, al alinearse con los objetivos de descarbonización y sostenibilidad urbana municipales, regionales y nacionales.

11 ESTRATEGIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las estrategias de eficiencia energética del ámbito se orientan **a la reducción de la demanda energética y del consumo de energía primaria**, mediante la combinación de medidas pasivas (envolvente, diseño bioclimático), medidas activas (instalaciones eficientes) y sistemas de gestión energética, todo ello en coherencia



con los criterios establecidos en el CTE y los objetivos de la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad.

11.1. ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON LOS SISTEMAS TÉRMICOS

1. Bombas de calor de alta eficiencia

- Sustitución de sistemas basados en combustibles fósiles
- Equipos con:
 - COP > 3,5 (calefacción)
 - EER⁵ > 3,0 (refrigeración)
- Integración con:
 - Sistemas centralizados o distritales
 - Emisores de baja temperatura
- **Impacto:**
 - Reducción de consumo energético: **20–30%**
 - Reducción de emisiones: **25–40%**

2. Recuperación de calor en ventilación

- Sistemas de ventilación con recuperadores de alto rendimiento (>70%)
- De aplicación en:
 - Edificios terciarios
 - Espacios de alta ocupación
- **Impacto:**
 - Reducción de demanda térmica: **10–20%**
 - Mejora de la eficiencia global del sistema *Heating, Ventilation and Air Conditioning, Calefacción* (HVAC) (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado).

11.2. ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON LA DEMANDA ENERGÉTICA

1. Envoltentes térmicas de alto rendimiento

- Mejora del aislamiento térmico en fachada y cubierta
- Carpinterías de altas prestaciones (doble/triple vidrio)
- Control de infiltraciones
- Parámetros orientativos:
 - Transmitancias por debajo de exigencias del CTE

⁵ Energy Efficiency Ratio (EER): Relación de Eficiencia Energética.



- Factor solar optimizado según orientación
- **Impacto:**
 - Reducción de demanda: **15–30%**

2. Control solar y diseño pasivo

- Protección solar en fachadas sur, este y oeste
- Optimización de orientación edificatoria
- Integración con espacios libres
- Impacto:
 - Reducción de cargas de refrigeración: **10–25%**

11.3. ESTRATEGIAS EN RELACIÓN CON EL CONSUMO ELÉCTRICO

1. Iluminación LED de alta eficiencia

- Sustitución de luminarias convencionales por LED
- Incorporación de:
 - Sensores de presencia
 - Regulación por luz natural
- **Impacto:**
 - Reducción consumo iluminación: **50–70%**

2. Sistemas de gestión energética (BEMS)

- Monitorización en tiempo real del consumo
- Control automatizado de:
 - Climatización
 - Iluminación
 - Ventilación
- Funciones clave:
 - Optimización de consignas
 - Detección de desviaciones
 - Gestión de picos de demanda
- **Impacto:**
 - Reducción global: **10–15%**

11.4. CONTRIBUCIÓN A LA REDUCCIÓN DE LA DEMANDA ENERGÉTICA

Como muestra la tabla siguiente, la aplicación combinada de las medidas propuestas en cada una de las estrategias descritas, permitirá alcanzar reducciones acumuladas significativas en el consumo energético del ámbito, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos establecidos en el artículo 43 de la Ordenanza de Calidad del Aire y



Sostenibilidad, a la mejora del comportamiento ambiental del desarrollo urbano optimizando, además, el comportamiento de las edificaciones tanto en fase de diseño como de explotación:

Medida	Reducción estimada
Bombas de calor	20-30%
Envolvente térmica	15-30%
Recuperación de calor	10-20%
Iluminación LED	50-70% (parcial)
BEMS	10-15%

12 CUMPLIMIENTO DE LAS CONSIDERACIONES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

Como se ha explicado en el capítulo 1, el Artículo 21 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, establece que la planificación urbanística deberá integrar las consideraciones relativas a la mitigación y adaptación al cambio climático, incorporando el análisis de riesgos climáticos, las medidas necesarias para incrementar la resiliencia del territorio, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y actuaciones dirigidas a minimizar el efecto isla de calor.

En consecuencia, además del análisis efectuado conforme al artículo 43 de la Ordenanza 4/2021, de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid, a continuación, se incorporan las determinaciones específicas derivadas de la legislación estatal, evaluando la capacidad de la MPG para contribuir tanto a la mitigación como a la adaptación frente a los efectos previsibles del cambio climático.

12.1. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CONSIDERACIONES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

La integración de las consideraciones relativas a la mitigación y adaptación al cambio climático en el presente estudio se ha realizado conforme a los principios establecidos en el artículo 21 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, adoptando una metodología adaptada a la naturaleza y alcance de la presente Modificación Puntual del Plan General.

El análisis se ha desarrollado desde una perspectiva estratégica, propia de la fase de planeamiento urbanístico en la que nos encontramos y sobre la base de la información disponible en esta fase de tramitación, por lo que su finalidad no consiste en definir soluciones constructivas o instalaciones concretas, sino en evaluar la capacidad de la ordenación propuesta para reducir su vulnerabilidad frente a los efectos previsibles del cambio climático y favorecer un modelo urbano compatible con los objetivos de descarbonización, resiliencia y transición energética establecidos en la normativa vigente.



La definición específica de las soluciones constructivas, instalaciones energéticas, sistemas urbanos de drenaje sostenible, redes de climatización o medidas de recuperación de energía residual corresponderá a las fases posteriores de desarrollo del ámbito, particularmente al proyecto de urbanización y a los proyectos de edificación, sin que ello afecte a las conclusiones alcanzadas respecto a la compatibilidad de la ordenación propuesta con los objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático.

En este contexto, la metodología aplicada toma como referencia los criterios establecidos en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC 2021-2030), aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 22 de septiembre de 2020, así como las proyecciones climáticas regionalizadas elaboradas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y los escenarios de cambio climático utilizados por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para el territorio peninsular. Asimismo, se han considerado los objetivos y directrices contenidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2023-2030), la Ordenanza 4/2021, de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid, y la estrategia municipal Madrid 360, en todo aquello que resulta aplicable a la ordenación urbanística.

La evaluación se ha estructurado en tres fases metodológicas sucesivas:

1. Caracterización de los riesgos climáticos potencialmente relevantes para el ámbito de actuación, considerando las principales tendencias previstas para el municipio de Madrid.
2. Análisis de la vulnerabilidad del ámbito, evaluando conjuntamente el grado de exposición a dichos riesgos, la sensibilidad derivada de los usos previstos y la capacidad adaptativa que proporciona la ordenación propuesta.
3. Identificación de las medidas de adaptación y mitigación incorporadas por la Modificación Puntual, valorando su contribución a la mejora del comportamiento climático del ámbito, a la reducción de la demanda energética, a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y al incremento de la resiliencia urbana frente a los efectos previsibles del cambio climático.

12.2. ESCENARIOS CLIMÁTICOS PREVISIBLES EN EL MUNICIPIO DE MADRID

De acuerdo con las proyecciones climáticas regionalizadas consideradas, principalmente, por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC 2021-2030), el municipio de Madrid constituye una de las áreas urbanas españolas más expuestas a los efectos del calentamiento global y experimentará durante las próximas décadas una intensificación de determinados fenómenos asociados al cambio climático:



Incremento de las olas de calor

La mayor frecuencia de episodios prolongados de altas temperaturas constituye uno de los principales factores de riesgo para la salud pública y para el funcionamiento de los espacios urbanos, especialmente en ámbitos con elevada impermeabilización superficial.

Reducción de la disponibilidad hídrica

La disminución prevista de las precipitaciones medias y el incremento de la evapotranspiración potencial pueden afectar al mantenimiento de las zonas verdes, incrementando la necesidad de estrategias de gestión eficiente del agua y de especies vegetales adaptadas al clima mediterráneo continental.

Incremento de episodios de precipitación intensa

Aunque las precipitaciones anuales tenderán previsiblemente a disminuir, los modelos climáticos prevén una mayor concentración temporal de lluvias intensas, circunstancia que aconseja incorporar soluciones de drenaje urbano sostenible (SUDS) y superficies permeables.

Incremento del efecto isla de calor urbana

La elevación de las temperaturas nocturnas y la acumulación de calor en superficies urbanizadas constituyen uno de los principales riesgos asociados al cambio climático en grandes áreas metropolitanas como Madrid.

La tabla siguiente muestra los potenciales riesgos derivados del cambio climático en el ámbito de la MPG y, en consecuencia, en la parcela DO-190:

Variable climática	Tendencia prevista	Potencial implicación para la parcela DO-190
Temperatura media anual	Aumento progresivo	Mayor demanda de refrigeración
Olas de calor	Mayor frecuencia e intensidad	Incremento del estrés térmico urbano
Noches tropicales	Aumento significativo	Menor disipación nocturna del calor
Precipitación media anual	Tendencia a la reducción	Mayor estrés hídrico
Lluvias intensas	Mayor concentración temporal	Riesgo de escorrentía y encharcamiento
Sequías	Mayor duración	Necesidad de gestión eficiente del agua
Evapotranspiración potencial	Aumento	Mayor demanda hídrica de la vegetación
Efecto isla de calor	Mayor intensidad	Incremento de la temperatura urbana



Estas tendencias climáticas tienen especial relevancia para el ámbito de la MPG, dado que se trata de un desarrollo urbano con predominio de usos terciarios, dotacionales y deportivos, cuya demanda energética futura estará condicionada por el incremento de las necesidades de refrigeración y por la necesidad de garantizar condiciones adecuadas de confort térmico.

Sin embargo, la parcela DO-190 se localiza en un enclave estratégico, en continuidad con el Bosque Metropolitano. Esta circunstancia unida a la importante proporción de infraestructura verde prevista en la misma (166.315,86 m²s), la continuidad ecológica con el Bosque Metropolitano y el mantenimiento de amplios espacios libres favorecen la regulación microclimática del ámbito, así como una elevada capacidad para responder a los riesgos derivados del cambio climático.

12.3. DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DE LA PARCELA DO-190

El análisis de vulnerabilidad climática que sigue a continuación se ha realizado considerando la exposición del ámbito de la MPG a los principales riesgos climáticos identificados en el epígrafe anterior, la sensibilidad de los usos previstos y la capacidad adaptativa derivada de la ordenación propuesta.

12.3.1. Exposición a fenómenos climáticos

El ámbito presenta una elevada exposición a los fenómenos climáticos característicos del municipio de Madrid, especialmente a las altas temperaturas estivales y a las olas de calor.

Los factores de exposición más relevantes son:

- Elevada radiación solar anual
- Temperaturas estivales superiores a 35 °C
- Oscilación térmica diaria elevada
- Predominio de periodos secos durante el verano
- Posibilidad de episodios de lluvia intensa concentrada

12.3.2. Sensibilidad frente al Cambio Climático

La sensibilidad del ámbito está condicionada por la implantación de usos terciarios, dotacionales y deportivos, que pueden presentar una demanda energética significativa asociada a la climatización.

No obstante, la ordenación incorpora 166.315,86 m²s de espacios libres y zonas verdes, lo que reduce la sensibilidad frente al calentamiento urbano respecto a otros desarrollos de mayor densidad edificatoria.

12.3.3. Capacidad adaptativa al Cambio Climático



Se considera que la parcela DO-190 presenta una elevada capacidad adaptativa al Cambio Climático debido a:

- Su continuidad con el Bosque Metropolitano
- La superficie destinada a infraestructura verde (166.315,86 m²s)
- La existencia de corredores de ventilación natural
- La presencia de amplios espacios libres
- La posibilidad de incorporar soluciones de drenaje urbano sostenible (SUDS)
- La futura implantación de edificaciones de alta eficiencia energética

12.3.4. Conclusiones respecto a la vulnerabilidad climática de la parcela DO-190

Conforme a los epígrafes anteriores la vulnerabilidad climática de la parcela DO-190 se considera moderada, reduciéndose significativamente gracias a la elevada capacidad adaptativa derivada de la superficie destinada a infraestructura verde y de la configuración urbana propuesta con amplios espacios libres y corredores verdes.

12.4. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y RESILIENCIA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La Modificación Puntual incorpora diversas determinaciones urbanísticas que contribuyen a la adaptación progresiva del ámbito frente a los efectos del Cambio Climático y al incremento de su resiliencia:

Infraestructura verde y regulación microclimática

La ordenación prevé una superficie de zonas verdes y espacios libres de 166.315,86 m²s, integrada funcionalmente con el Bosque Metropolitano. Esta superficie de zonas verdes contribuirá a:

- Reducir la temperatura superficial del suelo
- Aumentar la evapotranspiración
- Generar zonas de sombra
- Mejorar el confort térmico del espacio público
- Favorecer la biodiversidad urbana
- Reducir el efecto isla de calor

Corredores de ventilación natural

La disposición de espacios libres interconectados y la ausencia de barreras edificatorias continuas favorecen la circulación natural del aire, lo que permite:

- Disipar el calor acumulado
- Reducir la temperatura del aire
- Mejorar la calidad del aire
- Reducir la demanda energética de refrigeración



Gestión sostenible del agua

Se prevé la futura implantación de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), pavimentos permeables y soluciones de infiltración. Estas actuaciones contribuirán a:

- Reducir la escorrentía superficial
- Laminación de caudales en episodios de lluvia intensa
- Favorecer la infiltración
- Mantener la humedad del suelo
- Incrementar la resiliencia frente a inundaciones pluviales

Diseño urbano y edificación bioclimática

La configuración urbana prevista permite la aplicación de estrategias pasivas de diseño, tales como:

- Optimización del soleamiento invernal
- Control de la radiación solar en verano
- Ventilación cruzada
- Protección solar mediante arbolado y elementos arquitectónicos
- Reducción de las cargas térmicas de refrigeración

Además de las medidas anteriores, la MPG propone otra serie de medidas coherentes con los principios de resiliencia establecidos por la legislación vigente, que también contribuirán a incrementar la capacidad adaptativa del ámbito frente a los efectos previsibles del Cambio Climático:

- Conservación del corredor ambiental asociado al arroyo de la Plata
- Utilización preferente de soluciones basadas en la naturaleza para la regulación microclimática
- Reserva de espacios suficientes para futuras infraestructuras energéticas de elevada eficiencia

12.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La ordenación propuesta contribuye igualmente a la mitigación del Cambio Climático mediante la reducción progresiva de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al funcionamiento futuro de las actuaciones propuestas.

Las principales estrategias identificadas son:

- Electrificación progresiva de los consumos energéticos: se prioriza la sustitución de sistemas térmicos convencionales basados en combustibles fósiles por tecnologías eléctricas de alta eficiencia, particularmente bombas de calor.



- Integración de instalaciones de generación fotovoltaica para autoconsumo: la ordenación posibilita la futura implantación de instalaciones fotovoltaicas en cubiertas, marquesinas y aparcamientos, destinadas al autoconsumo y a la generación distribuida.
- Posible implantación de redes energéticas centralizadas de climatización, de elevada eficiencia, así como de sistemas de recuperación de calor
- Aplicación de criterios de diseño bioclimático en las futuras edificaciones
- Posible almacenamiento energético
- Incorporación de sistemas inteligentes de gestión energética (BEMS)

Como se ha expuesto en capítulos precedentes, estas medidas, permitirán alcanzar reducciones significativas tanto del consumo de energía primaria no renovable como de las emisiones de CO₂ respecto al escenario convencional de referencia.

En consecuencia, la ordenación resulta plenamente compatible con los objetivos de neutralidad climática y descarbonización establecidos en la Ley 7/2021 y en el PNIEC 2023-2030.

12.6. MEDIDAS PARA LA MITIGACIÓN DEL EFECTO ISLA DE CALOR URBANA

La ordenación propuesta incorpora medidas específicas dirigidas a reducir la intensidad del fenómeno conocido como “isla de calor urbana”, mediante actuaciones que favorezcan la regulación térmica natural del ámbito. Las principales actuaciones previstas en este sentido son las siguientes:

- Incremento de la cobertura vegetal
- Continuidad funcional con el Bosque Metropolitano
- Aumento de las superficies permeables
- Conservación de corredores de ventilación
- Utilización de arbolado para la generación de sombra
- Reducción de superficies continuas altamente impermeabilizadas
- Implantación de soluciones basadas en la naturaleza
- Diseño urbano que favorece la ventilación natural y la disipación del calor acumulado

Estas actuaciones permitirán disminuir las temperaturas superficiales durante los episodios estivales, mejorar el confort térmico y reducir la demanda energética asociada a la climatización de las futuras edificaciones, incrementando, en consecuencia, la habitabilidad del espacio público.

12.7. APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RESIDUALES URBANAS

El artículo 21 de la Ley 7/2021 establece la conveniencia de evitar la dispersión a la atmósfera de las energías residuales generadas por las infraestructuras urbanas, favoreciendo su aprovechamiento como recurso energético.



En el ámbito de la Modificación Puntual no existen en la actualidad infraestructuras de producción de calor residual susceptibles de ser aprovechadas de forma inmediata. No obstante, la escala de la actuación, el carácter innovador del futuro Centro de Innovación Tecnológica y la concentración de usos terciarios y dotacionales permiten considerar que, durante las fases posteriores de desarrollo urbanístico (Proyecto de urbanización), puedan implantarse soluciones de recuperación energética.

Entre las posibles fuentes a analizar en fases posteriores de planeamiento se encuentran las instalaciones deportivas, edificios terciarios de elevada demanda energética, centros de procesamiento de datos (CPD), sistemas centralizados de climatización, equipamientos tecnológicos e infraestructuras energéticas compartidas.

Asimismo, la ordenación propuesta no introduce limitaciones que impidan la futura implantación de redes de calor y frío (District Heating & Cooling), sistemas de recuperación de calor residual, bombas de calor a gran escala, almacenamiento térmico o redes energéticas de quinta generación (conocidas como 5GDHC son sistemas circulares de climatización. En lugar de quemar gas, conectan edificios para compartir frío y calor. Utilizan temperaturas cercanas al ambiente lo que evita pérdidas de energía y permite aprovechar el calor de la tierra o el de los centros de datos).

La definición concreta de dichas infraestructuras corresponderá al futuro Proyecto de urbanización y a los proyectos de edificación, una vez conocidas las características definitivas de las actividades que se implanten en el ámbito.

En cualquier caso, la ordenación propuesta preserva la posibilidad de incorporar soluciones de aprovechamiento de energías residuales urbanas, en coherencia con lo establecido en la Ley 7/2021.

12.8. CONTRIBUCIÓN DE LA MPG A LA NEUTRALIDAD CLIMÁTICA

La Modificación Puntual contribuye a los objetivos de neutralidad climática y transición energética mediante:

- La reducción de la demanda energética
- La electrificación de los consumos
- La integración de energías renovables
- La reducción de emisiones de CO₂
- La mejora del comportamiento microclimático
- El incremento de la resiliencia urbana
- La mitigación del efecto isla de calor

Estas determinaciones resultan coherentes con los objetivos de neutralidad climática a 2050 establecidos por la Unión Europea, la Ley 7/2021 y el PNIEC 2023-2030.



13 CONCLUSIONES

El presente estudio de demanda, sostenibilidad y eficiencia energética se ha redactado en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 43 de la Ordenanza 4/2021, de 30 de marzo, de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid (OCAS), con el objetivo de analizar la demanda energética asociada a la Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid en la parcela DO-190 del APE 16.11 «Ciudad Aeroportuaria y Parque de Valdebebas», así como evaluar la viabilidad de incorporar medidas de eficiencia energética, electrificación de los consumos y aprovechamiento de energías renovables.

Asimismo, incorpora las consideraciones relativas a la mitigación y adaptación al cambio climático previstas en el artículo 21 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética, mediante el análisis de los riesgos climáticos, la integración de medidas de adaptación y resiliencia, la evaluación de las medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la consideración de actuaciones dirigidas a la mitigación del efecto isla de calor y al aprovechamiento potencial de energías residuales.

A partir de la edificabilidad y de los usos previstos por la ordenación propuesta, se ha estimado una demanda energética anual del ámbito de 104,91 GWh/año en un escenario de plena ocupación y funcionamiento. Esta demanda resulta coherente con las características del desarrollo previsto y con el predominio de usos terciarios contemplados por la ordenación.

El análisis realizado pone de manifiesto que el ámbito presenta condiciones favorables para la aplicación de estrategias bioclimáticas y de reducción de la demanda energética. Entre ellas destacan el elevado potencial de aprovechamiento de la radiación solar, la posibilidad de optimizar el comportamiento energético de las edificaciones mediante soluciones de control solar y diseño pasivo, la existencia de condiciones adecuadas para favorecer la ventilación natural y la contribución de la infraestructura verde a la mejora del comportamiento microclimático y a la mitigación del efecto “isla de calor urbana”.

Asimismo, la evaluación de los distintos escenarios energéticos considerados permite concluir que la electrificación progresiva de los consumos, la implantación de sistemas térmicos de alta eficiencia y la integración de energías renovables constituyen las estrategias más eficaces para reducir tanto el consumo de energía primaria no renovable, como las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al desarrollo del ámbito.

Los resultados obtenidos muestran que la sustitución de sistemas convencionales basados en combustibles fósiles por tecnologías eléctricas de alta eficiencia, junto con la incorporación de generación renovable para autoconsumo y sistemas avanzados de gestión energética, puede generar reducciones significativas en el consumo energético y en las emisiones de CO₂. En este sentido, el escenario basado en la electrificación de la demanda combinada con la integración de energías



renovables presenta el mejor comportamiento ambiental y energético, alcanzando reducciones estimadas de hasta un 40% en el consumo de energía primaria no renovable y de hasta un 47% en las emisiones de CO₂ respecto al escenario convencional de referencia.

No obstante, debe señalarse que la definición concreta de las soluciones energéticas finalmente implantadas en el ámbito, así como el modelo de suministro energético, el grado de electrificación de los consumos, la eventual implantación de sistemas centralizados de producción y distribución de energía, la potencia instalada de generación renovable y, en consecuencia, las emisiones reales de CO₂ asociadas a la fase de funcionamiento de la actuación, corresponderá a las fases posteriores de desarrollo del ámbito (proyecto de urbanización).

Será en dicho proyecto de urbanización donde se determinen las infraestructuras energéticas finalmente adoptadas, de conformidad con la normativa sectorial vigente en materia de eficiencia energética, energías renovables, calidad del aire y cambio climático, así como con las condiciones técnicas existentes en el momento de su ejecución.

Por ello, las estimaciones energéticas y de emisiones incluidas en el presente estudio deben entenderse como valores de referencia elaborados para la fase de planeamiento general en la que nos encontramos, cuya finalidad es evaluar la viabilidad energética de la ordenación propuesta y comparar distintos escenarios de desarrollo compatibles con la misma. Los valores definitivos podrán variar en función de las soluciones técnicas finalmente seleccionadas, de la evolución del mix eléctrico nacional, de la penetración efectiva de energías renovables, de los avances tecnológicos que se produzcan durante el desarrollo del ámbito y de las exigencias normativas vigentes en el momento de su materialización.

Desde el punto de vista urbanístico, la ordenación propuesta no introduce condicionantes que limiten la implantación futura de soluciones energéticas eficientes y de bajas emisiones. Por el contrario, la escala y configuración del desarrollo permiten la futura integración de instalaciones de generación renovable, sistemas energéticos centralizados, infraestructuras de recarga para vehículo eléctrico y otras soluciones avanzadas de gestión energética que contribuyan a la reducción del consumo energético y de las emisiones asociadas.

En consecuencia, la Modificación Puntual del PGOU propuesta resulta compatible con los objetivos de sostenibilidad energética y calidad del aire establecidos en la Ordenanza de Calidad del Aire y Sostenibilidad del Ayuntamiento de Madrid. Asimismo, el presente estudio acredita la viabilidad energética de la ordenación propuesta y el cumplimiento de los requisitos establecidos en el artículo 43 de la OCAS, sin perjuicio de que, como se ha comentado anteriormente, la definición detallada del modelo energético y la cuantificación definitiva de los consumos y emisiones asociadas, se desarrollen en los correspondientes instrumentos de ejecución urbanística.



Por su parte, tras el análisis realizado, se considera que la Modificación Puntual incorpora de forma expresa las consideraciones relativas a la mitigación, adaptación y resiliencia frente al Cambio Climático incluidas en el artículo 21 de la Ley 7/2021 ya que la ordenación propuesta:

- Integra medidas de adaptación y resiliencia frente al Cambio Climático.
- Contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Incorpora medidas de mitigación del efecto isla de calor urbana.
- Permite la futura implantación de soluciones de aprovechamiento de energías residuales.
- Resulta compatible con los objetivos de neutralidad climática y transición energética.

En consecuencia, desde la perspectiva de la sostenibilidad climática, la Modificación Puntual resulta compatible con los objetivos de descarbonización, adaptación y transición energética establecidos en la normativa vigente.

En Madrid, julio de 2026



Fdo.: Manuel Ciudad 
Ingeniero agrónomo 

ALTACIA CONSULTORÍA
ESTRATÉGICA
MEDIOAMBIENTAL