

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS CIUDADES: HACIA LOS DISTRITOS DE ENERGÍA POSITIVA (PEDS)



Madrid subterra

**APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA PROCEDENTE DE LAS INFRAESTRUCTURAS DEL
SUBSUELO EN LAS CIUDADES**



LAS CIUDADES



- ▶ Población que vive en ciudades:
 - Mundo: 55%
 - Unión europea: 75%
 - España: 80%
- ▶ El 75% de la energía consumida en todo el mundo es atribuible a las ciudades.
- ▶ Además, las ciudades son responsables del 80% de los gases de efecto invernadero en todo el mundo.
- ▶ Grandes “sumideros” de energía: consumen pero prácticamente no generan.
- ▶ Muy dependientes energéticamente del exterior.



MADRID



- ▶ La ciudad de Madrid tiene un consumo energético de 3.316 ktep al año (*)
- ▶ El 53% del consumo total, 1.762 ktep, destinados al sector residencial/comercial/institucional
- ▶ Y de éstos, solo 1,14 ktep provienen de fuentes del subsuelo (geotermia en este caso). Y 14,54 ktep de la energía solar térmica. Un 53% es electricidad, un 36%, gas natural y un 9%, productos petrolíferos
- ▶ A pesar de la dependencia, aún muy elevada, de los combustibles fósiles, Madrid ha incrementado el consumo de energías renovables de forma muy notable en el período 2006-2017. Y el consumo de energía final ha disminuido en todos los sectores, respecto a 2006 (de media un 14%, siendo un 10,5% en el sector residencial/comercial/institucional)
- ▶ La producción propia de energía vs las importaciones es del 2,79%, no variando significativamente en la última década.

- ▶ La producción propia de energía eléctrica supuso el 5,37% de toda la energía eléctrica consumida en la ciudad (*)
- ▶ En la siguiente tabla se puede ver la evolución de la generación de energía según la fuente de la que procede, en el periodo 2006-2017

Tabla 13. Generación de energía en el municipio de Madrid. Periodo 2006-2017

Año	Residuos industriales		Incineración de RU		Biogás ¹⁰		Solar fotovoltaica		Cogeneración ¹¹		Solar térmica ¹²		Geotérmica ¹³		TOTAL	
	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%	ktep	%
2006	0,00	0,00	18,57	26,28	14,29	20,23	0,12	0,17	35,45	50,17	2,22	3,15	0,00	0,00	70,66	100,00
2007	0,00	0,00	19,46	29,33	12,52	18,87	0,30	0,45	31,57	47,58	2,50	3,77	0,00	0,00	66,36	100,00
2008	0,00	0,00	19,32	26,76	11,20	15,52	0,35	0,49	36,11	50,02	5,20	7,21	0,00	0,00	72,18	100,00
2009	0,00	0,00	20,19	27,47	10,57	14,39	0,47	0,64	33,90	46,12	8,33	11,34	0,03	0,04	73,50	100,00
2010	0,00	0,00	20,31	25,68	10,43	13,20	0,61	0,78	37,95	48,00	9,71	12,28	0,05	0,06	79,06	100,00
2011	0,00	0,00	18,27	21,17	10,92	12,65	0,93	1,07	45,43	52,63	10,68	12,38	0,09	0,11	86,32	100,00
2012	0,00	0,00	15,79	15,84	11,21	11,25	1,14	1,15	59,37	59,57	11,98	12,02	0,16	0,17	99,66	100,00
2013	0,00	0,00	14,36	16,14	11,27	12,67	1,87	2,10	48,59	54,63	12,68	14,25	0,19	0,21	88,96	100,00
2014	0,00	0,00	12,48	18,35	11,61	17,06	1,91	2,81	28,69	42,18	13,13	19,30	0,21	0,32	68,03	100,00
2015	0,00	0,00	15,27	22,32	11,39	16,65	1,94	2,83	25,98	37,97	13,57	19,83	0,28	0,41	68,42	100,00
2016	0,00	0,00	16,31	22,53	11,30	15,61	1,83	2,52	28,34	39,15	14,06	19,42	0,56	0,77	72,41	100,00
2017	0,00	0,00	16,31	21,88	11,23	15,06	1,83	2,45	29,51	39,59	14,54	19,50	1,14	1,53	74,56	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de datos del Ayuntamiento de Madrid, MINETUR, CNMC, CYII y ENERES.



- ▶ CONCLUSIONES:
 - Mínima producción propia / alta dependencia del exterior.
 - Todavía poco peso energías renovables.

- ▶ RETOS QUE SE PLANTEAN:
 - Reducir consumos / eficiencia energética
 - Reducir dependencia energética del exterior / aumentar producción propia
 - A la vez manteniendo un suministro de energía fiable y seguro, garantizando la accesibilidad al sistema de suministro, mientras reducimos las emisiones de gases de efecto invernadero asociados al consumo de energía

- ▶ El camino hacia los Distritos de Energía Positiva (PEDs) pasa por trabajar en estos retos.



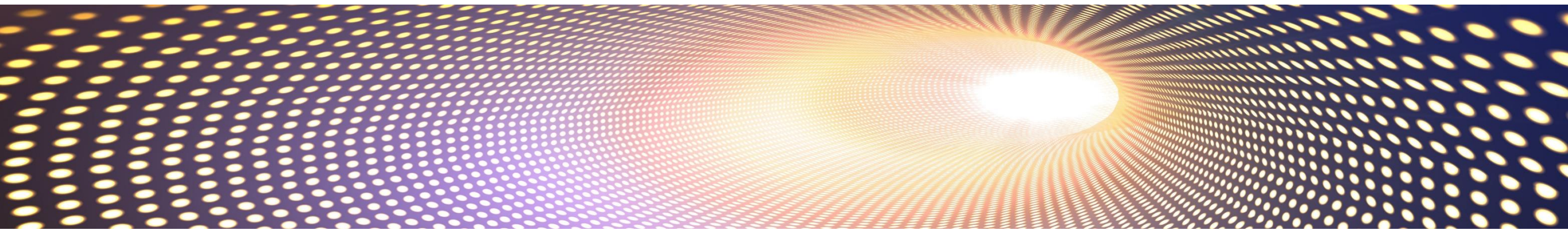
LA "ENERGÍA URBANA" DEL SUBSUELO

UNA OPORTUNIDAD



- ▶ Nos referimos a un recurso energético que procede tanto del terreno en sí como de las infraestructuras subterráneas en las ciudades, de ahí el concepto de “urbana”.
- ▶ Es un recurso prácticamente no aprovechado, que en la actualidad se “tira” en su inmensa mayoría.
- ▶ Y por tanto entronca directamente con el concepto de eficiencia energética → primer paso hacia los Distritos de Energía Positiva.
- ▶ Uso fundamentalmente en calefacción y ACS, que representan más de un 60% del consumo energético en la edificación.

Recurso
energético del
subsuelo = Aquel que puede
derivarse de
fuentes energéticas
subterráneas



DE ORIGEN NATURAL

- Geotermia.

ASOCIADAS A LAS INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS URBANOS

- Túneles.
- Aparcamientos subterráneos.
- Redes de transporte subterráneo.
- Redes de saneamiento y de distribución de agua.
- ...



LA "ENERGÍA URBANA" DEL SUBSUELO

**EJEMPLOS DE
APROVECHAMIENTOS**

EJEMPLOS DE APROVECHAMIENTO EN CAPITALAS MUNDIALES



NUEVA YORK

Aprovechamiento energía mecánica de aguas en la red de abastecimiento.



HELSINKI

Aprovechamiento energía térmica de aguas residuales para district heating.



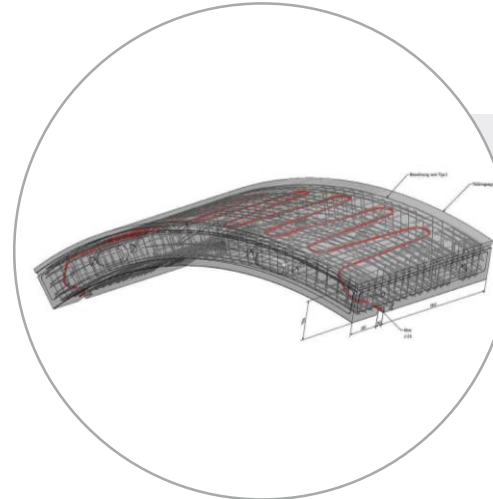
VIENA

Termoactivación de las pantallas de pilotes en el túnel Lainzer.



STUTTGART

Aprovechamiento geotérmico por medio de las dovelas de los nuevos túneles en la ampliación del Metro.





PLAZA CASTILLA	Entrada a de pósito
Fecha contrato	Jul 2015
Potencia instalada (kW)	60
Caudal de diseño (m ³ /s)	0,3
Salto neto (m)	29
Diámetro microt (mm)	400

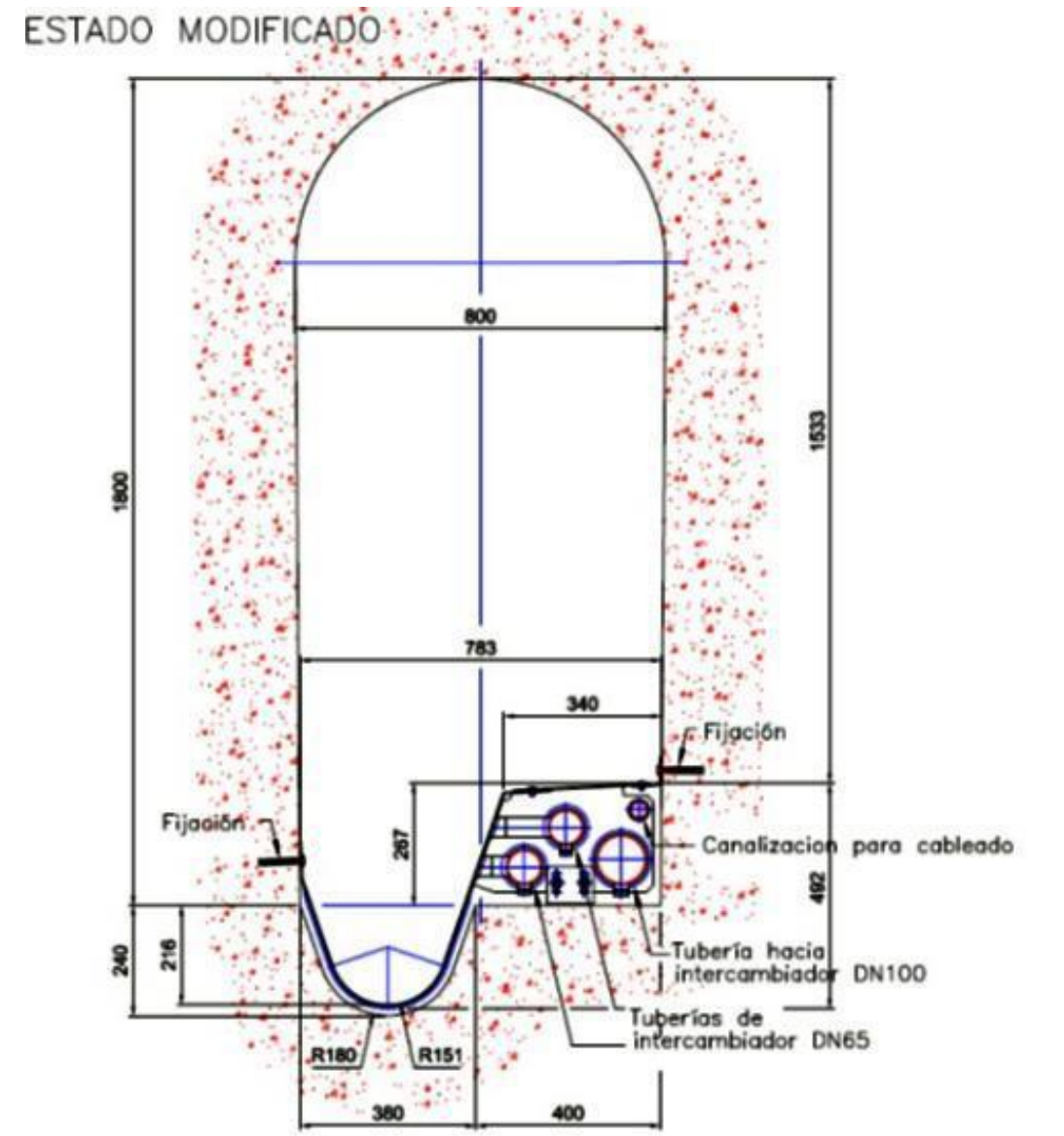
Microturbina en instalaciones de Canal de Isabel II en
Plaza de Castilla



Intercambio de calor con aguas residuales.
Centro Deportivo de Moratalaz



15°C

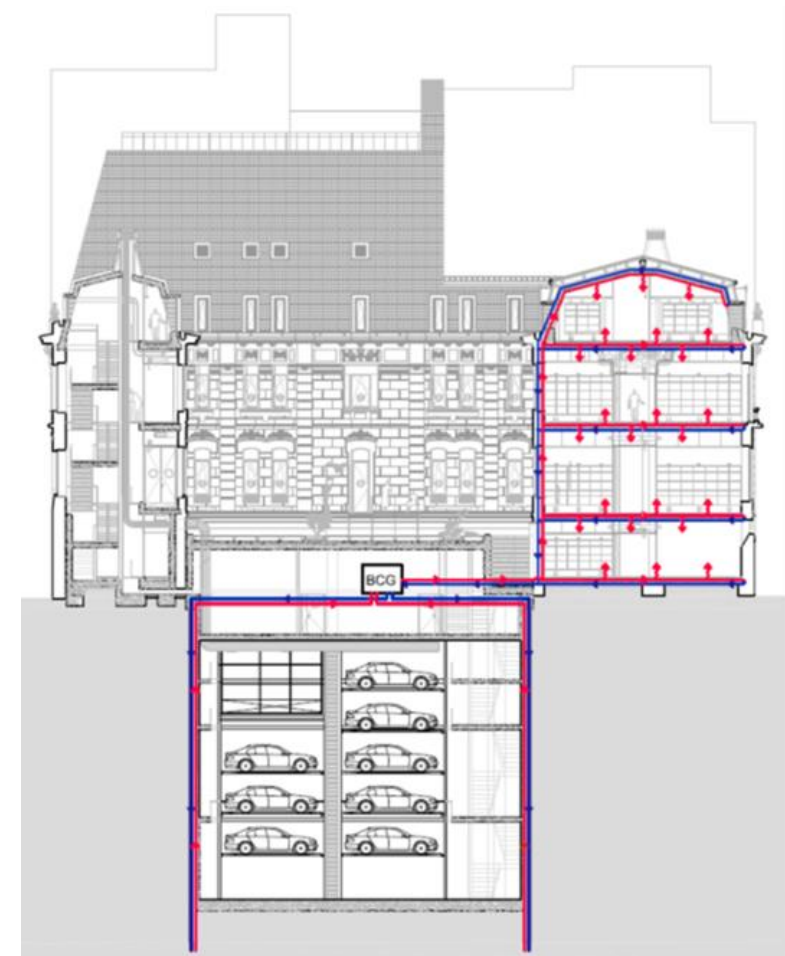


Intercambio de calor con aguas residuales.
Centro Deportivo de Moratalaz

COSTE ENERGÉTICO ANUAL ANTES DE LA IMPLANTACIÓN	53.703,32 €
COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	32.615,50 €
AHORRO EN COSTE ENERGÉTICO ANUAL TRAS LA IMPLANTACIÓN	21.087,82 €
% AHORRO EN COSTE CLIMATIZACIÓN	39,27%

Intercambio de calor con aguas residuales.
Centro Deportivo de Moratalaz

Rehabilitación edificio oficinas



Aparcamiento subterráneo en c/ Manuel Silvela



- Intercambio geotérmico tierra agua integrado en la estructura subterránea.
- Utilización termoactiva de todos los elementos de la nueva estructura horizontal que consiste en losas de hormigón visto de 25/30cm espesor y masa 600/120Kg/ m².
- La instalación de intercambio geotérmico tiene una configuración mixta:
 1. Sistema SAS Climapark Levelparker para 27 vehículos que integra 45 pilotes termoactivos, uno de cada dos, de una pantalla discontinua con pilotes de 20m de longitud y 45 cm de diámetro. Cubre aproximadamente un 25% de la demanda total del edificio.
 2. El resto del sistema se resuelve con 14 intercambiadores verticales de 150m de profundidad.
- Utilización de bomba de calor geotérmica para climatización.

Aparcamiento subterráneo en c/ Manuel Silvela



AHORRO EN CLIMATIZACIÓN: 66%

REDUCCIÓN EMISIONES CO2: 60%

Aparcamiento subterráneo en c/ Manuel Silvela



- ▶ Las aguas residuales producidas por 100 personas permiten contribuir al sistema de calefacción de 10 habitantes.
- ▶ En España se estima un potencial de calentamiento para 1.800.000 viviendas.
- ▶ La infraestructura de Metro de Madrid es un gigantesco intercambiador geotérmico.
- ▶ Mediante termoactivación de sus túneles y recuperación del calor disipado se pueden generar unos 2.000.000 MWh anuales (172 ktep), que podrían dedicarse al abastecimiento de edificios y espacios próximos al trazado de la red del Metro
- ▶ Esto es un 10% del consumo energético en el sector residencial/comercial/institucional, en la ciudad de Madrid.



LA PUESTA EN VALOR DE LA ENERGÍA DEL SUBSUELO

Madrid
subterránea

- ▶ Es una iniciativa de ciudad basada en la colaboración público privada.
- ▶ Es un proyecto para promover la exploración y explotación del potencial de energía limpia y renovable del subsuelo de Madrid.

QUEREMOS:



PROMOVER CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN.



IMPULSAR LA INNOVACIÓN Y EL EMPRENDIMIENTO.



FACILITAR ASISTENCIA Y GENERAR SINERGIAS.



- ▶ 3 Congresos Internacionales. 4º en 2019.
- ▶ Participación en jornadas y seminarios.
- ▶ Eventos propios. II Premio Madrid Subterra en 2019.
- ▶ Plan de Comunicación: web, redes sociales, newsletters, relaciones con los medios de comunicación.



- ▶ La regulación del sector.
- ▶ Los modelos de negocio.
- ▶ Los mecanismos de promoción.
- ▶ Las relaciones con otras instituciones.

¿CÓMO? LA INVESTIGACIÓN Y EL CONOCIMIENTO



AULA MADRID SUBTERRA





- ▶ Un convenio con la Universidad para la generación de conocimiento en el ámbito del aprovechamiento de las energías del subsuelo urbano.
- ▶ Se concreta en proyectos de fin de máster/grado y la cooperación con profesores de la Universidad.
- ▶ La idea es aplicar el conocimiento generado a proyectos reales.
- ▶ Actualmente con la UPM pero abierto a la participación de otros actores, en definitiva pretende ser un ecosistema de generación y transmisión de conocimiento.

CON METRO DE MADRID Y MADRID CALLE 30

- ▶ Elaboración de mapa de potencial energético en la infraestructura de Madrid Calle 30. Caracterización del recurso.
- ▶ Análisis del potencial energético real en la infraestructura de Madrid Calle 39 mediante simulación numérica.
- ▶ Refrigeración del aire de entrada en estaciones de la red de Metro de Madrid mediante uso de energía geotérmica.
- ▶ Análisis de soluciones técnicas para el aprovechamiento térmico del calor residual en la infraestructura de Metro de Madrid.



- ▶ Resultados de los proyectos en curso para junio 2019.
- ▶ En función de los resultados, se plantearán proyectos de aplicación concretos en instalaciones municipales / públicas que sirvan como demostradores.
- ▶ Igualmente se está en conversaciones con Canal de Isabel II y Adif para ampliar el alcance de los proyectos a la totalidad de las infraestructuras subterráneas de Madrid.
- ▶ Igualmente se fomentarán proyectos de I+D+i que generen herramientas y experiencias a disposición de las empresas y las administraciones.

LES ANIMAMOS A SEGUIR A MADRID SUBTERRA

PÁGINA WEB: WWW.MADRIDSUBTERRA.ES

EMAIL: INFO@MADRIDSUBTERRA.ES

TWITTER: [@MADRIDSUBTERRA](https://twitter.com/MADRIDSUBTERRA)

FACEBOOK: WWW.FACEBOOK.COM/MADRIDSUBTERRA

LINKEDIN: WWW.LINKEDIN.COM/COMPANY/MADRID-SUBTERRA

DIRECCIÓN DE CORREOS: MADRID INTERNATIONAL LAB. CALLE BAILÉN, 41. • 28005 • MADRID



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

