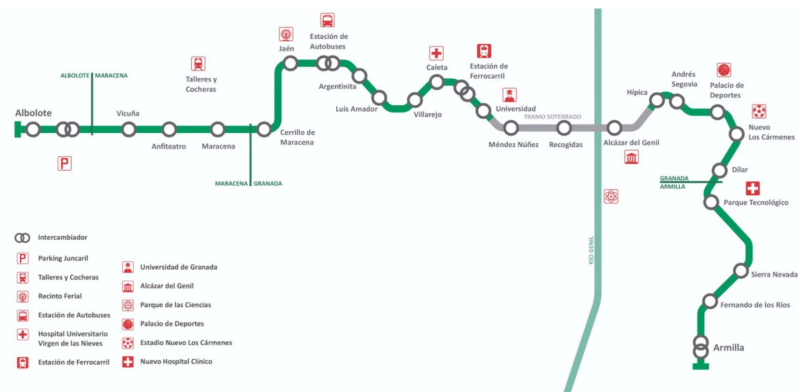




## HACIA EL AUTOCONSUMO / Cubierta Vegetal en los Talleres y Cocheras del Metropolitano de Granada / Placas fotovoltaicas en los metros andaluces

**Luis Ramajo Rodríguez** / *Agencia de Obra Pública de  
la Junta de Andalucía*

## Metro de Granada

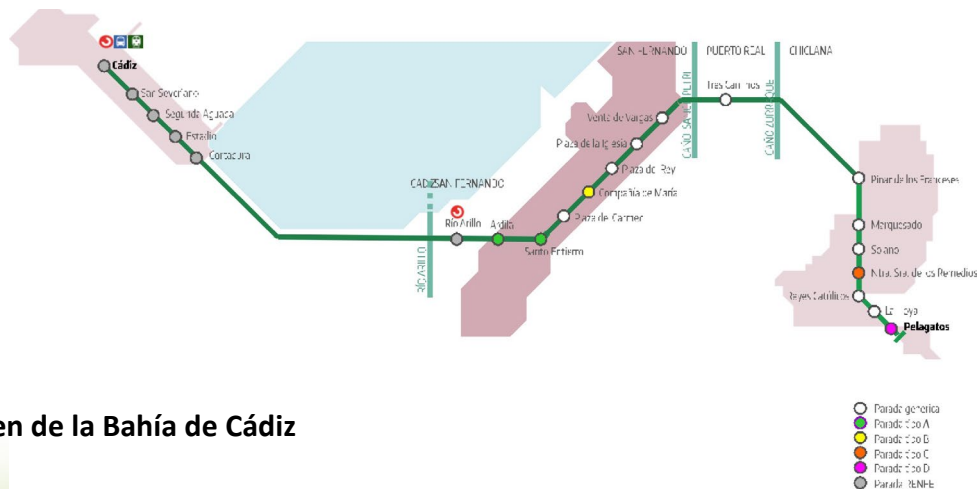


**PITMA 2030**  
**50 % Motorizados.**  
**De ellos 80-87%**  
**en veh privado.**  
**Solo 10-13 % en**  
**TP.**

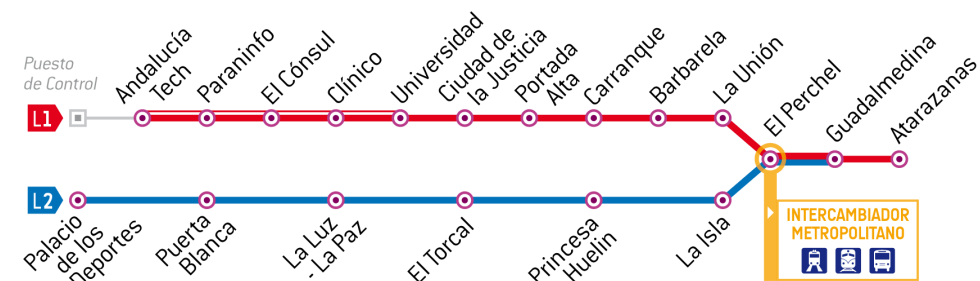
## Metro de Sevilla



## Tren de la Bahía de Cádiz



## Metro de Málaga



## Movilidad Urbana Sostenible

Soluciones Energéticas y Ambientales para un metro más eficiente

## Beneficios ambientales del transporte ferroviario metropolitano de la Junta de Andalucía

Año 2019	Usuarios	Toneladas GEI evitadas	Desplazamientos evitados
Metro de Granada	11.700.000	4.166	3.022.500
Metro de Málaga	6.880.000	2.274	1.720.000
Metro de Sevilla	16.998.191	9.925	5.765.220
Las tres infraestructuras	35.578.191	16.365	10.507.720

Año 2023	Usuarios	Toneladas GEI evitadas	Desplazamientos evitados
Metro de Granada	14.180.797	6.870	4.017.892
Metro de Málaga	13.606.294	4.080	3.401.574
Metro de Sevilla	20.429.032	11.980	5.958.468
Trambahía	1.976.278	1.708	741.100
<b>Las cuatro infraestructuras</b>	<b>50.192.401</b>	<b>24.638</b>	<b>14.119.034</b>

100% del suministro eléctrico procedente de fuentes 100% renovables.

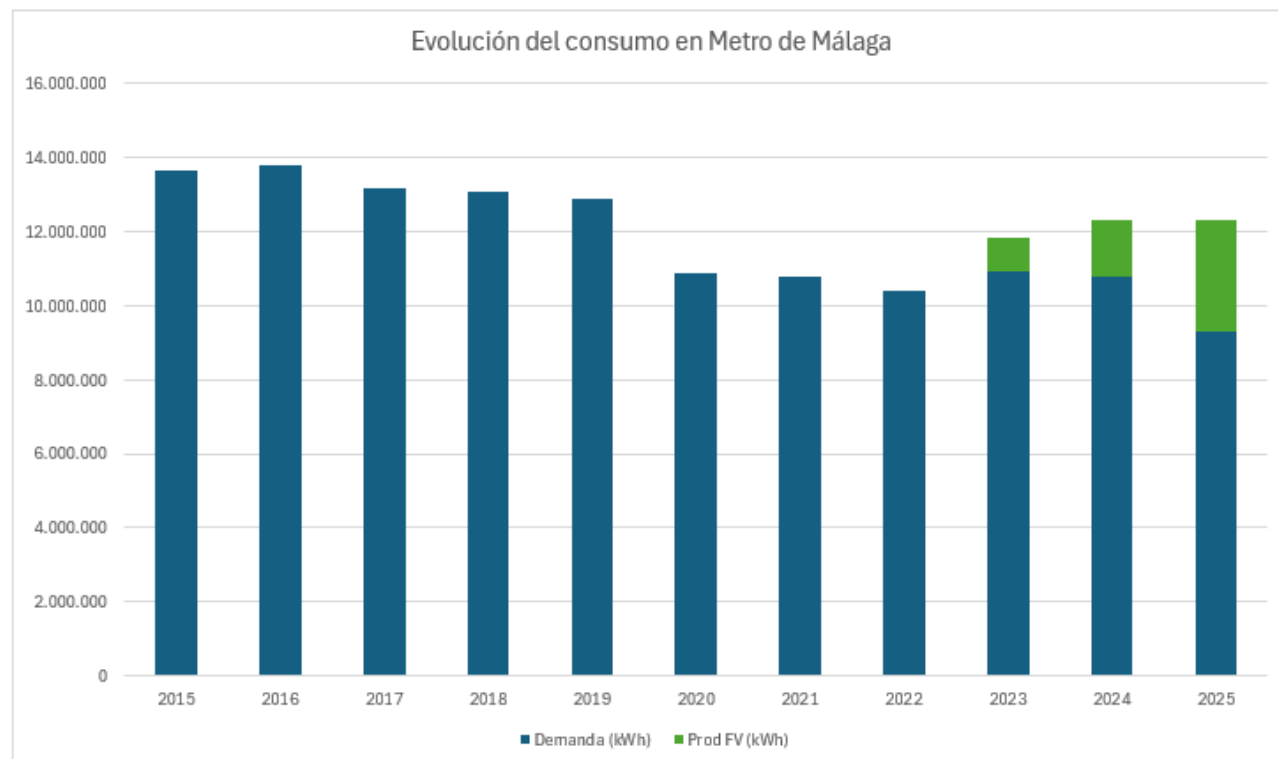
Metro de Sevilla y Metro de Málaga compensan sus emisiones directas de CO2.



## HACIA EL AUTOCONSUMO

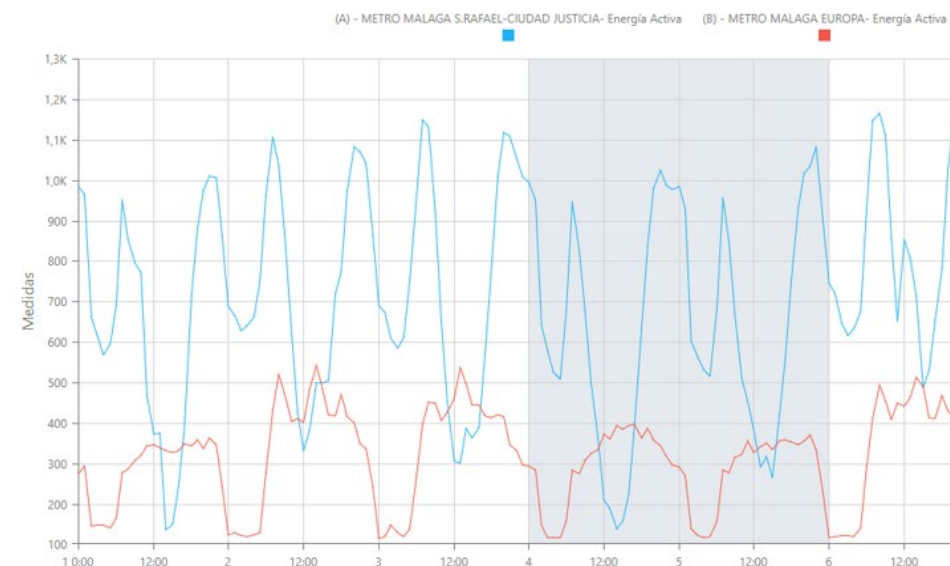


	Fase 0 - Cubierta taller	Fase 1		Fase 2 - Recinto TYC	Fase 3 - Recinto TYC	Fase 1+2+3
		Recinto TYC	Paradas			
Nº paneles	218	1025	25	769	1900	3719
kWp instalados	47	558,6	13,6	423,0	1092,5	2087,7
Prod. anual estimada (GWh)	0,08	0,9	0,004115	0,681	1,7601	3,3457
% Autoconsumo	-	7,50%	0,03%	5,68%	14,67%	27,88%
Fecha puesta en marcha	Inicio de la explotación	dic-22		ene-24	dic-24 (estimada)	-





## HACIA EL AUTOCONSUMO



En esta imagen, se observa la curva de carga de las dos acometidas con las que contamos en Metro de Málaga. La línea roja representa actualmente la acometida de EUR, la cual no cuenta con fotovoltaica asociada. Se observa claramente como en las horas centrales del día, el consumo es máximo, mientras que durante la noche baja notablemente. Por otro lado, la acometida de San Rafael (línea azul), muestra como al inicio del servicio el consumo sube, después a las horas centrales baja gracias al autoconsumo (compramos menos electricidad), y conforme se va el sol, el consumo vuelve a subir. Al llegar la noche, el consumo vuelve a bajar.

**AUTOCONSUMO: 28 % en 2024**



## HACIA EL AUTOCONSUMO

Ubicación	Instalación	Superficie m2	Potencia KW	Energía GWh
Edificio de Talleres	15 años	3.000 m2	300	0,45
Talleres y cocheras. Estaciones	Marzo 2023	2.000 placas 5.800 m2	1.300	2

**AUTOCONSUMO: 19 % en 2024**





## HACIA EL AUTOCONSUMO





## Elaboración de Plan de Acción en 2020.

- Certificación energética
- Sistema de Gestión Calidad Energía
- Cristales bajo emisivos.
- Instalación de toldos en edificio administrativo.
- Estudios lumínicos y sustitución luminarias MG
- Sustitución de fluorescentes por LED en unidades móviles.
- Uso eficiente de unidades móviles (conducción de bajo consumo)
- Instalaciones fotovoltaicas

## Otras medidas.

- Restauración vegetal Dominio Público.
- Sensores contaminación.
- Engrasadores (Ruidos).
- Carga eléctrica vehículos.





### Instalaciones fotovoltaicas en Metro de Granada para autoconsumo:

1. Talleres y cocheras. Marquesinas de aparcamiento oficinas.
2. Parking disuasorio de Juncaril.
3. Cubierta verde de playa de vías.

Ubicación	Módulos	Potencia KW	Energía GWh
Talleres y cocheras	675	321	0,43
Juncaril	168	85,5	0,124
Cubierta Playa de Vías	1.729	811	1,57



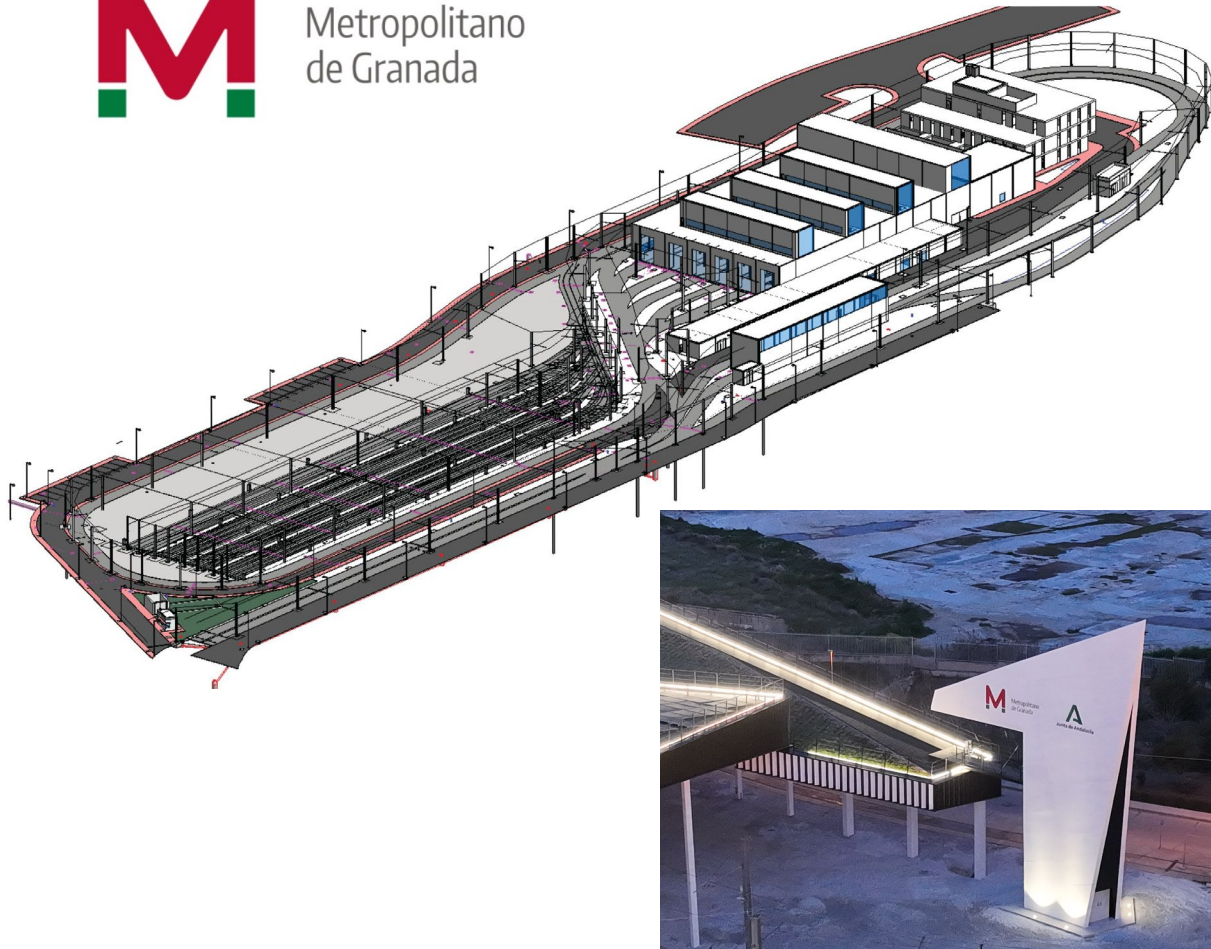
Incluyendo perdidas en la energía, 1,151 GWh  
**22,7% del consumo eléctrico.**  
2,4 millones de euros.

## Instalaciones fotovoltaicas METRO GRANADA





## Cubierta verde sobre playa de vías METRO GRANADA



## Cubierta verde sobre playa de vías **METRO GRANADA**

### Objetivos de la cubierta verde en playa de vías:

1. Proteger a los trenes estacionados de las inclemencias meteorológicas. Excesivo soleamiento en verano.
2. Favorecer las tareas de mantenimiento de los trenes y su vida útil.
3. Mejorar la eficiencia energética del Metro de Granada, gracias a la instalación de placas fotovoltaicas para el autoconsumo.
4. Zonas ajardinadas para favorecer la absorción de gases de efecto invernadero. Efecto aislante térmico.

**Cubierta elevada** sobre 120 pilares de una altura máxima de 12 metros

Alberga 8 vías con capacidad para estacionar 32 trenes

Superficie total en planta de 9.000 m<sup>2</sup>.

- Planta fotovoltaica: 4.000 m<sup>2</sup>
- Cubierta verde: 3.332,88 m<sup>2</sup>





## Revegetación

Sistema de bandejas someras con distintas especies de *Sedum* (uña de gato), incluyendo además la plantación de elementos arbustivos de clima mediterráneo y porte bajo en el 30% del espacio (*Helychrisum*, *Macrochloa*, *Santolina*, *Teucrium* y *Thymus*)

Sistema de riego con programadores, 10 unidades de control distribuidas en los distintos paños, y 8.310 metro de tuberías PE de 16" con goteros autocompensantes.

Absorción estimada: 20 Tn eq de CO<sub>2</sub>.

Buen aislante térmico.

## Cubierta verde sobre playa de vías METRO GRANADA









**Gracias por  
su atención**

**Movilidad  
Urbana  
Sostenible**

**Soluciones Energéticas  
y Ambientales  
para un metro  
más eficiente**

