

## ANEXOS

Anexo I: Utilización de la aplicación Matlab Mobile

Anexo II: Datos de las rutas, consumos y emisiones

## Anexo I: Utilización de la aplicación Matlab Mobile

Una vez esté instalada la aplicación, se procederá a abrirla. Lo primero que pide la aplicación es introducir el correo y la contraseña de una cuenta de Mathworks. Para comenzar la obtención de datos, se accederá al menú lateral como se indica en la Imagen 66. El segundo paso será acceder al apartado de sensores, como aparece en la Imagen 65.

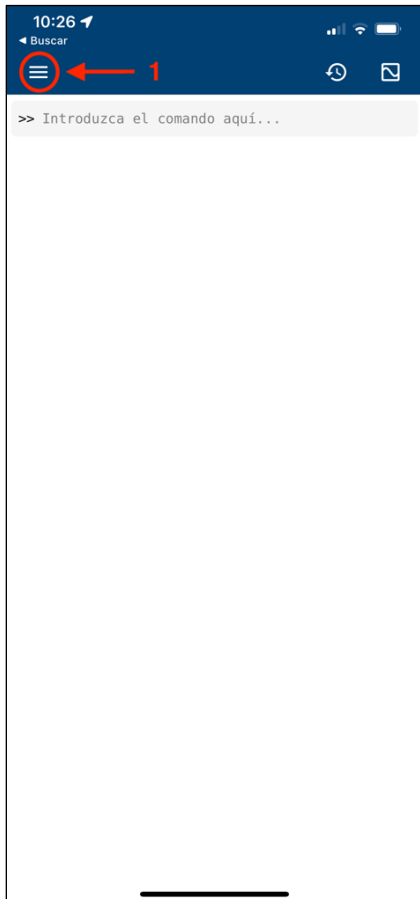


Imagen 66: Matlab Mobile - Pantalla principal

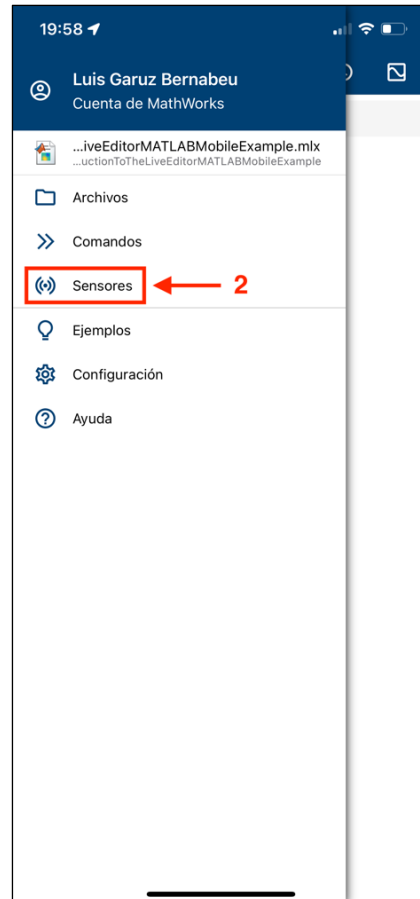


Imagen 65: Matlab Mobile - Menú lateral

El tercer paso será ajustar la tasa de muestreo en hercios. Por defecto aparece en 10 Hz, pero para nuestro uso la hemos ajustado a 1 Hz como aparece en la Imagen 67. La posibilidad de ajustar la frecuencia de muestreo es una gran ventaja que ofrece esta aplicación y que otras no permiten, ya que es posible obtener datos con una frecuencia fija y posteriormente para realizar los cálculos, poder obtener valores instantáneos fiables.

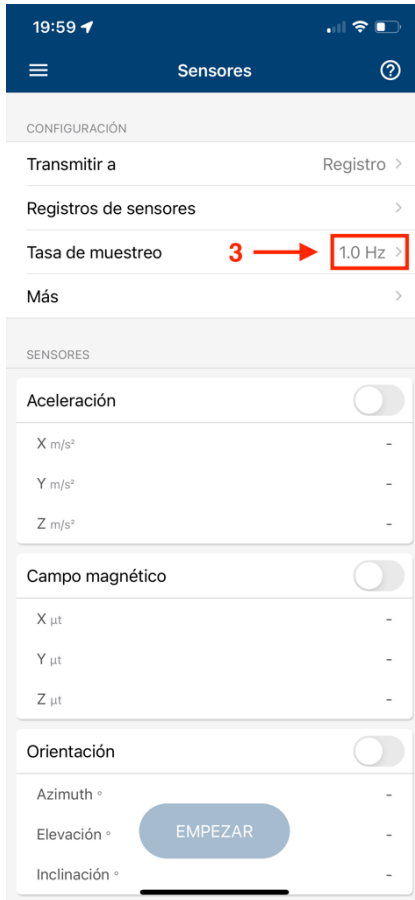


Imagen 67: Matlab Mobile - Menú sensores, configuración de la tasa de muestreo

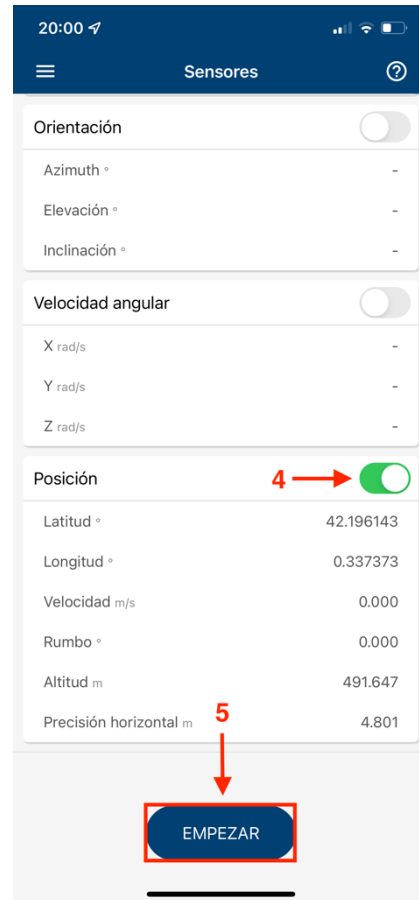


Imagen 68: Matlab Mobile - Menú sensores, configuración de sensores

El cuarto paso será activar los sensores de los que se quiere obtener datos, se seleccionarán los sensores de posición. Para obtener unos buenos valores de posición desde el principio, hay que asegurarse de que el valor de la precisión horizontal es lo suficientemente bajo. En este caso, una buena precisión para el smartphone que se está utilizando es cuando la precisión es menor a 5 metros, ya que en el mejor de los casos se ha podido conseguir una precisión de 4,6 metros. En otros smartphones, será necesario observar cuál es la mejor precisión que es posible obtener y a partir de allí determinar cuál es un buen valor de precisión para el hardware que se está utilizando. Para obtener una buena precisión desde el principio, se deberá activar el sensor de posición en torno a 30 segundos antes de montar en el autobús y si es posible, en una zona en la que no haya muchos edificios altos. Durante el recorrido la precisión irá cambiando de valor tal como se desplaza el autobús.

Para comenzar a grabar los datos se pulsará el botón “EMPEZAR”. Durante la grabación del recorrido es recomendable mantener el smartphone cerca de la ventanilla del autobús y no guardarlo en el bolsillo, ya que afectará a la precisión de los datos recogidos.

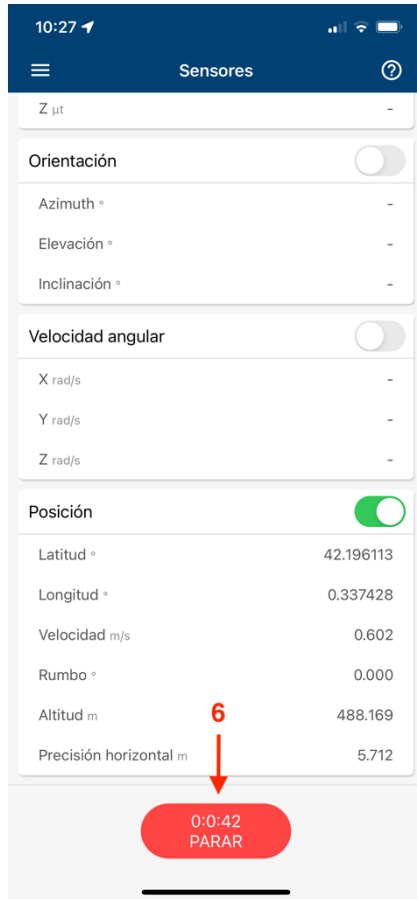


Imagen 70: Matlab Mobile - Pantalla durante la obtención de datos

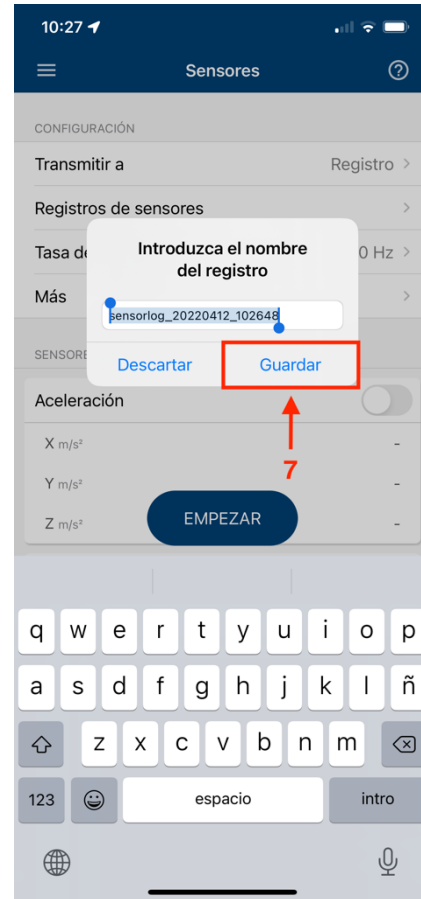


Imagen 69: Matlab Mobile - Nombrado del archivo

Una vez se haya terminado el recorrido se pulsará el botón “PARAR” como aparece en la Imagen 70, posteriormente se renombrará el archivo, por ejemplo, con el nombre de la ruta del autobús y la hora y se pulsará el botón “Guardar” como aparece en la Imagen 69. Se creará un archivo con la extensión “.mat” que se guardará en Matlab Drive. Desde el ordenador que utilicemos Matlab se accederá a <https://drive.matlab.com/> y se descargará el archivo. Al abrir el archivo con Matlab, se verá que las variables se muestran por columnas y cada instante de tiempo por filas. La primera variable “Timestamp” muestra la fecha y la hora, la segunda y tercera variable, “latitude” y “longitude”, muestran la latitud y la longitud de la posición en grados decimales. La cuarta variable “speed” es la velocidad en metros por segundo, la quinta variable

“course” es la orientación en grados y la sexta variable “hacc” es la precisión de la altura. En la imagen siguiente se muestran todas las variables mencionadas. En este caso se trata del primer instante de tiempo en la ruta del autobús 24.

	Timestamp	1 latitude	2 longitude	3 altitude	4 speed	5 course	6 hacc
1	18-Mar-2022 09:47:44.999	41.6512	-0.8604	196.9800	0	32.6280	5.3450

Imagen 71: Matlab Mobile - Datos obtenidos con la aplicación

## Anexo II: Datos de las rutas, consumos y emisiones

Demanda	RUTAS											
	C1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Hora del día [h]	Fin de semana	10 a 11	15 a 16	-	Fin de semana	10 a 11	15 a 16	-	Fin de semana	10 a 11	15 a 16	-
Distancia [km]	14,14	14,18	14,21	14,17666667	9,456	10,46	9,45	9,79020233	6,838	6,806764	6,805	6,816588
Tiempo [s]	3904	3771	3986	3887	2539	3015	2539	2697,66667	1615	1471	1621	1569
Velocidad media [km/h]	13,03893443	13,53699284	12,83391872	13,13661533	13,40748326	12,4895522	13,4055082	13,1008479	15,24260062	16,6582939	15,1128933	15,6712626
Desnivel acumulado [m]	207,188	180,892	163,303	183,7943333	181,529	212,089	180,393	191,337	88,3887	113,008	120,931	107,442567
Número de paradas	68	66	66	66,66666667	50	56	51	52,3333333	24	20	22	22

Demanda	Consumo [l/h]											
	C1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [l/h]	7,990122951	8,119618138	7,936818866	8,015519985	8,085945648	7,84728358	8,08543212	8,00622045	8,563076161	8,93115643	8,52935225	8,67452828
Híbrido [l/h]	5,647008197	5,736658711	5,610105369	5,664590759	5,713346987	5,5481194	5,71299147	5,65815262	6,043668111	6,29849291	6,02032079	6,12082727

Demanda	Consumo [l]											
	C1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [l]	8,664844444	8,5053	8,787822222	8,652655556	5,702837778	6,5721	5,7024756	5,99247113	3,841491111	3,64936975	3,84057778	3,77714621
Híbrido [l]	6,123866667	6,00915	6,211633333	6,114883333	4,029496667	4,64655	4,02924593	4,23509753	2,711256667	2,57363419	2,71081667	2,66523584

		Consumo [kWh]											
		C1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
		Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Tanque	Energía Diésel [kWh]	86,47514756	84,882894	87,70246578	86,35350244	56,91432102	65,589558	56,9107065	59,8048618	38,33808129	36,4207101	38,3289662	37,6959192
Tanque	Energía Híbrido [kWh]	61,11618933	59,971317	61,99210067	61,03952153	40,21437673	46,372569	40,2118743	42,3146725	27,05834153	25,6848692	27,0539503	26,6232523
Pozo	Energía Diésel [kWh]	102,9466042	101,0510643	104,4076974	102,8017886	67,75514407	78,0828071	67,750841	71,1962641	45,64057296	43,3579882	45,6297217	44,8760943
Pozo	Energía Híbrido [kWh]	72,75736825	71,394425	73,80011984	72,66609706	47,87425802	55,2054393	47,871279	50,3746101	32,21231135	30,5772252	32,2070837	31,694348
Rueda	Energía Eléctrico [kWh]	24,03	22,45	21,91	22,79666667	17,25	18,27	17,37	17,63	10,93	10,89	10,16	10,66
Tanque	Energía Eléctrico [kWh]	30,0375	28,0625	27,3875	28,49583333	21,5625	22,8375	21,7125	22,0375	13,6625	13,6125	12,7	13,325
Pozo	Energía Eléctrico [kWh]	47,171391	44,06981806	43,0097868	44,75033195	33,86210964	35,8643909	34,0976721	34,6080576	21,45581788	21,377297	19,9442918	20,9258022
Rueda	Energía Hidrógeno [kWh]	24,03	22,45	21,91	22,79666667	17,25	18,27	17,37	17,63	10,93	10,89	10,16	10,66
Tanque	Energía Hidrógeno [kWh]	45,70178775	42,69684291	41,66983644	43,3561557	32,80715101	34,7470521	33,0353747	33,5298593	20,78737162	20,7112971	19,3229365	20,2738684
Pozo	Energía Hidrógeno [kWh]	117,1021496	109,4025493	106,7710403	111,0919131	84,06209242	89,0327205	84,6468722	85,913895	53,26369102	53,0687644	49,5113541	51,9479365

		Consumo [kWh/km]											
		C1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
		Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Tanque	Energía Diésel [kWh/km]	6,115639855	5,986099718	6,171883587	6,091241649	6,018857976	6,27051224	6,01936246	6,10864411	5,606622008	5,35066444	5,63247116	5,53002752
Tanque	Energía Híbrido [kWh/km]	4,322219896	4,229288928	4,362568661	4,305632838	4,252789418	4,433324	4,25315133	4,32214484	3,957054919	3,77343319	3,97559887	3,90565666
Pozo	Energía Diésel [kWh/km]	7,280523637	7,126309188	7,347480461	7,251478154	7,165307114	7,46489552	7,16590769	7,27219537	6,674550009	6,36983862	6,70532281	6,58336609
Pozo	Energía Híbrido [kWh/km]	5,145499877	5,034867772	5,19353412	5,125753378	5,062844545	5,27776666	5,06327539	5,14541052	4,710779665	4,49218237	4,7328558	4,64959126
Rueda	Energía Eléctrico [kWh/km]	1,699434229	1,583215797	1,541871921	1,608041383	1,824238579	1,74665392	1,83719958	1,80077994	1,598420591	1,59987918	1,49301984	1,56383223
Tanque	Energía Eléctrico [kWh/km]	2,124292786	1,979019746	1,927339901	2,010051728	2,280298223	2,1833174	2,29649947	2,25097493	1,998025739	1,99984897	1,8662748	1,95479029
Pozo	Energía Eléctrico [kWh/km]	3,336024823	3,107885617	3,026726727	3,15661876	3,581018363	3,42871806	3,60646108	3,53496857	3,137732945	3,14059618	2,93082907	3,06983527
Rueda	Energía Hidrógeno [kWh/km]	1,699434229	1,583215797	1,541871921	1,608041383	1,824238579	1,74665392	1,83719958	1,80077994	1,598420591	1,59987918	1,49301984	1,56383223
Tanque	Energía Hidrógeno [kWh/km]	3,232092486	3,011060854	2,932430432	3,058275737	3,469453364	3,32189791	3,49410342	3,42483823	3,039978301	3,04275234	2,83952042	2,97419595
Pozo	Energía Hidrógeno [kWh/km]	8,281623028	7,715271458	7,513795939	7,836250627	8,889815188	8,51173236	8,95297628	8,77549739	7,789366924	7,79647486	7,27573169	7,62081213

	Energía [Wh]											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Fuerza de rodadura [kWh]	10,09760	10,22307	10,18466	10,16844	6,61573	7,15581	6,60467	6,79207	4,93583	4,83508	4,67816	4,81636
Fuerza aerodinámica [kWh]	0,98927	1,06253	1,01221	1,02134	0,54922	0,48856	0,54124	0,52634	0,51502	0,44473	0,33293	0,43089
Fuerza de ascensión [kWh]	3,75257	2,07403	2,24073	2,68911	4,07820	4,40979	4,26465	4,25088	1,34192	1,81380	2,04153	1,73241
Fuerza aceleración lineal [kWh]	8,75094	8,65632	8,06845	8,49190	5,72148	5,91936	6,67437	6,10507	3,94292	3,61462	2,95927	3,50560
Fuerza aceleración rotativa [kWh]	0,43755	0,43282	0,40342	0,42459	0,28607	0,29597	0,28372	0,28859	0,19715	0,18073	0,14796	0,17528

	Distribución [%]											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Fuerza de rodadura [kJ]	42,02%	45,54%	46,49%	44,61%	38,35%	39,17%	35,96%	37,81%	45,15%	44,40%	46,05%	45,18%
Fuerza aerodinámica [kJ]	4,12%	4,73%	4,62%	4,48%	3,18%	2,67%	2,95%	2,93%	4,71%	4,08%	3,28%	4,04%
Fuerza de ascensión [kJ]	15,62%	9,24%	10,23%	11,80%	23,64%	24,14%	23,22%	23,66%	12,27%	16,66%	20,09%	16,25%
Fuerza aceleración lineal [kJ]	36,42%	38,56%	36,83%	37,25%	33,17%	32,40%	36,34%	33,99%	36,06%	33,20%	29,13%	32,88%
Fuerza aceleración rotativa [kJ]	1,82%	1,93%	1,84%	1,86%	1,66%	1,62%	1,54%	1,61%	1,80%	1,66%	1,46%	1,64%

	Emisiones contaminantes (desde el tanque)											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [kg CO2]	23,13513467	22,709151	23,46348533	23,10259033	15,22657687	17,547507	15,2256098	15,9998979	10,25678127	9,74381724	10,2543427	10,0849804
Híbrido [kg CO2]	16,350724	16,0444305	16,585061	16,3267385	10,7587561	12,4062885	10,7580866	11,3077104	7,2390553	6,87160328	7,2378805	7,11617969
Hidrógeno [kg CO2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Electrico [kg CO2]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Emisiones contaminantes (desde el pozo)											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [kg CO2]	28,68063511	28,152543	29,08769156	28,64028989	18,87639304	21,753651	18,8751942	19,8350794	12,71533558	12,0794139	12,7123124	12,502354
Híbrido [kg CO2]	20,26999867	19,8902865	20,56050633	20,24026383	13,33763397	15,3800805	13,336804	14,0181728	8,974259567	8,51872916	8,97280317	8,82193063
Hidrógeno [kg CO2]	17,33290275	16,19324456	15,80374112	16,44329614	12,44247076	13,1781995	12,5290271	12,7165658	7,883837996	7,85498589	7,32843495	7,68908628
Electrico [kg CO2]	5,566224138	5,200238531	5,075154842	5,28053917	3,995728938	4,23199813	4,02352531	4,08375079	2,53178651	2,52252105	2,35342644	2,46924467

	Emisiones contaminantes (desde el tanque)											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [kg CO2/km]	1,636148138	1,601491608	1,651195308	1,629620762	1,610255591	1,67758193	1,61039056	1,63427653	1,499968012	1,43149039	1,50688357	1,4794763
Híbrido [kg CO2/km]	1,156345403	1,13148311	1,167140113	1,15166272	1,137770315	1,18606965	1,13786714	1,15500273	1,058650965	1,00952571	1,06361212	1,04395039
Hidrógeno [kg CO2/km]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Electrico [kg CO2/km]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Emisiones contaminantes (desde el pozo)											
	Ci1 (>10 km)				24 (~10 km)				43 (<7 km)			
	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO	Baja	Media	Alta	PROMEDIO
Diésel [kg CO2/km]	2,028333459	1,985369746	2,046987442	2,020241469	1,996234459	2,07969895	1,99640178	2,02601323	1,859510906	1,77461917	1,86808412	1,83410732
Híbrido [kg CO2/km]	1,433521829	1,402700035	1,446904035	1,427716706	1,410494286	1,47037098	1,41061432	1,43185732	1,312409998	1,2515094	1,31856035	1,29418569
Hidrógeno [kg CO2/km]	1,225806418	1,141977754	1,112156307	1,159884515	1,315828126	1,25986611	1,32517693	1,29890735	1,152945013	1,1539971	1,07691917	1,12799633
Electrico [kg CO2/km]	0,393650929	0,366730503	0,357153754	0,372481014	0,422560167	0,40458873	0,42556241	0,41712629	0,370252488	0,37059035	0,34583783	0,36224056

