LIFE my building is green

LIFE17 CCA/ES/000088

Application of Nature-Based Solutions for local adaptation of educational and social buildings to Climate Change

Entregable: Documento de ayuda para el “Diseño de Prototipos”

01-Análisis de datos climáticos en las ubicaciones de Porto, Évora y Badajoz.

Instituto de Ciencias de la Construcción **EDUARDO TORROJA** – CSIC
Fecha: 24/06/2019

Índice

1. Objetivo

2. Análisis de datos climáticos en las 3 ubicaciones

2.1. Oporto
2.2. Badajoz
2.3. Évora

3. Conclusiones

Análisis de datos climáticos en las ubicaciones de Porto, Évora y Badajoz

1. OBJETIVO

Este documento constituye una parte del entregable "Diseño de Prototipos". Pretende dar información climática en las 3 ubicaciones para poder definir las estrategias bioclimáticas más adecuadas.

2. DATOS CLIMÁTICOS EN LAS 3 UBICACIONES

Para cada una de las ubicaciones se muestran los datos climáticos relevantes a efectos de la selección de las estrategias adecuadas. Provienen de ficheros tipo SWEC, de energyPlus, y pueden descargarse en la siguiente dirección:

https://energyplus.net/weather/sources

Para el análisis y visualización de los datos se ha usado el software Climate Consultant 6.0.

2.1. Oporto

Coordenadas Geográficas: 41.5º Norte // 8.6º Oeste

El clima de Oporto es húmedo y templado. Los veranos son generalmente soleados y calurosos con temperaturas medias que oscilan entre los 15°C de mínima y los 24°C de máxima. Las temperaturas en invierno no son muy frías y tienen una media de 6°C de mínima y 16°C de máxima. Las lluvias prolongadas son muy comunes durante estos meses.

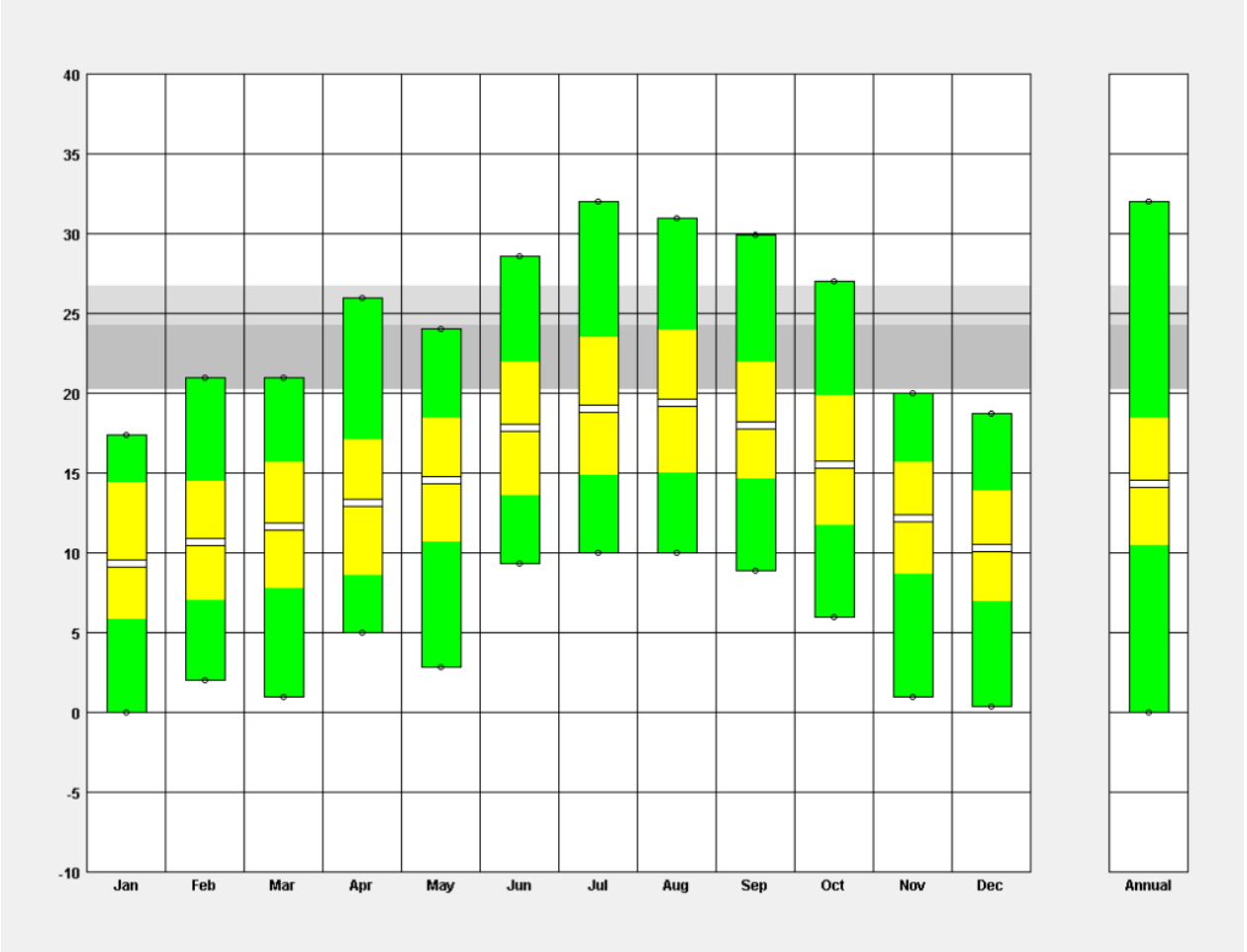
La temporada templada dura 3,1 meses, del 19 de junio al 24 de septiembre. El día más caluroso del año es el 29 de julio, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y una temperatura mínima promedio de 15 °C.

La temporada fresca dura 3,5 meses, del 22 de noviembre al 6 de marzo. El día más frío del año es el 24 de enero, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 14 °C.

2.1.1 Tabla de datos climáticos generales

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	187	253	346	425	443	474	457	450	374	293	181	164	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	200	273	352	372	381	420	417	415	356	315	166	211	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	109	125	138	161	165	157	143	153	148	128	110	88	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	449	598	816	907	961	976	961	930	842	719	493	421	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	656	815	895	824	914	880	907	889	899	849	659	729	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	274	299	383	460	506	436	455	485	466	337	292	283	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	1765	2614	4089	5615	6360	7077	6686	6129	4615	3195	1758	1495	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	1881	2806	4174	4932	5459	6278	6092	5663	4399	3455	1610	1921	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	1024	1293	1631	2122	2379	2355	2108	2089	1815	1383	1068	804	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	20278	27455	37548	46111	48402	51749	50348	49497	41206	31961	19753	17804	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	17800	25380	33924	36437	37302	41274	41139	40510	34409	29633	15046	18477	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	9	10	11	13	14	17	18	19	18	15	12	10	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	5	7	7	8	10	13	15	14	14	11	8	7	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	80	81	78	76	78	75	80	76	81	76	80	82	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	110	90	90	350	300	320	300	0	190	170	110	100	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	2	4	3	3	4	1	3	2	1	3	3	1	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	11	10	11	11	13	15	16	17	17	16	14	12	degrees C

2.1.2. Temperaturas máximas y mínimas mensuales



T máximas de confort: Verano de 27ºC; Invierno 24ºC

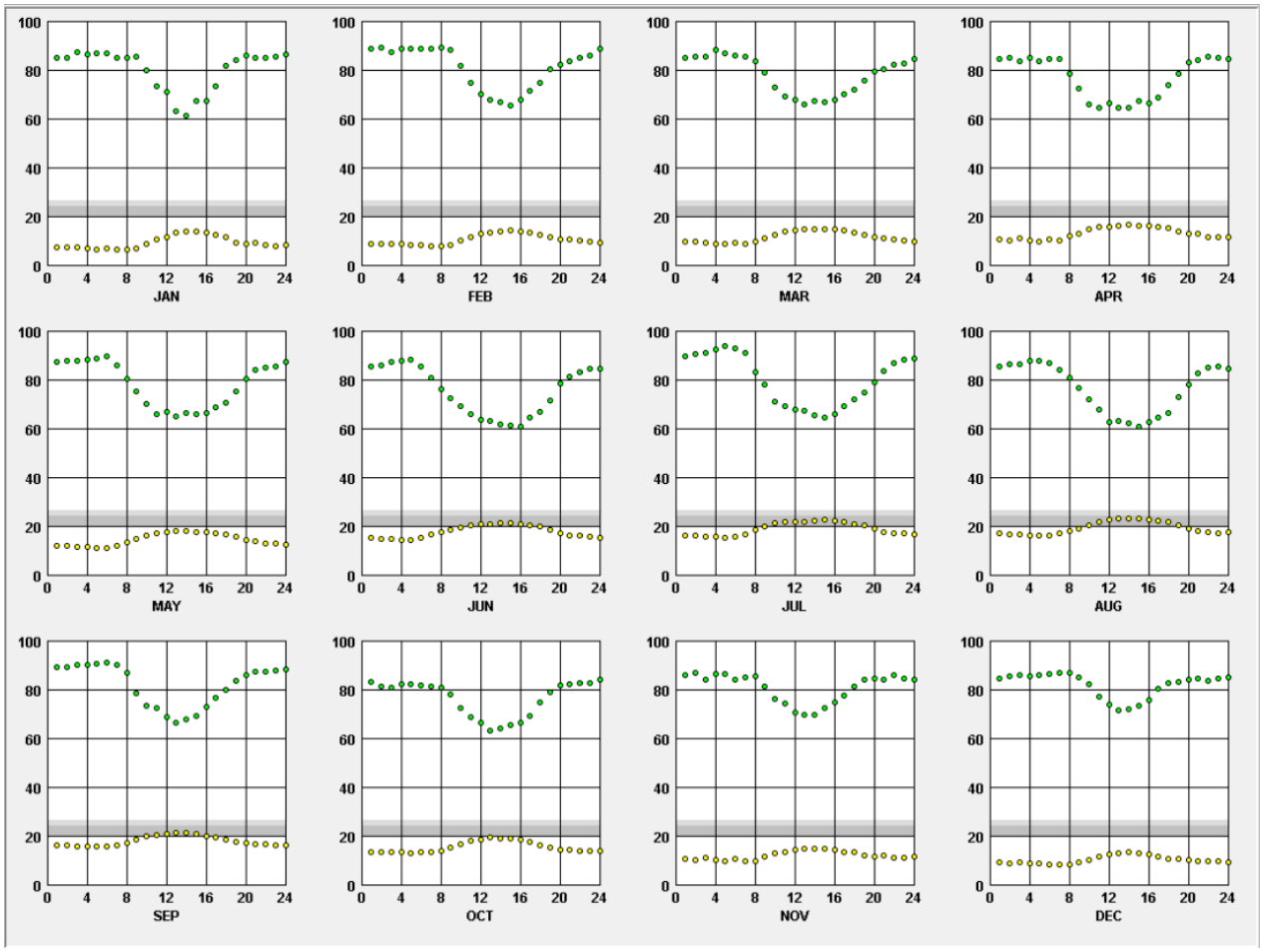
Verde: Temperaturas máximas y mínimas de diseño.

Amarillo: Temperaturas máximas y mínimas con datos medios.

Blanco: Temperaturas medias.

Entre los meses de junio a septiembre, incluidos, se observan temperaturas máximas diarias que superan los 27 grados.

2.1.3. Temperatura y humedad horaria en día mes tipo.

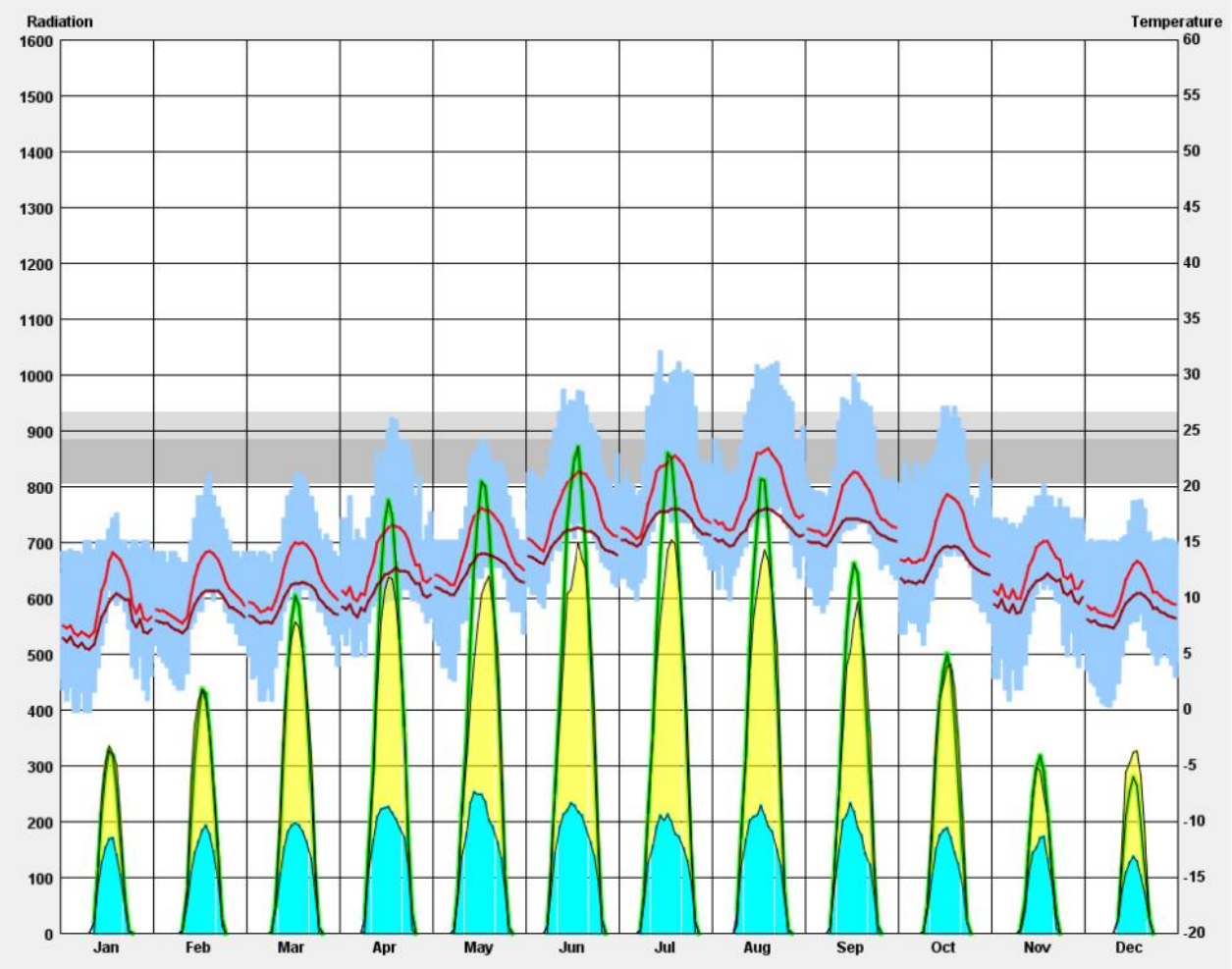


Verde: Humedad relativa

Amarillo: Temperatura de bulbo seco

Se observa un alto grado de humedad ambiental que oscila entre 60 y 90%.

2.1.4. Radiación



Radiación (Wh/m^2): Radiación incidente en plano normal para un día tipo de cada mes.

Azul: Difusa

Amarillo: Directa normal

Verde: Total plano horizontal

Temperatura:

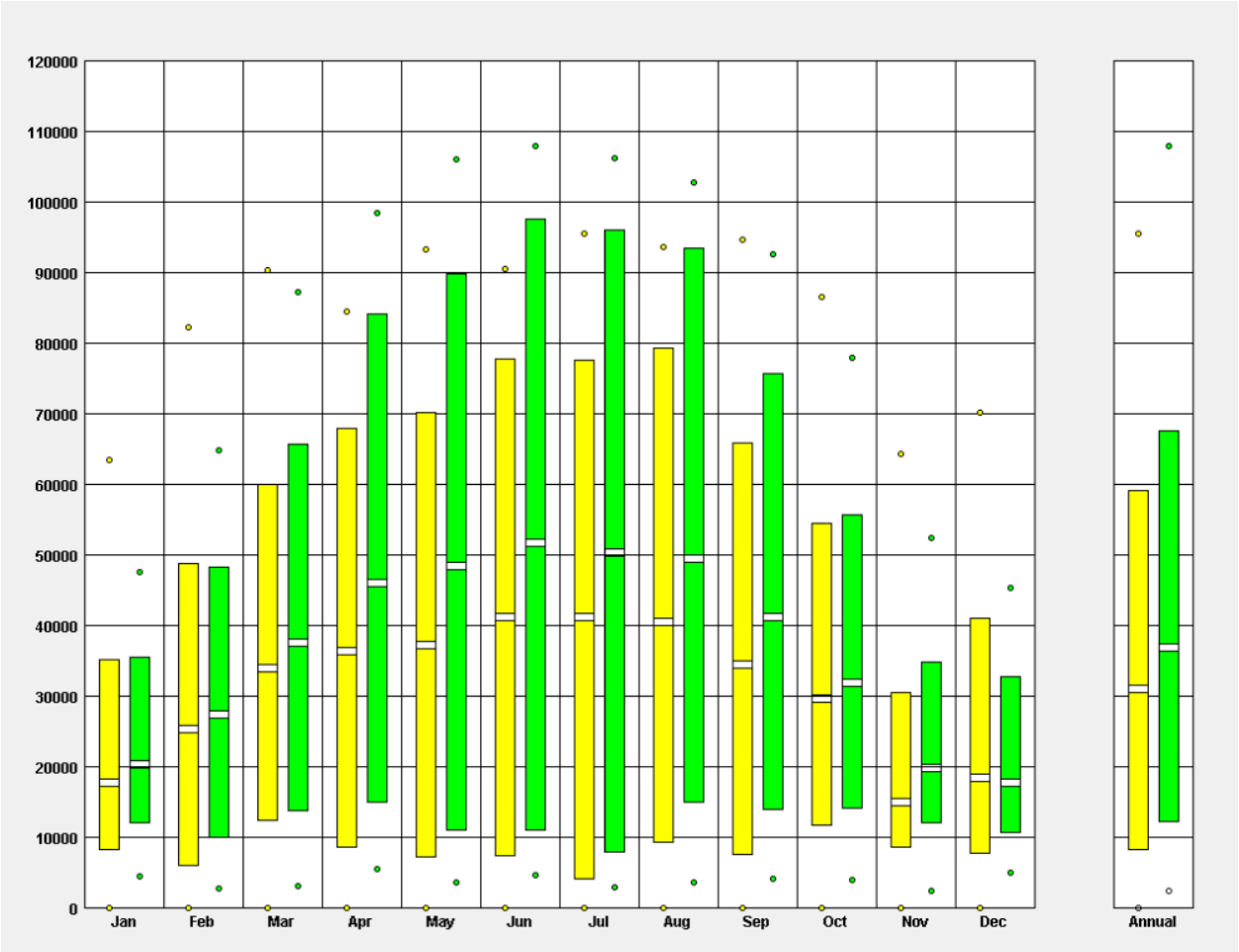
Línea roja: Temperatura de bulbo seco. Media horaria

Línea roja oscura: Temperatura de bulbo húmedo. Media horaria

Azul: Temperatura de bulbo seco. Todas las horas

Entre los meses de junio y octubre, se observan temperaturas diarias que superan los 27ºC

2.1.5. Iluminación

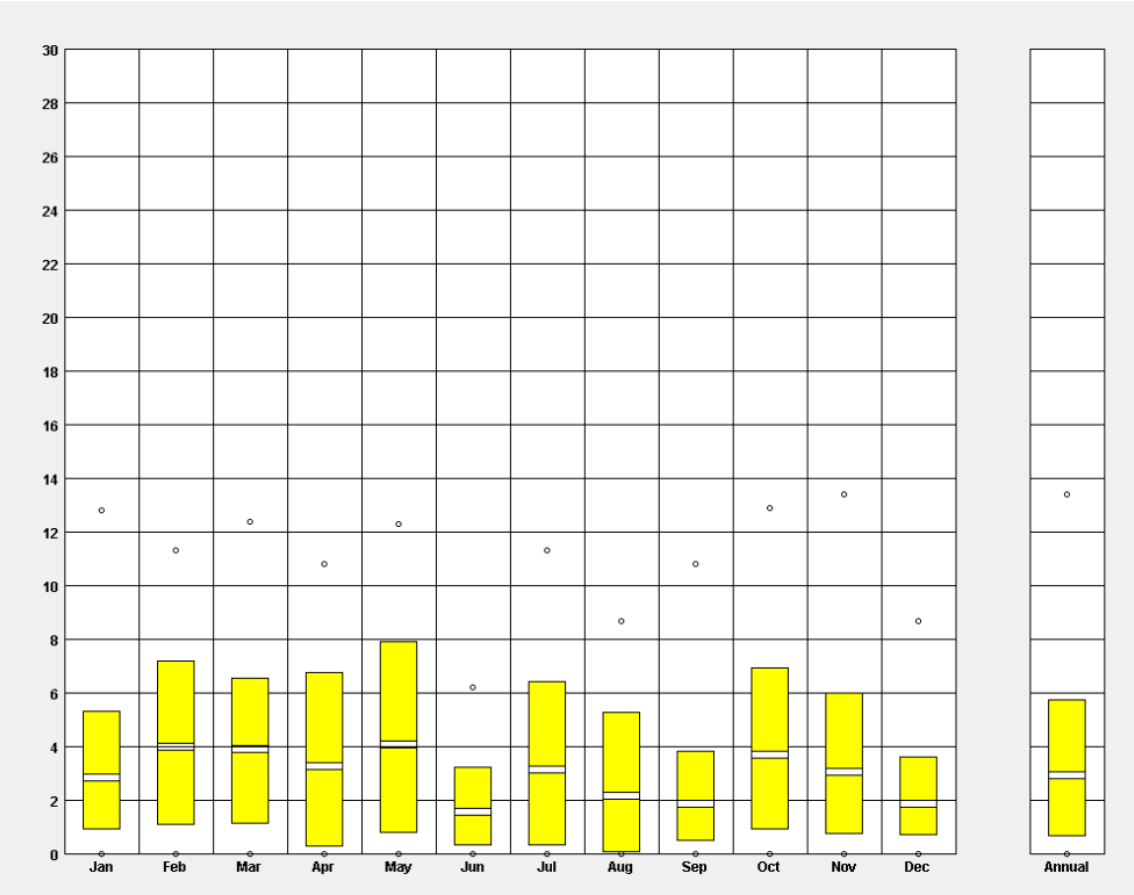


Amarillo: Iluminación horaria. Directa normal (lux). Media // Valor máximo medio // valor mínimo medio.

Verde: Iluminación horaria. Global horizontal (lux). Media // Valor máximo medio // valor mínimo medio.

Estos valores indican la cantidad de iluminación natural que puede ser captada para el control lumínico interior. Su aprovechamiento implica reducciones en el gasto energético en iluminación artificial. Sin embargo, un uso inadecuado puede suponer ganancias solares excesivas y por tanto un sobrecalentamiento interior en los meses no deseados.

2.1.6. Viento

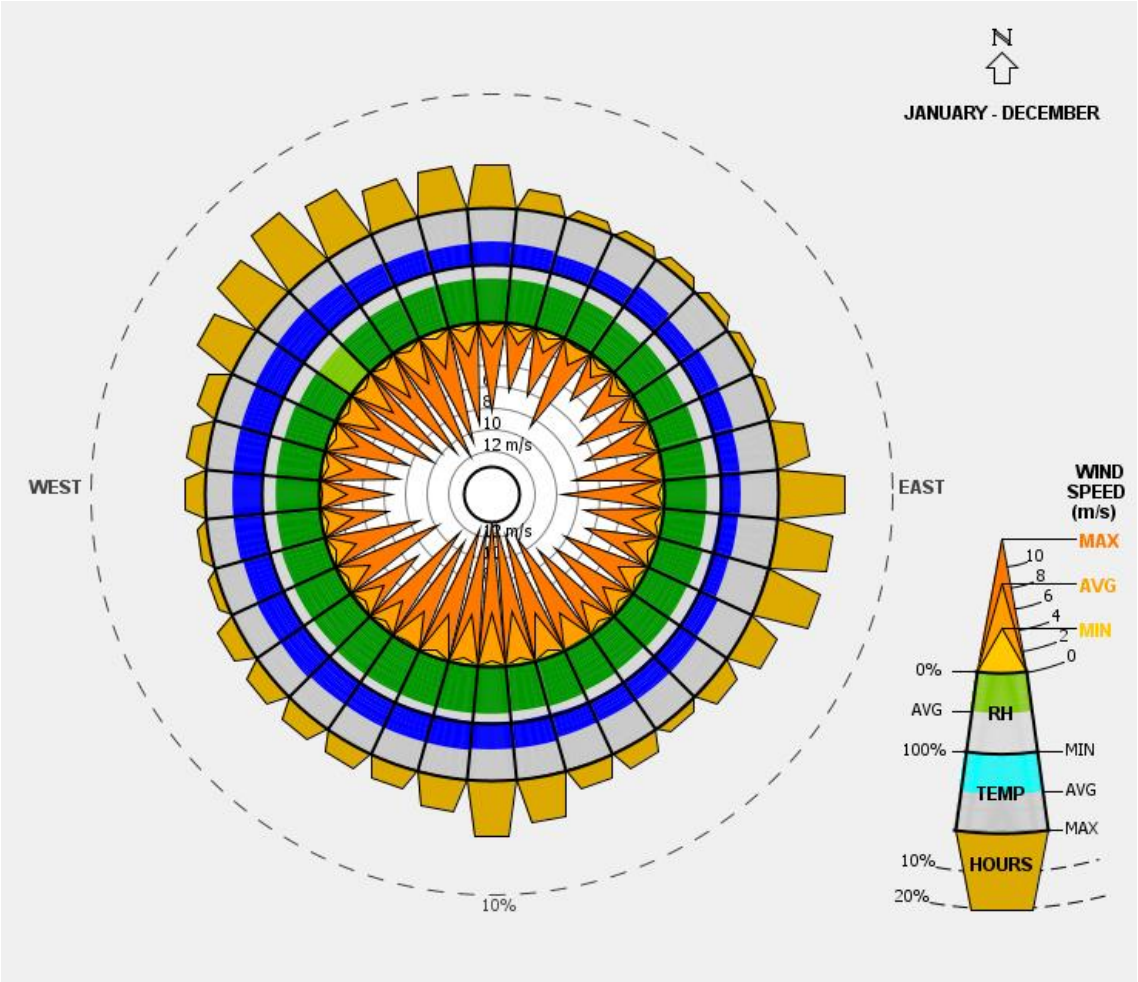


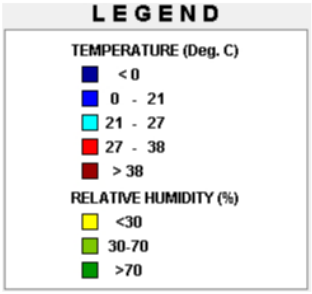
Blanco: Valor medio de velocidad de viento para día tipo mes (m/s)

Amarillo: Valores máximos medios y mínimos medios de velocidad de viento

Los meses cálidos presentan velocidades de viento menor. Este dato debe ser tenido en cuenta para el diseño de la acción de ventilación natural inducida.

Rosa de vientos.





La rosa de los vientos indica la dirección de los vientos predominantes, con sus velocidades medias, mínimas y máximas, y con información de los parámetros de temperatura y humedad asociados.

Predominan los vientos provenientes de Noroeste y del Este con velocidades medias de 4 m/s

2.2. Évora

Coordenadas Geográficas: 38.6º Norte // 7.9º Oeste

Los veranos son cortos, muy caliente, secos y mayormente despejados. Los inviernos son largos, fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 5 °C a 33 °C y rara vez baja a menos de 1 °C o sube a más de 38 °C (https://es.weatherspark.com).

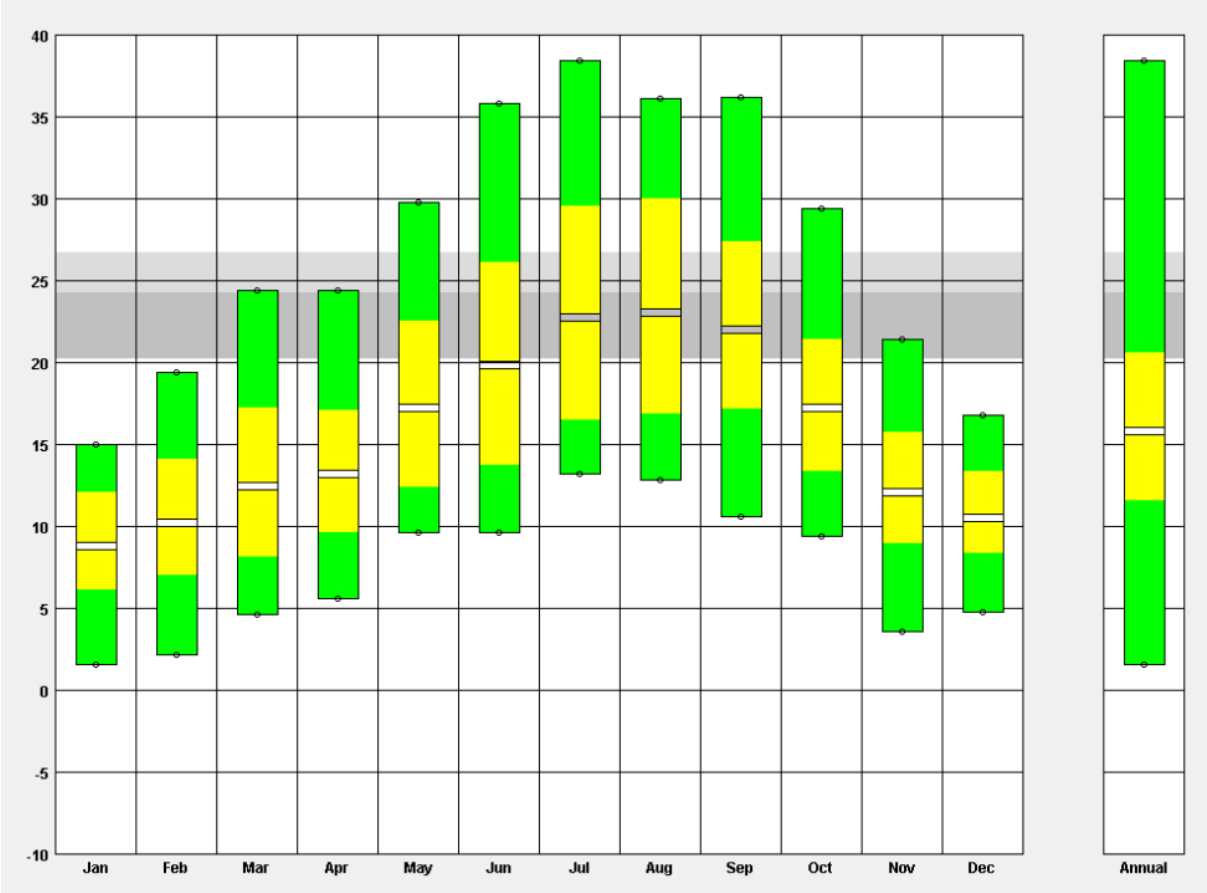
La temporada calurosa dura 2,9 meses, del 18 de junio al 13 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 29 °C. El día más caluroso del año es el 29 de julio, con una temperatura máxima promedio de 33 °C y una temperatura mínima promedio de 16 °C.

La temporada fresca dura 3,7 meses, del 15 de noviembre al 6 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 17 °C. El día más frío del año es el 18 de enero, con una temperatura mínima promedio de 5 °C y máxima promedio de 13 °C.

2.2.1. Tabla de datos climáticos generales

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	232	276	404	405	479	483	518	499	410	321	230	198	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	294	242	454	267	390	384	492	489	360	315	210	222	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	111	152	136	223	195	196	151	147	179	153	133	114	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	538	665	846	940	1002	1003	996	956	859	750	560	461	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	849	797	922	901	931	905	909	915	867	882	771	808	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	282	309	431	664	664	690	479	467	428	365	312	240	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	2237	2891	4757	5292	6770	7077	7452	6719	5040	3532	2292	1852	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	2840	2527	5324	3492	5513	5631	7077	6579	4428	3470	2106	2077	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	1072	1598	1609	2916	2763	2871	2184	1981	2188	1676	1321	1067	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	25016	29936	43475	44239	52053	52621	56292	54415	44837	35044	25028	21437	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	26778	23067	43915	25628	38033	37495	48520	48065	34190	29291	19452	19638	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	8	10	12	13	17	19	22	23	21	17	12	10	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	5	4	5	8	8	10	12	12	12	11	6	7	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	81	68	65	74	61	61	58	55	61	72	72	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	330	60	340	300	320	320	320	320	330	180	350	340	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	11	10	11	11	14	17	19	20	20	18	16	13	degrees C

2.2.2. Temperaturas máximas y mínimas mensuales



T máximas de confort: Verano de 27ºC; Invierno 24ºC

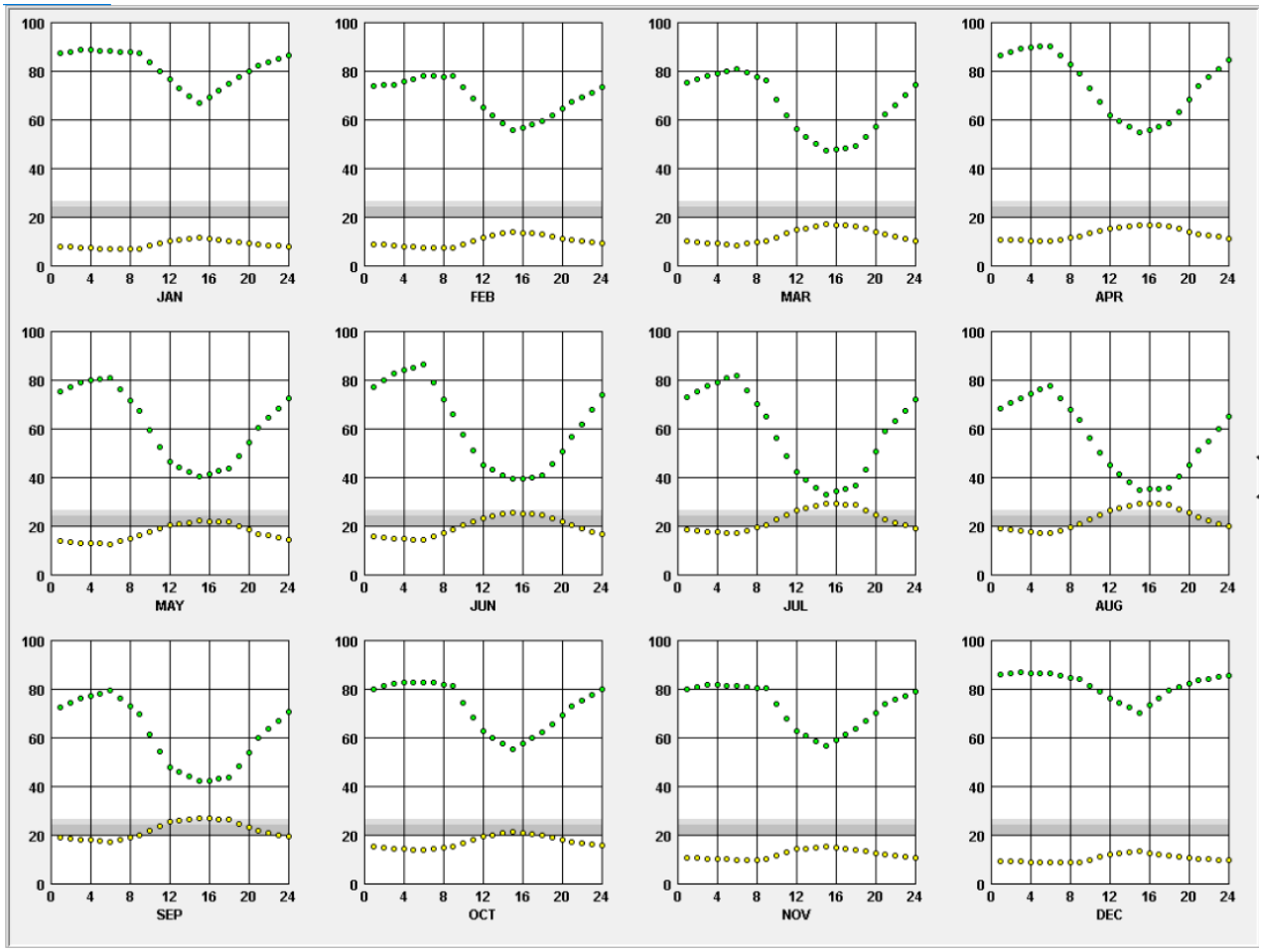
Verde: Temperaturas máximas y mínimas de diseño.

Amarillo: Temperaturas máximas y mínimas con datos medios.

Blanco: Temperaturas medias.

Entre los meses de mayo a octubre, incluidos, se observan temperaturas máximas diarias que superan los 27 grados. A diferencia con el clima de Porto, el de Évora es bastante más caluroso superando los 35 grados entre los meses de junio a septiembre. Estos datos son relevantes a efectos de control del sobrecalentamiento en dicho periodo.

2.2.3. Temperatura y humedad horaria en día mes tipo.

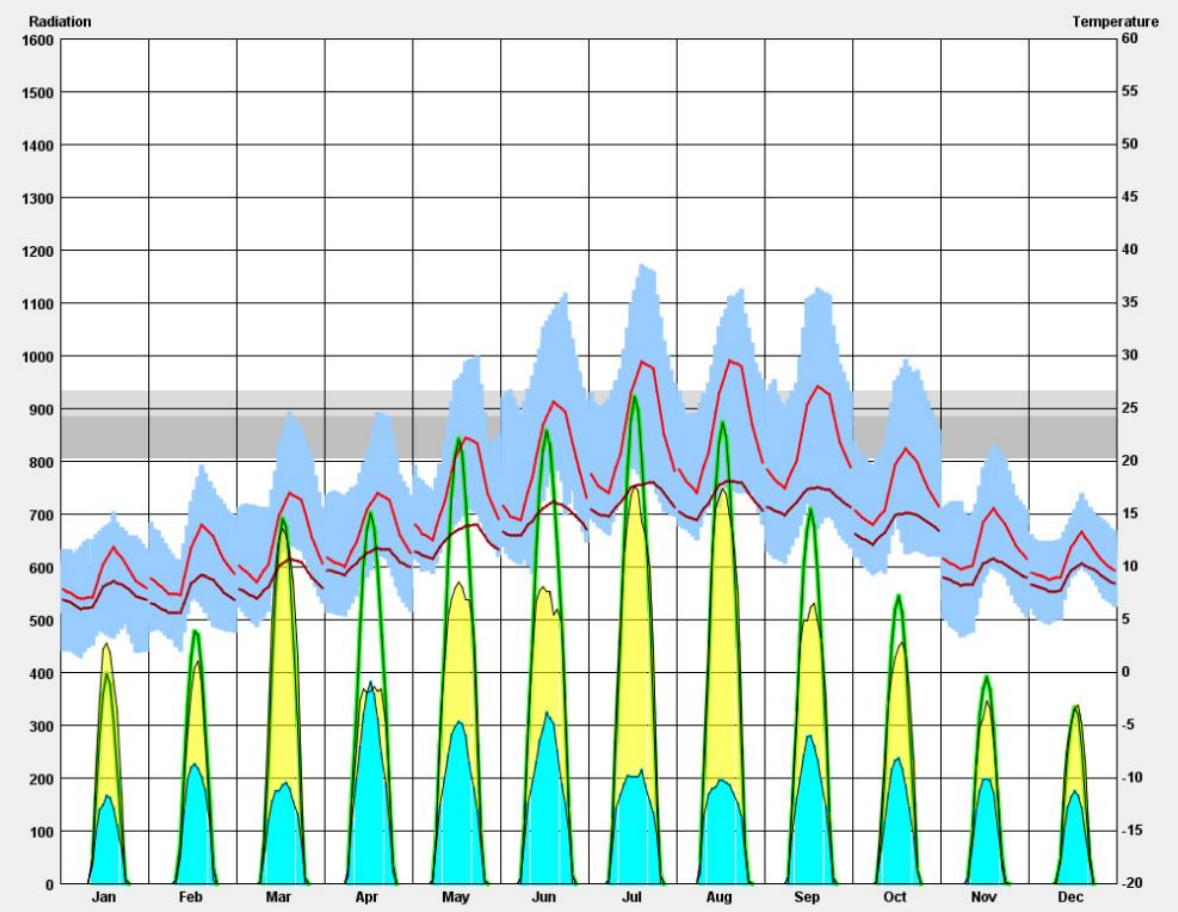


Verde: Humedad relativa

Amarillo: Temperatura de bulbo seco

Como muestran los gráficos, el clima de Évora se caracteriza por ser más seco que en Oporto. En los meses calurosos, de mayo a septiembre, la humedad relativa en las horas centrales del día baja hasta el 40%.

2.2.4. Radiación



Radiación (Wh/m^2): Radiación incidente en plano normal para un día tipo de cada mes.

Azul: Difusa

Amarillo: Directa normal

Verde: Total plano horizontal

Temperatura:

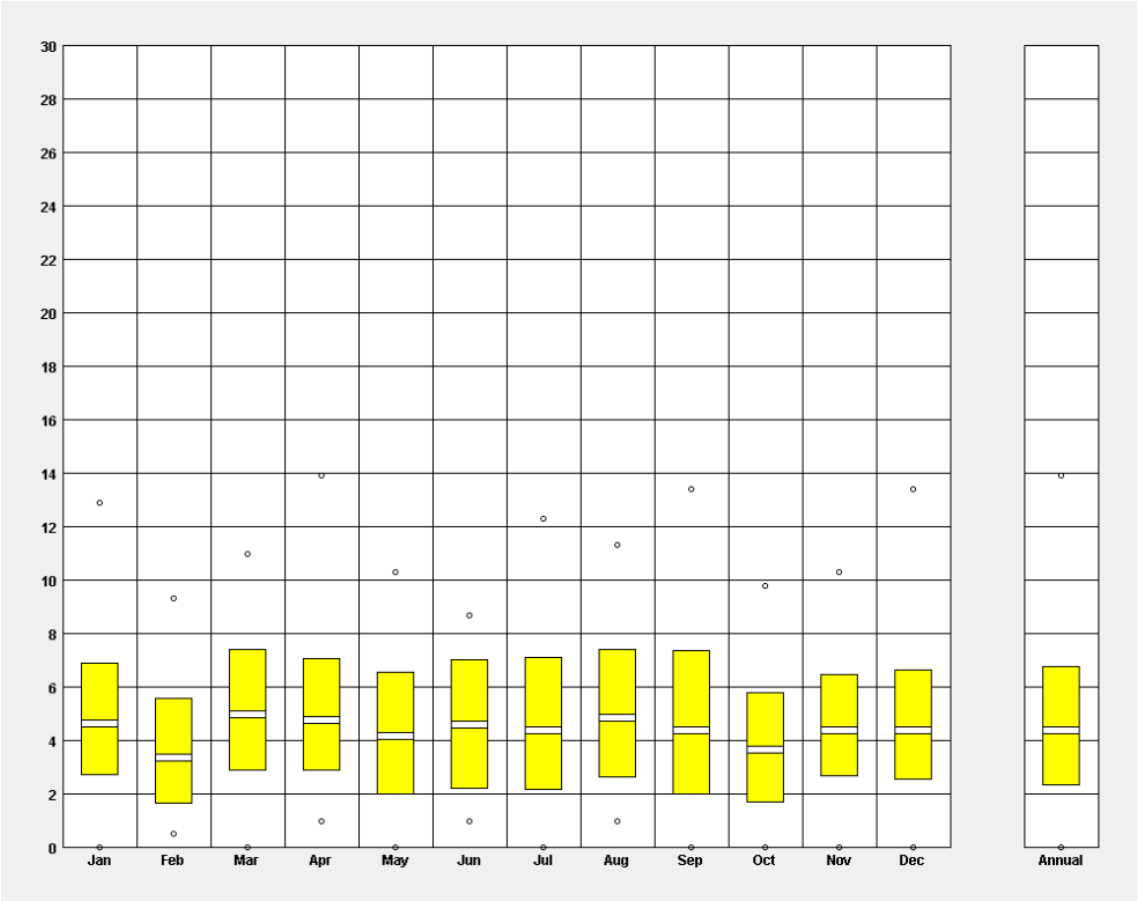
Línea roja: Temperatura de bulbo seco. Media horaria

Línea roja oscura: Temperatura de bulbo húmedo. Media horaria

Azul: Temperatura de bulbo seco. Todas las horas

Una mayor incidencia solar, unido al clima más seco continental, se refleja en unas temperaturas más altas que las de Oporto. Entre los meses de mayo y octubre, se observan temperaturas diarias que superan los 30ºC.

2.2.5. Viento

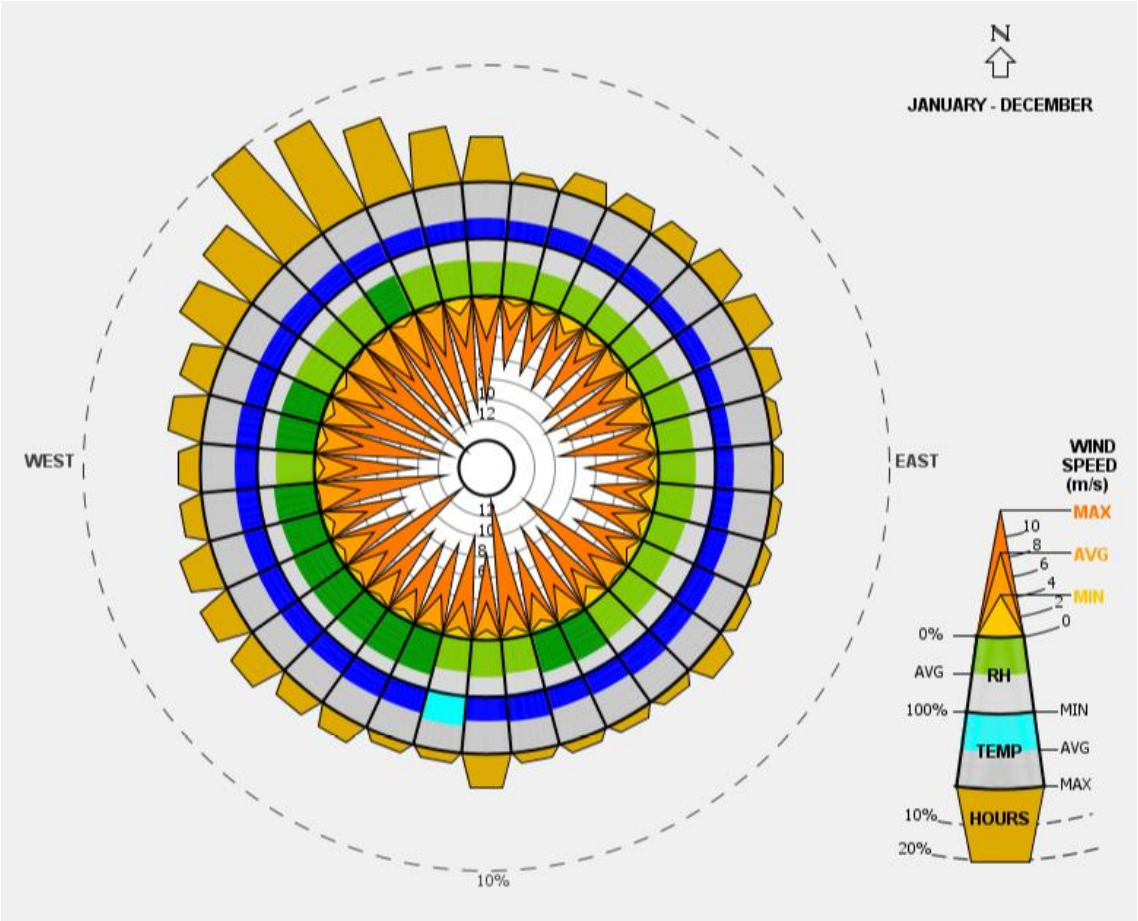


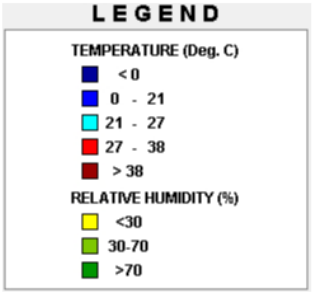
Blanco: Valor medio de velocidad de viento para día tipo mes (m/s)

Amarillo: Valores máximos medios y mínimos medios de velocidad de viento

Se observan velocidades de vientos homogéneas entre las estaciones. La media de velocidad, en torno a 4 m/s, es un poco superior a los datos encontrados para el clima de Oporto.

Rosa de vientos.





La rosa de los vientos indica la dirección de los vientos predominantes, con sus velocidades medias, mínimas y máximas, y con información de los parámetros de temperatura y humedad asociados.

En este clima predominan los vientos provenientes de Noroeste con velocidades medias de 6 m/s para dicha orientación.

2.3. Badajoz

Coordenadas Geográficas: 38.9º Norte // 6.9º Oeste

En Badajoz, los veranos son muy caliente, secos y mayormente despejados y los inviernos son fríos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 3 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de -2 °C o sube a más de 39 °C. (https://es.weatherspark.com).

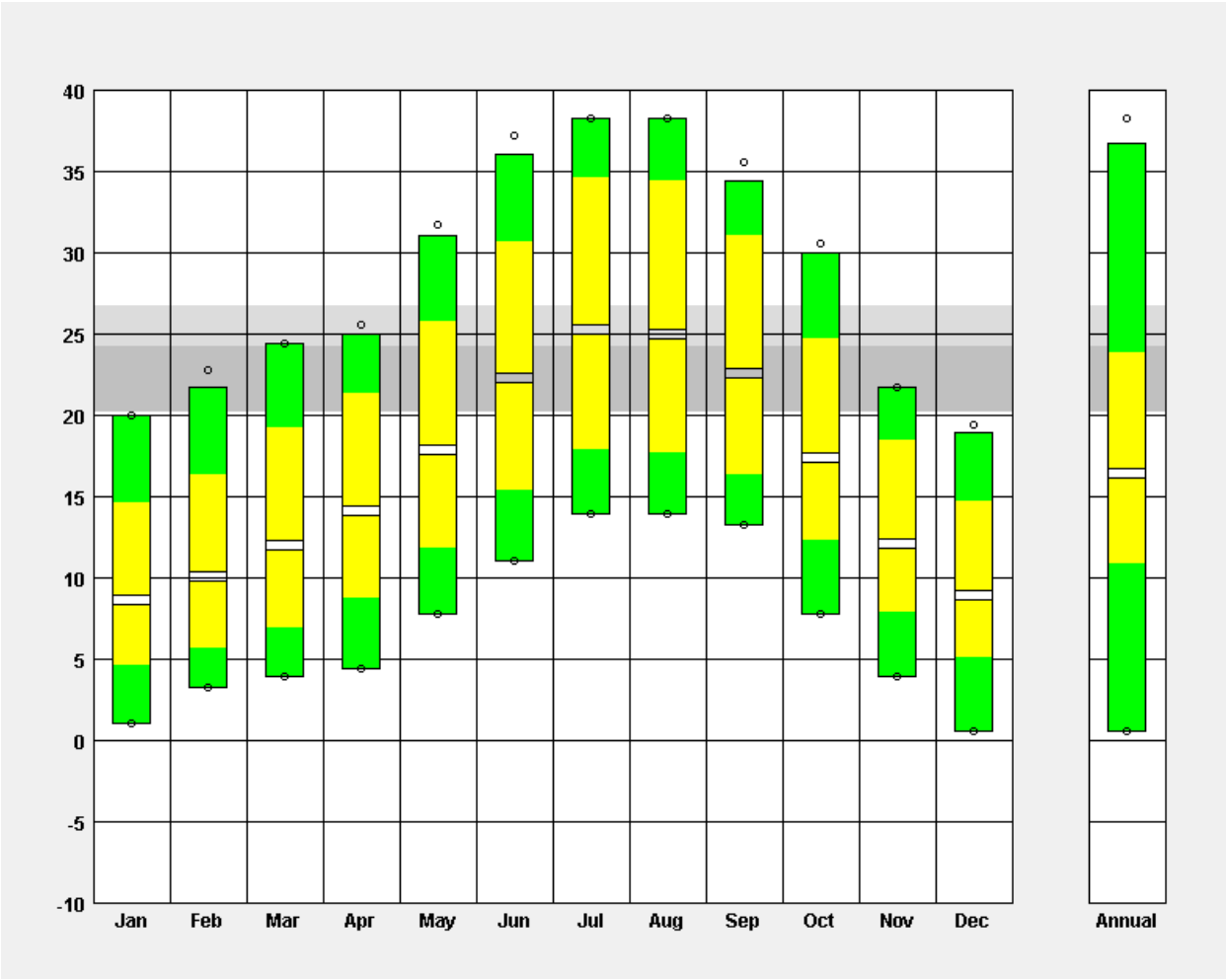
La temporada calurosa dura 3,0 meses, del 14 de junio al 13 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 30 °C. El día más caluroso del año es el 29 de julio, con una temperatura máxima promedio de 35 °C y una temperatura mínima promedio de 18 °C.

La temporada fresca dura 3,6 meses, del 16 de noviembre al 4 de marzo, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 18 °C. El día más frío del año es el 18 de enero, con una temperatura mínima promedio de 3 °C y máxima promedio de 14 °C.

2.3.1. Tabla de datos climáticos generales

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	230	291	362	409	466	483	529	509	424	342	261	212	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	274	326	376	336	418	430	537	529	471	394	336	273	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	118	135	152	185	173	170	147	152	137	137	117	105	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	533	700	810	933	974	974	971	940	858	744	558	479	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	788	858	889	911	899	883	892	880	858	845	794	769	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	252	340	407	419	415	474	444	399	388	349	266	228	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	2219	3064	4260	5355	6606	7090	7635	6870	5212	3741	2590	1978	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	2642	3441	4413	4415	5939	6327	7742	7154	5771	4297	3335	2553	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	1134	1413	1793	2417	2448	2495	2131	2051	1683	1506	1161	985	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)													lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)													lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	8	10	12	14	17	22	25	24	22	17	12	8	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	4	4	5	7	9	11	12	12	11	10	8	5	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	79	68	68	68	60	54	50	49	54	66	80	81	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	10	11	12	14	18	20	21	21	19	16	13	11	degrees C

2.3.2. Temperaturas máximas y mínimas mensuales



T máximas de confort: Verano de 27ºC; Invierno 24ºC

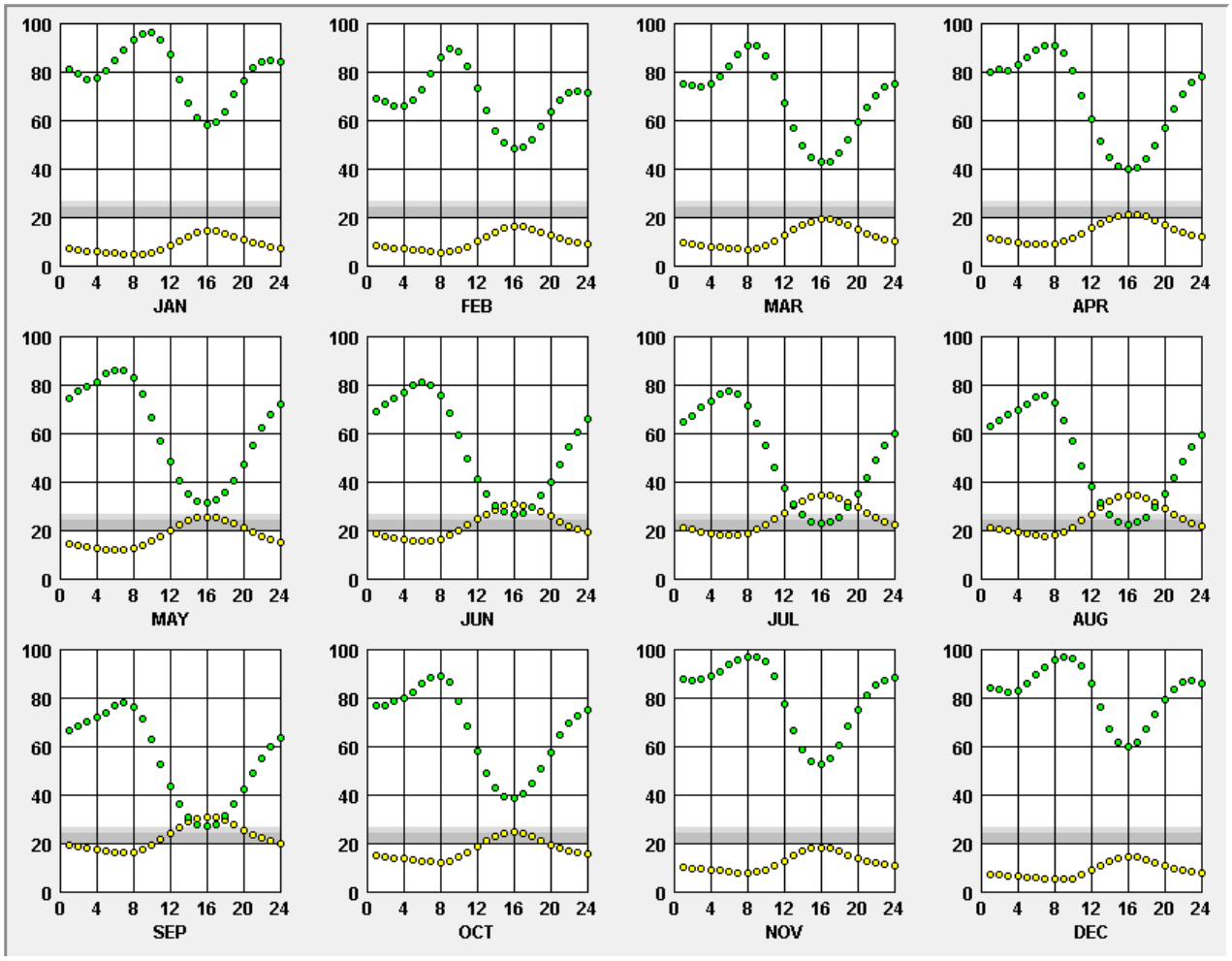
Verde: Temperaturas máximas y mínimas de diseño.

Amarillo: Temperaturas máximas y mínimas con datos medios.

Blanco: Temperaturas medias.

Entre los meses de mayo a octubre, incluidos, se observan temperaturas máximas diarias que superan los 27 grados. Siendo un clima similar al de Évora, se aprecian temperaturas ligeramente mayores en los meses cálidos, superando los 35 entre los meses de junio a septiembre.

2.2.3. Temperatura y humedad horaria en día mes tipo.

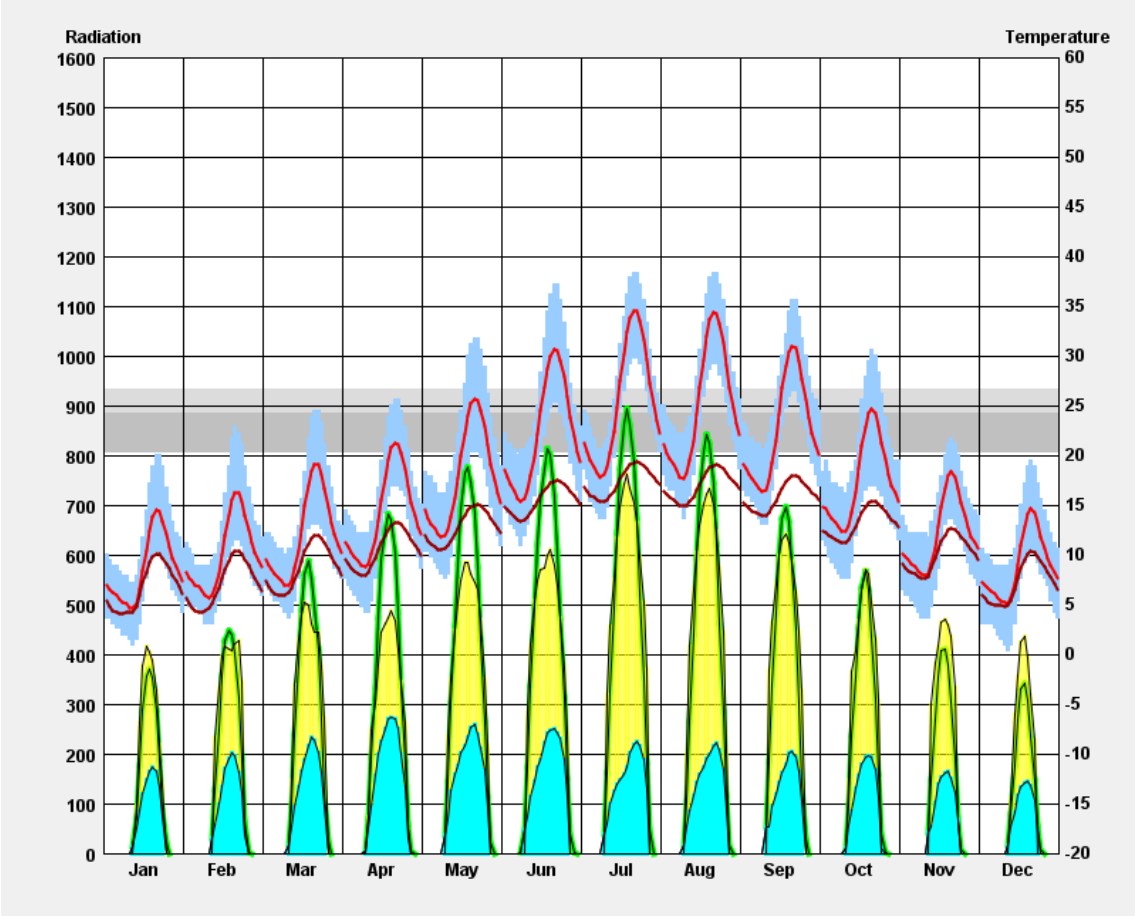


Verde: Humedad relativa

Amarillo: Temperatura de bulbo seco

Las altas temperaturas en los meses de verano y la sequedad del clima, arrojan datos de humedad relativa por debajo del 40% desde mayo hasta octubre.

2.2.4. Radiación



Radiación (Wh/m^2): Radiación incidente en plano normal para un día tipo de cada mes.

Azul: Difusa

Amarillo: Directa normal

Verde: Total plano horizontal

Temperatura:

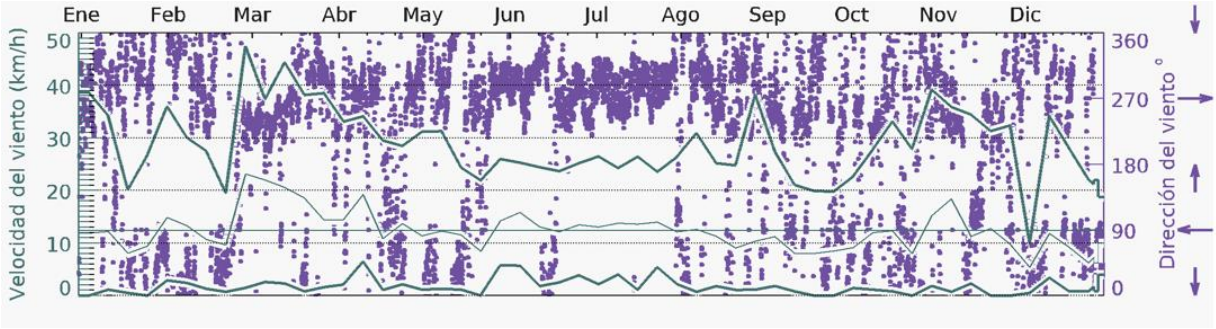
Línea roja: Temperatura de bulbo seco. Media horaria

Línea roja oscura: Temperatura de bulbo húmedo. Media horaria

Azul: Temperatura de bulbo seco. Todas las horas

La incidencia solar es similar a la ubicación de Évora. Sin embargo, las temperaturas alcanzadas son superiores, siendo los registros máximos y medios, parecidos.

2.2.5. Viento



Datos de velocidad de viento con sus orientaciones. https://my.meteoblue.com/

3. CONCLUSIONES

Se presentan los datos climáticos de las tres ubicaciones como base de partida para el análisis de las necesidades de confort en los centros de aplicación.

Estos datos constituyen el punto de partida de análisis de las condiciones ambientales frente a las que tienen que operar los distintos sistemas o estrategias que se propongan en los colegios con el fin de alcanzar las condiciones de confort. Fundamentalmente en dos de ellos, la temperatura y la humedad.

Los datos de radiación, iluminación, vientos, etc, son de utilidad en el manejo de las estrategias para lograr el confort. Esto se comenta en el documento 02 y 03 de ayuda al diseño de prototipos.

Como comentario general de los climas de las 3 ubicaciones se puede decir que existe una gran similitud entre Évora y Badajoz dada su proximidad y misma latitud. Oporto presenta diferencias significativas en cuanto a temperatura, siendo más moderado tanto en invierno como en verano. La humedad es más alta y la incidencia solar más baja.

BLIOGRAFÍA

García Arroyo, A., 1983. Bases para el diseño solar pasivo: equipo de ahorro de energía en la edificación. Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Givoni, B., 1998. Climate considerations in building and urban design. Van Nostrand Reinhold, New York.

Mazei, E., Serra Florensa, R., 1985. El libro de la energía solar pasiva. Gustavo Gili, México.

Neila, F.J., 2009. Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible. Editorial Munilla-Leria, Madrid.

UCLA, 2008. Climate Consultant, Energy Design Tools. Department of Architecture and Urban Design.