

La orientación óptima de los edificios en Maracaibo para evitar el soleamiento y aprovechar el viento

Pilar Oteiza Sanjosé

RESUMEN

Se presenta una escala gráfica para seleccionar la orientación más conveniente, tanto para las superficies verticales que constituyen la envolvente de las edificaciones como para los espacios urbanos, en Maracaibo, ciudad donde es preciso evitar el soleamiento tanto como aprovechar el viento. El gráfico es el resultado de la aplicación de una metodología de análisis bioclimático a dicha ciudad, situada en una latitud próxima al Ecuador, y donde son muy elevadas tanto la temperatura como la humedad del aire.

ABSTRACT

Optimal orientation of buildings in Maracaibo in order to avoid sun rays and make use of the wind

In this work we study the best orientation for buildings for to promote internal natural ventilation and to reduce solar radiation in Maracaibo where the climatic conditions are high temperature and high relative humidity during the day and all months of the year.

DESCRIPTORES

Arquitectura pasiva
Bioclimatismo
Diseño solar pasivo
Soleamiento
Ventilación natural

INTRODUCCION

De las diversas condicionantes que el arquitecto debe tener en cuenta al proponer una solución de diseño, el clima del lugar ocupa una posición predominante; de modo que la envolvente del edificio cree las condiciones del bienestar térmico que permitan reducir los medios activos de acondicionamiento para favorecer el ahorro de energía y aumentar la calidad ambiental.

En la mayoría de las ciudades la utilización indiscriminada de medios activos de acondicionamiento térmico - que solucionan artificialmente los problemas que el emplazamiento en sí y un inadecuado o despreocupado diseño hayan generado- influye negativamente en la calidad del ambiente urbano. Así, en ciudades de clima cálido y coincidiendo con épocas de prosperidad económica, han aumentado considerablemente los niveles térmicos, acústicos y la contaminación atmosférica en general.

En casi todas estas ciudades, antes de disponer de medios mecánicos se dieron soluciones arquitectónicas y urbanas adecuadas, que mejoraban, a nivel interno y microclimático, las difíciles condiciones exteriores.

Actualmente las restricciones ambientales no son un obstáculo para el confort ambiental, pues la diversidad de medios técnicos permiten modificar las condiciones de cualquier ambiente interior hasta adecuarlo a las condiciones óptimas, pero esto implica un gasto excesivo de energía y un frecuente deterioro del ambiente exterior.

En este artículo -que resume un Proyecto realizado en el Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Sistemas Ambientales de la Universidad del Zulia, en Maracaibo, (Venezuela)- se presenta una metodología de análisis bioclimático aplicada a esta ciudad como caso de estudio. En una ciudad como Maracaibo (10° 40' de latitud Norte, situada a orillas del Lago), donde se registran simultánea-

mente altas temperaturas y elevadísima humedad, son dos, principalmente, las condiciones ambientales a considerar para lograr el confort: Evitar el soleamiento y favorecer la ventilación.

El estudio de la incidencia de la radiación solar en superficies verticales junto al análisis de la velocidad y dirección del viento, en dieciséis orientaciones, permitió establecer la relación particular de ambas variables respecto a la orientación de la envolvente de una edificación o de un conjunto urbano, dando pautas de diseño para la selección de aberturas y protecciones solares que permitan ejercer una influencia favorable sobre el confort en edificios y conjuntos urbanos.

El resultado del estudio se concreta en un gráfico polar que constituye una herramienta de fácil uso para el diseño arquitectónico.

CONDICIONES CLIMÁTICAS Y CONFORT EN MARACAIBO

La temperatura media anual en Maracaibo es de 28°C variando escasamente durante el año. La temperatura media diaria durante las horas diurnas oscila entre los 23°C y los 33°C, con una humedad relativa de 93% y 50% respectivamente; por la noche la temperatura varía entre 28°C y 23°C, con humedad relativa entre 75% y 93% respectivamente. La variación máxima de las temperaturas diarias ocurre en el mes de Enero (9°C) y la mínima en Abril (6°C), coincidiendo con los meses secos y húmedos del año respectivamente.

Comparando las condiciones de temperatura y humedad relativa que se producen durante el año, con el conjunto de las que corresponden a las de bienestar térmico, Fig. 1, se observa que aunque no hay coincidencia, parte del año se dan condiciones que pueden producir la sensación de bienestar si hay movimiento de aire, al menos, 1.5 m/seg⁽²⁾.

Analizando las medidas de velocidad del viento, en términos de valores medios y frecuencias, de distintos rangos de velocidades⁵ registradas durante el periodo 1977-1981 en la estación meteorológica de la ciudad, se obtuvo, por un lado, la variación media diaria anual de la velocidad del viento, Fig. 2, observándose que las velocidades menores se producen antes del mediodía -con una intensidad media de 2.8 m/seg- y aumentan progresivamente hasta cerca de la puesta del sol, cuando se produce la mayor intensidad -5.5 m/seg de velocidad media.

Por otra parte, del estudio de la frecuencia con la que ocurrían los distintos rangos de velocidad del viento, resultó que sólo aproximadamente un 20% del tiempo ocurrían calmas o velocidades inferiores a 1.5 m/seg. Esto indicaba la existencia del recurso natural -el viento- para mejorar las condiciones internas y microclimáticas

FIGURA 1
Condiciones diarias medias de temperatura y humedad en Maracaibo, y relación con la "zona de bienestar térmico"; representadas sobre un diagrama bioclimático propuesto por B. Givoni.

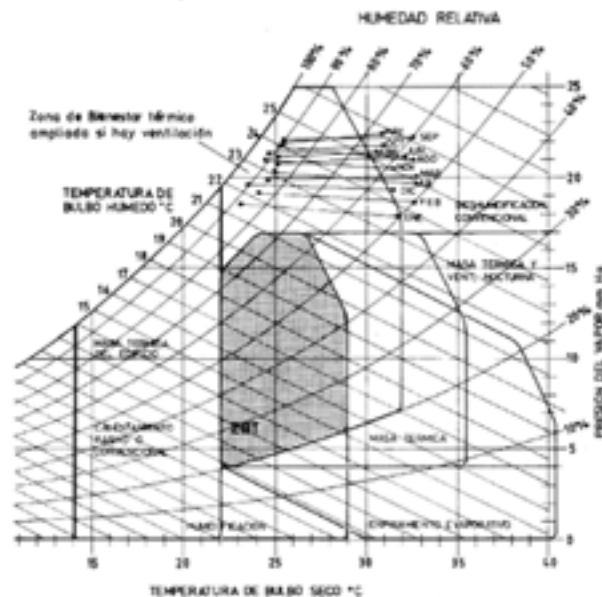


FIGURA 2
Velocidad media diaria anual del viento en Maracaibo.



FIGURA 3
Frecuencias de la dirección del viento diurno en Maracaibo.

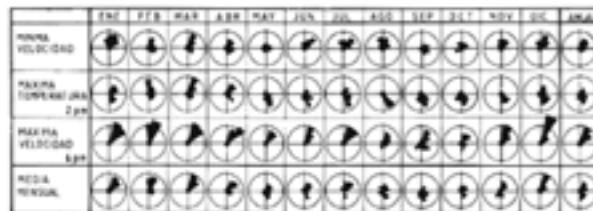


FIGURA 4
Radiación solar directa y total, sobre superficies verticales orientadas, en Maracaibo.

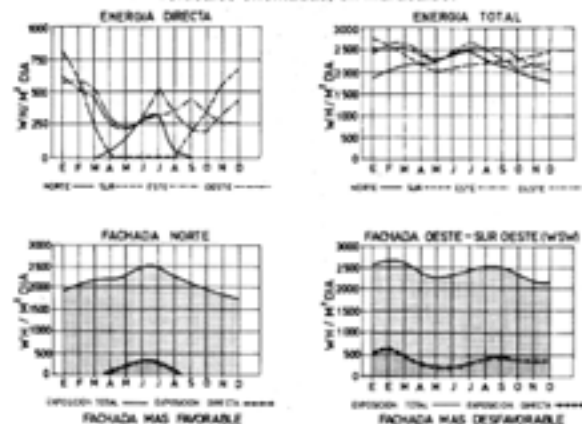


FIGURA 5

Escala de orientación para superficies verticales en Maracaibo, para reducir la exposición al sol.

ORIENTACIÓN SOLAR EN MARACAIBO
Exposición a la radiación solar total en superficies verticales
Latitud 10°40'N

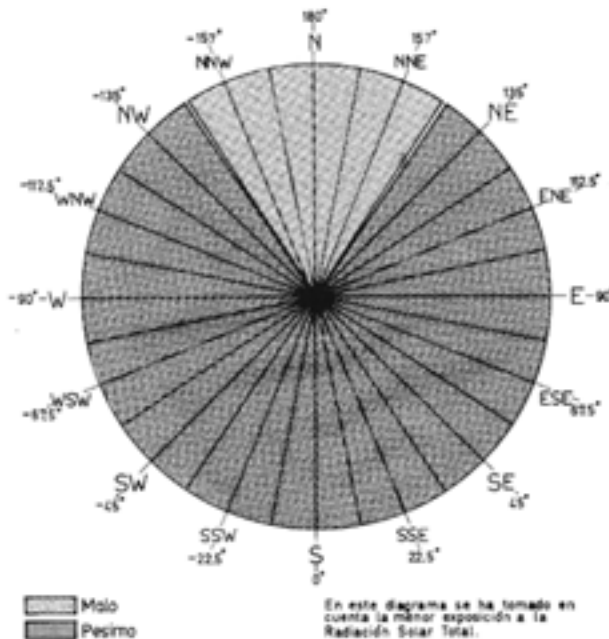
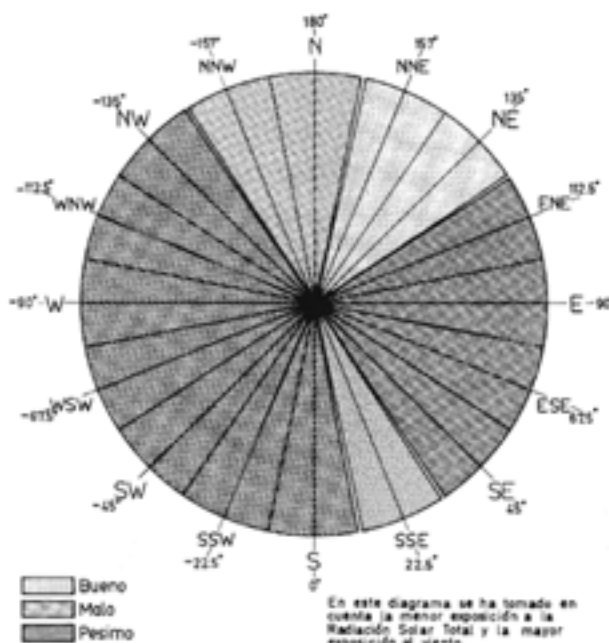


FIGURA 6

Escala de orientación para superficies verticales en Maracaibo, para aprovechar la exposición al viento y reducir la exposición al sol.

ORIENTACIÓN SOLAR-EOLICA EN MARACAIBO
Exposición a la radiación solar total en superficies verticales
Latitud 10°40'N



pero era preciso conocer su dirección para poder utilizarlo.

En cuanto a la dirección del viento en Maracaibo⁵ vemos, en la Fig. 3, que cambia durante el día: Proviene del NNE, y con poca intensidad por las mañanas (horas de mínima velocidad); sopla desde el SSE, en las primeras horas de la tarde (cuando ocurre la máxima temperatura) con aumento de su intensidad; y, al final de la tarde y primeras horas de la noche vuelve a soplar desde el NNE y con la mayor intensidad (máxima velocidad), con ligeras variaciones anuales.

Así, siendo necesario para lograr el confort en Maracaibo evitar el aumento de la temperatura y favorecer la ventilación, se realizó un estudio combinado de la incidencia de la radiación solar y la frecuencia de la dirección y velocidad del viento en 16 orientaciones⁶.

REDUCCIÓN TÉRMICA Y ORIENTACIÓN

Seleccionar una buena orientación de los planos envolventes de la edificación es el punto de partida del diseño adaptado al clima; todas las demás consideraciones bioclimáticas tales como pantallas, colores, vegetación, etc., se supeditan a ella.

En latitudes próximas al Ecuador las superficies horizontales son las más desfavorables ya que son las que reciben el mayor impacto de la radiación solar. Sin embargo, la construcción en altura característica de las grandes ciudades hace que adquieran, al igual que en las de zonas templadas, mayor importancia las superficies verticales que las horizontales.

En la Fig. 4 se muestra la energía solar diaria recibida en superficies verticales según la orientación, como promedio de todo el año. Los valores son el resultado de la aplicación de modelos matemáticos¹ a las medidas registradas sobre superficie horizontal en la estación Meteorológica de Maracaibo. En la Fig. 4B se observan los altos valores de energía solar total -difusa más directa- y las reducidas diferencias entre las distintas orientaciones. En la Fig. 5, se muestra la valoración de la orientación para minimizar su exposición a la radiación solar exclusivamente. Vemos que sólo las superficies verticales orientadas entre el NNW, y el NNE se pueden considerar más favorables y por lo tanto con menor tratamiento de protección solar que el resto.

Sin embargo, con estas condiciones climáticas - aunque la envolvente lograra evitar el aporte solar en su totalidad y conformara, por la combinación y disposición de ciertos materiales, una envolvente aislada térmicamente- si internamente no hubiera aire en movimiento, no sería posible el bienestar térmico. De ahí la importancia de que, tanto la edificación como los espacios urbanos en esta ciudad, se proyecten con el fin de aprovechar al máximo las brisas.

Por lo que, en Maracaibo la igual que en otras ciudades de los trópicos húmedos, la orientación dominante no sólo debe lograr minimizar la exposición al sol; es preciso -y además prioritario- que haya sido pensada para maximizar la exposición al viento.

METODOLOGÍA UTILIZADA Y COEFICIENTE EÓLICO DE REDUCCIÓN TÉRMICA

Debido a la importancia de ambas variables se desarrolla y propone un método de valoración de la ventilación ligada al soleamiento que hace posible expresar de forma gráfica y sencilla la incidencia de ambas en cada orientación.

El método utilizado consiste, primero, en caracterizar el viento en cualquier dirección en este estudio, 16 orientaciones. Esto se realiza teniendo en cuenta:

- la frecuencia con que se presenta en cada una de las direcciones, Tabla 1,
- la intensidad relativa de la velocidad del viento respecto a la mínima anual, última fila de la Tabla 1.

El producto de la frecuencia del viento en cada dirección por su intensidad relativa se propone como "coeficiente eólico de reducción térmica", Tabla 2. Esto es, se pondera la velocidad del viento con la frecuencia con que incide en la orientación considerada.

Este coeficiente eólico se ha denominado "de reducción térmica" al ligarlo con el soleamiento en la siguiente forma:

1º Se calcula el producto del coeficiente anterior en cada dirección, Tabla 2, por la exposición solar recibida sobre la superficie vertical en cada orientación, Tabla 3.

2º Se reduce en la cantidad anterior la exposición solar recibida en cada superficie vertical.

Estos últimos valores son denominados "exposición solar-eólica total" sobre superficie vertical en cada

**TABLA Nº 1
FRECUENCIA DE LA DIRECCIÓN DEL VIENTO EN HORAS DIURNAS EN MARACAIBO.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
N	10.54	25.57	1.72	2.52	3.01	5.35	6.01	3.86	1.56	5.15	8.44	6.87	6.72
NNE	34.88	33.48	40.16	24.10	13.78	20.52	19.35	15.70	11.61	11.18	26.22	40.44	24.29
NE	29.07	10.13	28.50	28.35	13.79	18.77	23.22	12.04	9.60	13.32	18.44	17.84	18.59
ENE	2.68	4.09	4.96	7.57	6.04	7.15	7.09	9.24	6.01	5.16	5.55	7.73	6.12
E	1.49	4.51	4.09	5.33	7.33	1.91	3.86	2.58	4.01	2.14	4.00	2.36	3.63
ESE	3.46	6.95	4.09	6.72	7.34	6.10	6.02	4.73	11.37	7.09	6.00	4.94	6.23
SE	3.89	4.35	4.96	7.03	8.21	4.95	6.01	11.39	9.15	8.16	5.77	4.51	6.53
SSE	3.45	3.12	3.45	3.36	12.10	10.62	10.10	10.96	15.18	10.32	6.44	4.94	7.84
S	1.51	0.48	0.64	0.28	3.02	1.12	0.86	2.36	6.25	4.08	1.33	0.21	1.85
SSW	0.43	0.71	1.07	3.37	4.85	3.17	3.65	3.65	6.70	2.80	2.66	0.43	2.79
SW	0.43	0.24	0.00	1.40	3.02	2.25	1.93	3.00	2.83	4.94	2.00	0.00	1.84
WSW	0.00	0.24	1.59	0.84	3.65	2.68	1.07	3.43	2.45	4.29	0.66	0.42	1.78
W	0.00	0.00	0.00	1.40	1.72	0.89	0.64	1.50	1.33	1.90	1.10	0.21	0.89
WNW	0.00	0.24	0.42	2.24	1.17	2.24	1.87	3.22	2.25	2.57	1.10	0.00	1.38
NW	0.00	0.48	0.64	0.84	1.07	1.79	0.86	2.36	1.11	3.22	1.55	0.64	1.21
NNW	6.86	1.42	1.07	4.21	3.67	5.36	4.30	7.74	1.55	5.15	4.44	4.94	4.23
MISG	4.51	5.21	5.45	4.65	3.26	3.49	3.88	3.61	3.01	2.74	2.89	3.63	3.86
%	164.60	190.15	198.91	169.71	118.98	127.37	141.61	131.75	109.85	190	105.47	132.48	140.91

**TABLA Nº 2
VALORES DEL COEFICIENTE EÓLICO DE REDUCCION TERMICA**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
N	17.35	48.62	3.42	4.28	3.58	6.81	8.51	5.09	1.71	5.15	8.90	9.10	9.46
NNE	57.41	63.06	79.88	40.90	16.40	26.14	27.40	20.69	12.75	11.18	27.66	53.58	34.22
NE	47.85	19.25	56.09	48.15	16.41	23.91	32.88	15.86	10.55	13.32	19.45	23.63	26.19
ENE	4.61	7.78	9.87	12.85	7.19	9.11	10.04	12.17	6.60	5.16	5.85	10.24	8.62
E	2.45	8.58	8.14	9.05	8.72	2.43	5.47	3.40	4.41	2.14	4.22	3.13	5.12
ESE	5.79	13.22	8.14	11.40	8.73	7.77	8.52	6.20	12.49	7.09	6.30	6.54	8.78
SE	6.40	8.27	9.87	11.90	9.77	6.30	8.51	15.01	10.05	8.16	6.09	5.97	9.20
SSE	5.73	5.93	6.86	5.70	14.40	13.53	14.30	14.44	16.88	10.32	6.79	6.54	11.04
S	2.49	0.91	1.27	0.48	3.59	1.43	1.22	3.11	6.87	4.08	1.40	0.25	2.60
SSW	0.71	1.35	2.13	5.72	5.77	4.04	5.17	4.81	7.36	2.80	2.81	0.57	3.93
SW	0.71	0.46	0.00	2.38	3.59	2.87	2.73	3.95	3.11	4.94	2.11	0.00	2.59
WSW	0.00	0.46	3.16	1.43	4.34	3.41	1.52	4.52	2.69	4.29	0.79	0.56	2.50
W	0.00	0.00	0.00	2.38	2.05	1.13	0.91	1.96	1.46	1.93	1.16	0.25	1.25
WNW	0.00	0.46	0.84	3.80	1.39	2.85	1.52	4.24	2.47	2.57	1.16	0.00	1.94
NW	0.00	0.91	1.27	1.43	1.27	2.28	1.22	3.11	1.22	3.22	1.63	0.85	1.71
NNW	11.29	2.73	2.13	7.54	4.37	6.83	6.09	10.20	1.70	5.15	4.68	6.54	5.95
MISG	4.51	5.21	5.45	4.65	3.26	3.49	3.88	3.61	3.01	2.74	2.89	3.63	3.86

**TABLA Nº 3
EXPOSICION SOLAR TOTAL EN SUPERFICIES VERTICALES VARIANDO LA ORIENTACION EN MARACAIBO.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA	%
N	1894	2059	2198	2093	2251	2437	2522	2237	2113	1947	1841	1788	2123	91
NNE	1896	2079	2077	2067	2250	2432	2583	2326	2146	1949	1841	1788	2125	92
NE	2043	2234	2434	2340	2289	2474	2705	2437	2217	1982	1901	1868	2244	94
ENE	2278	2414	2561	2386	2304	2483	2753	2591	2379	2054	2025	2006	2540	96
E	2494	2559	2638	2387	2288	2445	2716	2519	2320	2110	2188	2211	2485	98
ESE	2643	2635	2647	2372	2142	2363	2591	2486	2335	2157	2272	2346	2425	98
SE	2708	2640	2589	2315	2178	2255	2431	2488	2317	2183	2237	2425	2399	98
SSE	2734	2667	2480	2294	2105	2146	2234	2298	2282	2208	2283	2475	2349	97
S	2785	2654	2413	2160	2029	2143	2194	2194	2292	2289	2401	2405	2335	96
SSW	2707	2683	2586	2248	2105	2146	2216	2300	2289	2233	2333	2351	2359	97
SW	2649	2718	2632	2348	2178	2239	2337	2422	2505	2289	2251	2224	2485	98
WSW	2588	2725	2686	2419	2146	2225	2449	2505	2580	2345	2190	2144	2434	99
W	2480	2648	2694	2451	2290	2406	2524	2541	2550	2287	2160	2049	2417	98
WNW	2271	2489	2612	2438	2205	2440	2548	2524	2479	2190	1997	1937	2362	97
NW	2054	2282	2470	2383	2252	2436	2527	2455	2353	2067	1895	1862	2254	94
NNW	1888	2091	2294	2294	2225	2403	2483	2347	2205	1961	1841	1788	2151	92
MAX.	2785	2725	2686	2451	2305	2483	2753	2541	2580	2289	2401	2475	2434	99
MIN.	1894	2059	2198	2093	2251	2437	2522	2237	2113	1947	1841	1788	2123	91
TECHO D'	4050	4410	4590	4190	3950	4250	4630	4430	4230	3810	3690	3630	4153	100

**TABLA Nº 4
EXPOSICION SOLAR-EOLICA TOTAL EN SUPERFICIES VERTICALES VARIANDO LA ORIENTACION EN MARACAIBO.**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA	%
N	1985	1058	2113	2198	2170	2271	2308	2124	2077	1847	1677	1625	1942	80
NNE	808	755	458	1348	1881	1797	1883	1852	1872	1732	1332	838	1378	58
NE	1085	1800	1054	1214	1913	1883	1815	2050	1983	1727	1532	1409	1622	68
ENE	2173	2227	2308	2079	2139	2257	2476	2197	2128	1948	1916	1807	2140	90
E	2433	2340	2424	2180	2088	2386	2588	2433	2218	2085	2076	2142	2379	95
ESE	2482	2287	2432	2182	2047	2179	2379	2331	2044	2064	2128	2192	2218	93
SE	2534	2422	2304	2039	1986	2113	2214	2047	2084	2005	2185	2280	2187	91
SSE	2578	2453	2219	2187	1892	1896	1914	1998	1901	1981	2221	2153	2117	89
S	2718	2630	2382	2150	1996	2112	2187	2125	2134	2195	2367	2458	2283	95
SSW	2688	2627	2452	2129	1983	2050	2102	2192	2222	2098	2266	2338	2277	95
SW	2631	2706	2632	2392	2190	2174	2273	2326	2428	2242	2054	2225	2353	98
WSW	2588	2712	2613	2385	2148	2255	2412	2392	2491	2248	2174	2133	2379	100
W	2480	2648	2694	2393	2243	2379	2521	2491	2513	2243	2076	2043	2390	100
WNW	2271	2478	2691	2345	2273	2370	2510	2417	2418	2133	1974	1937	2310	97
NW	2054	2261	2438	2349	2263	2381	2496	2379	2325	2090	1864	1816	2219	93
NNW	1884	2025	2245	2130	2128	2239	2313	2198	2187	1860	1754	1671	2028	85
MAX.	808	755	458	1348	1881	1797	1883	1852	1872	1732	1332	838	1378	58
MIN.	2718	2712	2694	2393	2273	2386	2568	2491	2513	2288	2387	2458	2390	

orientación, Tabla 4. En esta misma Tabla se indica el promedio anual en dos formas: En la penúltima columna como valores absolutos y, en la última columna como valores relativos a la máxima exposición solar eólica total (2390 en orientación W, 100%).

El diagrama polar de la Fig. 6, se realizó considerando como nivel de orientación "bueno" las orientaciones con valores relativos comprendidos entre 50% y 80%, como nivel de orientación "malo" las orientaciones con valores relativos entre 80% y 90%, y como nivel de orientación "pésimo" las orientaciones con valores relativos iguales o superiores al 90%.

CASO PRÁCTICO

Como ejemplo de cómo se han calculado los valores con los que se construye el diagrama polar se presenta el cálculo de la "exposición solar-eólica total" en el mes de Marzo para una superficie vertical orientada al NNE en Maracaibo.

El procedimiento es el siguiente:

1° Se efectúa el cálculo del "coeficiente eólico de reducción térmica", E, en el mes de Marzo en una superficie vertical al NNE en Maracaibo.

-De la Tabla 1 se obtiene la frecuencia de la dirección del viento procedente del NNE en Marzo: 40,16%.

-En la penúltima fila de la Tabla 1 se obtiene la velocidad media absoluta en Marzo, 5,45 m/s, que en términos relativos a la velocidad media mínima, la velocidad en el mes de Octubre (última fila de la misma Tabla 1) corresponde a 198,91%.

El producto de ambos porcentajes:

$$E = 0,4016 \times 1,989 = 0,7988$$

es el "coeficiente eólico de reducción térmica", Tabla 2.

2° Se efectúa el producto de la "exposición solar total" de la Tabla 3, 2277 Wh/m² día, por el "coeficiente eólico de reducción térmica", Tabla 2, 0,7988.

$$2277 \times 0,7988 = 1818,87$$

3° Ese valor se resta de la exposición solar total, Tabla

3, 2277 Wh/m² día, y el resultado lo denominamos "exposición solar-eólica total", Tabla 4.

2277 - 1818,87 = 458,13 (en la Tabla 4 en valores enteros)

Los valores de la "exposición solar-eólica total", Tabla 4, se indican en unidades ficticias que hemos denominado "eovattios hora/m² día". Así en el mes de Marzo en orientación NNE se reciben 458 eovattios hora/m² día.

CONCLUSIONES

Para lograr que tanto la arquitectura como los espacios urbanos estén adaptados al sitio de emplazamiento y de esta forma reducir el uso de los medios activos de acondicionamiento, es necesario conocer en primer lugar los recursos naturales de que se dispone. Este conocimiento pormenorizado hará posible mejorar las condiciones de vida y hacer uso más racional de la energía.

En Maracaibo, como en otros lugares de clima cálido y húmedo, es posible mejorar las condiciones de bienestar térmico, tanto en espacios interiores como exteriores, si además de evitar el asoleamiento se aprovecha el viento. El conocer con precisión el comportamiento de ambas variables ambientales, tanto en el ciclo diario como en el anual, ha permitido definir una escala de valores para la orientación de aberturas en edificaciones y espacios urbanos que se diseñen en esta ciudad, facilitando la labor del arquitecto en la selección de la orientación dominante y la toma de decisiones sobre aberturas y protección solar de las mismas.

Específicamente en esta ciudad se debe diseñar tratando de situar el mayor grado de aberturas en fachada hacia el NNE y el NE. Con segundo nivel de importancia también son adecuadas las orientaciones N, NNW y SSE. En el resto de las orientaciones deben extremarse las medidas de opacidad de la fachada y la protección solar de las mismas, por ser orientaciones muy desfavorables, tanto por los altos niveles de captación solar como por su reducida exposición al viento.

Agradecimiento

Para la realización de este trabajo se dispuso del apoyo económico del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 ALMAO, N.: *La radiación solar difusa sobre planos inclinados y orientados en Maracaibo*. Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura, Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Sistemas Ambientales, 1986.

2 GIVONI, B.: *Man, Climate and Architecture*. London: Applied Science Publishers, Ltd., 1976.

3 GONZALEZ, E.; HINZ, E.; OTEIZA, P.; QUIROS, C.: *Proyecto Clima y Arquitectura*. México: Editorial Gustavo Gili, C.A; 1986.

4 OTEIZA, P.; QUIROS, C.; ALMAO, N.: *Reducción térmica a través de la envolvente en edificaciones situadas en bajas latitudes*. Maracaibo: Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura, Instituto de Investigaciones de Arquitectura y Sistemas Ambientales, 1986.

5 OTEIZA, P.: *La velocidad y dirección del viento en Maracaibo*. Maracaibo: Universidad del Zulia, 1984.

6 OTEIZA, P.: *La orientación solar-eólica de las edificaciones en Maracaibo*. Maracaibo: Universidad del Zulia, 1986.