

ACONDICIONAMIENTO HIGROTÉRMICO EN UN MÓDULO URBANO MEDIANTE CICLOENERGÍA ELÉCTRICA DE PROPULSIÓN HUMANA PARA CLIMAS CÁLIDOS

Juan Manuel Ros-García, Roberto Alonso González-Lezcano,
Carlos Miguel Iglesias-Sanz

Cómo citar este artículo: ROS-GARCÍA, J. M.; GONZÁLEZ-LEZCANO, R. A.; IGLESIAS-SANZ, C. M. *Acondicionamiento higrotérmico en un módulo urbano mediante cicloenergía eléctrica de propulsión humana para climas cálidos* [en línea] Fecha de consulta: dd-mm-aa. En: ACE: Architecture, City and Environment, 14 (41): 185-202, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.14.41.7035> ISSN: 1886-4805.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

ACE 41

Electronic offprint

Separata electrónica

HYGROTHERMAL CONDITIONING IN AN URBAN MODULE THROUGH HUMAN PROPULSION ELECTRIC CYCLE POWER FOR WARM CLIMATES

Key words: Bio-healthy architecture; Energy saving; Sustainable architecture; Sustainable construction; Sustainability

Structured abstract

Objective

Utilization of the energy obtained through the recreational use of the leisure zones by means of human-powered traction using mini-bike pedals as a renewable source intended to produce accumulative energy. Energy is generated through the physical and sporty activity of pedalling. Such energy is subsequently accumulated in batteries using two alternators for its later use transforming it into environmental conditioning and lighting.

Methodology

A system capable of transforming physical exercise into power generation intended for lighting, artificial shade, and coolness is proposed. This system provides a solution to obtain artificial shade and coolness by means of the nebulization of water vapour in environments of hard urbanism, which allows humanizing the city through a participative citizen action. Such nebulization is obtained through the process of transforming the human renewable source of pedaling into energy for environmental conditioning and hygrothermal comfort through a bioclimatic strategy.

Conclusions

A study is carried out in order to analyse the bioclimatic conditions of the environment in order to create urban facilities, which guarantee optimal habitability conditions by taking advantage of those factors, which provide quality of life and social development, such as environmental aesthetics, level of environmental stress, pedestrian areas, and leisure zones, among others.

Originality

In the recent past years, the design of urban facilities, which encourage social relations and a healthy life, is in increasing evolution referring to the first designs installed in the parks and gardens of the cities. However, nowadays there is not system capable of integrating more significantly physical exercise and power generation intended for lighting, artificial shade, and coolness.

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

c

ACONDICIONAMIENTO HIGROTÉRMICO EN UN MÓDULO URBANO MEDIANTE CICLOENERGÍA ELÉCTRICA DE PROPULSIÓN HUMANA PARA CLIMAS CÁLIDOS

ROS-GARCÍA, Juan Manuel ¹

GONZÁLEZ-LEZCANO, Roberto Alonso ²

IGLESIAS-SANZ, Carlos Miguel ³

Remisión inicial: 13-02-2019

Remisión final: 13-06-2019

Aceptación inicial: 22-04-2019

Aceptación definitiva: 21-06-2019

Palabras clave: Arquitectura bio-saludable; ahorro de energía; arquitectura sostenible; construcción sostenible; sostenibilidad

Resumen estructurado

Objetivo

Utilizar la energía obtenida mediante el uso lúdico del módulo por medio de propulsión humana en pedaleadores mini bike, como fuente renovable aplicada para producir energía acumulable. A través de la actividad física y deportiva del pedaleo se genera energía que mediante dos alternadores se conducen a baterías donde se acumula para su posterior utilización energética en forma de acondicionamiento exterior e iluminación.

Metodología

Se propone un sistema capaz de integrar el ejercicio físico y las prestaciones de generación de energía para iluminación, sombra y frescor. Este sistema resuelve la obtención de lugares de sombra artificial y frescor mediante la nebulización de vapor de agua en entornos de urbanismo duro, que permiten humanizar la ciudad mediante una acción participativa ciudadana; nebulización obtenida mediante el procedimiento de transformación de la fuente renovable motriz humana del pedaleo, en energía de acondicionamiento medioambiental.

Conclusiones

Se realiza un estudio que analiza las condiciones climáticas del contexto para crear una instalación urbana que garantiza unas condiciones de habitabilidad idóneas aprovechando factores como la estética ambiental, el nivel de estrés ambiental, zonas peatonales y de recreo, etc., que condicionan una calidad de vida y desarrollo social.

Originalidad

En los últimos años el diseño de una instalación urbana que fomente una vida saludable y relaciones sociales está en creciente evolución respecto de los primeros diseños instalados en los parques y jardines de las ciudades, pero no existe actualmente en el mercado un sistema capaz de integrar con más ambición y unidad el ejercicio físico y las prestaciones de generación de energía para iluminación, sombra y frescor.

¹ Doctor Arquitecto. Profesor Titular de Proyectos Arquitectónicos. Departamento de Arquitectura y Diseño de la EPS. Universidad CEU San Pablo. Correo electrónico: jmros.eps@ceu.es

² Doctor Ingeniero Industrial. Profesor Titular de Construcciones Arquitectónicas. Departamento de Arquitectura y Diseño de la EPS. Universidad CEU San Pablo. Correo electrónico: rgonzalezcano@ceu.es

³ Doctor Arquitecto. Profesor Colaborador Doctor de Proyectos Arquitectónicos. Departamento de Arquitectura y Diseño de la EPS. Universidad CEU San Pablo. Correo electrónico: cmiglesias.eps@ceu.es

1. Introducción

Es notoria la creciente demanda que la sociedad actual exige para alcanzar una mayor calidad de vida entendida en parámetros relativos a la salud. En la evolución social actual cobra cada vez mayor atención la dedicación a las actividades físicas, deportivas y recreativas realizadas de manera individual o colectiva que posibiliten un bienestar no sólo físico sino también mental. Somos más conscientes de la importancia de gestionar activamente el cada vez más valioso y extenso tiempo para el ocio que disfrutamos en una coyuntura donde la mejoría en las expectativas y la calidad de vida siguen aumentando. La concienciación de los beneficios que la actividad física aporta viene soportada por recientes investigaciones de neurocientíficos, como la Doctora Marta Lapid Volosin de la Universidad Nacional de Córdoba, UNC, quien concluye que la actividad física estimula el aumento de un Factor neurotrófico derivado del cerebro, el BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor), proteína que favorece el proceso de neurogénesis, es decir, la supervivencia de las neuronas, de la sinaptogénesis, la formación de nuevas conexiones entre neuronas, y sobre todo de la neuroplasticidad.

Otras investigaciones en el campo de la fisiología biológica, la fisiología experimental y la ciencia cognitiva, como las de la neurofisióloga Kirsten Hötting⁴ (Alemania) y el Dr. John Ratey, Profesor Asociado Clínico de Psiquiatría en la Facultad de Medicina de Harvard, (autor del libro *Spark: The Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*)⁵, señalan que el cerebro humano es como un músculo flexible, y destacan los efectos beneficiosos del ejercicio aeróbico sobre la ansiedad, el estrés, la depresión, el aprendizaje, el envejecimiento e incluso el trastorno por déficit de atención.

En los últimos años hemos asistido a la proliferación de instalaciones de gimnasia en parques y espacios urbanos. La actividad física realizada en estos espacios abiertos incrementa la sensación de bienestar y vitalidad, reduce la presión arterial y mejora la autoestima personal. Múltiples circuitos biosaludables destinados inicialmente a personas de edad avanzada para que pudieran realizar una suave actividad física continuada han comenzado a ser utilizados por personas jóvenes y deportistas como práctica para sus entrenamientos personales. Inicialmente se trataba de instalaciones con diversos aparatos independientes que generaban por su proximidad distintos circuitos de actividad para dar paso a paso a propuestas más recientes de carácter más global e integrador y con una clara vocación innovadora.

Un primer ejemplo es la propuesta del colectivo Zoohaus en la terraza del Escuelab, Lima, Perú, en 2010, Inkacycle. Se trata de la iluminación de un cartel representativo del Escuela de dimensiones 0.54x2.22 metros, formado por 333 botellas de Inca-Kola de 33cl recicladas, un bastidor de 0.54x2.2 metros de madera, un tablero de policarbonato, 245 tuercas y tornillos, y 3 sprays negro. La energía eléctrica suministrada al cartel se obtiene mediante una batería conectada a una bicicleta estática, capaz de almacenar energía cuando los usuarios accionan sus pedales en la terraza del centro. Todos los materiales provienen del reciclaje de materiales usados y la instalación logra que la necesidad de visibilidad que cumple el cartel esté controlada por la interacción con los usuarios y su ejercicio físico voluntario, disponiendo de esta manera de autonomía energética.

⁴ Kirsten Hötting, Brigitte Roeder, "Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition". Neuroscience and biobehavioral reviews, 2013

⁵ John J. Ratey, Eric Hagerman, Ed. Little Brown, Londres, 2008

El proyecto Rojo Paquimé, un Taller en el área arqueológica de Paquimé, Chihuahua (México), del colectivo PKMN realizado en 2012, aborda un programa más complejo. Cuenta con dos escalas de intervención: una escala-paisaje con un cartel de 3 x 24 metros constituido por las siete letras de la palabra P-A-Q-U-I-M-E, y una escala-programa de cada una de las letras que pueden ser transformadas y desplazadas con gran flexibilidad para contener programas de estaciones de miradores-zanco (P), ciclo-vehículo para la accesibilidad a personas con movilidad reducida (A), un árbol-sombra artificial (Q), una torre vigía-mirador (U), un expendedor de mochilas con equipamientos individuales como humidificadores portátiles (I), una pieza universal para la construcción de mobiliario, *do it yourself* (M), y un museo portátil para la incorporación de una nueva señalética (E). Piezas sueltas con un cierto carácter unitario, activadas por la acción física de las personas.

Otra propuesta, fomentada en este caso por el ayuntamiento de Madrid para el distrito Tetuán, Paisaje Tetuán 2014, es una instalación formada por piezas prefabricadas de hormigón, el Hypertube, de Taller de Casquería y PKMN, programa lúdico ubicado en un residuo urbano, el solar de la calle Matadero, para su apropiación como plaza. Distintas actividades físicas de los ciudadanos quedan agrupadas en un artefacto único con capacidad, eso sí, de futuras extensiones.

Por otro lado, a finales del 2016 el Quartier des Spectacles Partnership de Montreal ofreció a sus ciudadanos a descubrir Loop, una instalación original en la Place des Festivals, en el Quartier des Spectacles de luminoterapia. La obra diseñada por Olivier Girouard, Jonathan Villeneuve y Ottoblix consta de 13 zoótropos gigantes (dispositivo óptico precursor de la película de animación) y utiliza grandes cilindros de dos metros de diámetro. Cualquier visitante puede sentarse en el interior y activar el mecanismo, iniciando el giro del cilindro, el cual se ilumina, haciendo que la serie de imágenes fijas parezca moverse. Esta animación es visible desde dentro o fuera del cilindro y puede verse de cerca o de lejos. Tanto la frecuencia del parpadeo como el ritmo de la música se determinan por la rapidez con que los participantes mueven la palanca con su esfuerzo físico. En este caso la actividad física produce además de un bienestar en la salud un efecto lumínico en la ciudad, como ruedas gigantes que iluminan la calle.

Por su parte, el Taller Desierto del 2017, organizado por la Universidad del ISAD y coordinados por el equipo Zuloark-México, propone en ese país el diseño y construcción de un proyecto de intervención urbana desarrollado en un ejercicio académico. Se trata de una construcción de 7 módulos con 5 programas diferentes, un nodo comunitario, un área de estancia, una gradería deportiva, un aula de educación ambiental y juegos infantiles, combinando actividades estanciales con las actividades físicas saludables de sus usuarios. Su claridad constructiva se basa en 4 elementos materiales: perfil metálico en ángulos para la estructura, una serie de tarimas reutilizadas para suelos y techos, tablas de madera para el mobiliario y malla-sombra para la cubierta.

Recientemente (2018), la firma deportiva Fitbit ha patrocinado la idea original de un niño que deseaba que su madre se pusiera en forma a la vez que jugaba con él. Se trata del columpio Fitbit versa, un dispositivo que mediante un ingenioso mecanismo transmite el movimiento de un adulto dentro de una gran rueda que gira según se camina o corre interiormente al giro de un columpio, el cual, rota alrededor del cilindro, pudiendo verse en las sucesivas vueltas la madre y si hijo. Ambos, madre e hijo, se ven beneficiados físicamente en su actividad lúdica.

Si bien estas últimas propuestas suponen una cierta evolución respecto de los primeros aparatos para el ejercicio físico instalados en los parques y jardines de las ciudades, fomentando la salud física y mental de sus usuarios a la vez que las relaciones sociales entre personas de distintas edades, dado su carácter abierto y de acceso libre a toda la población sin límite de horarios, no existe actualmente en el mercado un sistema capaz de integrar con más ambición y unidad el ejercicio físico y las prestaciones de generación de energía para iluminación, sombra y frescor. Este sistema es Burbuhuts.

Figura 1. Instalaciones de gimnasia en parques y espacios urbanos para la práctica del ejercicio al aire libre



a) Inkacycle b) Rojo paquimé c) Hypertube d) Taller Desierto 2017 e) Luminoterapia f) Fitbit Versa. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=cZLDL1z8H8E>; <http://madridpaisajebano.es/paisajebano/hypertube>; <http://fundacion.arquia.es/concursos/proxima/ProximaRealizacion/FichaDetalle?idrealizacion=3657>; <https://www.arquine.com/pabellon-del-desierto-isad/>

En el presente artículo se describen las características de la viabilidad técnica del Proyecto de Innovación denominado Burbu-huts. Dicho proyecto es el resultado de una iniciativa planteada desde la asignatura del Taller de Innovación Arquitectónica de 5º curso de Grado en Arquitectura de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad CEU San Pablo. Para su desarrollo, revisión y finalización ha sido necesaria la participación de la división de innovación (EXnova) del Grupo de Investigación Rebirth-Inhabit. Durante el transcurso del proyecto, el Ayuntamiento de Estepona (Málaga) ha mostrado interés por la construcción de un prototipo de la solución arquitectónica propuesta en su ciudad, que propone un mobiliario urbano sostenible y eficiente energéticamente ofreciendo diferentes servicios municipales al ciudadano y sirviendo de ejemplo para otras infraestructuras futuras.

El Proyecto Burbuhuts (Fig. 2.) es posible gracias a la colaboración y cooperación entre las instituciones del Excmo. Ayuntamiento de Estepona y la Universidad CEU San Pablo, a través del Departamento de Arquitectura y Diseño, por medio de la patente “Estructura modular de acondicionamiento urbano biosaludable mediante pedaleadores mini-bike” publicada y aprobada en 2017 cuyo número de publicación es 1177985; teniendo como objetivo acercar la universidad al sector productivo empresarial e iniciativas de interés público.

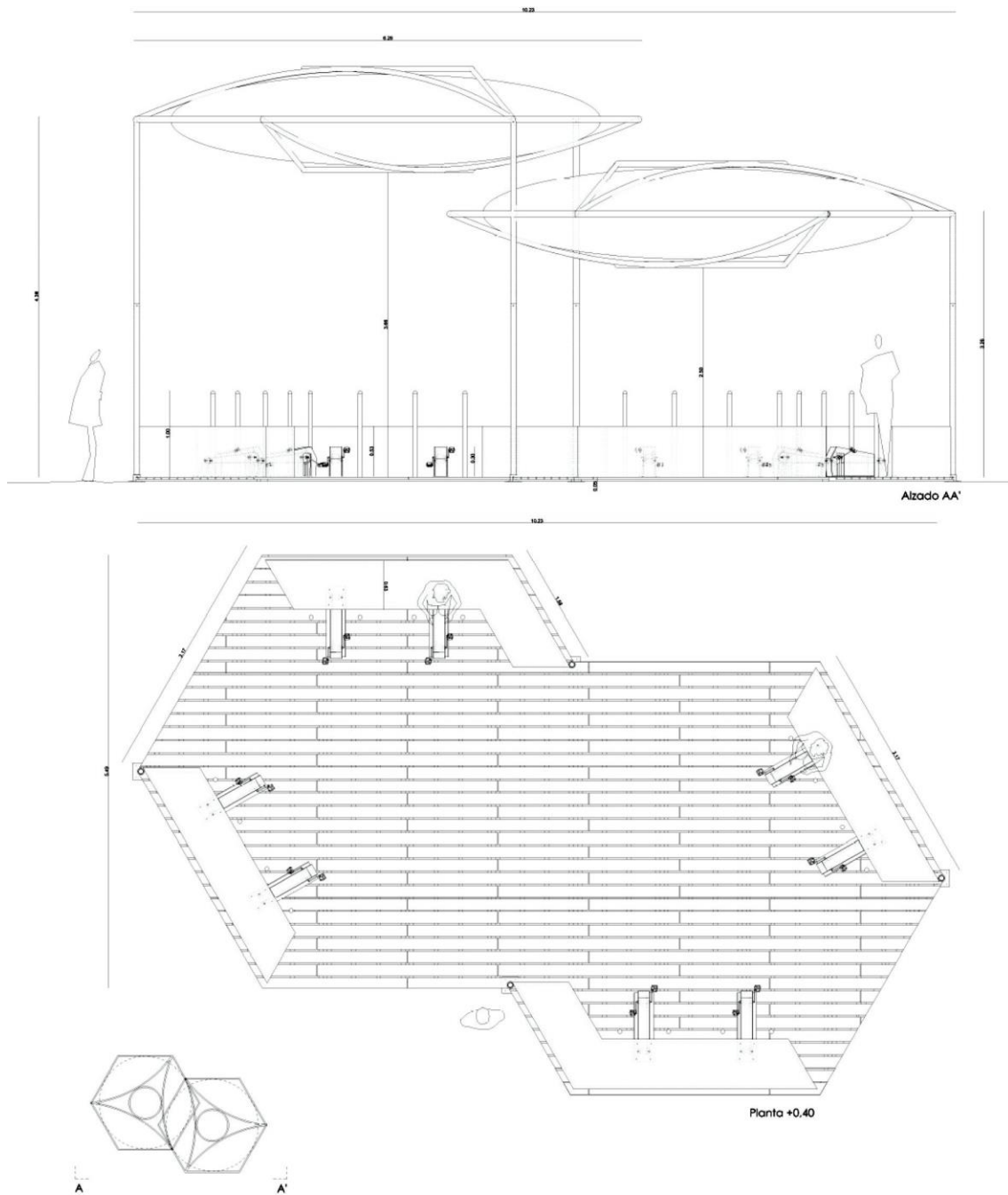
Entendemos el concepto proyecto bio-saludable como aquel donde se logra potenciar la salud y el bienestar de los ciudadanos a través de todos los sentidos, que se concretan en distintos parámetros asociados a las distintas percepciones del ser humano (térmicas, acústicas, visuales, hápticas, etc.) y que permiten ser calculados técnicamente con unidades físicas (grados centígrados, decibelios, luxes, test de Mohs, etc.)

La influencia de la arquitectura en la salud es directa: que un ambiente sea confortable, tiene consecuencias importantes en el bienestar del usuario. Sin olvidarlos de la eficiencia energética en la arquitectura para minimizar el consumo de energía, debemos atender también a su condición bio-saludable.

Estepona, situada en la costa de la provincia de Málaga, disfruta de un confortable clima mediterráneo, óptimo para el disfrute de períodos vacacionales y de la relación del hombre con la naturaleza. No obstante, no está exenta de períodos de altas temperaturas, principalmente en los meses estivales, que hace necesaria la dotación de lugares públicos de sombra y ambiente fresco. El proyecto Burbuhuts resuelve esta creciente demanda mediante la generación de entornos relajantes con temperaturas moderadas en penumbra y sombra, y con la combinación de nubes de vapor de agua, todo ello generado mediante una acción bio-saludable por sus usuarios.

El proyecto se situará en la Avenida Juan Carlos I, en la plaza junto al edificio del nuevo ayuntamiento. El objetivo es utilizar la energía de propulsión humana en pedaleadores mini bike, como fuente renovable aplicada para producir energía acumulable. A través de la actividad física y deportiva del pedaleo se genera energía que mediante dos alternadores se conducen a baterías donde se acumula por un uso lúdico y saludable para su posterior utilización energética en forma de acondicionamiento exterior e iluminación.

Figura 2. Alzado y Planta del Proyecto Burbuhuts en Estepona, Málaga



Fuente: Elaboración propia

2. Metodología

El Proyecto llevado a cabo consta de una doble estructura metálica modular para usos de acondicionamiento urbano de carácter bio-saludable. La doble estructura metálica de aluminio modular permite construir una doble cubierta artificial que proyecta sombra y luz sobre un suelo elevado de tarima composite de madera, donde la energía generada y acumulada es utilizada para dos utilidades: en un horario diurno, dos bombas próximas a las dos baterías elevan agua de los dos depósitos inferiores por el interior de los perfiles metálicos verticales para ser nebulizada desde los anillos estructurales superiores y crear un ambiente fresco mediante una nube de partículas de agua.

En un horario nocturno dicha energía generada y acumulada suministra corriente eléctrica a dos redes de iluminación tipo led ubicadas perimetralmente en los anillos estructurales superiores, para iluminar las estructuras de cubrición artificiales como grandes luminarias urbanas. Por otra parte, el suelo elevado de tarima madera composite conforma 4 bancos por cada módulo estructural donde se alojan los alternadores, baterías, bombas y depósitos necesarios.

El modelo propuesto aplica la fuente renovable del esfuerzo físico y deportivo humano sobre pedaleadores en la obtención de un ambiente de sombra, frescor y luz, creando bajo los módulos estructurales un ambiente de agua y luz en la ciudad, principalmente pensado en nuestro caso para cualquier lugar relacionado con el paseo marítimo. Como elemento diferenciador, su utilización reporta efectos lúdicos y bio-saludables en las personas que espontáneamente se acogen a su protección y que estén dispuestas a realizar espontáneamente y de forma participativa en la comunidad, el esfuerzo físico necesario para obtener mediante la fuerza motriz una conversión en potencia de energía.

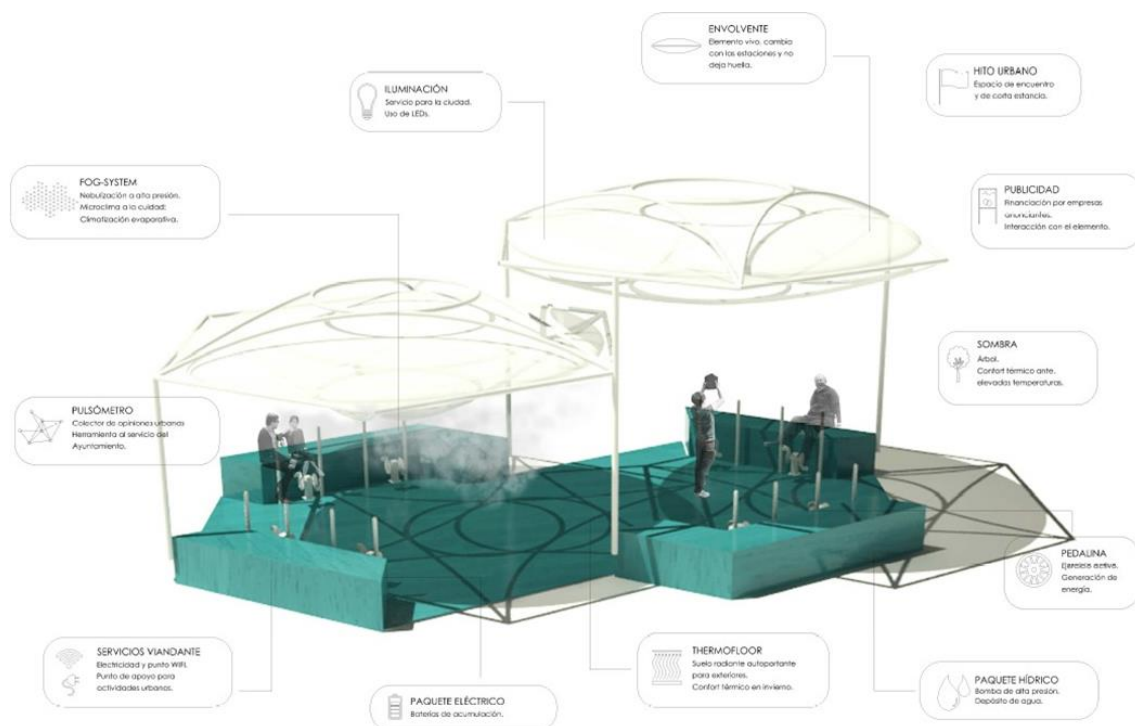
El Proyecto tiene una aplicación netamente urbana, como dispositivo modular formado por dos cubiertas artificiales de agua y luz, de fácil y rápida instalación, capaz de poder incorporarse como catalizador positivo a ámbitos urbanos necesitados de activación pública. Sus aplicaciones pueden tener carácter público o privado: en plazas, paseos y avenidas, como acondicionador ambiental urbano, previa planificación institucional de su uso con políticas que garanticen la espontaneidad, voluntariedad y ausencia de lucro interesado en su explotación, preservando los derechos de los ciudadanos. Tiene una aplicación directa industrial ya que permite a las entidades municipales o institucionales dotar a sus ciudades de umbráculos de sombra, agua y luz mediante la realización de una actividad física bio-saludable. Entidades privadas también pueden adoptarla como solución al beneficiarse de su aplicación esponsorizada que ofrezca al ciudadano implantaciones libres de puntos 5G y otras facilities: terrazas, cafeterías, restaurantes, campañas de marketing y publicidad, etc., obtendrán ámbitos climáticamente mejorados logrados, mediante un concepto de bio-saludable y sostenible energéticamente. La propuesta contribuirá al desarrollo social al fomentar en su uso la actividad espontánea colaborativa y participativa de ciudadanos de diversas procedencias sociales.

En este artículo:

- Se realiza en primera instancia un estudio del lugar por medio del software CLIMATE CONSULTANT para estimar la cantidad de gramos de agua por Kg de aire necesarios para obtener condiciones de confort higrotérmico y si es posible conseguirlo.

- Se determina el número de bombas hidráulicas necesarias para garantizar un caudal mínimo de condiciones de confort.
- Se analizan los resultados obtenidos por el Grupo de Información CIM a partir de tests de FTP (Functional Threshold Power), que en español se conoce como UPF (Umbral de Potencia Funcional) en el Ciclo Indoor para establecer la cantidad de Potencia requerida para poner en funcionamiento un número determinado de bombas hidráulicas.
- Se diseñan sistemas de regulación y control para garantizar el suministro de energía y el buen funcionamiento del sistema.
- Se prevé una potencia adicional para poder dar suministro de energía a los circuitos de iluminación

Figura 3. Proyecto en Estepona, Málaga, BURBUHUTS



3. Fundamento Técnico

El Proyecto consiste en una doble estructura metálica de aluminio modular con tubos huecos de sección circular y diámetro 80 mm. El sistema se divide en varias piezas que se instalan mediante articulación mecánica entre las distintas barras. Es, por lo tanto, un sistema de montaje en seco y de fácil ensamblaje, transporte y almacenamiento al ser subdividible en distintas piezas.

Su fijación al suelo se realiza mediante placas de anclaje y pernos, lo cual permite una rápida y fácil instalación.

Este sistema estructural se fundamenta en 4 soportes verticales (de alturas 4,39 m. y 3.23 m.), sobre los que apoyan, dos a dos, las estructuras superiores de cubrición. Dichas estructuras superiores están formadas cada una de ellas por un hexágono de lado 3,17 m. Uniendo vértices no consecutivos, unos arcos construyen la forma de la cubierta, una pieza de base

circular con dos casquetes aplanados de contorno esferoide, tanto en la parte superior como en la parte inferior. Estos arcos se arriostran con dos anillos metálicos de la misma sección, tanto su la parte superior como su la parte inferior.

Interno a esta estructura metálica de cubrición superior, un volumen esferoide aplanado de PVC translúcido, formado por una envolvente superior impermeable y una inferior transpirable que se fija a ella para producir sombra tamizada bajo él. La gestión de sombras se gestiona en verano no sólo por el grado de translucidez del PVC superior, adaptado a la luminosidad de Estepona, sino también por el solapamiento de los dos semicasquetes que duplica la tamización de los rayos solares verticales del estío. En invierno, al ser la radiación solar más horizontal, este solapamiento es menor permitiendo una intencionada tamización menor. En la unión entre los dos semicasquetes de este volumen se ubica un anillo de luces led para uso nocturno. Bajo la doble estructura metálica, un suelo elevado de madera-composite delimita el ámbito de la intervención. En segmentos del perímetro de este suelo se ubican unos bancos del mismo material en cuyo interior se alojan las instalaciones que permitirán la adecuación climática y lumínica de la instalación. Próximos a estos bancos se instalan 8 pedalinas ancladas al suelo para la realización de un moderado ejercicio físico. La acción de estas pedalinas transmite en el movimiento circulatorio rotor de sus cadenas, energía mecánica que es captada por 2 baterías ubicadas bajo los bancos. Esta energía es conducida a 2 motores los cuales a través de un reconocimiento de datos impulsan al sistema un flujo de agua que discurre por el interior de los pilares y se pulveriza por unas toberas al llegar a los anillos situados en los hexágonos superiores, produciendo un bienestar refrescante en situaciones calurosas. También puede ser utilizada para el suministro eléctrico de los anillos de led superiores en horario nocturno.

No obstante, este sistema de captación y almacenamiento de energía puedes ser suplementado con aportación de la red urbana eléctrica.

La placa de Arduino monitorizará continuamente la carga de la batería y el nivel de luz del habitáculo. Si el nivel de luz está por debajo de uno prefijado activará el sistema de iluminación, en caso contrario activará el sistema de pulverización de agua. Por otra parte, si la carga de la batería estuviese por debajo de los niveles que necesita el motor de arranque del sistema de pulverización para trabajar, se activará el relé 2, que permite la alimentación de dicho sistema directamente desde la red eléctrica. En caso contrario la alimentación se realizará desde la batería. La placa de Arduino controlará el sistema de iluminación de una manera análoga al de pulverización.

El agua es abastecida directamente de la red de agua. Son cuatro máquinas para nebulización de agua compuestas por un motor bomba de 0,33 CV de potencia y de sus correspondientes accesorios. Las líneas de nebulización conectadas a cada equipo se dispondrán en forma de anillo con 10 toberas de nebulización de 0,3 mm, conectadas con las piezas requeridas para su montaje y sujetadas a la estructura mediante abrazaderas para tubería de 3/8 de pulgada.

Necesidades del sistema de nebulización: agua filtrada y potable por una tubería de al menos 15mm de diámetro. Corriente eléctrica 230V AC protegida mediante un diferencial de 30mA. Para que el proyecto accione la bomba de nebulización se necesita hacer llegar al cuadro eléctrico que comanda la bomba una señal eléctrica de baja intensidad de 24V DC. Esta señal se recibirá en el cuadro mediante una manguera eléctrica de dos hilos y al menos de 1mm de sección cada uno. La conexión de la manguera eléctrica se hará a un contacto eléctrico dispuesto para tal efecto en el cuadro de maniobra (cuadros de control CC1 y CC2).

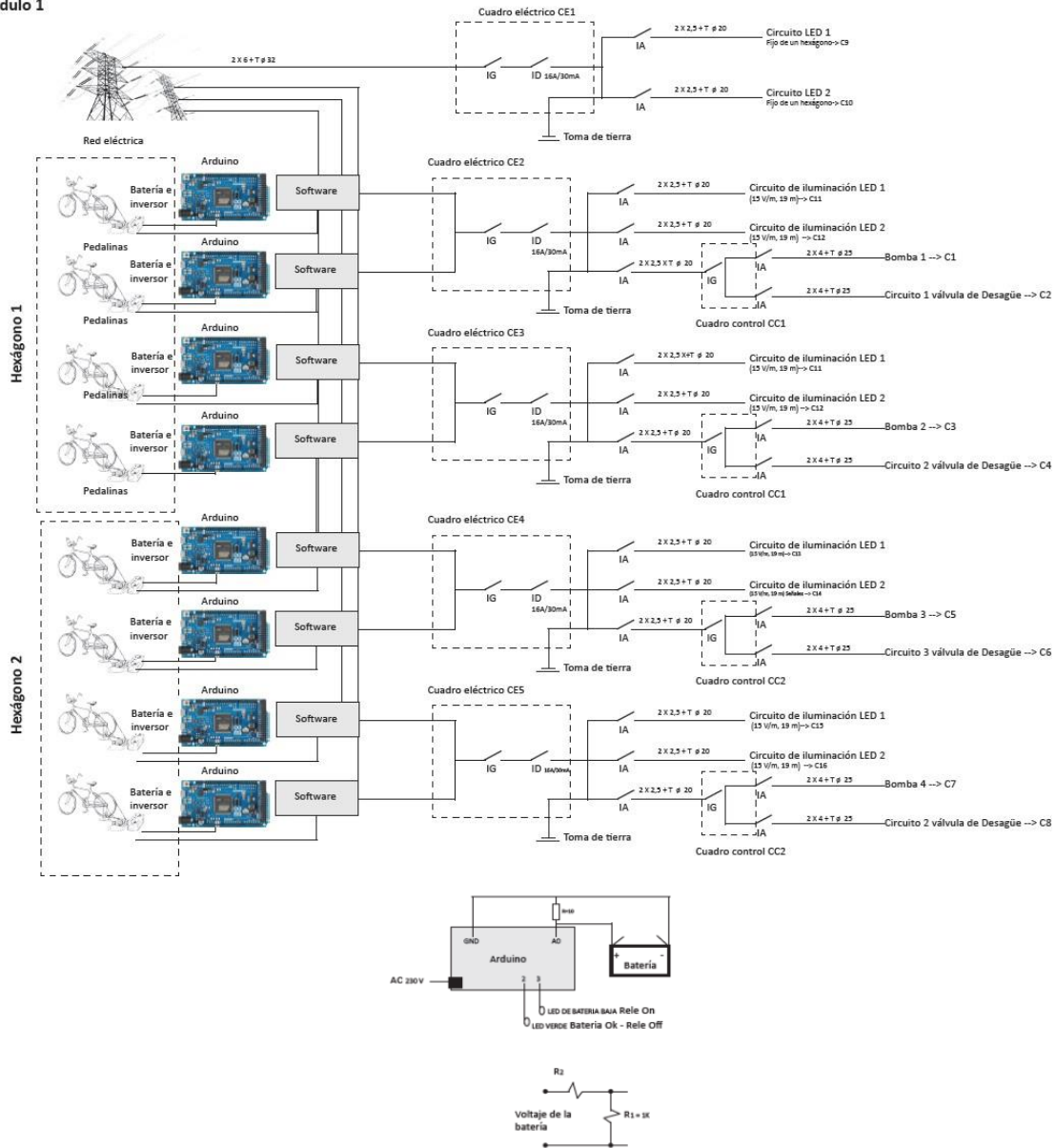
Los conectores y conectores de cadena de las pedalinas se conectan a 8 Motores, que alimentan 8 Baterías 12V 70Ah Recargable, y 8 Inversores (12V/230V), que abastecen energía eléctrica a 4 cuadros eléctricos, CE2, CE3, CE4 y CE5, que a su vez abastecen energía eléctrica a los circuitos LEDs de iluminación superior a la cubierta de los hexágonos y a un cuadro de control (CC1 y CC2) que indicará el rango de la potencia generada.

De la acometida se abastece a un cuadro eléctrico CE1, el cual toma la energía directamente de la red y mantiene una iluminación fija de los 2 hexágonos del módulo, y de la misma acometida se supe a los cuadros eléctricos CE2, CE3, CE4 y CE5 en caso de pérdidas energéticas en los equipos acumuladores y suministradores de energía.

- El módulo estará formado por dos hexágonos en planta. Cada hexágono dispone de:
- A. Sistema fijo de iluminación que funciona directamente conectado a la red eléctrica con un temporizador.
 - B. Cuatro pedalinas que alimentan baterías, a través de un arduino por bicicleta y dos bicicletas por cuadro eléctrico, cuando la energía de la batería no es suficiente se conectarán a la red eléctrica todas las pedalinas siendo esta la función del arduino.
 - C. Dos circuitos de iluminación y cuatro de bombas de agua conectados al sistema del arduino

Figura 4. Esquema unifilar del sistema de autoabastecimiento de ciclo energía

Modulo 1



Fuente: Elaboración propia

4. Resultados

Tomando como referencia resultados del Grupo de Información CIM a partir de tests de FTP (Functional Threshold Power), que en español se conoce como UPF (Umbral de Potencia Funcional) en el Ciclo Indoor el cual ya puede comenzar a considerarse una actividad veterana en las salas de fitness, se obtienen resultados medios ligeramente superiores a 200W por persona:

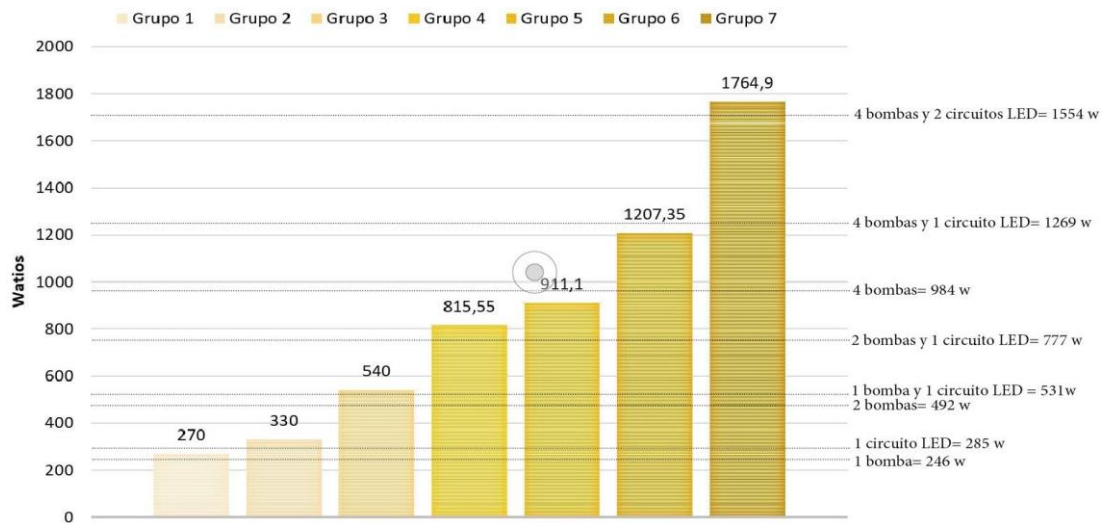
- Menos de 110 W: rodaje de recuperación, por ejemplo, los llanos de descanso.
- Entre 110 y 150 W: sesiones de recuperación. Acondicionamiento Físico de base en personas poco preparadas y poblaciones específicas donde no pueda existir un control personalizado.
- Entre 150 y 180 W: tramos suaves en interválico, sesiones de intensidad continua, primeros tramos en progresivos, etc.
- Entre 180 y 210 W: tramos medios-altos en interválico, sesiones de alta intensidad, partes medias en subidas progresivas, etc.
- Entre 210 y 240 W: tramos de alta intensidad en interválicos, partes finales en subidas progresivas, entrenamiento del umbral de lactato, etc.
- Entre 240 y 300 W: sprints en formatos específicos de sesión, aproximaciones al HIIT, etc.
- Más de 300 W: no aplicable a sesiones de Ciclo Indoor.

Obviamente, estas zonas pueden tener alguna que otra interferencia según la condición física del usuario- Gracias a las investigaciones de Gregory, J. et al. (2007) y de Esteve Lanao, J. y Cejuela Anta, R (2011) sobre la energía demandada en deportes cíclicos y de Bentley, D. et al. (2001) de la potencia generada en sesiones de 20 minutos y 90 minutos, así como por valores obtenidos del Centro de Información CIM; podemos ir definiendo ratios de potencia por masa de ciclista.

Para un módulo que está formado por 2 hexágonos, y 4 bicicletas por hexágono y una energía necesaria de 1500W para el módulo, se cuenta con 8 personas que producen 200W aproximadamente por persona; resulta, por tanto: 1600 W aproximadamente por cada módulo. Un cicloturista de nivel medio alto puede generar de 4-4,5 W/Kg y hombres de nivel medio 2,23-2,78 W/ Kg y 1,90-2,35 W/Kg en el caso de mujeres de nivel medio, niños menores de 12 años aproximadamente 1,8 W/Kg. Las 4 bombas en funcionamiento al máximo caudal y el sistema de iluminación por LED adicional al de la red necesitarían una potencia de 1554W.

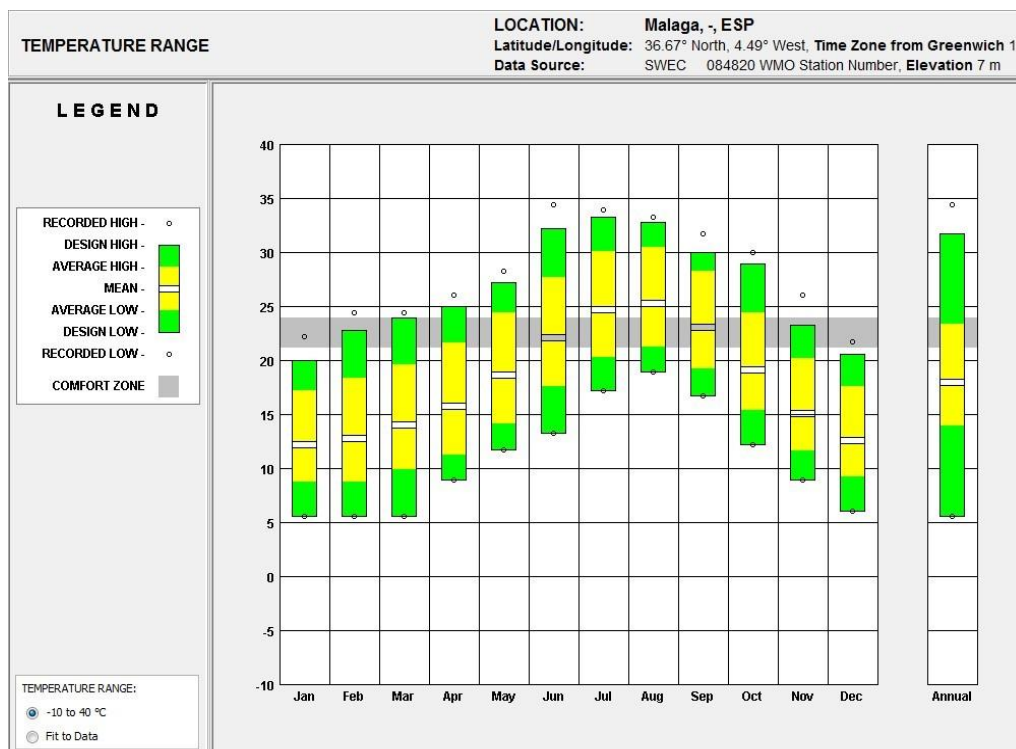
A partir de la información obtenida tenemos los siguientes valores para personas aficionadas: Hombres de 75 kg en sesiones suaves_167,25 W; Hombres de 75 Kg en sesiones de intensidad media_208,5 W; Hombres en sesiones de alta intensidad_240 W; Hombres en sesiones de sprint_300 W; Mujeres de 57 kg en sesiones suaves_108,30 W; Mujeres de 57 Kg en sesiones de intensidad media_133,95 W; Mujeres en sesiones de alta intensidad_180 W; Mujeres en sesiones de sprint_240 W; Niños menores de 12 años de 50kg_90 W.

Figura 5. Potencia generada mediante el pedaleo por diferentes grupos de usuarios



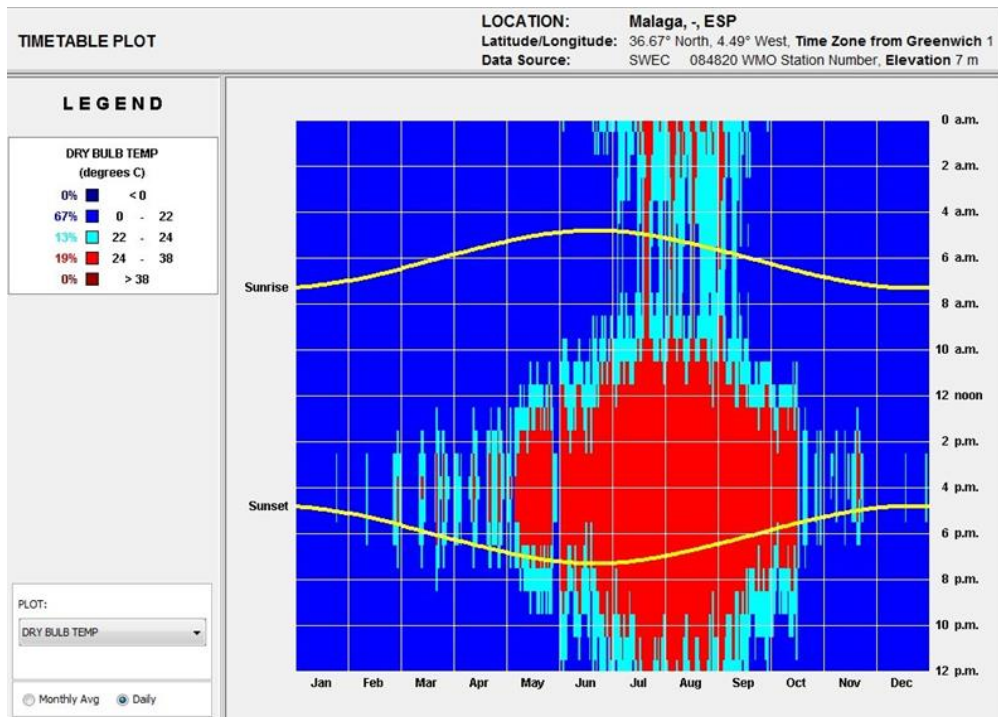
Fuente: Elaboración propia. Grupo 1: 1 mujer en sesión de alta intensidad y 1 niño: 270 W (1Bomba), Grupo 2: 1 hombre en sesión de alta intensidad y 1 niño: 330 W (1 circuito LED) Grupo 3: 8 niños, 540 W (1 bomba y 1 circuito LED o 2 bombas), Grupo 4: 6 niños, 1 hombre y 1 mujer en sesiones de intensidad suave. 815,55 W (2 bombas y 1 circuito LED), Grupo 5: 4 niños, 2 mujeres y 2 hombres, todos en sesiones de intensidad suave: 911,10 W (4 bombas), Grupo 6: 2 niños, 3 mujeres y 3 hombres, todos en sesiones de intensidad media: 1207,35 W (4 bombas y circuito LED), Grupo 7: 2 hombres y 2 mujeres en sesiones de intensidad media y 2 hombres y 2 mujeres en sesiones de sprint: 1764,9 W (4 bombas y dos circuitos LED).

Figura 6. Distribución de temperaturas de Estepona a lo largo del año



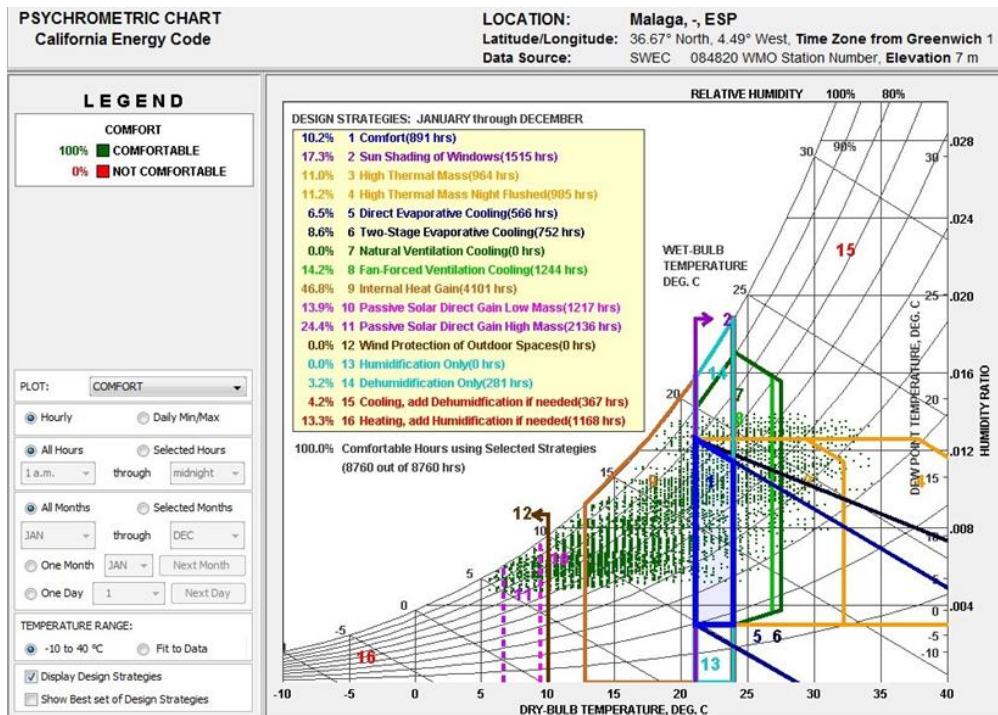
Fuente: Elaboración propia, utilizando el software Climate Consultant. Nota: Valores máximos y mínimos y por cuartiles.

Figura 7. Temperaturas frías, calientes y condiciones de confort en Estepona, a lo largo del año



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software Climate Consultant.

Figura 8. Representación de los datos climáticos de Estepona, Málaga a lo largo del año



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software Climate Consultant.

Tabla 1. Aportes de humedad y disminución de temperaturas únicamente por medio de la necesidad exclusiva de enfriamiento evaporativo para alcanzar condiciones de confort higrotérmico

Mes	Enfriamiento evaporativo necesario (horas)		Total de horas de necesidad de enfriamiento evaporativo	% de las horas totales	gw/kg de aire	gw/Kg de aire que admite el aire	Cantidad De agua a añadir por Kg de aire	Grados de temperatur a seca a disminuir °C
	Una etapa	Dos etapas						
Mayo	119	119	238	32,0%	8	11	3	7
Junio	167	188	355	45,8%	9	12	3	7
Julio	87	146	233	31,3%	10	13	3	5
Agosto	8	42	50	6,7%	12	14	2	5
Septiembre	80	126	206	28,6%	11	13	2	5
Octubre	68	94	162	21,7%	9	12	3	5
Total	529	715	1244	28,2%	-	-	2,79	5,95

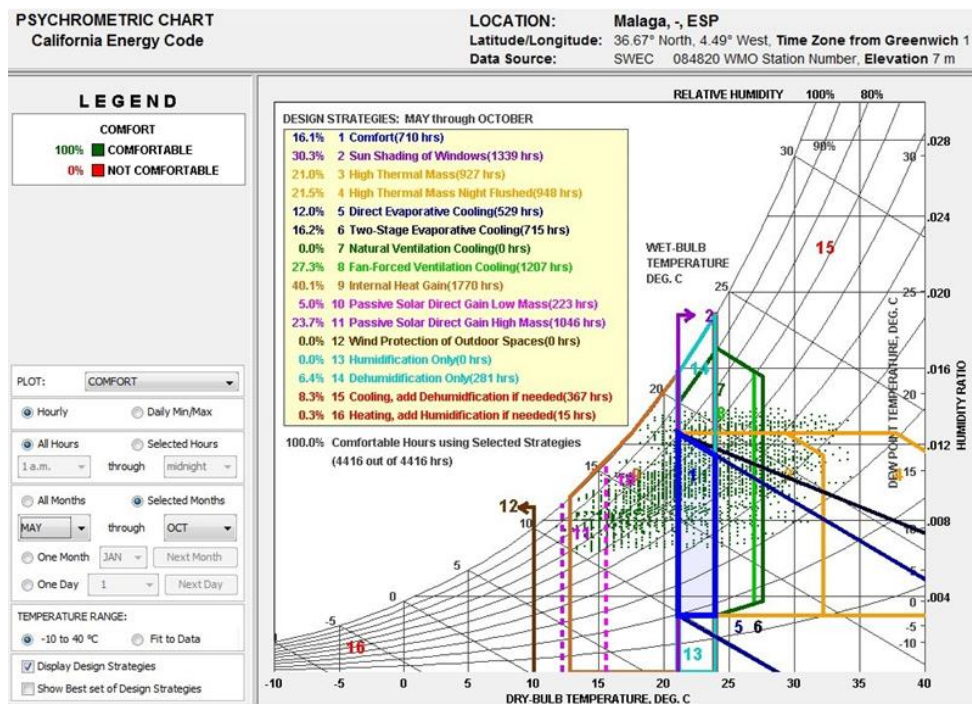
Fuente: Elaboración propia.

El total de horas necesarias de enfriamiento evaporativo para obtener condiciones más confortables son obtenidas por medio del software CLIMATE CONSULTANT, mientras que la cantidad de gramos de agua por Kilogramo de aire seco son obtenidos por medio de la carta psicrométrica, partiendo del valor medio de temperatura y humedad relativa de todos los días del mes en estudio y posteriormente seguir un proceso de enfriamiento adiabático hasta un obtener un porcentaje de humedad aproximado del 85%, en ese punto se puede determinar la disminución media de temperatura seca en el mes en estudio.

A lo largo del año en Estepona, Málaga es necesario un 15,1% de estrategias bioclimáticas de enfriamiento evaporativo (6,5% + 8,6 %) como se puede ver en la figura anterior, y si seleccionando los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre haría falta esta estrategia en un 28,2% de las horas (12% + 16,2%), normalmente entre las 10 de la mañana y las 6 de la tarde.

En el mes de agosto que hay más humedad, se necesitan un 49,3% de estrategia bioclimática de ventilación, es decir 367 horas de ventilación para mermar el calor de este mes y 1207 horas desde mayo hasta octubre. En el mes de agosto la estrategia bioclimática adecuada es la ventilación, que bien parte de la disminución de temperaturas se conseguirá por enfriamiento evaporativo al menos hasta los 24°C y 25°C con porcentajes de humedad muy altos por lo cual no se representan en la tabla ya que salen de la zona de confort, pero con una ventilación adecuada estaríamos en la zona de confort. La ubicación aislada del módulo facilita la buena ventilación, además de ser un módulo abierto.

Figura 9. Representación de los datos climáticos de Estepona, Málaga en mayo-octubre



Fuente: Elaboración propia, utilizando el software Climate Consultant

En la ubicación del paseo marítimo de Estepona, se necesitan entre mayo y octubre 1244 horas en enfriamiento evaporativo, el cual puede conseguirse por medio de la nebulización del agua. Se pueden obtener aproximadamente 6°C de disminución de la temperatura seca al añadir hasta 3 gramos de agua por cada Kg de aire seco, mediante el proceso de nebulización, de manera que para temperaturas entre 27°C y 30°C pueden conseguirse por medio del enfriamiento evaporativo que da el proceso de nebulización temperaturas entre 21°C y 23°C, con un porcentaje de humedad del 80-85%.

La cantidad de ahorro de energía que se obtiene es 9196 kJ/ kg de aire para conseguir unas condiciones de confort higrotérmico, (9196 kJ/kg de enfriamiento sensible más 9196 kJ/Kg de aire de humidificación isoterma equivalen a cero gasto de energía en kJ/kg de aire de enfriamiento evaporativo, un enfriamiento adiabático) que para una renovaciones de aire para 8 personas a una calidad de aire interior moderada 8 l/s por persona, dan una potencia térmica ganada por medio de las pedalinas de 0,706 KW térmico, que a lo largo de 1244 horas de funcionamiento pueden convertirse en 878,58 KWh de ahorro de energía térmica por módulo para conseguir las condiciones de confort higrotérmico en los meses de mayo, junio, julio, agosto septiembre y octubre. (sin considerar las horas en las que se necesita prioridad en la ventilación).

Tomando en consideración las 1207 horas que pueden amortiguarse para obtener condiciones más agradables que las del aire exterior húmedo a través de buena ventilación, la cual está garantizada en el recinto, Se tendrían 2451 horas de funcionamiento necesario nos dan un total de 1730,41 kWh de energía térmica.

5. Conclusiones

Se puede concluir que por medio de estrategias bioclimáticas adecuadas se puede conjugar la eficiencia energética y arquitectura biosaludable, tomando en consideración en la mejor medida posible, en la fase de diseño el potencial de espacios interiores del proyecto con el exterior, para optimizar, el intercambio térmico, la ventilación y la iluminación, proporcionando entretenimiento y mejora de la calidad de vida.

Se realiza un estudio que analiza el microclima urbano de Estepona, creando una instalación urbana que garantiza unas condiciones de habitabilidad idóneas aprovechando factores como la estética ambiental (La estética del entorno está caracterizada por el factor ambiental), zonas peatonales y de recreo, etc que condicionan una calidad de vida y desarrollo social.

En el diseño propuesto se obtiene un máximo rendimiento de las condiciones climáticas del entorno, estableciendo un estudio climático de los beneficios que tiene la humidificación adiabática o enfriamiento evaporativo en climas calientes y secos, como es la zona de Estepona en Málaga.

Se obtiene por medio de cicloenergía eléctrica de propulsión humana una generación de mecánica con valores que pueden superar los 1554 W, que es la potencia necesaria para alcanzar niveles de iluminación, 2 circuitos de iluminación LED de 19 W/m que proporcionan 525 lux, superior a los 500 lux necesarios en los puestos de servicio al público en pública concurrencia según la norma UNE 12464_1 de iluminación media y un deslumbramiento unificado menor de 22 y que por medio de cuatro bombas (246 W cada una) suministran enfriamiento evaporativo al recinto.

La energía generada por enfriamiento evaporativo superará los 1730,41kWh que es la necesaria para brindar condiciones higrotérmicas de confort con enfriamiento evaporativo, lo que supondría con un equipo de enfriamiento sensible de rendimiento 1, un ahorro de energía de 224,95 euros aproximadamente para obtener en el recinto condiciones de confort.

Se consigue el principal objetivo, el cual es utilizar la energía acumulada para el acondicionamiento exterior e iluminación, que fomenten un entorno saludable mediante una acción de promoción que contribuye a la mejora de las condiciones de salud promoviendo un estilo de vida saludables complementadas con intervenciones de mejora del entorno, adaptando el diseño a aspectos sociales y culturales.

Contribución de los autores: Todos los autores han participado en todas las fases del artículo: en su estructura general, en el diseño metodológico de la investigación, en los análisis, resultados, debates, reflexiones y revisiones, así como en su redacción.

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no hay conflicto de intereses.

Bibliografía

AGUIRRE, Jorge Santamaría; and LÓPEZ, Manuel Lecuona. El diseño Como Motor de Productividad. *Revista 180*, 2016, no. 37.

ALCHAPAR, Noelia Liliana; and CORREA CANTALOUBE, Erica Norma. Reflectancia Solar De Las Envolventes Opacas De La Ciudad y Su Efecto Sobre Las Temperaturas Urbanas, 2015.

BAUM, Andrew; and DAVIS, Glenn E. Spatial and Social Aspects of Crowding Perception. *Environment and Behavior*, 1976, vol. 8, no. 4, pp. 527-544.

BENTLEY, David J., et al. Peak Power Output, the Lactate Threshold, and Time Trial Performance in Cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2001, vol. 33, no. 12, pp. 2077-2081.

BENTLEY, D. J., et al. Correlations between Peak Power Output, Muscular Strength and Cycle Time Trial Performance in Triathletes. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Sep, 1998, vol. 38, no. 3, pp. 201-207. ISSN 0022-4707; 0022-4707.

ECHEVERRÍA, Juan; GONZÁLEZ LEZCANO, Roberto; PÉREZ, Concepción, BENITO, Marta. Managing Sustainability through Risk Characterization in the Built Environment. *The International Journal of Sustainability, Policy and Practice*, 2013, vol.8, no. 2, pp.107-116. doi:10.18848/2325-1166/CGP/v08i02/55374

EVANS, Gary W. Behavioral and Physiological Consequences of Crowding in Humans 1. *Journal of Applied Social Psychology*, 1979, vol. 9, no. 1, pp. 27-46.

EVANS, Gary W.; and MCCOY, Janetta Mitchell. When Buildings Don't Work: The Role of Architecture in Human Health. *Journal of Environmental Psychology*, 1998, vol. 18, no. 1, pp. 85-94.

FRONTCZAK, Monika, et al. Quantitative Relationships between Occupant Satisfaction and Satisfaction Aspects of Indoor Environmental Quality and Building Design. *Indoor Air*, 2012, vol. 22, no. 2, pp. 119-131.

GARGIULO, Carmela; TULISI, Andrea and ZUCARO, Floriana. Small Green Areas for Energy Saving: Effects on Different Urban Settlements, 2016.

GAVIN, Timothy P., et al. Comparison of a Field-Based Test to Estimate Functional Threshold Power and Power Output at Lactate Threshold. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012, vol. 26, no. 2, pp. 416-421.

GREGORY, John; JOHNS, David P. and WALLS, Justin T. Relative Vs. Absolute Physiological Measures as Predictors of Mountain Bike Cross-Country Race Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2007, vol. 21, no. 1, pp. 17.

HALUZA, Daniela; SCHÖNBAUER, Regina and CERVINKA, Renate. Green Perspectives for Public Health: A Narrative Review on the Physiological Effects of Experiencing Outdoor Nature. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2014, vol. 11, no. 5, pp. 5445-5461.

HAWLEY, John A.; and NOAKES, Timothy D. Peak Power Output Predicts Maximal Oxygen Uptake and Performance Time in Trained Cyclists. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1992, vol. 65, no. 1, pp. 79-83.

INBAR, O., BAR-OR, O., & SKINNER, J. S. (1996). *The Wingate Anaerobic Test*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers

LAÍNEZ-PLAZA, A. J.; ARRANZ-LÓPEZ, A.; BADÍA-LÁZARO, R. y SORIA-LARA, J. A. "Entornos de movilidad comercial" y dispersión urbana: estudio comparativo de tres áreas urbanas europeas. *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 13 (38): 101-128, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.13.38.5411> ISSN: 1886-4805.

LEE, Hamilton, et al. Physiological Characteristics of Successful Mountain Bikers and Professional Road Cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 2002, vol. 20, no. 12, pp. 1001-1008.

LEVY, Leo; and HERZOG, Allen. Effects of Crowding on Health and Social Adaptation in the City of Chicago. *Urban Ecology*, 1978, vol. 3, no. 4, pp. 327-354.

MUNTAÑOLA I Thornberg, J., (2000) Arquitectura dialógica y psicología ambiental: Impacto físico, social y cultural de la arquitectura. *Barcelona. Ediciones UPC*. pp. 61-65

PALLARÉS, Jesús G., et al. Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists. *PloS One*, 2016, vol. 11, no. 9, pp. e0163389.

PINOT, Julien; and GRAPPE, Frederic. A Six-Year Monitoring Case Study of a Top-10 Cycling Grand Tour Finisher. *Journal of Sports Sciences*, 2015, vol. 33, no. 9, pp. 907-914.

RODRÍGUEZ, Laura; ZUMELZU, Antonio and ANDERSEN, Karen. Versatilidad En La Morfología Urbana De Un Barrio Bohemio De La Ciudad De Valdivia, Chile. *Revista 180*, 2018, no. 41.

ROS GARCIA, J.M, GONZALEZ-LEZCANO, R.A, & HORMIGOS-JIMENEZ.S. 2016. "Architectural Considerations and Design Principles Affecting Human Health and Applied to an Emergency House Prototype." *The International Journal of Design in Society* 10 (4): 11-22. doi: 10.18848/2325-1328/CGP/v10i04/11-22.

ROS GARCÍA, Juan Manuel; GONZALEZ LEZCANO, Roberto Alonso and HORMIGOS JIMÉNEZ, Susana. Evaluación de la Influencia del factor de forma de una estructura de nervios cuatripartitos bajo sollicitaciones cuasiestáticas. *Pensamiento Matemático*, 2014, vol. 4, no. 2, pp. 75-89.

ROS GRACÍA, Juan, IGLESIAS, Carlos, GONZÁLEZ LEZCANO, Roberto. Estructura modular de acondicionamiento urbano biosaludable mediante pedaleadores mini-bike. Modelo de utilidad ES1177985U. 2017-03

RUIZ LANUZA, A. y ALVARADO SIZZO, I. Criterios básicos para la Planificación Turística Sustentable de los sitios culturales Patrimonio de la Humanidad. *ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 13 (37): 31-50, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5821/ace.13.37.5144> ISSN: 1886-4805.

SAEGERT, S. (1976). Stress-inducing and Reducing Qualities of Environments. *Environmental Psychology*, 2 nd ed. H. Proshansky, W. Ittelson, and L.Riven, eds. Pp. 218-23. New York: Holt, Rinehart and Winston.

TAPIA, Juan I. A.; and ARANGO, María A. C. *Psicología Ambiental: Aspectos Conceptuales y Metodológicos*. Ediciones Pirámide, 2000.

TORRES NAVARRO, V. "Consumo de oxígeno, potencia, frecuencia cardiaca y economía de pedaleo en jóvenes ciclistas y triatletas". Conference: Congreso Internacional de Ciencias del Deporte y la Saludat: Pontevedra (España) Ordinal: 13º. abril 2017.

VALERA PERTEGAS, S., "Psicología Ambiental: Bases Teóricas y Epistemológicas: Cognición, representación y apropiación del espacio". *Psico-socio Monografías Ambientales*, n.9. 1996. pp. 1-14.