

CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Estudio sobre los efectos sobre la salud física y emocional de soluciones basadas en la naturalización para mitigar los efectos del cambio climático



Autor Principal: Sara María Sánchez-González (Universidad Europea Miguel de Cervantes, C/Padre Julio Chevalier, 2. 47012, Valladolid Spain).

Otros autores:

Manuel Ortega-Ramos (Universidad Europea Miguel de Cervantes, C/Padre Julio Chevalier, 2. 47012, Valladolid Spain); Susana López-Ortiz (Universidad Europea Miguel de Cervantes, C/Padre Julio Chevalier, 2. 47012, Valladolid Spain); Jaime Palomo (Universidad Europea Miguel de Cervantes, C/Padre Julio Chevalier, 2. 47012, Valladolid Spain); Toni Aragón Rebollo (Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León, Edificio PRAE, C. Cañada Real, 306, 47009 Valladolid, Spain); Alejandro Santos-Lozano (Universidad Europea Miguel de Cervantes, C/Padre Julio Chevalier, 2. 47012, Valladolid Spain).

ÍNDICE

Título	1
Resumen.....	1
Introducción	2
Materiales y métodos	5
Metodología de muestreo	5
Reconocimiento de los entornos de estudio	5
La población de estudio	7
Diseño del muestreo ambiental.....	7
Diseño del muestreo emocional	12
Diseño del muestreo fisiológico.....	13
Resultados y discusión	16
Conclusiones	26
Agradecimientos	27
Bibliografía	27

TÍTULO

Estudio sobre los efectos sobre la salud física y emocional de soluciones basadas en la naturalización para mitigar los efectos del cambio climático.

RESUMEN

En esta comunicación se mostrarán los resultados obtenidos del desarrollo de un proyecto piloto cuyo fin fue conocer como el cambio climático ha modificado y modifica las condiciones ambientales y climáticas de los entornos naturales y urbanos, condicionando especialmente el bienestar social.

Los tres espacios escogidos en el estudio se caracterizan por presentar diferentes niveles de naturalización: el espacio natural, la Reserva natural de las Riberas de Castronuño-Vega del Duero (Castronuño, Valladolid); el espacio periurbano, las instalaciones del Parque Ambiental ubicado en el entorno del centro de Propuestas Ambientales y Educativas, PRAE (Valladolid); y el espacio urbano, el Colegio público de educación infantil y primaria Pedro I (Tordesillas, Valladolid).

El estudio se dividió en dos fases: una caracterización previa de todos los parámetros ambientales del entorno y fisiológicos y emocionales de la muestra; y posterior a la realización de una acción directa mediante soluciones constructivas acometida en el complejo PRAE.

A nivel ambiental la selección de los espacios se basó en reducir las discrepancias en los datos y la forma en que las diferencias de los factores ambientales afectan a la muestra poblacional del estudio, por ello los tres entornos seleccionados comparten características comunes, tanto ambientales como geográficas. En estos entornos se caracterizaron los parámetros ambientales de temperatura, humedad, radiación solar, CO₂, LPG, CO y humo, mediante sensores ambientales, con una distribución espacial equitativa y homogénea, evitando la generación de sombras de información a lo largo del recorrido, permitiendo obtener datos intermedios mediante el uso de herramientas geoestadísticas.

La población muestra escogida estaba conformada por personas con diferentes patologías que incrementaban su vulnerabilidad a las variaciones climáticas y por personas sin patologías. En ella se compararon de los comportamientos fisiológicos y sus respuestas emocionales en los tres entornos en las dos fases de estudio.

Los datos obtenidos y analizados permitieron la identificación de los puntos susceptibles de intervención en el complejo del PRAE en la primera fase y la observación de como las medidas establecidas impactaron positivamente en las respuestas de la población de muestra y en algunos factores ambientales en la segunda fase.

Palabras clave: Naturalización; parámetros ambientales; respuesta fisiológica; respuesta emocional; cambio climático; geoestadística.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente siempre ha sido un elemento presente en la vida del ser humano desde el comienzo de las primeras civilizaciones además de ser un elemento influyente en nuestra conducta. Durante nuestro crecimiento como especie, siempre nos hemos sentido atraídos por la naturaleza como un elemento importante y vital para nuestra existencia, pero la visión de ella y el sentido que tiene para nosotros ha ido variando con el paso de los siglos (1).

Durante finales del siglo XX la naturaleza pasó a ser una mera proveedora de recursos para el exponencial crecimiento de las sociedades totalmente urbanizadas. Habiendo en la actualidad un 80% de población urbana en Europa, mientras que en España ronda el 70% (2).

Pero a la vez que ocurría esta explosión urbanística comenzó a originarse un sentimiento y necesidad de protección del medio ambiente, entendiéndose que no puede haber una calidad de vida óptima de la población sin un buen uso y trato del medio natural que nos rodea (1). Dicha calidad de vida se mide a partir de unos indicadores de sostenibilidad, los indicadores pueden ser simples si hacen referencia a un solo aspecto sectorial urbano siendo los indicadores básicos, y los indicadores complejos que relacionan dimensiones distintas permitiendo una mayor caracterización del espacio urbano (3).

Al igual que nuestra visión de la naturaleza, nuestros entornos han sido sometidos a multitud de cambios y transformaciones, sobre todo en las últimas décadas, obteniendo un balance negativo a causa de acontecimientos como las altas emisiones de contaminantes atmosféricos, repercutiendo de la misma forma en la población, ya que los problemas del entorno son los problemas del ser humano, al estar expuesto de forma permanente, estando directamente relacionadas las condiciones del medio con la salud y bienestar de la población. Por lo tanto, queda refutado que la mejora de la salud y calidad de vida de vida humana pasa por un uso adecuado y responsable de los sistemas naturales (4).

A parte de los riesgos mencionados, las ciudades y sobre todo aquellas masificadas presentan multitud de otros riesgos ambientales como la aparición de las islas de calor a causa del aumento de la temperatura en las ciudades, riesgo que se ve agravado por la ausencia de vegetación, la presencia de suelo de cemento y/o asfalto que absorbe calor por el día y lo desprende por la noche, la baja humedad...(5) Además de la temperatura, otros de los principales factores ambientales que afecta en gran medida la salud humana es el aumento de la concentración de determinados contaminantes gaseosos. En 2006 alrededor del 25% de las enfermedades se atribuían a condiciones del medio ambiente (4) y enfermedades respiratorias tales como el asma o las alergias están relacionadas con la contaminación del aire llegando a conformarse en 2010 en Europa la “Estrategia sobre Medio Ambiente y Salud”, enfocada en reducir las enfermedades provocadas o suscitadas por factores ambientales a través del desarrollo de políticas (6).

En base a la relación de nuestra calidad de vida y los sistemas naturales, y los riesgos a los que actualmente estamos sometidos por un mal uso de dichos sistemas, es que surge el concepto de naturación, entendiéndose como tal la acción de implementar la vegetación al medio urbano con la finalidad de afrontar el desequilibrio entre la conservación y mantenimiento del medio ambiente, y la urbanización (7). Ante la situación vivida a nivel mundial, sobre todo en las grandes ciudades, se consolidó en 1998 la “Red Internacional de Ciudades en Naturación” (RICEN) formada por 17 grandes ciudades de todo el mundo que compartían un mismo objetivo, la mejora del medio ambiente a través de la naturación (8). De nuevo en base a la situación

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

ambiental, se elaboró el principio de precaución, dicho principio estipulaba que en caso de amenazada ambiental o sanitaria, se tomen las medidas necesarias para prevenir el daño, teniendo como objetivo abordar los problemas ambientales y contar con una vía para exigir responsabilidades a gobiernos e industrias por sus acciones (9).

Aludiendo a los beneficios que genera la naturación en el medio ambiente, encontramos los siguientes (10):

- Reducción de la contaminación atmosférica y disminución del efecto invernadero.
- Reducción del ruido.
- Mantenimiento de los niveles de humedad.
- Amortiguación de la oscilación térmica de las ciudades disminuyendo las temperaturas máximas en entornos cálidos.
- Interceptan la radiación solar ultravioleta disminuyendo la insolación.

De cara a las labores de diseño e implantación de techos y paredes verdes, la naturación ofreció un nuevo punto de vista encontrando aplicaciones tanto fuera como dentro de los edificios y presentando ventajas como el aumento de espacio útil al utilizar un espacio como las cubiertas, a las que no se les suele dar uso alguno, la protección frente a incendios debido a la alta humedad presente en el sustrato (por lo que su eficiencia frente a incendios dependerá de la superficie vegetal que se implante) (11). Además, en interiores los elementos naturales tienen efectos positivos sobre el ambiente del espacio o habitáculo sobre todo a nivel emocional siempre y cuando no se llegue a un exceso de vegetación en el que los residentes no vean reflejado en dicha instalación el concepto de ambiente que ellos tienen (12).

Centrándonos en la vegetación, los beneficios mencionados anteriormente con respecto a la humedad y a la oscilación térmica se observan principalmente con la vegetación forestal, aplicando naturación intensiva (13). De igual forma ocurre con respecto a las islas de calor, pero, además de sofocar dichos fenómenos mejorando la calidad de vida de la población, la vegetación genera un refuerzo positivo del estado anímico de las personas (14). A grandes rasgos la imagen que la gente tiene de las ciudades es de zonas de aglutinación de gente, estresantes y ruidosas, imagen totalmente contraria a la que tienen del medio natural, relacionándolo con descanso, tranquilidad, paz... (15) Por lo tanto la vegetación, al ser un elemento viviente actúa como elemento restaurativo influyendo positivamente en el estado anímico de las personas y en el caso de jardines y parques, ofreciendo ese lugar de desconexión y relajación (16).

Los tejados y paredes vegetales, a parte de los beneficios ambientales, de salud y emocionales, actúan como elemento de reconciliación ecológica al restaurar en cierto modo todas aquellas superficies naturales en la que había mayor o menos biodiversidad y cuyas especies se vieron expulsadas en las zonas urbanas.

De modo que con la implantación de estas superficies de vegetación se favorece la llegada de fauna autóctona dando paso a un equilibrio entre las personas, el entorno y vida urbanas y la biodiversidad referida sobre todo a fauna (17). Pero estos tejados y paredes verdes no son ni universales, ni de colocación rápida, requiriendo un estudio de las condiciones de la zona y sus necesidades, para seleccionar la vegetación más competente. En este aspecto hay que destacar un par de ideas que hay que tener muy claras para implementar eficazmente un techo o pared vegetal, el primero es saber diferenciar entre capacidad de supervivencia y capacidad de aportar

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

valor al sistema, la vegetación con mayor capacidad de resiliencia no será la que ofrezca la mayor eficiencia del sistema debiendo encontrar un equilibrio, el segundo es seleccionar de manera estratégica las especies a plantar ya que un incremento de la diversidad no se traduce en un incremento de la funcionalidad, y finalmente es recomendable testear las especies en monocultivos para determinar su contribución al sistema antes de implantar los tejados o paredes vegetales (18).

Por lo tanto la naturación urbana implica mejoras y/o beneficios a nivel físico, emocional y ambiental al mejorar las condiciones ambientales en cuanto a contaminación atmosférica, temperatura, humedad e insolación, repercutiendo positivamente en la salud de las personas al disminuir los factores causantes de diversidad de enfermedades y emocionalmente al “liberar” a la población de la rutina continua de las ciudades (19), mostrando la naturaleza como un elemento intrínseco de la sociedad y no ajeno a las zonas urbanas, no como una herramienta a nuestro servicio y con posibilidad de uso y gasto no moderados (20).

El PRAE (Propuestas Ambientales y Educativas) son unas instalaciones pertenecientes a la Junta de Castilla y León basadas en los conceptos de ecoeficiencia, sostenibilidad y conservación. Se compone de dos elementos, el CRA (Centro de Recursos Ambientales) enfocado en la ecoeficiencia y bioclimatización, y el Parque Ambiental, un compendio de multitud de elementos naturales representativos de los principales ecosistemas de Castilla y León (21).

El PRAE y concretamente el Parque Ambiental, debido a factores como su localización y orientación presenta dos problemáticas, la alta insolación que recibe (a lo que hay que sumar la ausencia de zonas con sombra) y la contaminación por partículas en suspensión a causa de la empresa de pellets colindante al recinto. Ambas problemáticas repercuten directamente en las personas que visitan el parque (siendo mayor o menor la repercusión en función de la época del año).

Es ante esta situación donde surge la necesidad de mejorar la calidad ambiental, por medio de una propuesta de intervención en el Parque Ambiental, centrada en el concepto de naturación y en base a dicha propuesta, surge este estudio, para observar la relación de la calidad ambiental de una zona, con las condiciones fisiológicas y emocionales de la población presente, y en base a esta relación, asesorar sobre las mejores intervenciones a realizar. Las mejores zonas en las que operar y los elementos óptimos a incorporar o a eliminar del parque. Para ello, además de realizar el estudio en un entorno periurbano como el PRAE, se llevará a cabo en otros dos entornos, uno natural y otro totalmente urbanizado, para observar si la relación entre el factor emocional, fisiológico y ambiental varía según el tipo de medio, y de qué forma lo hace.

MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología de muestreo

La metodología aplicada, constó de las siguientes fases:

1. Identificación de los entornos de estudio.
2. Diseño del muestreo y recogida de datos ambientales de los entornos de estudio. Distribución geográfica de los sensores.
3. Identificación de la población objetivo y selección de los individuos.
4. Diseño del muestreo y recogida de datos fisiológicos y emocionales de la población muestra a estudio.
5. Analizar los datos obtenidos en todos los niveles de relación existentes. Estudio de los datos en cada uno de los entornos, estudio comparativo de los datos entre los entornos, estudio comparativo de los datos entre los entornos en diferentes estaciones climáticas.
6. Identificar los factores ambientales que condicionan la percepción humana de bienestar en entornos naturales, urbanos y periurbanos.
7. Desarrollar una serie de medidas y recomendaciones de intervención en los entornos periurbanos y parques urbanos para su correcta adecuación y adaptación a las nuevas condiciones climáticas.

Los pasos 2, 4 y 5 de la metodología se repitieron durante el segundo muestreo, realizado posteriormente a la intervención del Jardín Ambiental (PRAE), y los pasos 6 y 7 se desarrollaron finalizada esta segunda fase de muestreo, con el fin de comparar los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

Reconocimiento de los entornos de estudio

Los entornos escogidos por sus características comunes, tanto ambientales como geográficas, con el objetivo de reducir las diferencias que los factores ambientales, para este estudio fueron:

- Espacio natural, la Reserva natural de las Riberas de Castronuño-Vega del Duero (Castronuño, Valladolid). Se caracteriza por su ecosistema palustre, por su bosque de ribera y por la llanura agrícola surcada por el sinuoso paso del Duero, el cual se ensancha en el embalse de San José. En él existen multitud de rutas de senderismo, de las cuales una sección de la Senda de los Almendros fue escogida para la realización de este estudio.
- Espacio periurbano, las instalaciones del Parque Ambiental ubicado en el edificio de Propuestas Ambientales y Educativas, PRAE (Valladolid).
- Espacio urbano, el Colegio público de educación infantil y primaria Pedro I (Tordesillas, Valladolid). Se caracteriza por su ubicación urbana con una extensión de 6.000 m², construido en 1965-1967, se caracteriza por la presencia de amplios patios con pistas deportivas.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación, se muestran los listados de las paradas programadas y extraoficiales realizadas en cada entorno con su codificación y nomenclatura:

Cuadro 1. Paradas oficiales por entorno realizadas en el muestreo.

Entorno	Código	X	Y	Nombre
La Reserva natural de las Riberas de Castronuño-Vega del Duero	P1	310766	4584644	El mirador
	P2	310346	4584986	El arroyo del puente
	P3	310422	4585002	El segundo mirador
	P4	310524	4584929	Las cajas nido
	P5	310609	4584814	Panel informativo
Parque Ambiental del PRAE	P6	352992	4607173	Patio recreativo y pérgola verde
	P7	352991	4607173	Plaza del viento
	P8	352954	4607086	Área desde la plaza del viento hasta la zona de sombrillas
	P9	352788	4606883	Zona de montaña
	P10	352829	4606970	Muro verde
Colegio Pedro I (Tordesillas)	P11	333216	4596782	1º Patio
	P12	333200	4596816	2º Patio
	P13	333251	4596803	Patio de ajedrez
	P14	333251	4596841	3ºPatio
	P15	333279	4596839	Zona de plantas aromáticas
	P16	333264	45966811	Patio interior infantil

Fuente: elaboración propia

Cuadro 2. Paradas extraoficiales en los tres entornos en el primer muestreo.

Entorno	Código	X	Y	Nombre	Descripción
Castronuño	P1'	310596,4	4584827,6	2ª Mirador	Guía describe las aves presentes en el entorno de Castronuño, tanto las residentes como las de paso en sus procesos migratorios.
	P2'	310562	4584868,7	Zarzamoras	Presencia de zarzamoras y avistamiento de las mismas por parte de la población cerca del final de la ruta.
PRAE	P3'	352916	4607000	Zona sombrillas	Momento confluencia con una parada oficial, y primera zona de sombra desde el inicio de la ruta o senda en el PRAE.
	P4'	352828,7	4606970,1	Membrillo	Aproximándonos a la zona de montaña se hizo alusión durante la conversación al membrillo, observando otro momento de confluencia relacionado con alimentos.
	P5'	352936,57	4607106,72	Terraza PRAE	Se registró al finalizar la ruta, en una zona de terrazas con sillas, pero sin sombra.
Colegio Pedro I	P6'	333181,9	4596813	Inicio ruta Colegio	Al inicio de la ruta se aludió a la población de muestra a rememorar su etapa escolar.
	P7'	333279,2	4596839,1	Parques infantiles	Nuevamente se rememoró la etapa escolar, esta vez centrándose en el recreo y los parques infantiles, así como areneros en los que solía jugar la población de muestra.
	P8'	333263,5	45966810,8	Final ruta Cole	Al finalizar la ruta.

Fuente: elaboración propia

Cuadro 3. Paradas extraoficiales en los tres entornos en el segundo muestreo.

Entorno	Código	X	Y	Nombre	Descripción
Castronuño	P8'	310567	4584867	Zona de las cajas nido	Se explica que es un olmo.
PRAE	P9'	352921	4607117	Zona de energías renovables	La guía explica los pros y contras de las energías renovables, las tipologías de energías renovables, así como los aprovechamientos de los suelos en las instalaciones.
	P10'	352880	4606920	Zona lagunar y ecosistema de carrizal	Explicación de la importancia del carrizal.
	P11'	352866	4606996	Zona de los huertos	Explicación de los huertos.
Colegio Pedro I	P12''	333128	4596815	Inicio ruta Colegio	Diferencias entre las escuelas de antes y las de ahora, así como las acciones de concienciación.
	P13'	333195	4596807	Aula especial de	Se explica la ampliación del aula, para lo que se utiliza y los medios de los que dispone.

Fuente: elaboración propia

La población de estudio

La población de estudio estará compuesta por dos muestras diferenciadas:

- Un grupo de personas pertenecientes a la Asociación de Enfermedades Autoinmunes y vasculitis de Castilla y León.
- Un grupo de personas, familiares y amigos de los miembros de la asociación, así como otras personas interesadas en participar, sin sesgo a nivel de enfermedad.

Diseño del muestreo ambiental

Sensórica y parámetros ambientales muestreados

La sensórica utilizada en este estudio fueron tres Datalogger Qbic T-GPRS, que se caracteriza por permitir la compatibilidad de conexión de todo tipo de sensores de una forma rápida y sencilla, pudiéndose conectar hasta 10 sensores. Funciona sin cables de alimentación ya que consta de una batería y placa solar y su instalación es sencilla. Remite la información recogida por los sensores de manera inalámbrica a M2M multioperadora donde se pueden consultar los datos en bruto y con una interfaz más visual.

Los sensores que contenían estos sensores para este estudio fueron:

- Sensor de Temperatura con protector solar.
- Sensor de Humedad con protector solar.
- Sensor de radiación solar.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- Sensor gases (H₂, LPG, CH₄, CO, CO₂, NH₄, Alcohol, Etanol, Tolueno y Acetona).

Los valores recomendables de los parámetros contaminantes registrados:

- La concentración de CO₂ al aire libre oscila entre 360 ppm en áreas de aire limpio y 700 ppm en las ciudades. Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), dependiente del Ministerio de Trabajo y Economía Social, establece unos valores límites ambientales exposición diaria de 5.000 ppm.
- Respecto a los LPG, gases licuados de petróleo o propano-butano, los límites se centran en su peligrosidad al ser inflamables (GSH02), presurización (GSH04) y por ser peligroso para el cuerpo, sensibilizante respiratorio, mutágeno, carcinógeno, reprotóxico (GHS08). La única mención o limitación viene establecida por el INSST refiriéndose a ellos como Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 – C4) y sus mezclas, gases, para los cuales establece un VLA¹-ED² de 1.000 ppm.
- Según el I Programa Nacional d Control de la Contaminación Atmosférica, atendiendo a los parámetros exigidos por el RD 102/2011, de 28 de enero, el CO muestra un valor límite máximo diario de las medias móviles octohorarias (8h) de 10 mg/m³. Por otro lado, el INSST establece unos los VLA-ED para el CO de 20ppm para exposiciones de 8h diarias y de 100ppm VLA-EC³ como valor umbral para una exposición de corta duración (aproximadamente 15 min).
- Respecto al humo, no se tienen valores límite, sólo encontramos menciones a las concentraciones de partículas en suspensión, según el I Programa Nacional d Control de la Contaminación Atmosférica, atendiendo a los parámetros exigidos por el RD 102/2011, de 28 de enero, muestra unos valores límites diarios para PM10 de 50 µg/m³ y de PM2,5 valores límites anuales de 25 µg/m³ y un indicador medio de exposición (IME) de 20 µg/m³. Datos que no podemos tener en cuenta para este valor dentro del proyecto. Por lo que el análisis del parámetro sólo puede ser descriptivo y comparativo entre muestreos.

Recogida de datos

La recogida de los datos se realizó mediante el envío de los mismos a una plataforma en la nube de manera constante en intervalos de tiempo determinado. Los datos obtenidos se dispusieron de ellos en bruto y en el formato .csv.

¹ Valores límite ambientales (VLA) son concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

² Exposición diaria (ED) es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias.

³ Exposición de corta duración (EC) es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral.

Distribución espacial

La distribución espacial de la sensórica respondió a una distribución espacial equitativa y homogénea, evitando la generación de sombras de información a lo largo del recorrido, permitiendo así obtener datos intermedios mediante el uso de herramientas geoestadísticas.

Así se escogieron como puntos de posicionamiento de la sensórica ambiental las siguientes ubicaciones:

- PRAE: Debido al formato alargado del PRAE, la elección de las ubicaciones en este caso se basó en los entornos donde se quiere realizar la intervención, mostrando un patrón de distribución lineal.
- Reserva Natural Castronuño: En este caso, se aplicó una distribución debido a que el área que abarca el recorrido muestra una forma estira. La ubicación responderá a los puntos de paradas que se realizaran a lo largo del recorrido.
- Colegio Pedro I de Tordesillas: En este caso la distribución espacial busca abarcar la mayor superficie posible con la triangulación de los sensores, con el fin de mostrar una información más global del área de estudio.

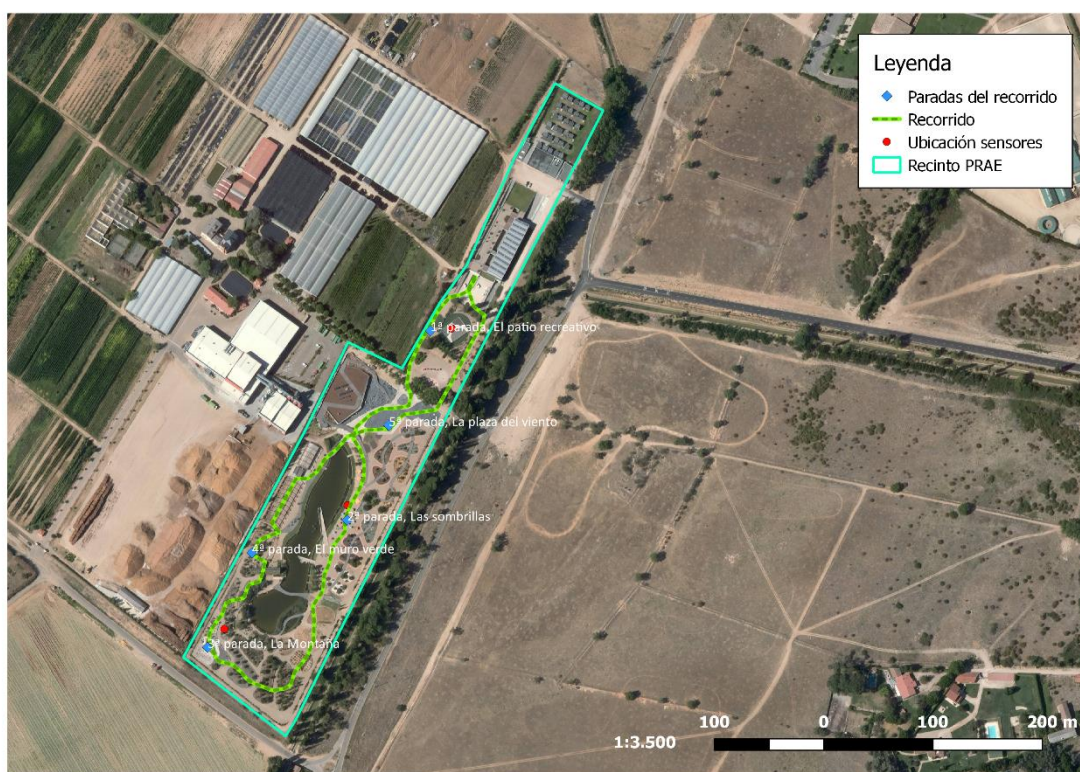


Figura 1. Mapa del recorrido realizado, con la localización de los sensores ambientales y las paradas a realizar en el PRAE. (Elaboración propia).

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO



Figura 2. Mapa del recorrido realizado, con la localización de los sensores ambientales y las paradas a realizar en la Reserva Natural Castronuño. (Elaboración propia).

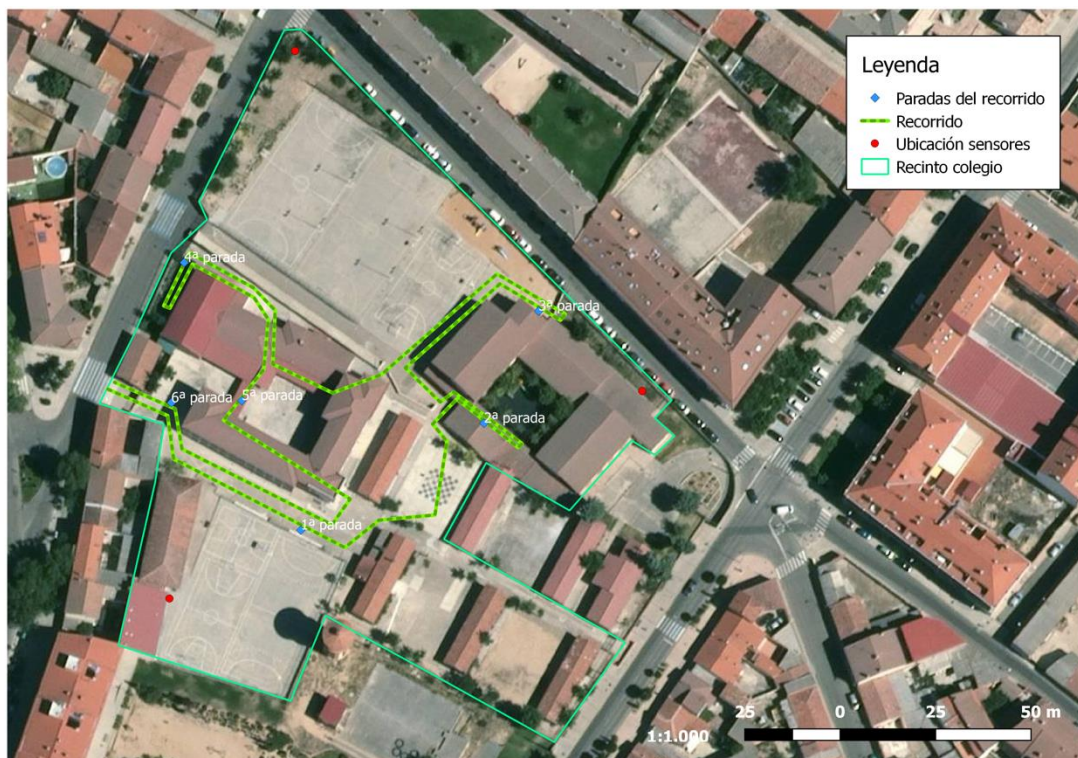


Figura 3. Recinto del colegio Pedro I de Tordesillas y designación del recorrido, así como la localización de los sensores ambientales y las paradas a realizar. (Elaboración propia).

Factores ambientales complementarios

De manera complementaria se realizó una comparación de los datos obtenidos por los sensores, con los recogidos por otras redes de sensorica establecidas, con el fin de corroborar y complementar y finalmente extrapolar las decisiones de intervención.

Estos datos se obtuvieron de las siguientes fuentes de información:

- Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- Red de Control de la calidad del aire de Castilla y León.

Análisis de los datos

Del factor ambiental se analizan las variables: temperatura, humedad, radiación, CO₂, CO, LPG y humo. Los valores de las últimas cinco variables son registrados por los sensores en valor de corriente (raw), por lo que lo primero a realizar en el tratamiento de estos datos fue la conversión de estos valores a milivatios por centímetro cuadrado (mW/cm²) para la insolación, y partículas por millón (ppm) para los gases (CO₂, CO, LPG y humo).

Una vez convertidos los datos, se extrajeron los valores de los días en los que se realizaron las rutas, y posteriormente se extrajeron los valores de las variables para los periodos de tiempo que duraron los recorridos en cada entorno. Aislados estos datos, se realizó el correspondiente análisis descriptivo.

Para los valores ambientales al contar con tres centros de recogida de datos se requirió de un tratamiento previo para extraer el valor de cada factor ambiental analizado, en cada parada. El procedimiento por seguido fue:

- Extracción de los valores de cada factor ambiental en los tiempos correspondientes a las paradas, en cada sensor (debido a que los sensores registraban la información cada tres minutos, si para un tiempo no había un valor registrado, se realizó la media de los valores contiguos para el tiempo siguiente y el anterior más próximos).
- Elaboración de un archivo Excel para cada parada en la que se registraba para cada sensor, sus coordenadas y el valor de cada factor ambiental.
- Conversión de los archivos “.xls” a formato “.csv”.
- Generación de archivos en formato Shape (.shp) obteniendo para cada entorno, mapas del recinto con la localización geográfica de cada sensor y en cada uno de estos toda la información ambiental de cada parada.

De esta manera se extrajeron los valores de los parámetros ambientales en cada ubicación geográfica. Para ello se recurrió a la herramienta de Interpolación por vecindad (IDW), obteniendo así para cada parada un mapa del entorno que mostrase los valores ambientales en cualquier punto y momento del recorrido realizado.

La realización de paradas ajenas a las estipuladas en un principio afectó directamente al proceso de obtención de momentos de confluencia a partir de los valores atípicos fisiológicos y emocionales ya que se obtuvieron confluencias en algunas de las paradas “oficiales” y confluencias en algunas de estas paradas “extraoficiales”. No obstante, el procedimiento a seguir es el mismo que para las paradas oficiales.

Diseño del muestreo emocional

Recogida de datos de forma objetiva

El desarrollo de esta parte se realizó utilizando una herramienta denominada Sociograph. Se trata de una innovación tecnológica proveniente de la Ingeniería electrónica, que se desarrolló en un principio para su aplicación en la investigación jurídica⁴.

Esta tecnología se define como un sistema para la medición de reacciones emocionales en grupo sociales, que tiene como ventaja medir la respuesta psicofisiológica de un grupo de sujetos eliminando la variabilidad individual para destacar la del grupo, según Martínez y Garrido⁵. De acuerdo con estos autores, la tecnología Sociograph está compuesta por un bloque de recepción de las señales eléctricas del cuerpo capturadas por unos sensores colocados en los diferentes individuos.

Se basa en la actividad electrodérmica (EDA) es la “actividad bioeléctrica de la piel, de la superficie cutánea, principalmente en manos y pies. La actividad bioeléctrica de la piel implica complejos mecanismos de activación y control y, como presenta una alta densidad de procesos vinculados a estructuras corticales, es muy sensible a estímulos emocionales y a procesos cognitivos”. La actividad electrodérmica de cada sujeto incluye un nivel de ruido, la actividad espontánea de su sistema psicofisiológico (NSA), que puede ocultar reacciones específicas a determinadas situaciones.

Atendiendo a las tres categorías de la actividad bioeléctrica de la piel se puede identificar la predisposición, atención, reacción emocional o a la actividad psicofisiológica: la actividad tónica (EDL); la actividad fásica (EDR); y la actividad espontánea (NSA).

Recogida de datos mediante encuestas

Los datos emocionales recogidos mediante la herramienta Sociograph, fueron apoyados con encuestas emocionales. Estas encuestas se centraron en el grado de satisfacción de la experiencia en cada recorrido y las emociones básicas que se sintieron después de cada recorrido.

Análisis de los datos

Se centró en los datos de emoción ya que permitían identificar las diferencias y la variación de la emoción en los diferentes entornos y en las distintas paradas.

El tratamiento de estos datos se basaba en la obtención de aquellos momentos en los que las variaciones de la emoción en la población más marcadas, por lo que para ello primero se realizó un análisis descriptivo de los datos obtenidos (media, moda, mediana y desviación

⁴ Martínez, J.L.; Monge, S. y Valdunquillo, M.I. (2012): “Medición de las respuestas psicofisiológicas grupales para apoyar el análisis de discursos políticos”, *Trípodos*, 29, pp. 53-72.

⁵ Martínez, J.L. & Garrido E. (2003): Sistema para la medición de reacciones emocionales en grupos sociales. 2 168 928 (Universidad de Salamanca). *Patio de escuelas menores*, nº1, 37007 Salamanca, España. Patente de invención. A6113 5116, 2003-10-1.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

típica) y se calculó el recorrido intercuartílico ($IQR = Q3 - Q1$) en cada entorno, de cara a obtener los valores atípicos.

$$IQR = Q3 - Q1$$

Se estableció como criba óptima la suma de la media y tres desviaciones estándar.

Con respecto a las encuestas se preguntaba a cada individuo sobre el grado de satisfacción en cada una de las paradas realizadas en los recorridos, marcando las emociones que sintieron en cada una de las paradas. Posteriormente se realizó un análisis de los resultados, obteniendo la valoración subjetiva de cada entorno y de cada una de las paradas.

Tras calcular el IQR, los valores atípicos eran excesivos, se decidió aumentar la criba en base a la desviación estándar y a la media obtenidas realizando la criba a partir de los valores obtenidos en cada entorno

Diseño del muestreo fisiológico

Sensórica y recogida de datos

Para analizar la frecuencia cardíaca y la variabilidad de la frecuencia cardíaca en la muestra de estudio se utilizaron sensores de registro de la actividad cardíaca Polar H10. Estos sensores tienen una precisión de latido a latido (R-R).

Los sensores Polar H10 se vincularán a dispositivos móviles para tener sincronizadas las variables cardiovasculares a la ubicación de los sujetos y al tiempo de estudio.

Los datos se almacenaron en bruto (tiempo R-R expresado en milisegundos) en formato .txt. Se escogió este formato para tener la mayor precisión posible en el registro de las variables cardiovasculares. Además, de esta manera se pudo integrar e inferir los datos en las unidades que mejor se adapten al resto de variables ambientales y emocionales.

Parámetros fisiológicos

En los últimos años, la especificidad en el control y en la evaluación del estrés cardiovascular ha mejorado sustancialmente con el objetivo de evaluar las características individuales y temporales de cada persona. Entre otras, se ha incrementado el uso de señales biológicas y, probablemente, una de las más utilizadas sea la frecuencia cardíaca (FC).

La FC representa los latidos que realiza el corazón en una unidad de tiempo determinada, normalmente un minuto (pulsaciones por minuto: ppm). Se sabe que existe una relación prácticamente lineal entre la FC y la intensidad del ejercicio. Así mismo, otra variable muy estudiada, de gran relevancia clínica en los últimos años, es la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Esta se define como la diferencia de tiempo, expresada en milisegundos, entre dos latidos consecutivos. Cuantitativamente la variabilidad de la frecuencia cardíaca proporciona información sobre el equilibrio fisiológico entre el sistema nervioso autónomo simpático y parasimpático. Gracias a ello, se puede estimar la capacidad de adaptación al estrés de una persona, así como identificar situaciones de sobre-estrés o sobre-entrenamiento en reposo.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Para este estudio se utilizaron las bandas de registro de la FC de Polar, que permiten estimar ppm en tiempo real de una forma muy cómoda y sencilla.

Análisis de los datos

Se calculó la frecuencia cardiaca de cada sujeto en porcentaje, observando su variación cada minuto y se realizó un análisis descriptivo, obteniendo la variación por minutos de la frecuencia cardiaca media de la población en conjunto.

Para los valores atípicos, se recurrió de igual forma que en los datos emocionales, al cálculo del recorrido intercuartílico (IQR). Pero, en este caso, la variación presentada en los entornos era baja, recurriéndose a la realización de una selección manual en base a las gráficas obtenidas en cada entorno. En el caso del colegio la baja variabilidad era aún más acusada, por lo que no fue posible la realización de la selección manual.

Diseño temporal del muestreo y rutas en cada entorno

El muestreo se realizará en dos fases a coincidir con periodos con condiciones meteorológicas de verano, debido a que uno de los factores que más se ve influenciado por el cambio climático, son las fluctuaciones y variaciones de las temperaturas y de su tendencia o comportamiento estacional. Por ello, se realizaron, la fase 1ª de septiembre y octubre de 2018 y la fase 2ª de septiembre y octubre de 2019.

Con el fin de identificar emociones y reacciones de los participantes frente a diferentes tipos de paisajes y los estímulos que generan, se determinó una de las paradas según los puntos de fuga de visual que tenga, identificándose así en la 3ª parada “La Montaña” tres tipos de paisajes: paisaje natural, paisaje agrícola y paisaje industrial. El recorrido a realizar dentro del PRAE respondió a lo mostrado en la figura 4, con una longitud de 1.041 m.



Figura 4. Puntos de fuga visual en el El Parque Ambiental del PRAE. (Elaboración propia).

Durante el reconocimiento de la Reserva natural de las Riberas de Castronuño-Vega del Duero se identificaron los siguientes condicionantes:

- La senda en algunos tramos es estrecha por lo que el grupo tendrá que ir estirado en fila de dos como mucho.
- Hay que tener precaución en determinadas zonas por la anchura del camino y la

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

inexistencia de baranda en el lado más cercano al río, el cual es en forma de desnivel de aproximadamente 1 o 2 m de caída hasta el río.

- A partir de la 6ª parada, la ruta discurriría paralela a la carretera hasta la presa (dejando de ser un entorno natural a un entorno con un carácter más periurbano) o por un camino agrícola, donde el nivel de insolación es muy elevado y constante en todo el recorrido hasta llegar a la presa (situación extrema no deseable), por lo que se tomó la decisión que se regresaría por el mismo camino, para mantener el carácter natural de este entorno.

Teniendo en cuenta estas condiciones el recorrido a realizar fue el mostrado en la figura 2. El recorrido realizado con estas seis paradas de la senda de los almendros es de 741 m. En este recorrido se dispone de una parada con tres puntos de fuga visual, es la 1ª parada, desde el mirador.



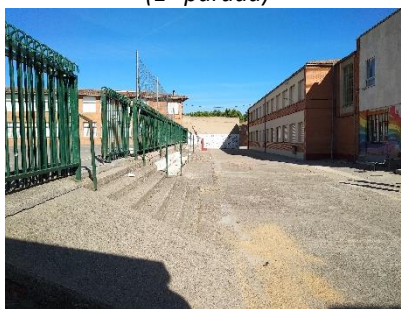
Figura 5. Puntos de fuga visual en el Reserva natural de las Riberas de Castronuño-Vega del Duero. (Elaboración propia).

En la visita de reconocimiento del Colegio Pedro I (recorrido con una longitud de 593 m), se observó que los puntos de fuga visual existentes eran muy pocos o limitados, sólo se podían considerar para ello los murales, el depósito y las zonas con vegetación, debido a que el colegio se encontraba completamente rodeado por edificios residenciales en zona urbana. Sustituyéndose por:

PAISAJE INDUSTRIAL
Antiguo depósito de agua y
barracones (1ª parada)



PAISAJE NATURAL
Murales
(1ª parada)



PAISAJE AGRÍCOLA
Huerto
(4ª parada)



Figura 6. Puntos de fuga visual en el Colegio Pedro I. (Elaboración propia).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primer muestreo

Resultados del análisis de los datos intra-entornos

En base a los datos de todas las variables de cada una de las paradas en los tres entornos objeto de estudio, se obtuvieron los resultados mostrados en el siguiente cuadro (cuadro 4), remarcando en rojo los valores máximos de cada variable en cada entorno, y en negrita los valores mínimos registrados.

Cuadro 4. Valores de las variables ambientales, fisiológicas y emocionales en cada parada oficial.

Parada	X	Y	Tiempo	T	H	Rad. Solar	CO2	LPG	CO	Humo	Frec. Cardíaca	Emoción
P1	310766	4584644,3	18:38-18:50	23,78	43,63	0,51	660,18	2,86	18,06	11,46	74,8	0,26
P2	310345,9	4584986,5	19:20-19:23	24,53	37,83	0,52	718,61	0,75	2,93	2,72	74,5	0,06
P3	310422,1	4585002,6	19:26-19:32	24,3	38,06	0,46	720,08	0,74	2,83	2,68	79,44	0,01
P4	310524,2	4584929	19:36-19:42	22,44	44,8	0,29	686,22	1,55	8,32	6,02	79,13	0,27
P5	310608,9	4584814,7	19:55-20:02	19,91	51,74	0,2	634,11	2,23	12,7	8,78	79,56	0,19
P6	352992	4607173,4	17:46-17:50	29,31	36,89	1,39	570,98	2,35	13,61	9,26	75,93	0,20
P8	352954	4607086,7	18:11-18:15	28,74	37,04	0,99	502,25	2,4	14,07	9,48	79,42	0,25
P9	352788,1	4606883,5	18:22-18:28	30,38	36,91	0,84	440,4	3,63	24,91	14,74	81	0,11
P10	352829	4606970	18:31-18:35	29,89	37,62	0,95	505,35	2,76	17,37	11,51	80,47	0,12
P11	333215,5	4596782,8	17:09-17:15	22,39	20,26	0,82	522,3	3,37	22,5	13,65	76,05	0,19
P12	333200	4596816,7	17:18-17:20	22,56	20,17	0,97	540,35	3,26	21,46	13,13	75,40	0,14
P13	333250,8	4596803	17:30-17:35	20,67	24,19	1,59	790,94	2,85	17,79	11,38	75,27	0,13
P14	333251,3	4596841,1	17:40-17:44	24,26	21,06	1,56	727,06	2,65	16,07	10,44	73,73	0,17
P15	333279,2	4596839,1	17:45-17:47	24,6	20,6	1,53	767,5	2,74	16,9	10,9	75,15	0,07
P16	333263,5	45966810,8	17:53-18:02	24,9	20,81	1,41	852,75	2,72	16,65	10,82	75,06	0,09

Fuente: Elaboración propia.

En el entorno de Castronuño cabe destacar el alto valor de emoción obtenido en P1 (una parada con una amplia vista de la reserva) junto a un valor bajo de frecuencia cardíaca registrado en este entorno, y ambas variables precedidas por una humedad alta y temperatura moderada. En P3 encontramos una situación contraria a la anterior, un valor muy bajo de emoción seguido de un valor muy alto (con respecto a los obtenidos en el entorno) de frecuencia cardíaca y con unas concentraciones altas de CO₂. Y en P4, parada en la que la población avistó cajas nido de pájaro carpintero, se registró el valor más alto de emoción en unas condiciones de temperatura y humedad moderados con respecto a los rangos de valores obtenidos en el entorno. La parada P7 se eliminó ya que durante la ruta no se realizó.

Con respecto al entorno del PRAE, ya en P8 pese a observar un valor alto de frecuencia cardíaca, también se obtiene un alto valor de emoción junto con unas bajas temperaturas (con respecto a las recogidas en el entorno) y un valor alto de humedad, por lo que el valor de emoción seguramente se debió a la presencia de sombrillas que aportaban sombra. En P9 la población

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

destacó un olor desagradable a madera mojada proveniente de la empresa de pellets colindante al PRAE, además de ser una zona de ascenso, factores que explican la baja emoción y alta frecuencia presenciadas, además de registrar una alta concentración de CO₂, alta humedad y temperaturas altas.

En cuanto al entorno del colegio Pedro I, en P1 se obtuvo un alto valor de emoción seguramente relacionado con el tema de la conversación en dicha parada, evocando a la infancia de la población de muestra y su paso por el colegio. En P15 la baja emoción se relaciona con el disgusto general que se presencié en la población de muestra al ver y hablar sobre el hotel de insectos presente en dicha parada. Y finalmente en P16 se registró un valor bajo de emoción junto con unas altas temperaturas y alta concentración de CO₂.

Resultados del análisis de los datos inter-entornos

Centrándonos en un análisis inter-entornos y comparando ahora los resultados de cada entorno, tal y como se presenta en el cuadro 5, se observa que:

- En el entorno urbano, el colegio Pedro I, se obtienen los valores más bajos de frecuencia cardíaca y de emoción, ligados a las concentraciones más altas de todos los contaminantes atmosféricos, los mayores valores de radiación solar y el valor más bajo en humedad.
- En el entorno periurbano, el PRAE, se localizan los valores más altos de frecuencia cardíaca y emoción. Respecto los parámetros ambientales muestra el valor medio de temperatura más alto y las menores concentraciones de CO₂.
- En el entorno natural de Castronuño se aprecian las concentraciones más altas de humedad, y los valores más bajos de temperatura, LPG, CO y Humo de los tres entornos.

Cuadro 5. Valores medios de las variables estudiadas por entornos.

Entorno	T media	H media	Rad.Solar media	CO ₂ media	LPG media	CO media	Humo media	Frec.Cardíaca media	Emoción media
Castronuño	22,99	43,21	0,40	683,84	1,63	8,97	6,33	77,49	0,16
PRAE	29,58	37,12	1,04	504,75	2,79	17,49	11,25	79,20	0,17
Colegio Pedro I	23,23	21,18	1,31	700,15	2,93	18,56	11,72	75,11	0,13

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del análisis de los datos valores atípicos fisiológicos y emocionales

En cuanto a los valores atípicos fisiológicos y emocionales, al igual que con las paradas oficiales, se obtuvieron los modelos SIG de cada momento de confluencia.

En este caso, no prioriza tanto como en las paradas oficiales el observar la evolución ambiental ya que se puede dar el caso de que en unas condiciones ambientales desfavorables o supuestamente incómodas para la población de muestra, se registre un valor atípico de emoción al a ver un elemento del paisaje que les haya llamado la atención. Es por ello que este apartado se centra en relacionar el momento en el que se detectó un valor atípico, con aquel elemento ambiental o no ambiental que lo haya podido generar y el hecho acontecido en ese instante en el recorrido.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Cuadro 6. Valores de las variables ambientales, fisiológicas y emocionales en momento de confluencia de valores atípicos fisiológicos y emocionales.

Parada	tx	T	H	Rad. Solar	CO2	LPG	CO	Humo	Frec. Cardíaca	Emoción
P1'	20:04	19,693	52,737	0,205	655,028	2,201	12,433	8,642	95,00	1,85
P2'	20:12	19,438	51,982	0,21	639,574	2,155	12,275	8,471	83,33	6,09
P3'	18:06	29,125	38,3	1,401	537,856	2,105	11,647	8,213	85,20	1,24
P4'	18:33	29,838	38,615	0,949	505,091	2,809	18,006	11,242	79,80	1,12
P5'	18:50	28,749	39,991	0,709	554,36	2,357	13,78	9,305	76,40	1,06
P6'	17:02	22,4	21,566	0,849	540,717	3,195	20,91	12,869	77,80	3,49
P7'	17:52	24,92	20,725	1,478	854,617	2,729	16,741	10,871	74,20	3,27
P8'	18:01	24,827	20,968	1,372	850,46	2,672	16,258	10,627	73,00	4,82

Fuente: Elaboración propia.

En el entorno de Castronuño el primer punto de confluencia coincide con un momento en el que la guía mencionó las diferentes aves que transitaban y/o residían en dicho entorno registrando también el valor más alto de frecuencia cardíaca junto con un alto porcentaje de humedad. El segundo momento de confluencia coincidió con la presencia en la ruta de zarzamoras, registrándose por medio de los videos realizados, un alto interés por parte de la población de muestra en unas condiciones ambientales cómodas.

En el entorno del PRAE se detectó la primera confluencia en una de las paradas oficiales, la P8 siendo una de las pocas zonas en las que la población de muestra encontró zonas de sombra para refugiarse de la insolación. Posteriormente encontramos otra confluencia referida a los alimentos, en este caso los valores atípicos se registran en un momento de la ruta en el que se habló sobre el membrillo y la última confluencia se registró al final de la ruta, en una zona de terraza con sillas, aunque sin sombra.

En el entorno del Colegio Pedro I la primera confluencia se recoge al principio de la ruta, momento en el que se aludió a la vida escolar de la población de muestra, rememorando momentos de su infancia. Igualmente, el motivo del siguiente momento de confluencia también se debe a la rememoración por parte de la población de muestra, de su vida escolar y su infancia estando en el patio infantil del colegio y por lo tanto y al igual que ocurrió en el PRAE, hay coincidencia con una de las paradas oficiales (P16). Y también coincidiendo con los momentos de confluencia del PRAE, el último punto de confluencia de las variables emocionales y fisiológicas se registró al final de la ruta, en la finalización de la visita. En este último entorno y como ya se mencionó, la variabilidad de la frecuencia cardíaca es mínima, por lo que en casos como P7' y P8' el valor fisiológico más que ser un valor atípico, se dispuso como valor de referencia para encuadrar el momento en el que se recogió el valor atípico de emoción.

Discusión de los resultados del primer muestreo.

En vista a los datos obtenidos de todas las variables en cada uno de los entornos, se puede concluir que:

- La emoción y la frecuencia son variables inversamente proporcionales.
- Vistas naturales amplias generan emociones positivas en la población de muestra.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- La presencia de sombras en las que refugiarse cuando hay temperaturas cálidas y elevadas generan emociones positivas en la población de muestra.
- Valores altos de humedad generan un efecto saludable en el estado anímico de las personas.
- Valores altos de temperatura, humedad del aire baja, zonas sin sombra y de ascenso y concentraciones altas de contaminantes gaseosos, concretamente el CO₂, influyen negativamente aumentando la frecuencia cardiaca.
- Se detectó una clara correlación de aumentos significativos de la emoción con la presencia de árboles o arbustos frutales e igual aumento se detecta ante la presencia de zonas de sombra sobre todo en zonas de alta exposición a la radiación solar como es el caso del PRAE.
- Si bien es cierto que el entorno urbano del Colegio se esperaba que fuese aquel en el que se registrasen los valores más bajos de emoción ante la ausencia de naturaleza, el enfoque que se le dio a la visita, aludiendo a los recuerdos de la vida escolar y el paso por el colegio de la población de muestra, desencadenó que se llegaran a registrar momentos determinados con valores muy significativos de emoción, independientemente de los valores mostrados a nivel ambiental y fisiológico.

Segundo muestreo

Resultados del análisis de los datos intra-entornos

En base a los datos de todas las variables de cada una de las paradas en los tres entornos objeto de estudio, se obtuvieron los resultados mostrados en el siguiente cuadro 9, remarcando en rojo los valores máximos de cada variable en cada entorno, y en negrita lo valores mínimos registrados.

Debido a la problemática comentada en el apartado XX con respecto el no envío de datos del nodo 3 en Castronuño, los datos de las paradas contempladas en su entorno y hasta el nodo 2 se calcularon mediante valores medios de los datos de los otros dos datos en los momentos en los que se realizaron dichas paradas. Esto afecta a las paradas 2, 3 y 4.

En el entorno de Castronuño cabe destacar el alto valor de emoción obtenido en P1 (una parada con una amplia vista de la reserva) junto a un valor bajo de frecuencia cardiaca registrado en este entorno. Además, está parada que muestra los valores medios más bajos de humedad. En el instante que se desarrolla la parada P2 se registran los valores más altos de radiación y de CO₂ y los valores más bajos de LPG y Humo. Durante la parada P3 encontramos una situación con un valor muy alto de frecuencia cardiaca seguido de unas concentraciones altas de CO y la menor concentración de CO₂. En el tiempo de la parada P4, se registró la temperatura más alta del recorrido, así como los valores más bajos de emoción y frecuencia cardiaca. Y en el periodo de tiempo que dura la P5 se alcanzan los valores más altos de humedad, LPG y Humo y los mínimos de temperatura, radiación y CO.

Con respecto al entorno del PRAE, el valor más elevado a nivel emocional se obtiene durante el desarrollo de la parada P6, parada en la cual se obtienen también los valores más altos de radiación solar y de CO₂, y los valores más bajos de temperatura, LPG, CO y Humo. Durante la

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

parada 8 se registran los valores más bajos de frecuencia cardiaca y el más alto de humedad. En el tiempo de la parada 9, se dan los máximos de temperatura, LPG, CO y Humo y los mínimos de humedad y CO₂. Finalmente, en el último tramo del tiempo del recorrido correspondiente con la P10 se alcanza el máximo valor de la frecuencia cardiaca y el mínimo de emoción y radiación.

Cuadro 7. Valores de las variables ambientales, fisiológicas y emocionales en cada parada oficial.

Paradas	Tiempo	T	H	Rad. Solar	CO ₂	LPG	CO	Humo	%HRR	Emoción
P1	18:11-18:24	19,67	39,67	0,32	445,36	3,87	27,15	15,80	85,58	0,26
P2	18:28-18:33	20,10	41,92	0,59	448,43	3,86	27,03	15,74	89,89	0,20
P3	18:36-18:46	19,89	40,58	0,51	435,40	4,06	29,00	16,62	91,36	0,22
P4	18:51-19:03	20,12	40,51	0,49	445,94	4,00	28,45	16,37	85,36	0,19
P5	19:45-19:47	18,87	46,25	0,24	447,09	4,21	26,51	17,30	91,31	0,20
P6	17:48-17:53	28,49	34,86	1,22	491,73	3,76	26,09	15,32	92,49	0,22
P7	17:56-17:57	28,59	34,96	1,00	454,54	3,86	27,09	15,77	90,66	0,21
P8	18:10-18:19	28,79	35,28	0,77	424,44	4,21	30,51	17,29	89,31	0,18
P9	18:32-18:35	30,06	33,22	0,85	424,11	4,25	30,90	17,47	94,62	0,20
P10	18:36-18:39	29,72	33,64	0,73	439,23	4,03	28,74	16,50	98,17	0,16
P11	19:33-19:43	25,26	24,33	0,31	428,01	4,26	30,94	17,48	77,11	0,45
P12	19:45-19:47	24,91	25,61	0,29	440,35	4,19	30,34	17,22	81,37	0,18
P13	19:56-19:57	23,60	28,71	0,23	420,39	4,17	30,08	17,10	81,08	0,08
P14	19:58-19:59	24,24	27,44	0,27	427,31	4,17	30,08	17,10	82,93	0,10
P15	20:02-20:04	24,16	27,62	0,26	421,79	4,20	30,43	17,25	83,84	0,28
P16	20:11-20:12	24,00	27,95	0,25	416,04	4,23	30,72	17,38	90,32	0,28

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al entorno del colegio Pedro I, el máximo de emoción coincide con el tiempo de la parada 11. Destacar que durante la parada 11, que es el inicio de la ruta se obtienen los valores máximos de temperatura, radiación solar, LPG, CO y Humo y los mínimos de humedad y frecuencia cardiaca. Durante la parada 12 se obtiene el máximo de CO₂. En el tiempo que discurre la parada 13 se da el máximo de humedad y los mínimos de temperatura, radiación solar, LPG, CO, Humo y emoción. En el transcurso de la parada 14 los valores de LPG, CO y Humo son iguales que en la parada 13. Durante la parada 16 el máximo de frecuencia cardiaca y el mínimo de CO₂.

Resultados del análisis de los datos inter-entornos

Centrándonos en un análisis inter-entornos y comparando ahora los resultados de cada entorno, tal y como se presenta en el cuadro 8, se observa que:

- En el entorno natural de Castronuño se aprecian a nivel ambiental las concentraciones más altas de humedad, y los valores más bajos de temperatura, LPG, CO y Humo de los tres entornos.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- En el entorno periurbano, el PRAE, a nivel ambiental se obtienen los valores más altos de temperatura, radiación solar y CO₂. Y respecto a los datos fisiológicos el valor más alto de frecuencia cardiaca y el menor a nivel de emoción.
- En el entorno urbano, el colegio Pedro I, se obtienen a nivel ambiental los valores más bajos de humedad, radiación solar y CO₂, y los valores más altos de LPG, CO y Humo. A nivel fisiológico muestra valores intermedios. A nivel fisiológico, los valores más altos de emoción y más bajos de frecuencia cardiaca.

Cuadro 8. Valores medios de las variables estudiadas por entornos.

Entorno	T media	H media	Rad. Solar media	CO ₂ media	LPG media	CO media	Humo media	%HRR	Emoción media
Castronuño	19,69	41,80	0,46	444,76	4,00	28,38	16,35	85,16	0,24
PRAE	28,99	34,68	0,98	449,88	4,01	28,46	16,39	90,93	0,19
Colegio Pedro I	24,35	27,10	0,28	439,92	4,09	29,27	16,74	78,08	0,28

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del análisis de los datos valores atípicos fisiológicos y emocionales

En este muestreo los valores atípicos fisiológicos y emocionales coinciden con las paradas oficiales desarrolladas anteriormente.

Estos valores destacables se producen:

- En el entorno de Castronuño en la parada 2 del arroyo del puente y en la parada 4 de las cajas nido.
- En el PRAE coinciden con la parada 6 del patio recreativo y pérgola verde, donde actualmente se encuentra la escuela, y con la parada 10 del madero verde.
- En el colegio Pedro I coincide con la parada 11 en el patio primero.

Resultados del análisis paradas extra-oficiales del segundo muestreo

Estas paradas extraoficiales muestran que durante el tiempo que transcurre de la parada 12 el valor más bajo de humedad y de CO₂, y los valores más altos de LPG, CO y Humo en el entorno del colegio y de todos los entornos. El resto de los valores, así como los valores fisiológicos, entran dentro del rango de valores medios, a nivel de intra-entorno e inter-entornos.

Cuadro 9. Valores de las variables ambientales, fisiológicas y emocionales en momento de las paradas extraoficiales.

Paradas	Tiempo	T	H	Rad. Solar	CO ₂	LPG	CO	Humo	%HRR	Emoción
P8'	18:40-18:45	19,18	44,99	0,28	434,40	4,22	30,59	17,33	92,22	0,19
P9'	17:59-18:05	28,38	35,45	0,811	456,30	3,89	27,35	15,89	92,40	0,18
P10'	18:22-18:26	29,39	33,88	0,82	422,62	4,25	30,90	17,47	90,30	0,19
P11'	18:41-18:44	29,35	35,01	0,66	455,46	3,76	26,12	15,33	91,01	0,16
P12'	19:28-19:32	25,67	23,052	0,35	413,21	4,27	31,09	17,55	76,39	0,38
P13'	19:48-19:52	24,73	25,89	0,27	432,93	4,22	30,58	17,33	81,31	0,21

Fuente: Elaboración propia.

Discusión de los resultados del segundo muestreo.

En vista a los datos obtenidos de todas las variables en cada uno de los entornos en este segundo muestreo, se puede concluir que:

- La relación entre la temperatura y la humedad es inversamente proporcional en estos entornos.
- La presencia de sombras en las que refugiarse cuando hay temperaturas cálidas y elevadas generan emociones positivas en la población de muestra.
- Valores altos de humedad pueden generar un efecto saludable en el estado fisiológico y anímico de las personas.
- Valores altos de contaminantes gaseosos influyen negativamente aumentando la frecuencia cardiaca.
- Los valores más altos de gases contaminantes se dan en el Colegio Pedro I, a excepción de CO₂, que se produce en el PRAE.
- Observando los valores ambientales a nivel de entorno y de paradas, la máxima temperatura y radiación solar se obtiene en el PRAE y el máximo de humedad se da en Castronuño.
- La emoción y la frecuencia en este muestreo reflejan que en son variables inversamente proporcionales a nivel de entorno, pero a nivel de paradas en algunos casos, esta relación no es tan clara, aunque si se observa que, aunque los valores no sean máximos ni mínimos, si corresponden con los valores inmediatamente siguientes a estos, como se puede ver en la parada 1. Este comportamiento indica que en estos entornos que la emoción se relaciona con una sensación placentera y relajada, lo que implica que disminuya la frecuencia cardiaca.
- Se detectó una clara correlación de aumentos significativos de la emoción con la presencia de vistas naturales amplias, árboles o arbustos frutales, la presencia de zonas de sombra y de sucesos nuevos o novedosos.
- A nivel de entorno, es el Colegio Pedro I en que generó una mayor emoción, y de todas las paradas la más emocional fue el inicio de la ruta del Colegio Pedro I, esto puede ser debido por el enfoque de la visita (basada en el recuerdo de las vivencias de la infancia de los sujetos participantes) y porque fue la primera visita de este segundo muestreo.
- Castronuño mostró los valores intermedios a nivel fisiológico y emocional.

Comparativa 1º muestreo vs 2º muestreo

Comparativa de los datos intra-entornos.

Los valores de los contaminantes muestran un comportamiento similar en los entornos del PRAE y el Colegio Pedro I, registrándose los máximos y los mínimos prácticamente en las mismas paradas en ambos muestreos, respondiendo a las similitudes que una zona urbana y periurbana pueden tener. Es en Castronuño donde se observan diferencias entre muestreos, trasladándose los máximos de la zona del primer mirador en el primer muestreo a la zona del bosque de galería en el segundo muestreo.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Atendiendo a una descripción pormenorizada por parámetros

- Los valores de CO₂:
 - En el primer muestreo muestran valores por encima de los niveles considerados para aire limpio, entre un 122,33% en el valor más bajo alcanzado en la parada P9 con un valor de 440,40 ppm y un 236,87% en alcanzado en la parada P16 con un valor de 852,76. De las 15 paradas realizadas en el este muestreo en todos los entornos (recordamos que la parada 7 en este muestreo no se realizó) 6 de ellas muestran catos por encima del valor recomendable para entorno urbano, siendo las paradas P2 y P3 del entorno de Castronuño y P13, P14, P15 y P16 del entorno del Colegio Pedro I de Tordesillas. Dentro de este rango, los valores alcanzados en las paradas de Castronuño son muy cercanos al valor límite, solo excediendo entre un 2,65 y 2,86% sobre el valor para entorno urbano. Esto puede ser debido a la ubicación de ambas paradas, en la zona del arroyo, cercana a la carretera. Respecto a los valores arrojados por las paradas del Colegio, decir que oscilan entre un 3,8 y 21,8% más sobre el valor para zona urbana, arrojando valores máximos en la parada P16, perteneciente al patio interior infantil.
 - En el segundo muestreo los valores obtenidos son mayores a los niveles considerados como aire limpio, entre un 115,56% de la parada P16 al máximo de 136,59% de la parada P6. Ningún dato registrado supera el valor de 700ppm para aire urbano.
- Respecto a los valores de LPG en ninguna de las paradas de ninguno de los muestreos se alcanzan los VLA-ED establecidos para dicho parámetro. Si es cierto que los valores del segundo muestreo son ligeramente superiores a los del 1º muestreo.
- Para la valoración del parámetro CO se tiene en cuenta el VLA-EC, ya que la estancia de cada parada no supera los 15 minutos de permanencia en un ese sitio de forma puntual, por ello indicar que en ninguna parada de ambos muestreos se obtienen valores superiores al límite de 100 ppm. El valor máximo se localiza de ambos muestreos fue en 30,94 ppm que supone un tercio del valor límite ambiental.

Respecto a los valores de los parámetros ambientales depende de la hora del muestreo y la meteorología del día en los que se realizaron. La radiación solar muestra un comportamiento similar entre el 1º y el 2º muestreo.

Dicho comportamiento no ocurre casi nunca a nivel emocional y fisiológico. En este caso:

- En el entorno de Castronuño:
 - El valor de frecuencia cardíaca más elevado se produce en el primer muestreo en la parada P5 (zona del bosque de galería) y en el segundo en la P3 (zona del segundo mirador).
 - A nivel emocional, el máximo valor durante el primer muestreo tiene lugar en la parada P4 (zona de cajas nido) y en el segundo, en la parada P2 (arroyo del puente).
- En el entorno del PRAE:

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

- El máximo valor fisiológico del primer muestreo se registró en la parada P9 (zona de montaña) y en el segundo muestreo, en la parada P10 (muro verde).
- El valor emocional más elevado del primer muestreo se alcanzó en la parada P8 (zona de fitocalendario), mientras que, en el segundo, tuvo lugar en la parada P6 (patio recreativo).
- En el entorno del Colegio Pedro I de Tordesillas:
 - Los parámetros fisiológicos y emocionales del primer muestreo registraron sus valores máximos en la parada P11 (patio 1).
 - De igual forma sucedió a nivel emocional en el segundo muestreo, coincidiendo de nuevo con la parada del patio 1. Sin embargo, a nivel fisiológico, este registró su mayor cifra en el segundo muestreo, en la parada P16 (patio de ajedrez).

Como se puede observar, a diferencia de las variables ambientales, los parámetros fisiológicos muestran prácticamente en todos los casos, un comportamiento diferente en las distintas paradas entre ambos muestreos, viéndose reflejado en sus valores máximos.

A nivel emocional, podríamos decir que sucedió en muchos de los casos, de la misma forma. Sin embargo, si bien es cierto, que como mencionamos con carácter previo, el pico emocional del Colegio Pedro I de Tordesillas tuvo lugar en los dos muestreos en el patio 1. Esto se debe a que, en las dos ocasiones, la guía utilizó dicha parada para recordar y recordar las vivencias de los sujetos participantes durante su infancia en el ámbito escolar.

Resultados del análisis de los datos inter-entornos

En este caso los valores de contaminantes muestran un comportamiento similar, registrándose los máximos y los mínimos prácticamente en los mismos entornos a excepción de los valores de CO₂, ya que en el primer muestreo el máximo se localizaba en el Colegio Pedro I y en el segundo muestreo en el PRAE. Cierto es que, dichos los valores medios de entorno, son claramente más significativos en el primer muestreo, ya que son valores mucho más elevados y superan ampliamente el límite de aire limpio y se acercan o igualan a los valores de aire urbano.

Respecto a la variable fisiológica de la frecuencia cardíaca y su variabilidad, podemos observar, que a diferencia de lo que sucedía en el análisis intra-entornos en el que los valores máximos diferían de un muestreo a otro, que el entorno del PRAE es aquel que muestra el valor medio máximo de esta variable tanto en el primer como en el segundo muestreo. No obstante, se ha de tener en cuenta, que dicho valor es significativamente superior en el segundo muestreo, pudiendo estar condicionado por el hecho de que el ritmo de la segunda ruta fue mayor. De igual forma sucede con el menor valor medio, que se repite de nuevo en los dos muestreos, en el Colegio Pedro I de Tordesillas. Esta coincidencia de entornos y valores máximos y mínimos puede haber estado ocasionada por las características de las rutas, pues en el entorno del PRAE, sí es cierto, que existen durante el recorrido, varios desniveles y diversos tipos de terreno sobre los que caminamos, lo que ocasiona un mayor esfuerzo fisiológico para los participantes.

Por último, a nivel emocional, podemos observar que la cifra media más elevada en el primer muestreo tuvo lugar en el entorno del PRAE, y en el segundo muestreo, en el entorno del Colegio Pedro I de Tordesillas. Resulta fundamental destacar, que los valores medios de emoción o *engagement*, son considerablemente superiores en el segundo muestreo respecto al primero, pues el mayor valor medio del primer muestreo es inferior al menor valor medio del segundo.

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Esto se traduce, en que a pesar de que las 3 rutas se estaban repitiendo, todas ellas, suscitaron un mayor nivel de emoción entre los sujetos participantes cuando se realizaron por segunda vez.

Discusión de los resultados en las zonas de intervención en el PRAE.

A nivel ambiental los datos obtenidos de los parámetros ambientales muestran valores muy similares a nivel de temperatura y de humedad y se puede apreciar una reducción de la insolación respecto de un muestreo al otro en ambas paradas. En referencia a los contaminantes analizados, sólo destacar los valores de CO₂, donde en ambos muestreos es la parada P6 la que muestra unos valores más altos, debido a su cercanía al aparcamiento trasera del PRAE, a la carretera y la puesta lateral de acceso.

En el patio recreativo, podemos ver que, durante el segundo muestreo, es decir, tras haber llevado a cabo la intervención propuesta, se alcanzó unos valores fisiológicos y emocionales muy elevados. Concretamente, a nivel fisiológico, en esa parada se observaron valores cercanos (92,49) a la máxima cifra de todo el muestreo, y a nivel emocional se registró en la misma, el mayor valor de esta variable (0,22) de todas las paradas oficiales pertenecientes a esta ruta. Estas cifras, son significativamente inferiores en el patio recreativo, durante el primer muestreo.

Cuadro 10. Valores de las variables ambientales, fisiológicas y emocionales en momento que se realizaron las paradas en las zonas de intervención.

Paradas	Tiempo	T	H	Rad. Solar	CO ₂	LPG	CO	Humo	Frec. Cardíaca	Emoción	
1º Muestreo	P6	17:46-17:50	29,31	36,89	1,39	570,98	2,35	13,61	9,26	75,93	0,20
	P8	18:11-18:15	28,74	37,04	0,99	502,25	2,4	14,07	9,48	79,42	0,25
2º Muestreo	P6	17:48-17:53	28,49	34,86	1,22	491,73	3,76	26,09	15,32	92,49	0,22
	P8	18:10-18:19	28,79	35,28	0,77	424,44	4,21	30,51	17,29	89,31	0,18

Fuente: Elaboración propia.

La otra zona de intervención fue la pérgola en la zona del fitocalendario. En ella, la variable fisiológica de la frecuencia cardíaca registró valores considerablemente inferiores al resto de paradas (89,31). De hecho, fue la única, que no alcanzó un valor medio de este parámetro por encima de la cifra de 90. Esto significa, que dicha zona provocó en la población de muestra, una disminución del esfuerzo y del nivel de activación desde la perspectiva fisiológica.

CONCLUSIONES

El motivo por el que se desarrolló este proyecto fue identificar como la modificación de las variables ambientales en entornos periurbanos debido a la mejora de las instalaciones, modificaban las reacciones fisiológicas y emocionales en la población, con el fin adaptar dichos entornos a la situación actual de cambio climático que vivimos.

El proyecto se centró en el PRAE, donde se realizaría la intervención, utilizando para ello dos entornos más, para poder comparar sus valores y observar si su comportamiento correspondía con una zona periurbana, como así atestiguan los datos recogidos durante los dos muestreos desarrollados en el estudio. Además, se buscaron soluciones constructivas para que las instalaciones correspondientes con un Jardín Ambiental de uso social, técnico y educativo, de disfrute, experimentación y sensibilización ambiental, se adaptase mejor a estas nuevas condiciones climáticas, con la implantación de una pérgola de sombra, además de la construcción de una escuela infantil en la zona que anteriormente estaban ocupadas por una pérgola verde cercana al aparcamiento trasero del edificio y al patio recreativo.

Dichos esto, revisando los resultados obtenidos en ambos muestreos, por paradas y por entornos, así como comparando ambos muestreos a esos mismos niveles, así como las zonas específicas de intervención podemos concluir que:

- El entorno del Parque Ambiental del PRAE tiene condiciones ambientales correspondientes con las zonas periurbanas.
- En la gran mayoría de los entornos y paradas en los dos muestreos los valores de emoción y de frecuencia cardíaca son inversamente proporcionales en los entornos estudiados. También se observa que en algunos entornos el comportamiento de estas dos variables, y sus valores, indican que la emoción se relaciona con una sensación placentera y relajada, lo que implica que disminuya la frecuencia cardíaca, como ocurre en el entorno de Castronuño.
- Se detectó una clara correlación de aumentos significativos de la emoción con la presencia de vistas naturales amplias, árboles o arbustos frutales, la presencia de zonas de sombra y de sucesos nuevos o novedosos.
- El valor de la emoción puede ser consecuencia de vivencias ocurridas en el momento de las rutas o bien generadas por recuerdos o añoranzas, con lo que el valor es muy variable y dependiente, no sólo de entorno y las variables ambientales, sino también de la actividad y compañía.
- Valores altos de humedad pueden generar un efecto saludable en el estado fisiológico y anímico de las personas.
- La presencia de sombras en las que refugiarse cuando hay temperaturas cálidas y elevadas generan emociones positivas en la población de muestra.
- Valores altos de contaminantes gaseosos influyen negativamente aumentando la frecuencia cardíaca.

Si se hace una revisión específica a las zonas de intervención del PRAE, se puede concluir que:

- La intervención desarrollada en la parada P6 mejora significativamente respecto al primer muestreo en los valores fisiológicos y emocionales. Al ser una estructura nueva

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

y la explicación de lo que en ella se hacía despertó el interés y la emoción respecto un espacio que anteriormente mostraba unos valores bajos. Y obteniéndose estos resultados a pesar de ser la zona del PRAE que muestra en ambos muestreos la concentración de CO₂ más elevada.

- La instalación de la pérgola en la zona de fitocalendario, entre la plaza del viento y la zona de las sombrillas, muestra como la presencia de sombra mejora claramente la respuesta fisiológica en la población de muestra. Dichos resultados, ratifican el efecto de la intervención, al crear un área sombría, esta provocaría una bajada de los valores fisiológicos respecto a otras paradas, en la que los sujetos están sometidos a una completa exposición a la luz solar.

AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo de i+HeALTH de la UEMC, que participaron activamente en diferentes fases del desarrollo de este proyecto, así como el apoyo recibido y confianza por parte de la Fundación Patrimonio Natural para la ejecución del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Altman I, W. J. (1976). *Human Behaviour and Environment: Advances in Theory and Research*. Springer.
- [2] Ráez Sánchez, A. (2018). TFG. *Naturación urbana como instrumento para la sostenibilidad global. Metodología integral para la planificación de espacios verdes en el medio urbano*. Madrid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM), Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- [3] Hernández Aja, A. (2009). Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana. *Revista INVI N° 65*.
- [4] Cantú Martínez, P. C. (2012). Medio ambiente y salud: un enfoque ecosistémico. *CIENCIA-UANL*, 26-32.
- [5] Reyes Zepeda, M. E., & Monforte Méndez, G. A. (2016). Cambio climático y sistemas de naturación en viviendas: conocimientos y actitudes de la población de un fraccionamiento de Mérida, Yucatán. El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional, A. C, México.
- [6] Vargas Marcos, F. (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista Española de Salud Pública*.
- [7] Urbano-López deMeneses, B. (2013). Naturación urbana, un desafío a la urbanización. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*.
- [8] Briz Escribano, J., & de Felipe Boente, I. (1998). Red internacional de ciudades en naturación

ESTUDIO SOBRE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD FÍSICA Y EMOCIONAL DE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALIZACIÓN PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

(RICEN). *Agricultura, Revista agropecuaria y ganadera*, 695-699.

- [9] de Cózar Escalante, J. M. (2005). Principio de precaución y medio ambiente. *Revista Española de Salud Pública vol.79 no.2*.
- [10] Briz Escribano, J., & de Felipe Boente, I. (2004). Naturación urbana: incorporación de la naturaleza en cada rincón de la ciudad. *QEJ. Bricojardinería & paisajismo: Revista profesional de distribución en horticultura ornamental y jardinería*, nº 120, 12-19.
- [11] García Villalobos, I. (2010). Beneficios de los sistemas de naturación en las edificaciones. *UNAM*, 5.
- [12] Colombo, B., Laddaga, S., & Antonietti, A. (2015). Psychology and Design. The Influence of the Environment's Representation Over Emotion and Cognition. An ET Study on Ikea Design. *Procedia Manufacturing*, v3, 2259-2266.
- [13] Georgi, J. N., & Dimitriou, D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. *Building and Environment*, v45, 1401-1414.
- [14] Sánchez Lizárraga, A. D. (2014). *Conceptualización jurídica del arbolado urbano. Un estudio sobre sus limitaciones para la sustentabilidad urbana*. Colima (Mexico): (Thesis for: Especialista en Ciencias del Ambiente, Gestión y Sustentabilidad Advisor: M.C. Mireya Sarahí Abarca Cedeño, Universidad de Colima).
- [15] Kaplan, R. (1984). Impact of urban nature: A theoretical analysis. *Urban Ecology*, 189-197.
- [16] Chanampa, M., Alonso Ojembarrena, J., Vidal Rivas, P., Guerra Aragonés, R., Olivieri, F., Neila González, F. J., & Bedoya Frutos, C. (2009). Sistemas vegetales que mejoran la calidad ambiental de las ciudades. *Cuadernos de investigación urbanística. Ciudad y Arquitectura. 3er Grupo. Simposio La Serena*. nº 67, 49-67.
- [17] Francis, R. A., & Lorimer, J. (2011). Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls (Review). *Journal of Environmental Management*, 1429-1437.
- [18] Cook-Patton, S. C., & Bauerle, T. L. (2012). Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review (Review). *Journal of Environmental Management*, 85-92.
- [19] Múgica de la Guerra, M., & Muñoz Santos, M. (2013). Salud y áreas protegidas en España. Identificación de los beneficios de las áreas protegidas sobre la salud y el bienestar social. Aplicación de casos prácticos en la sociedad. Valladolid: Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León.
- [20] Amérigo, M., García, J. A., & Sánchez, T. (2013). Actitudes y comportamiento hacia el medio ambiente natural. *Salud medioambiental y bienestar emocional. Univ. Psychol. Bogotá, Colombia V. 12 No. 3*, 845-856.
- [21] *Fundación de Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León. (01 de 09 de 2022). PPropuestas Ambientales y Educativas. Qué es el PRAE. Descripción. Obtenido de PPropuestas Ambientales y Educativas. Qué es el PRAE. Descripción: <https://praecyl.es/>*