

CASOS PRÁCTICOS DE ARQUITECTURA SOSTENIBLE

Lucas Ruiz, Rafael

**Departamento de Construcciones Arquitectónicas II. Escuela Técnica Superior
de Ingeniería de la Edificación. Universidad de Sevilla
Avda. reina Mercedes S/N
rlucas@us.es**

RESUMEN

Se presentan dos intervenciones sostenibles; la primera, es la reforma de un aparcamiento en superficie sobre el que se han modificado el sentido de la evacuación de las aguas y construido un nuevo pavimento, de forma que se disponga de un espacio mas saludable, fácil de mantener y de mejor aspecto, la segunda intervención se refiere a un edificio de usos diversos, construido hace diez años, en los cuales se aplicó de forma sistemática el ahorro energético, sobre todo, en materia de aislamiento, consumo de electricidad en aire acondicionado así como se facilitaron las tareas de mantenimiento. Las dos intervenciones están en uso y son objeto de continua observación.

Keywords. Sostenibilidad, aparcamiento, aire acondicionado, mantenimiento.

1.- Reforma de un aparcamiento en superficie.

1.1.- El aparcamiento existente.

La actual Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación ha dispuesto siempre de un aparcamiento en superficie para unos cincuenta vehículos. No podemos decir que sea un espacio residual ya que está plantado de árboles de hoja perenne que florecen en primavera perfumando el espacio con intensidad. Las flores son muy pequeñas, en inflorescencias blancas, y cuando maduran producen unos racimos de frutos amarillos que al caer y ser aplastados por los vehículos generan un barrido pestilente y resbaladizo. Estos restos atascan los imbornales que precisan un permanente trabajo de mantenimiento no siempre posible.

El subsuelo de esta zona contiene aún los restos de las cimentaciones de Exposición del 29 por lo que las raíces, al no poder profundizar se levantan y con ellas arrastran el pavimento. En resumen el aparcamiento funcionaba mal, charcos sucios y resbaladizos, desniveles importantes en el pavimento motivado por el empuje de las raíces. Atascos y dificultad de limpieza que generaban una importante necesidad de mantenimiento.

La situación podía resumirse como se dicta a continuación:

- 1) Pavimento formado por solera de hormigón, levantado en trozos grandes con escalones de 10 cm.
- 2) Imbornales colmatados, redes atascadas.
- 3) Dificultad de acceso a la limpieza por su situación bajo los vehículos.
- 4) Pintura de señalización de plazas y división borrada.
- 5) Charcos, suciedad y sobre todo barro acumulado con peligro de caídas y mal olor.

Las quejas justificadas de los profesores y el alarmante gasto en mantenimiento pusieron en marcha una reforma del mismo.

Se aprovechó la ocasión para abordar el trabajo como un ejercicio de sostenibilidad en lo que podríamos considerar de “pequeña entidad”, pero suficiente como para contener los principios integrantes de una denominada de esa forma (fig.1).



(fig. 1 Vista general del aparcamiento reformado donde puede observarse el pavimento con el tratamiento bicolor para señalar las plazas de forma indeleble).

1.2.- Criterios de intervención.

Para realizar el proyecto se enumeraron los problemas que ya hemos adelantado, aplicando a cada uno una solución que aunara un coste de inversión razonable con un mantenimiento bajo o nulo. Se consideró también la utilización de materiales de bajo impacto ambiental y se procuró minimizar los residuos de construcción.

Los principios de intervención del proyecto quedaron como se dicta a continuación:

1) Invertir el sentido de las pendientes del pavimento hacia el centro del aparcamiento, de forma que las hojas y frutos desprendidos de los árboles se acumulasen en el centro de las calles y no bajo los vehículos, facilitando así los trabajos de limpieza.

2) Diseñar todas las pendientes de forma que el agua de lluvia o riego circulase lo mas posible por la superficie, eliminado los imbornales para crear en su lugar dos grandes arquetas de 60x60 cm. unidas con colectores de 300 mm. en trazado siempre recto de forma que los operarios de mantenimiento pudiesen acceder a las arquetas y varillar sin dificultad las redes.

3) Dejar el pavimento existente como soporte del nuevo, previa rotura de aquellas partes levantadas por los árboles y proceder a su nivelación y formación de las nuevas pendientes. Sobre el pavimento anterior se procedió a construir un perímetro de bordillos de hormigón prefabricado que nos permitiría confinar un lecho de arena donde asentar el nuevo pavimento formado por adoquines de hormigón coloreados en la masa. Los pavimentos de este tipo presentan innumerables ventajas sobre otros de tipo rígido ya que entre otros, la flexibilidad permite una adaptación al terreno sin roturas. En nuestro caso el adoquín de hormigón y el lecho de arena (fig. 2) son materiales de escaso impacto ambiental, el color es indeleble y tanto la porosidad del material como las juntas libres existentes (fig. 3) entre los mismos impiden la formación de charcos.

El pavimento de adoquines de hormigón se elige en gris para el fondo y el rojo para señalar las vías de circulación, las plazas de aparcamiento y los lugares donde no se debe aparcar. Este diseño evita definitivamente los gastos de pintura (fig. 4).

4) Desde el punto de vista de habitabilidad del recinto, se diseñan aceras en damero bicolor a la cual se le añaden bancos en su perímetro retranqueados respecto a la misma y situado entre los mirtos que rodean las aceras. La vida cotidiana del aparcamiento ha puesto de manifiesto que los bancos se utilizan.

5) Se reutilizaron las mismas luminarias, arbolado, matorrales y jardinería,

En resumen la intervención ha pretendido y creemos que lo ha conseguido cumplir los objetivos que nos habíamos propuesto y se atribuyen a una actividad que se considera sostenible;

Bajo coste de inversión tanto económica como energética.

Baja producción de residuos de construcción y contaminantes.

Utilización de productos de bajo impacto ambiental.

Mantenimiento posible, con coste mínimo o nulo de la construcción realizada.

Mejora de la percepción y utilización del espacio por los usuarios.



(fig. 2 Construcción de aceras. De izquierda a derecha y de arriba abajo 1 Arena extendida para confinar 2 Arena extendida y confinada preparada para recibir los adoquines 3 Operario colocando adoquines directamente sobre la arena 4 Acera terminada, a la izquierda de la fotografía puede observarse el espacio preparado para colocar un banco de fundición).



(fig. 3 Detalle del sellado final de juntas de adoquinado con arena extendida y compactada).



(fig. 4 Panorámica de la obra donde puede observarse el pavimento ya terminado con las juntas selladas y la arena confinada preparada para recibir los adoquines).

1.3.- Actualidad del aparcamiento

El proyecto, realizado hace cuatro años ha resultado satisfactorio en general y de la observación y seguimiento de su uso esperamos obtener nuevos datos para seguir mejorando intervenciones futuras. Observamos que las raíces siguen levantando el pavimento pero lo deforman sin producir roturas, no se forman charcos e incluso están creciendo entre las juntas una vegetación mínima que mejora su aspecto.

1.4.- Equipo de trabajo

Arquitecto: Rafael Lucas Ruiz

Arquitecto Técnico: José Castro Fuertes

Contratista: Cota 21 Arquitecto Técnico Manuel Ortega Sánchez

Alumno colaborador: Víctor Pallarés Silva

Asesoramiento: D. Antonio Ramírez de Arellano Agudo

2.- El comedor Universitario de Reina Mercedes.

Hace ahora algo más de diez años que se construyó el primer edificio que podemos considerar proyectado desde principios de sostenibilidad. Es el llamado en su momento edificio multifuncional de usos varios conocido como “Comedor Universitario o “Instituto de Idiomas” (fig. 5). Está situado en la Avenida Reina Mercedes y fue construido en el tiempo record de cinco meses.

Desde entonces ha funcionado ininterrumpidamente y ha mejorado su aspecto con el crecimiento de la vegetación que en su día se proyectó como complemento a la sostenibilidad prevista para el edificio.



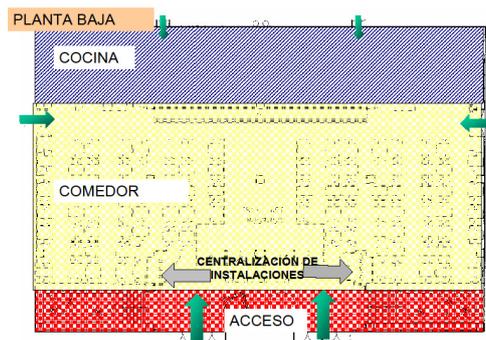
(fig. 5 Alzado principal en la fecha de construcción, donde pueden observarse las lamas y la fachada sur).

El programa funcional del edificio era y sigue siendo muy variado y se organizó desde el principio de forma que los usos más intensos estuviesen en planta baja y los menos utilizados en la planta tercera. Se distribuyeron los usos como sigue:

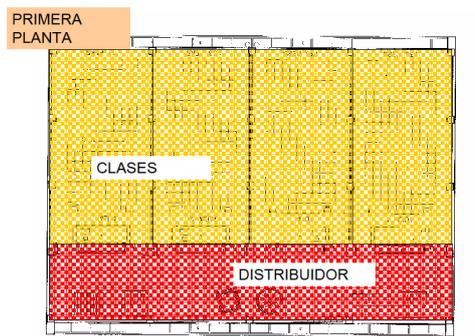
Planta baja; (fig. 6) Comedor Universitario, diseñado de forma que pudiese funcionar al 50% en épocas de menor afluencia de alumnos.

Planta primera; (fig. 7 y 8) Cuatro aulas para la Facultad de Biología entonces.

Planta segunda; (fig. 9 y 10) Instituto de idiomas compuesto por secretaría, sala de profesores, seminario, aseos y varios.



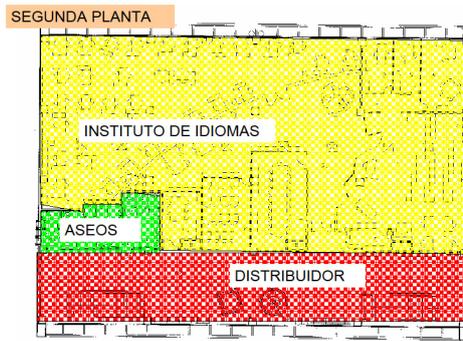
(fig.6 Esquema de la organización de la planta baja donde puede observarse que el uso principal es el del comedor que es el más intensivo. El primer cuerpo corresponde a acceso, ascensor y escaleras).



(fig.7 Planta primera dividida en dos zonas, acceso, escaleras, espera y ascensor y las cuatro aulas del programa. En las fachadas principales pueden observarse las lamas).



(fig. 8 Detalle del interior del aula donde puede observarse que las instalaciones se han dejado vistas).



(fig. 9 La planta tercera contiene el distribuidor y accesos igual que las anteriores, la zona del instituto de idiomas y los aseos del edificio).

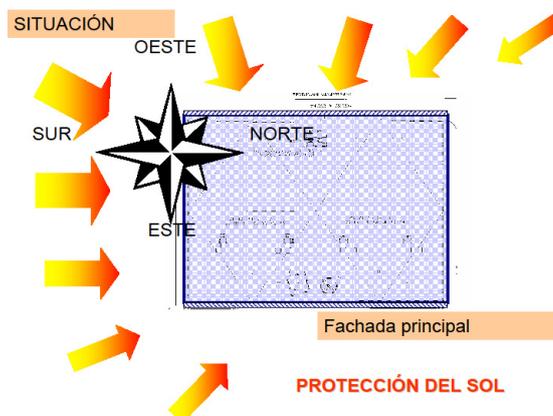
El programa solicitaba que el comedor pudiera funcionar de forma independiente del resto del edificio, incluso en días y horas.



(fig. 10 Detalle del interior de la galería al fondo bloques de hormigón aligerado vistos e iluminación natural a través de las lamas).

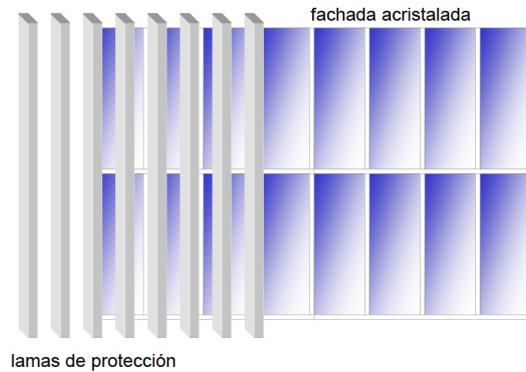
2.1.- Orientación y aislamiento

El edificio, de forma rectangular ofrecía orientación norte-sur y este-oeste que implicaba un soleamiento excesivo sobre todo en la fachada sudoeste a la cual se orientaban necesariamente las aulas (fig 11).



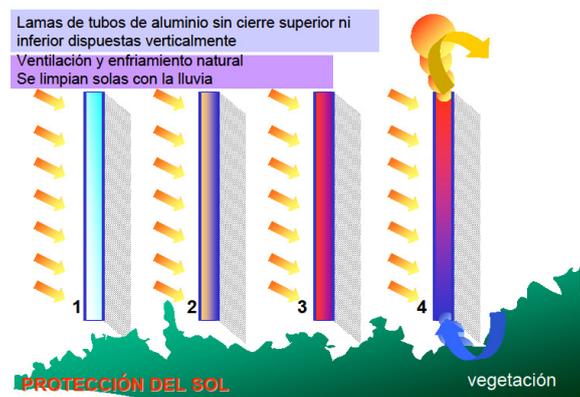
(fig. 11 Esquema del movimiento del sol y disposición de las lamas)

Se aislaron fuertemente las fachadas norte y sur con fábrica de bloques de hormigón y lana de vidrio y se acristalaron completamente las otras dos. Para protegerlas de radiación directa se dispusieron lamas verticales fijas de aluminio lacado en blanco realizadas con tubos de extremos abiertos (fig. 12). Este diseño además de sombrear las cristalerías elimina de forma natural el calor acumulado en las lamas (fig 13).



(fig. 12 Esquema donde se indica la doble fachada, la acristalada y la de protección de lamas ventiladas situada 1,80 m. de la anterior)

La disposición vertical de lamas es preferible a la tradicional ya que se ensucian muy poco y son por otro lado autolimpiantes con el agua de lluvia. Quedó el edificio así conformado, con dos fachadas casi ciegas fuertemente aisladas y dos muy iluminadas, protegidas de la radiación directa con elementos de sombra. El comedor completamente acristalado no recibía radiación solar directa, en cualquier caso su fachada este quedó protegida con arbolado y jardinería interior.



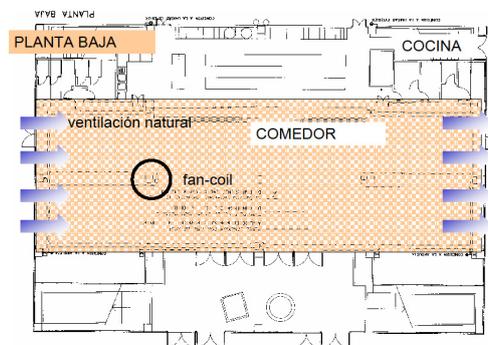
(fig.13 El esquema pretende explicar como las lamas al ser huecas y no tener cierres superior ni inferior ventilan el aire caliente de su interior mejorando el confort térmico. La disposición vertical de lamas produce menos suciedad y facilita su limpieza).

2.2.- Aire acondicionado

Hace diez años aún no disponíamos de los sistemas de volumen de refrigerante variable (VRV) ni de los intercambiadores entálpicos para la recuperación del calor del aire de retorno por lo que el aire acondicionado de este edificio se pensó desde principios de sostenibilidad basados en adecuar los sistemas disponibles a los usos previstos como uno o varios trajes a medida.

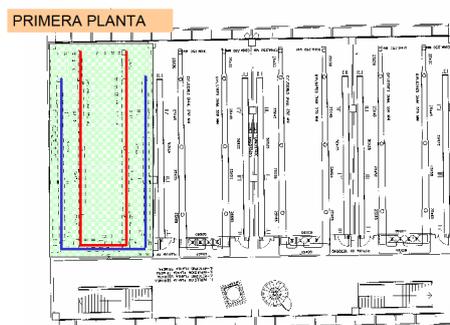
De cada actividad se hizo un análisis en cuanto al tiempo de utilización y características del servicio que debía prestar el aire, distinguiendo; el comedor, las aulas y el Instituto de Idiomas como usos diferenciados.

El comedor dispone de dos sistemas Fan-coil con equipos de producción en cubierta y consolas de impulsión directa apoyadas en el suelo (fig 14) El sistema ventila de forma natural, es decir no retorna el aire sino que se dejan aberturas en la parte superior para que las corrientes de aire lo renueven. El doble sistema permite utilizar el comedor al 50% tal como proponía el programa y teniendo en cuenta que las puertas se abren mas de mil veces en las tres horas que dura el servicio de comida se consideró que el aprovechamiento del aire de retorno y su filtración, era difícilmente gobernable, por lo que se abandonó la idea de aprovechar el retorno. El objeto era mejora del confort ambiental para una estancia media de veinte minutos por usuario. Teniendo en cuenta que la cocina conecta directamente con el comedor se instalaron potentes sistemas de extracción de humos en las chimeneas que evitan el flujo de humo hacia el mismo. Hasta la fecha ha funcionado correctamente e incluso se ha tenido que reducir la ventilación natural del recinto.



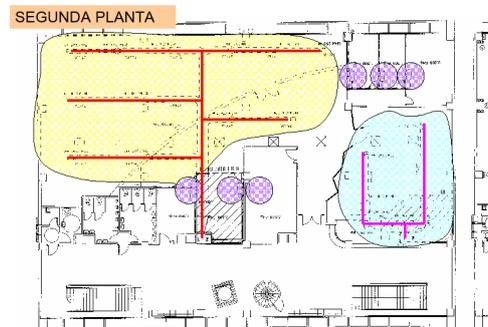
(fig.14 Esquema del aire acondicionado en planta baja, el comedor ventila de forma natural por su parte superior y se climatiza con fancoil apoyados en el suelo en dos sistemas al 50%. Los equipos de producción de frío o calor están en la cubierta).

Las cuatro aulas de la planta primera se diseñan con un sistema todo aire compacto situado en la cubierta (fig 15), para cada una, de forma que los equipos se pueden mantener directamente en el exterior y no introducen ruido alguno en las aulas. El aire es impulsado desde la cubierta hasta la planta por conductos aislados térmicamente, ya en el aula los conductos son circulares vistos de chapa de acero galvanizada con el objeto de evitar el vandalismo. El aire retorna al equipo en cubierta que lo reutiliza en torno al 70%



(fig. 15 En rojo se indican los conductos de impulsión y en azul los de retorno, ambos suben a un equipo compacto en cubierta que toma aire del exterior)

El instituto de idiomas dispone de un equipo similar al de las aulas; uno para la secretaría y otro para la zona de profesores (fig 16) de forma que puedan utilizarse independientemente, en este caso se utiliza un plenum de aspiración sin conductos para cada uno. Por último los despachos de dirección se equipan con sistemas partidos individuales tipo Split.



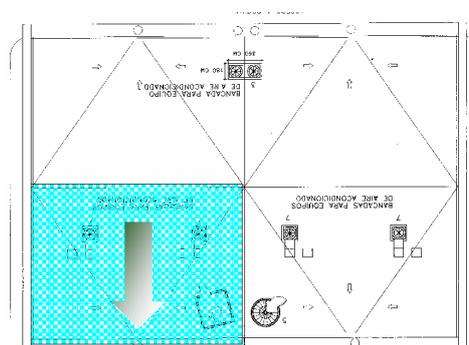
(Fig. 16 En rojo se indica la impulsión de la zona de profesores, el retorno se realiza por plenum en el techo de la zona rayada. En magenta se indica un sistema similar para la secretaría. Los círculos significan los sistemas partidos individuales tipo split.

En total el edificio dispone de 11 sistemas independientes de climatización que se adaptan a las necesidades de los usuarios y pueden ser apagados cuando no se utilizan. Los sistemas se agrupan en tres tipos; Para el comedor Fan-coil con consolas de impulsión directa apoyadas en el suelo, para las aulas, la zona de profesores y secretaría sistemas compactos con impulsión y retorno conducidos y para los despachos individuales consolas tipo splits.

2.3.- Otras intervenciones

En el proyecto se incluyen multitud de pequeñas intervenciones de mejora aprendidas por la experiencia de reparar y mantener edificios durante varios años.

El agua de lluvia se recoge por el exterior del edificio en cuatro bajantes (fig.18) que conectan con arquetas que son registrables también desde el exterior. Se evitan así, humedades y se facilita el mantenimiento. La parte inferior de los bajantes está hormigonada para evitar el vandalismo.



(fig.17 Puede observarse que la cubierta dispone solo de cuatro paños que evacuan por el exterior del edificio para evitar humedades y facilitar el mantenimiento).

Las carpinterías alternan paños fijos con abatibles de forma que puedan limpiarse desde el interior del edificio.

Las instalaciones de fontanería y saneamiento de los aseos y por supuesto del comedor son vistas y registrables, colocadas sobre los alicatados de forma que puedan ser reparadas e incluso sustituidas fácilmente.

Toda la iluminación es de bajo consumo con los puntos de luz agrupados en varios circuitos de forma que puedan ser encendidos en función de las necesidades.

Como ya se ha comentado al situar toda la maquinaria de aire acondicionado en la cubierta, la accesibilidad para el mantenimiento e incluso la reposición es completa, los conductos de aire están aislados así como los paramentos. (fig. 18 y 19)



(fig.18 Construcción de los conductos de aire acondicionado en las aulas,al fondo puede observarse la citara de ladrillo, el enfoscado y el aislante térmico ya colocado).



(fig. 19 Construcción de los conductos de aire acondicionado en las aulas, al fondo puede observarse la citara de ladrillo, el enfoscado y el aislante térmico ya colocado).

2.4.- Pequeñas cosas.

La sostenibilidad tiene algunas grandes ideas pero el peso del ahorro está en el conocimiento de la vida cotidiana, en la mejora de las pequeñas cosas. Actividades que por su repetición exhaustiva acumulan costes muy importantes. La naturalidad de los materiales, el uso adecuado de los espacios, el consumo de energía cuando hace falta y otras pequeñas intervenciones derivadas de la buenas costumbres y del sentido común hacen que los edificios sea mas eficientes, consuman menos energía sobre todo se puedan mantener con el mínimo coste.

Las experiencias que aquí contamos están en uso y hasta la fecha nos sentimos razonablemente satisfechos con ellas.

REFERENCIAS

- [1] Referencia Comedor. Revista czasopismo technicznearquitektura 3-a/2007
Copyright by Politécnica Krakowska.Kraków 2007
- [2] Revista Detail Green 2009.
- [3] www.details.es
- [4] Edwards , B. (2008) *Guía básica de sostenibilidad*. Segunda edición revisada y ampliada. Editorial Gustavo Gili.
- [5] Kiely , G. *Ingeniería ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión*. Editorial: Mc Graw Hill
- [6] Solís Gúzmán, J. (2010) *Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza*. Tesis doctoral inédita (2010). Tutor: Antonio Ramírez de Arellano Agudo
- [7] Mercader Moyano, M.P. (2010) *Cuantificación de los recursos consumidos y emisiones de CO₂ producidas en las construcciones de Andalucía y sus implicaciones en el protocolo de Kyoto*. Tesis doctoral inédita (2010). Tutores Manuel Olivares Santiago y Antonio Ramírez de Arellano Agudo:
- [8] Ledesma de la Rosa, C. (2010). *Ciudad y transdisciplina. Manual de buenas prácticas. Obsolescencia de barridas residenciales*. Trabajo Fin de Master Ciudad y Arquitectura Sostenibles Inédito (2010).Tutor: Carlos García Vázquez
- [9] Curso de experto universitario en gestión y evaluación de la calidad medioambiental y energética de la edificación. Apuntes del módulo 1 gestión del mantenimiento (inédito)
Director del Módulo Rafael Lucas Ruiz.
Profesores: Rafael Lucas Ruiz, José María Calama Rodríguez, Antonio Ramírez de Arellano Agudo, Rafael Llácer Pantión, Manuel Romero Romero, Diego Anguís Climent, José Antonio López Martínez, Francisco José Gómez Jurado, Miguel Ángel León Muñoz, Juan Carlos Camacho Vega, Carlos Rubio Bellido, Madelyn Marrero Meléndez, Jaime Solís Guzmán, María Victoria de Montes delgado
- [10] *Hacia una arquitectura sostenible(en busca del sentido común)*.Varios autores. Editado por Icaro-ctva Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia.