

# Diseño y construcción del Hospital Infanta Leonor en Vallecas (Madrid).

## *Design and construction of the Infanta Leonor Hospital. Vallecas (Madrid)*

R. Araujo<sup>(\*)</sup>

### RESUMEN

El Hospital Infanta Leonor en Vallecas se ha planteado como una investigación sobre la nueva generación de hospitales flexibles, basada en los sistemas constructivos, buscando un diseño innovador como alternativa a los esquemas hospitalarios comunmente aceptados en nuestro país, los llamados "peines", organizados como una serie de alas paralelas conectadas por corredores perpendiculares. El edificio tiene un planteamiento modular e industrializado, con una trama modular común para todos los usos, con lo que se pretende permitir el crecimiento por repetición y la transformación de los usos. El cerramiento se ha concebido como un sistema de paneles metálicos con módulos correspondientes a los vanos entre soportes, buscando un alto nivel de protección solar además de una estricta funcionalidad. El control energético se apoya en un extensivo ajardinamiento de las cubiertas, el control solar, la ventilación natural y el recurso a energías renovables. El proyecto es el resultado del desarrollo de varios proyectos previos a nivel ejecutivo y fue adjudicado en un Concurso Nacional de Concesión de Obra Pública. Ha sido presentado recientemente por el autor en la Conferencia Internacional sobre Planeamiento de Hospitales Flexibles en el Politécnico de Milán

**Palabras clave:** arquitectura sanitaria, hospitales, flexibilidad, industrialización, racionalización

### SUMMARY

*The Infanta Leonor Hospital was planned as an investigation in the new flexible hospital generation, based on construction systems and looking for an innovative design as an alternative to the most commonly accepted Hospital designs in Spain, or "comb" layouts, which consist in multiple series of wings connected by two or three perpendicular corridors. The building is based on modular planning, meaning a general grid serving all the different areas, in order to allow building expansion and the flexibility to interchange the usage of spaces in accordance with the future needs. The structure is a 7,2 by 7,2 meter grid, and the cladding has been designed as a metal-panel system, with its modules established by the structural span, and looking for a high level of solar protection and functionality. Energy control is based in the extensive roofs garden, solar control, natural ventilation and the use of renewable energies.*

*The Hospital complex is the result of an in-depth study of projects developed by the author and won a national Public Works Competition. It has been recently presented at the International Conference for Flexibility in Hospital Planning at the Politécnico de Milano.*

**Key words:** health care architecture, hospitals, flexibility, industrialization, rationalization.

---

(\*) Doctor Arquitecto. Profesor Titular de la Escuela de Arquitectura de Madrid.  
Persona de contacto/Corresponding author: ra@estudioaraujo.es.



1

1. Vista del acceso al vestíbulo general.

## 1. INTRODUCCIÓN

Algunos de los más interesantes diseños de arquitectura hospitalaria están planteados desde su inicio como sistemas modulares, con una gran incidencia en los procesos de construcción (1). En los casos más interesantes, esta estrategia tiene un gran alcance, proponiéndose como un sistema general aplicable a los diferentes programas. Es el caso de la tradición británica con los sistemas "Harness" y "Nucleus" o de los Hospitales de veteranos en los EEUU. Otros ejemplares inolvidables son el Hospital Mc Master, el Minnesota Health Sciences Centre, ... Incluso el ya casi mítico Hospital de Venecia se origina en un planteamiento modular (2, 3).

En realidad estos planteamientos modulares están profundamente imbricados en la historia del hospital desde sus inicios, y basta recordar nuestros modelos renacentistas (los hospitales "Reyes Católicos" o los ejemplares del XVIII centroeuropeos) organizados por alas (4).

Raramente el proyecto del hospital puede plantearse desde cero, y requiere siempre un modelo general que le sirva de base. Por otro lado su característica complejidad y sus grandes dimensiones parecen llamados a un planteamiento basado en la modularidad y la racionalización (5,6).

Por último, dos temas vienen a apoyar este planteamiento:

- La flexibilidad, tema inevitablemente recurrente en arquitectura hospitalaria, consecuencia del ritmo con el que se

producen transformaciones en su programa, adaptaciones a nuevos sistemas técnicos y el crecimiento de algunos de sus servicios.

- La necesidad de planteamientos sostenibles, con un amplio alcance, desde el control energético a la incorporación de planteamientos urbanísticos poco invasivos.

Todo esto debe entenderse dentro de la preocupación general por la búsqueda de un hospital para el paciente, a escala humana, que es básica en las investigaciones recientes sobre nuevos modelos hospitalarios (7,8).

## 2. CONCEPTO GENERAL

La propuesta del Infanta Leonor se basa en una trama modular indiferente para todos los usos. Es la decisión central del proyecto, no diferenciar áreas. No hay especialización de espacios, con lo que se pretende permitir el crecimiento por repetición y la transformación de los usos.

Frente a la opción habitual de recurrir a vanos estructurales diferentes para cada uso, el módulo único tiene ventajas evidentes tanto para el proceso de ejecución como para la flexibilidad futura. Resultado de diferentes comparaciones, que no son ajenas al control de costes, la base del diseño es un módulo estructural de 7,20 x 7,20 m. en planta y 3,90 m. de altura, que incorpora los elementos de cerramiento en base a la misma modulación y va a ser además el protagonista de la plástica del edificio (Fig. 1).

Sobre esta trama se organizan los elementos más característicos de los diferentes servicios: hospitalización, consultas, esperas, etc.

Hay que aclarar que el aparcamiento se ha concebido siempre como una construcción independiente, de modo que la retícula plantada no está condicionada por él.

Las retículas generadas por este módulo se establecen sobre las posibles ordenaciones funcionales, la jerarquía de las circulaciones y la iluminación natural de los diferentes espacios.

Importa recordar que mayor profundidad implica compacidad y economía de medios y circulaciones, y sobre tal argumento se generalizaron hace algunos años los grandes basamentos sin luz natural. La solución propuesta contempla cuerpos de 2,5 y 3 módulos para los diferentes usos, caracterizados respectivamente por una circulación central o dos circulaciones laterales, lo que permite cubrir las diferentes necesidades: consultas,

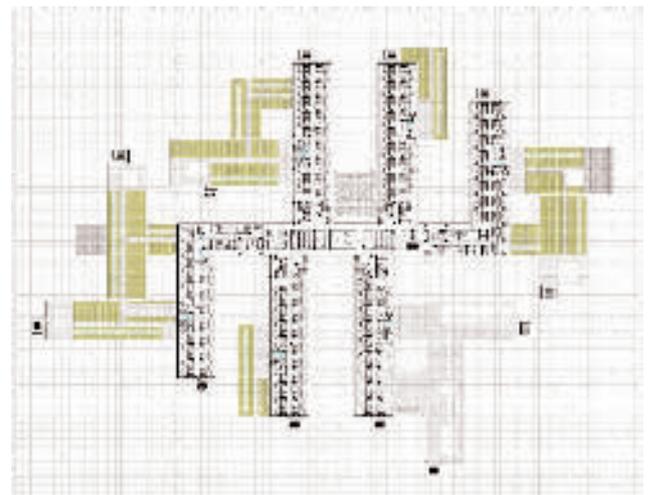
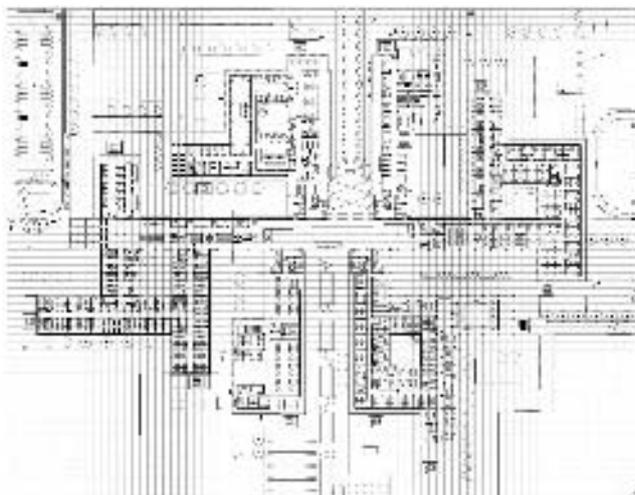
hospitalización, urgencias, etc. De este modo se priman en lo posible las circulaciones por fachada, iluminando naturalmente los espacios públicos a costa de aquellos con ocupación intermitente.

Estos elementos lineales se agrupan en módulos de mayor dimensión, formando pabellones en los que cada servicio pueda tener una identidad propia, buscando al tiempo que cada uno de ellos tenga la opción de crecer lineal o transversalmente. Optamos así por elementos en cruz en torno a un patio central en uno de cuyos extremos se emplazará el núcleo de servicios y accesos. Estos pabellones no tienen una forma final, sino una ley de formación, de modo que el programa establecerá la configuración final de cada uno de ellos.

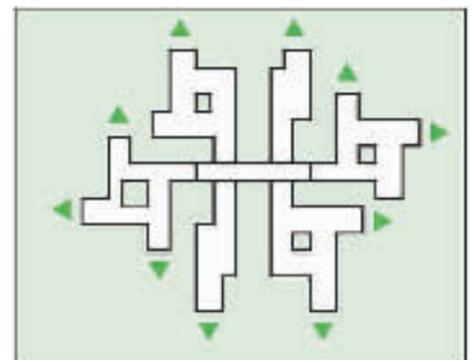
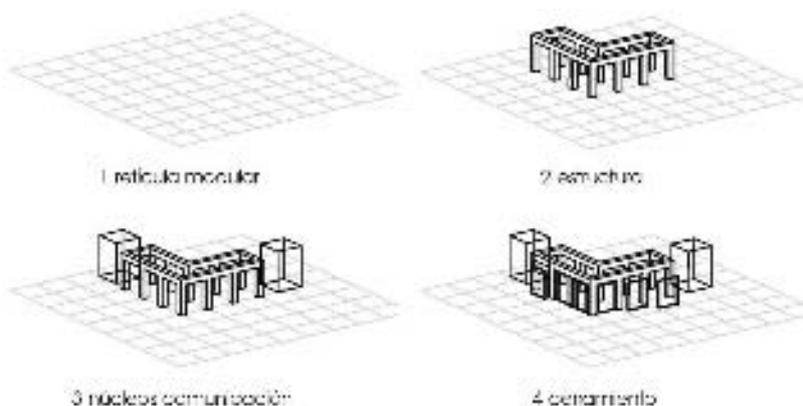
Más adelante el estudio de la evacuación y compartimentación, así como las distancias adecuadas a la distribución de instalaciones –fundamentalmente de climatización– irán precisando su forma final (Figs. 2, 3).

2. Plantas baja y segunda.

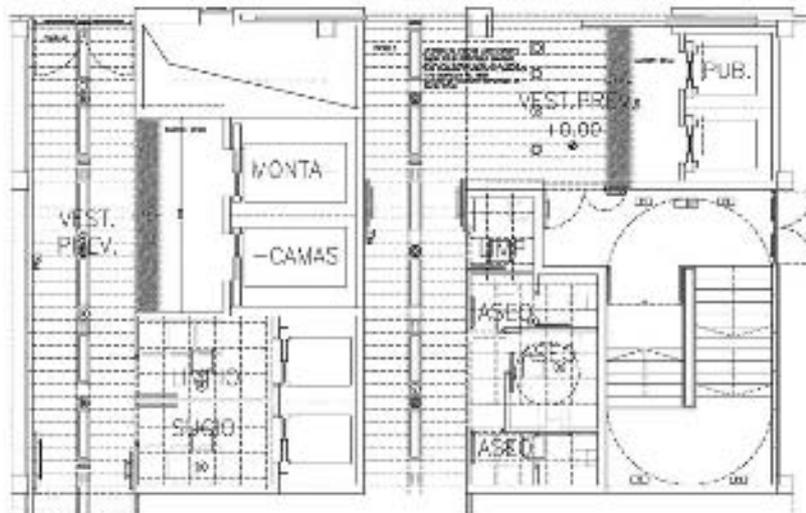
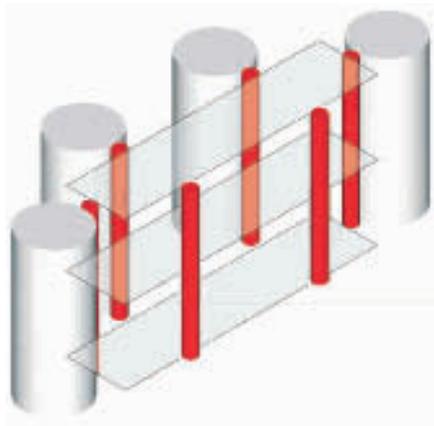
3. Esquema del sistema modular y de crecimiento del edificio.



2



3



4

4. Esquema funcional de circulaciones y detalle del núcleo tipo.

### 3. ORDENACIÓN HORIZONTAL Y CIRCULACIONES

La ordenación del conjunto es central, con los pabellones organizados en torno a un espacio central de circulación. Esto aporta una reducción importante de los recorridos, y un edificio “sin cinturón”, sin forma predefinida, libre de crecer.

Este espacio será también el vestíbulo principal en planta baja y el muelle de carga en la planta bajo rasante, de modo que también las mercancías acceden por el corazón del edificio, formándose un eje central norte-sur para ambos. Esta decisión de acceder por el centro, en oposición a los clásicos accesos por los extremos, será una característica determinante del esquema.

Tal configuración permite disponer además de otros dos accesos independientes para urgencias y consultas externas, configurando un eje este-oeste perpendicular al anterior.

Mientras los accesos descritos trazan un claro sistema de ejes principales, los diferentes servicios emplazados en planta baja pueden tener accesos independientes, conectados por los soportales de la planta baja y con pequeños aparcamientos propios.

En vertical el edificio tiene cinco niveles: sótano de servicios, planta baja de servicios públicos (administración, cafetería, rehabilitación, hospital de día, etc), planta primera con las áreas de tratamiento y diagnóstico, plantas segunda y tercera hospitalización.

Los seis cuerpos obedecen a los seis servicios destacados en planta primera (urgencias, consultas, cirugía, UCI, radiología y laboratorios)

Las circulaciones se especializan por niveles superpuestos, de modo que el espacio central se destina al público en planta baja, a mercancías y servicios bajo rasante y a circulaciones internas en planta primera.

Los núcleos verticales se sitúan en la conexión de cada pabellón con el espacio central, de modo que podemos conectar los servicios entre sí sin cruces de circulaciones.

Los núcleos se organizan a caras opuestas para las circulaciones internas o externas.

De este modo el acceso vertical a cada área de tratamiento es doble, desde el vestíbulo el acceso ambulatorio y desde las habitaciones el de ingresados.

En los extremos de los brazos se emplazan los núcleos de emergencia (Fig. 4).

### 4. ESTRUCTURA

La construcción pretendió ser lo más racionalizada posible. Cualquier edificio grande requiere una sistemática rigurosa, pero el Infanta Leonor se construyó además en 13 meses.

La estructura general es una retícula de losas aligeradas con la modulación descrita, con todos los soportes de 40x40 cm. Para los forjados se empleó una patente de encofrados perdidos de poliestireno que mejora las características termoacústicas de la estructura. Asimismo se desarrolló en su integridad una solución en hormigón prefabricado, que finalmente resultó menos eficiente por las limitaciones de suministro en plazo.

La construcción con un esqueleto prefabricado de nudos rígidos hubiera tenido la ventaja de facilitar el crecimiento por simple

apoyo de placas alveolares sobre la viga de borde vista, a cambio de perder la eficacia característica de las losas bidireccionales y requerir descuelgues.

La solución de hormigonado in situ, con un solo tipo de encofrado para los soportes y las mesas de forjado permitieron construir simultáneamente los seis pabellones con seis equipos prácticamente independientes. A su vez la forma en esvástica permite dividir cada pabellón en cuatro losas independientes, de hasta 80 metros de longitud, realizadas sin juntas de dilatación, de modo que se pudieron hormigonar forjados completos entre juntas de dilatación. Las juntas entre cada cuatro brazos se realizan con pasadores metálicos sin duplicar estructura (Fig. 5).

Todas las soleras se construyen con cámara de aire sobre encofrados perdidos de plástico ("cavity").

Se empleó un elaborado encofrado metálico para realizar la moldura perimetral de todas las losas, que quedará vista, rematándose su cara superior con resinas epoxi.

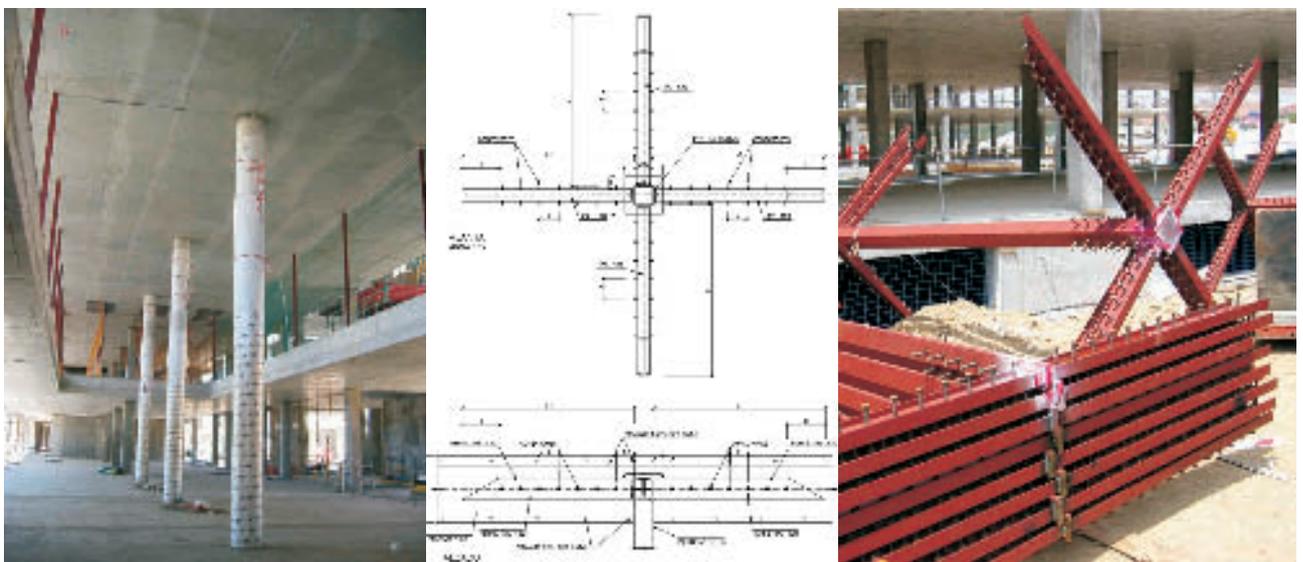
En el pabellón central, destinado a vestíbulo y espacio de conexión entre los restantes pabellones, las losas son macizas de hormigón visto. El vestíbulo de doble altura se realizó suspendiendo la losa intermedia de unos tirantes de acero anclados a la losa superior mediante crucetas también metálicas. Los soportes tienen doble altura y se hormigonaron sin juntas (Fig. 6).

5. Organización de la estructura: juntas de dilatación entre módulos y vistas del encofrado metálico perimetral y del encofrado perdido de las losas reticulares.

6. Losa de hormigón armado suspendida en el vestíbulo principal. Detalle del tirante y de su anclaje a la losa.



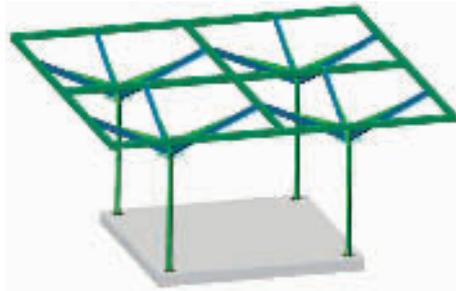
5



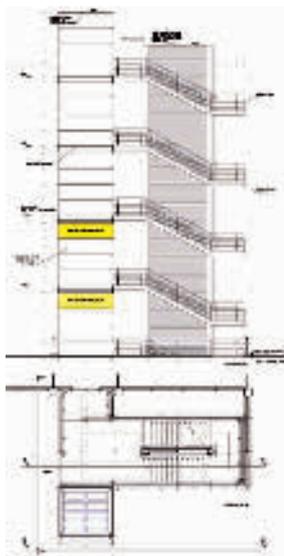
6

7. Estructura de los paraguas textiles y vista del proceso de montaje.

8. Torres de emergencia y distribución de instalaciones: montaje de la estructura metálica y de los conductos.



7



8

El aparcamiento para 1.700 plazas se resuelve en dos plantas y se construyó en hormigón prefabricado, con un sistema de soportes, jácenas y losas alveolares. Consiste en cuatro bandas independientes de 15 m. de ancho con separaciones entre ellas por las que penetra la luz natural. Cada banda se apoya sobre pórticos transversales formados por vigas en T de 70 cm de canto y 15 m. de longitud sobre dos soportes retranqueados para compensar las luces de las jácenas. Los pórticos tienen la misma separación de 7,20 m. a ejes del resto del edificio.

Las instalaciones del aparcamiento se han organizado de modo que la estructura permanezca vista, distribuyéndolas longitudinalmente por una faja longitudinal obtenida al separar las dos placas centrales de cada banda de forjado.

Los elementos singulares de la estructura son de acero, caso de las torres exteriores de emergencia y distribución de aire acondicionado. Consisten éstas en una pantalla central triangulada desde la que vuelan las escaleras, con una torre independiente entramada que

aloja las impulsiones y retornos de aire de los diferentes pabellones (Fig. 7).

También son metálicos los armazones de las estructuras textiles que se emplazan en las tres entradas principales del edificio (vestíbulo, urgencias y consultas), formadas por conjuntos de paraboloides de 7,20 m de lado sobre un soporte circular central que aloja el desagüe y la iluminación indirecta. Cada conjunto textil se prefabrica en una pieza anclada a la sección tubular perimetral y al vértice central, de modo que las barras diagonales trabajan en compresión (Fig. 8).

## 5. CERRAMIENTOS

El cerramiento se ha concebido como un sistema general, basado en la modulación y planeado para ser aplicable en diferentes casos.

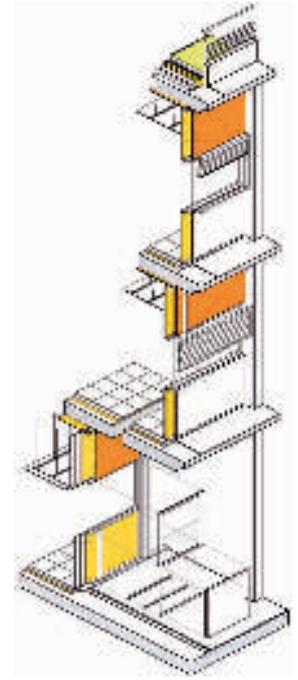
Los paneles ligeros de cerramiento se retrasan un metro de la estructura, de modo que ésta protege a la fachada además de actuar como barrera contra el fuego entre pisos su-

cesivos y aporta una plataforma exterior de mantenimiento. La planta baja es porticada, permitiendo la circulación perimetral.

Se diseña el cerramiento como un conjunto de elementos muy prefabricados, que permitan resolver los requerimientos de los diferentes usos y orientaciones, buscando un alto nivel de protección solar además de una estricta funcionalidad (Fig. 9).

Consiste en un sistema de paneles metálicos con módulos correspondientes a los vanos entre soportes, formando elementos independientes de 6,80 x 3,60 m cada uno con su estructura y anclajes independientes. La estructura base de cada módulo es un entramado de montantes y largeros de acero zincado de 10x4 cm soldado en taller sobre el que se atornillan los paneles metálicos y las carpinterías de aluminio, quedando visto por la cara posterior en los elementos transparentes y trasdosándose con dobles tableros de yeso y una manta de fibra de vidrio para reforzar el aislamiento acústico (Fig. 10).

Se diseña un panel específico para cada uso, buscando la configuración más eficiente así como una lectura externa directamente involucrada en el uso interno. La mayoría de los módulos tienen un peto y un capialzado opacos (necesarios por la circulación de pacientes en camas y la distribución de instalaciones), empleándose paneles acristalados hasta el suelo en áreas de espera. Los paneles de áreas de consultas y exploración tienen características huecos "en bandera" buscando



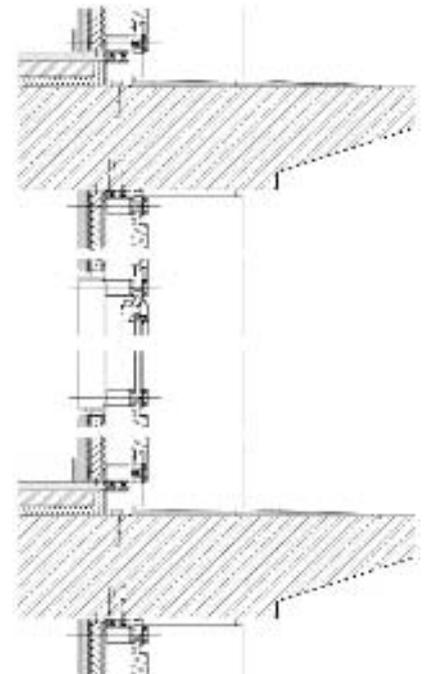
9

iluminación y privacidad, correspondiéndose el diseño con el amueblamiento clínico de su cara interior. Las habitaciones tienen amplios huecos rasgados. Otros tipos corresponderán a enfermerías, circulaciones, etc.

El cerramiento se completa con tres tipos de elementos de control solar correspondientes a los diferentes usos y orientaciones: un parasol metálico exterior suspendido del forjado

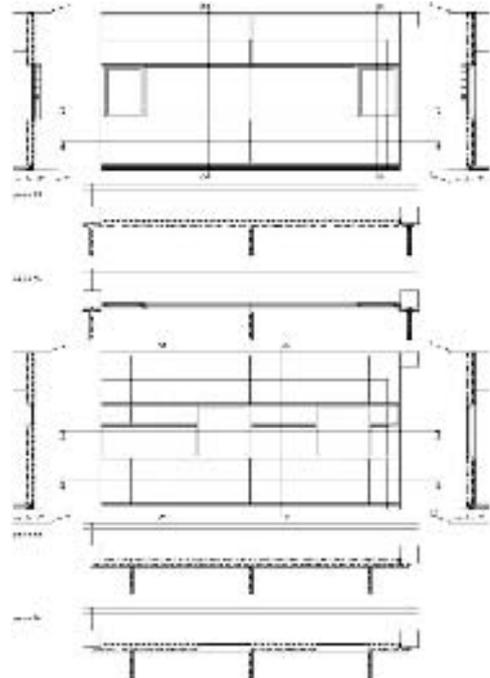
9. Axonometría del sistema de cerramiento y detalle de fachada con el parasol exterior.

10. Diseño de algunos de los módulos de cerramiento: vista parcial de la fachada y sección constructiva de un módulo.



10

11. Proceso de montaje de la fachada y paneles de habitaciones y consultas.



11

para los espacios comunes orientados a este y oeste, una persiana externa motorizada de lamas de aluminio para las habitaciones y un "estor" enrollable para las consultas. También se recurre al serigrafiado de los vidrios para reforzar el control solar o la privacidad en las diferentes áreas.

Se emplean seis colores para caracterizar cada pabellón, en dos tonalidades diferentes, que se aplican a los petos metálicos. Estos colores se emplean también en el interior, de modo que aportan un sistema de orientación aplicado a todo el conjunto.

De este modo la composición es un juego en base a unas reglas y el edificio se muestra inacabado y variable (Fig. 11).

## 6. DIVISIONES INTERIORES

La organización de espacios interiores tiene un gran peso en el proceso de construcción de un hospital. Las divisiones deben ser siempre fácilmente recambiables para acomodar los habituales cambios en la distribución, y las instalaciones deben ser fácilmente accesibles.

La tabiquería es de dos hojas de dobles tableros de yeso y un aislamiento interior de fibra de vidrio, con un espesor total de 12 cm y un aislamiento acústico de 45 dBA. Solo se emplea fábrica de ladrillo en las divisiones cortafuegos.

Las divisiones se prolongan siempre hasta la cara inferior del forjado para evitar los puentes

acústicos. El entronque de las divisiones con los acristalamientos se resuelve mediante un montante de acero que logra la transición entre particiones y paneles de fachada.

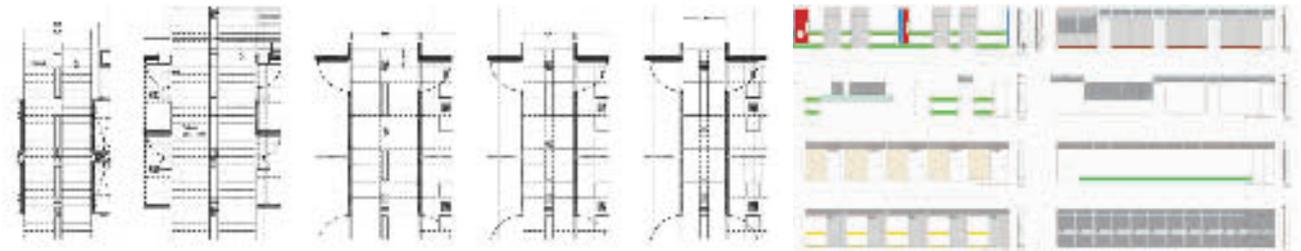
Siempre que es posible las divisiones incorporan frisos acristalados, resueltos con la misma perfilera que la armadura de las divisiones. Las puertas son siempre prefabricadas, con cercos regulables de aluminio y dobles tableros contrachapados.

Los techos son modulares, salvo en las habitaciones, y siempre registrables. Se estudian cinco casos con diferentes acabados y prestaciones para los diferentes tipos de corredores, con anchos modulares de 30 cm (Fig. 12).

La modularidad del plan permite un detallado estudio de las superficies envolventes de cada uno de los espacios característicos (habitación, consulta, quirófano, áreas de espera, etc).

## 7. ASPECTOS AMBIENTALES

En cuanto al comportamiento energético, el diseño ha tratado de incorporar las estrategias hoy ya frecuentes en edificios terciarios al uso hospitalario, lo que implica una importante escala de intervención y plantea importantes problemas de integración del diseño. El control energético en el edificio hospitalario debe ligarse además al objetivo de un "hospital para el paciente", tratando de relacionar las nuevas estrategias de control ambiental con el diseño de un ambiente que ayude a superar la habitual tensión que el hospital produce.



12

Un primer objetivo del diseño será lograr un edificio muy luminoso pero capaz de minimizar las ganancias térmicas de origen solar. La organización de gran parte de las circulaciones por fachada y el recurso a los frisos acristalados permite un ambiente luminoso y una considerable reducción en el consumo eléctrico, pero plantea el problema de la reducción de las ganancias térmicas por insolación.

El diseño de la fachada elude el recurso a vidrios especiales, empleando vidrio transparente sin tratamientos de control solar. Los acristalamientos se mantienen en sombra mediante las estrategias ya descritas (retrasar los cerramientos e incorporar diferentes elementos de protección fijos y operables según los usos y la exposición). Como las hospitalizaciones se orientan E-O para huir del ruido de los viales, las protecciones solares se concentran en gran medida en éstas alas.

Las cubiertas, que son un gran captador de radiación solar en un edificio tan extensivo, se ajardinaron formando grandes plataformas verdes, que se conciben como áreas de paseo al aire libre bajo el control de los puestos de enfermería, siendo accesibles desde las alas de hospitalización para personal y pacientes ingresados. Son cubiertas casi de pendiente cero, con la impermeabilización continua, de modo que permiten la organización de caminos peatonales para su uso y mantenimiento (Fig. 13).

También se ajardinan en lo posible las áreas exteriores adyacentes al edificio, de modo que la forma entreabierta del edificio se enlace con las áreas arboladas. Los principales recorridos exteriores son ahora soportales que permiten las circulaciones a cubierto entre los diferentes servicios.

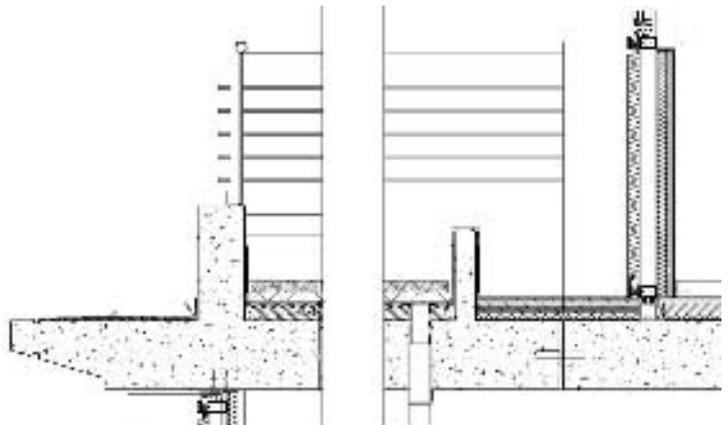
Aunque las instalaciones de climatización son muy centralizadas, todos los espacios de uso individual (habitaciones, consultas, despachos) tienen ventanas batientes con "fan-coils" operables manualmente.

El agua caliente es por placas solares, que se emplazan en la cubierta de la central de energía. El aparcamiento se diseñó con la previsión de construir en el futuro una cubierta de paneles fotovoltaicos sobre la planta superior.

La geometría del edificio aporta una clara organización de instalaciones, con circulaciones verticales centralizadas en los núcleos de comunicaciones. Mercancías e instalaciones acometen al centro del edificio por el techo de la planta sótano, por el que se reparten hasta alcanzar los diferentes núcleos verticales correspondientes a cada pabellón. Desde éstos la distribución es por doble techo en las diferentes plantas. El aire tratado desciende desde los climatizadores en cubierta por los núcleos periféricos.

12. Plantas y alzados de los diferentes tipos de corredores, con la modulación del techo y la distribución de terminales de instalaciones.

13. Vista y detalle de las cubiertas ajardinadas.



13

## FICHA TÉCNICA

HOSPITAL INFANTA LEONOR.

Emplazamiento: Avenida de la Democracia. Vallecas. Madrid

Superficie construida: 92.000 m<sup>2</sup>.

Programa: 324 habitaciones (dobles de uso individual), 11 quirófanos.

–Arquitectos: Ramón Araujo Armero, Arturo Berned Luque, Luis Vidal Gordó.

–Equipo de arquitectura (todas las fases): Ramón Araujo, Jose Jurado (director del proyecto), Maïke Huebner, Isabel Gil, Alfredo Biosca. Concurso: Jaime Guerrero, Carlos Luxán, Carlos de Miguel.

–Ingeniería: –idom-Almudena Bautista–.

–Arquitecto Técnico: –idom-Miguel de Diego–.

–Consultores: Rui Maia, Arquitecto (idom). Intersalus (plan funcional), Xavier Ferrés (fachadas).

–Promotor: Comunidad de Madrid. Consejería de Sanidad y Consumo. Sociedad Hospital de Vallecas, S.A.

–Constructor: ute ploder-begar.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Santos Guerra, J. J.: "Verticalidad versus horizontalidad. Historia de la construcción de hospitales en el siglo XX". *Informes de la Construcción*, Vol 55 N° 485 (mayo-junio 2003).
- (2) Dall' Olio, L.: "L' Architettura Degli Edifici per la Sanità". Officina Edizioni. Roma, 2000.
- (3) Monk, T.: "Hospital Builders". Wiley-Academy, a division of John Wiley & sons Ltd. N. York, 2004.
- (4) Isasi, J.; Paniagua, J. L.; Pieltain, A.: "La Arquitectura del Insalud". Insalud. Madrid, 2000.
- (5) Araujo, R.; Seco, E. y otros: "Industria y Arquitectura". Editorial Pronaos. Madrid 1991.
- (6) Ruiz-Larrea, C.; Prieto, E.; Gómez, A.: "Arquitectura, Industria, Sostenibilidad". *Informes de la Construcción*, Vol 60. N° 512 (Octubre-diciembre 2008).
- (7) Verderber, S.; Fine, D. J.: "Healthcare Architecture in an Era of Radical Transformation". Yale University Press. New Haven and London, 2000.
- (8) Miller, R. L.; Swensson, E. S.: "Hospital and Healthcare Facility Design". W. W. Norton & Company, Inc. New York, 2002.

\* \* \*