

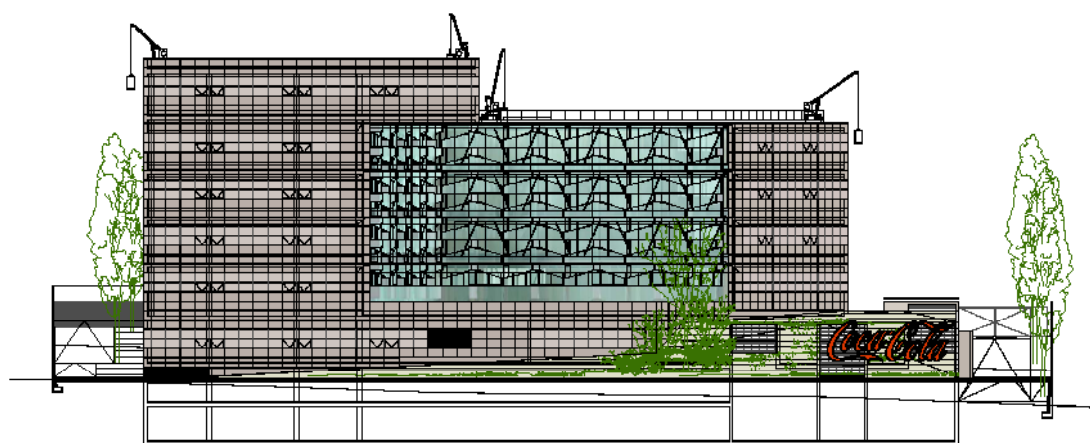


SEDE DE COCA-COLA EN MADRID

## SOBRESALIENTE EN ECOLOGÍA

Ubicada en el margen exterior de la circunvalación M-40 norte, esta construcción se ha concebido, según sus autores, "como un edificio-joya que ofrece lo mejor en su corazón. Las decisiones que en él se tomen son transparentes, como la mejor democracia".

texto y fotos\_Óscar González García (Arquitecto Técnico)



Su situación hacía que se constituyese en un edificio “telón” hacia la M-40, por lo que su diseño se vuelca hacia esta vía rápida, exponiendo la fachada más singular y el mayor alarde estructural del mismo, el voladizo de planta cuarta. Todo el edificio dispone de una fachada negra con textura mate, mientras que la única zona que destaca por su color es la fachada de “doble piel” de color verde.

El edificio consta de dos plantas de sótano dedicadas a garaje –con capacidad para más de 300 plazas de aparcamiento, una cuestión importante para la propiedad dada la carencia en la zona de esta dotación–, una planta semisótano dedicada a usos múltiples –recepción, salas de reuniones, auditorio, biblioteca, comedor, cafetería y varios almacenes–, planta baja y cuatro plantas altas, en las que se desarrollan las oficinas, despachos y *open space*. El conjunto se rodea de una urbanización a base de cubiertas vegetales, jardines y zonas libres.

#### LA ESTRUCTURA

Mientras que en las plantas bajo rasante la geometría en planta es rectangular, sobre rasante la propiedad quería dos zonas diferenciadas de trabajo. La estrategia de proyecto fue construir dos edificios cuya geometría en planta consiste en dos volúmenes trapezoidales que se maclan entre sí, de forma que en el ángulo formado por ambos queda una terraza a la M-40, denominada “plataforma de eventos”, sobre la que se eleva el gran telón de fachada de vidrio verde y que queda parcialmente cubierta por el voladizo de planta cuarta.

La estructura del edificio es de hormigón. Los sótanos se ejecutaron a base de pantalla de pilotes y muros de contención. Los forjados de las plantas de garaje y semisótano son losas armadas de hormigón y las plantas de oficina se ejecutan con forjado reticular.

La parcela original disponía de una gran pendiente desde la calle Ribera del Loira hacia la M-40. Debido a la ubicación del edificio en la parcela, ocupando toda la superficie permitida por la normativa urbanística y guardando los retranqueos mínimos exigidos, alrededor de la excavación existían calles de circulación para los vehículos de unos siete metros por lo que, entre otros, éste fue uno de los motivos para cambiar la solución de proyecto mediante muros de contención y que se optase por la solución de pantalla de pilotes, atendiendo a razones de rapidez y seguridad en la ejecución. Una vez ejecutadas las pantallas de pilotes, se comienza la ejecución de las zapatas convencionales.

El estudio geotécnico informaba de que en una cota cercana al nivel de cimentación existía nivel freático, por lo que fue necesaria la ejecución de una espina de drenaje bajo la solera del sótano -2. Esta espina recoge tanto el agua filtrada por la cámara bufa de los pilotes como el posible agua de ascensión del nivel freático que es bombeada desde el segundo sótano hasta la acometida de saneamiento. A partir de esta planta, la estructura es convencional a base de pilares de hormigón, losas armadas en plantas de sótano, semisótano y baja. Las plantas superiores se ejecutan con forjado reticular, a excepción del voladizo de planta cuarta. Este voladizo es el lugar más singular de la estructura.



La planta cuarta tiene una superficie de unos 160 m<sup>2</sup> suspendidos en el aire y sustentados por cuatro vigas metálicas que vuelan desde la cubierta y de las que cuelga esta zona del forjado mediante cuatro tirantes de acero macizo. El vuelo en la zona más corta del voladizo es de unos cuatro metros, y en el extremo más alejado es de casi nueve metros.

Debido a que el forjado de suelo de la planta en esta zona está “colgando” de las vigas del forjado de techo, la ejecución se realizó comenzando por el forjado de cubierta y luego se descolgaron los tirantes que sustentaban las vigas metálicas del forjado de suelo. Este sistema se compone de cuatro vigas metálicas de 125 cm de canto que se hormigonan junto con el forjado de cubierta. Estas cuatro vigas se apoyan sobre los pilares de hormigón de la planta; de ellas descuelgan cuatro tirantes de 140 x 140 mm de sección de acero completamente macizo para sustentar el forjado inferior. Finalmente, se ejecutan la trama de vigas y correas metálicas que cierran el sistema y se ejecuta esta zona de forjado con sistema de chapa colaborante.

Debido a la alta complejidad constructiva y la gran precisión necesaria para la ejecución –ya que los tirantes debían quedar perfectamente alineados con los montantes de fachada–, la labor de la empresa constructora fue fundamental. Hubo que emplazar las vigas de cubierta en la situación exacta con tolerancias mínimas de replanteo. Cualquier error en su colocación hubiese provocado que el tirante quedase desplazado de su situación y, por tanto, no guardara la alineación de la fachada. El fabricante desarrolló los planos de montaje que fueron aprobados por la direc-

ción facultativa. Se realizaron los ensayos obligatorios de soldadura en taller y, además, el director de ejecución solicitó el ensayo del 100% de las soldaduras realizadas en obra, efectuado por soldadores expertos con certificado de cualificación. Al final de la ejecución se llevó a cabo una prueba de carga para comprobar que el comportamiento de esta estructura cumplía con los parámetros de cálculo establecidos en proyecto.

Toda la estructura se protege con proyección de vermiculita para obtener la estabilidad al fuego exigida en proyecto, excepto en los tirantes de acero, puesto que, al quedar vistos, se realiza un estudio específico de los mismos. Los arquitectos querían un tirante esbelto, ya que un pilar grueso rompería la modulación de fachada. Dado que el tirante es macizo, la baja masividad del mismo permitió su protección con pintura intumescente.

#### **FACHADAS**

El edificio consta de tres tipos de fachada: la planta semisótano con fachada ventilada de terracota; la fachada de muro cortina y panel composite en la mayoría de las fachadas sobre rasante y, por último, la fachada “doble piel”, que es la más singular del edificio, en la denominada “plataforma de eventos” de planta baja. La fachada ventilada de terracota consiste en un sistema convencional de rastreles verticales y piezas de terracota que se fijan a la subestructura. El gran reto de la ejecución fue conseguir la modulación de proyecto, ya que, debido a la geometría irregular de las fachadas de semisótano y las inclinaciones de los petos de las cubiertas, era

necesario el desarrollo de piezas especiales fabricadas expresamente para la obra. La fachada de muro cortina y composite responde a la demanda del estudio de arquitectura de conseguir una fachada perfectamente plana con un sistema de muro cortina. Se compone de una franja de panel composite y de una línea corrida de ventanas a la altura de los puestos de trabajo.

El vidrio dispone de tecnología *dual point*, un sistema de serigrafía que, por un lado, ofrece protección solar, ya que atenúa la incidencia directa de luz solar al interior de las oficinas y, por otro, permite la coloración exterior del vidrio de forma que se atenúe la diferencia entre las franjas de vidrio y las franjas de composite, consiguiendo un volumen homogéneo. El vidrio presenta un serigrafiado con una trama de puntos: un primer serigrafiado –en negro– que se aprecia desde el interior y, sobre éste, se serigrafía el color que se elija al exterior, en este caso, gris. Se estudió la trama y diámetro de punto de forma que la serigrafía no entorpeciese la visión desde el interior. Al exterior, según la orientación solar, se iguala el color de las franjas de vidrio de las ventanas y composite. Fue necesario elegir dos tonos de gris diferente para las distintas fachadas, dependiendo de su orientación.

#### FACHADA DOBLE PIEL

Esta es la parte más singular de la fachada y, quizá, del edificio. Tiene una piel interior de muro cortina con montantes verticales y oblicuos, de manera que la forma del vidrio es trapezoidal. Situada a 60 cm delante, en ésta se coloca la piel exterior, a base de acero inoxidable y vidrio.

Mientras que la fachada interior es más convencional, la fachada exterior necesitó de la coordinación entre arquitectos e ingeniería en el desarrollo de la fase de proyecto y de la colaboración del instalador en el cálculo y desarrollo de planos de montaje.

La fachada consiste en unos montantes verticales de acero inoxidable a modo de mástiles que se anclan en los forjados de cada planta; de éstos salen unas velas de acero de unos 20 mm de espesor sobre las que se apoyan lamas de vidrio trapezoidales. Las velas de acero quedan ocultas tras vidrios serigrafiados de forma que el aspecto visual es una fachada completamente de vidrio. Estructuralmente, el sistema es extremadamente complejo ya que, mientras que los mástiles sirven para soportar las solicitaciones verticales y gravitatorias del conjunto, el arriostramiento lateral necesario para contrarrestar la acción del viento lo realiza la propia lama de vidrio. Para no provocar tensiones excesivas en los apoyos de las lamas, hubo que diseñar los apoyos de forma que el vidrio trabajase como una biela. Se ejecutaron con una pieza en forma de bisagra que no provoca tensiones en los apoyos.

Tras el desarrollo de los planos de montaje se elaboró una muestra de imagen de un módulo de fachada para la aprobación de la dirección facultativa y de la ingeniería de fachadas. Una vez aprobada la muestra y los cálculos del instalador, se trasladó otra muestra al laboratorio de control para efectuar ensayo de resistencia al viento, tanto de presión como de succión, y la prueba de impacto. Al no existir en España ningún laboratorio que proporcionase la presión de viento indicada en el pliego de condiciones, la prueba se realizó en el laboratorio Wintech (Wintech Engineering





Distintas fases del montaje de la fachada, uno de los aspectos que resaltan la singularidad de este edificio.



#### FICHA TÉCNICA EDIFICIO DE OFICINAS Y GARAJE, NUEVA SEDE DE COCA-COLA ESPAÑA, en la calle Ribera del Loira, 20-22 (Madrid)

##### PROMOTOR

COMPañÍA DE SERVICIOS DE BEBIDAS REFRESCANTES, SL

##### PROYECTO

José María de Lapuerta Montoya, Carlos Asensio Galvín y Paloma Campo Ruano (Arquitectos. Estudio de arquitectura DL+A)

##### DIRECCIÓN DE LA OBRA

Estudio de arquitectura: José María de Lapuerta Montoya y Paloma Campo Ruano (Arquitectos. DL+A)  
Arquitectos colaboradores: Elena Zanolín y Elena Tejeiro

##### DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Óscar González García (Arquitecto técnico)  
Arquitecto técnico colaborador: Juan Manuel de Castro Romero

##### COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

En fase de ejecución: Monserrat Santos Tejada (Arquitecto técnico, CERTUM)

##### PROJECT MANAGEMENT: Cushman & Wakefield

##### SUPERFICIE DE ACTUACIÓN

8.400 m<sup>2</sup> sobre rasante y 15.137 m<sup>2</sup> bajo rasante

##### FECHA DE INICIO DE LA OBRA: Noviembre de 2007

##### FECHA DE FINALIZACIÓN DE LA OBRA: Septiembre de 2009

##### EMPRESA CONSTRUCTORA: Ferrovial Agroman, SA

##### PRINCIPALES EMPRESAS COLABORADORAS

Ingeniería de estructuras: Gómez Gaité

Ingeniería de fachadas: ARUP

Ingeniería de instalaciones: Úrculo Ingenieros

Limited), en Telford (Inglaterra). Realizada la prueba, con resultado favorable, comenzó la fabricación de las piezas. El montaje de la fachada exigió un replanteo exhaustivo y cuidado de los montantes y anclajes. Una vez montada la estructura se procede a la medición de vidrios. La dirección facultativa, asistida por la ingeniería de fachadas, realizó las comprobaciones de ejecución y suministro de materiales.

Los vidrios de esta piel exterior también disponen de tecnología *dual point*, habiéndose estudiado la incidencia solar en las distintas zonas de la fachada, de forma que ésta se divide en tres zonas diferenciadas con distinta densidad de punto, lo que permite mayor entrada de soleamiento en la zona más sombría de la fachada y menor soleamiento en la más expuesta. Por la noche se ilumina con unas líneas de leds.

##### REVESTIMIENTOS INTERIORES

Dado el carácter representativo del edificio, para el acabado interior se han utilizado materiales de alta calidad. Los paramentos del semisótano se visten con un vidrio retroiluminado con leds. Conseguir el efecto de una iluminación homogénea no ha sido sencillo: se hicieron pruebas con distintas muestras de vidrio y tipos de iluminación hasta encontrar la que más se ajustaba a la imagen requerida por los arquitectos.

Durante la fase de obra se homogeneizaron los acabados, de forma que en planta semisótano se ejecutaron con madera noble, fundamentalmente de cerezo. Tanto el auditorio como el vestíbulo disponen de falso techo de lamas macizas de cerezo, así como los paramentos del auditorio. Al ser un sistema artesanal, se



supervisaron los detalles de montaje con el instalador para que pueda desmontarse para el paso de futuras instalaciones. La madera lleva un barniz ignífugo con la reacción a fuego indicada para su ubicación.

Para obtener buenos resultados de reverberación acústica en comedor y cafetería se utilizó un falso techo de malla metálica estirada y manta de lana de roca tanto en falso techo como en paramentos laterales de ambos recintos.

La elección de los acabados de las oficinas era fundamental, ya que se trata del uso principal del edificio. Para la elección de materiales se hicieron seis despachos a escala real con distintas marcas comerciales de pavimento, mamparas y falso techo. En la elección se tuvo en cuenta la sostenibilidad y el uso de materiales reciclados.

### CONTROL DE EJECUCIÓN

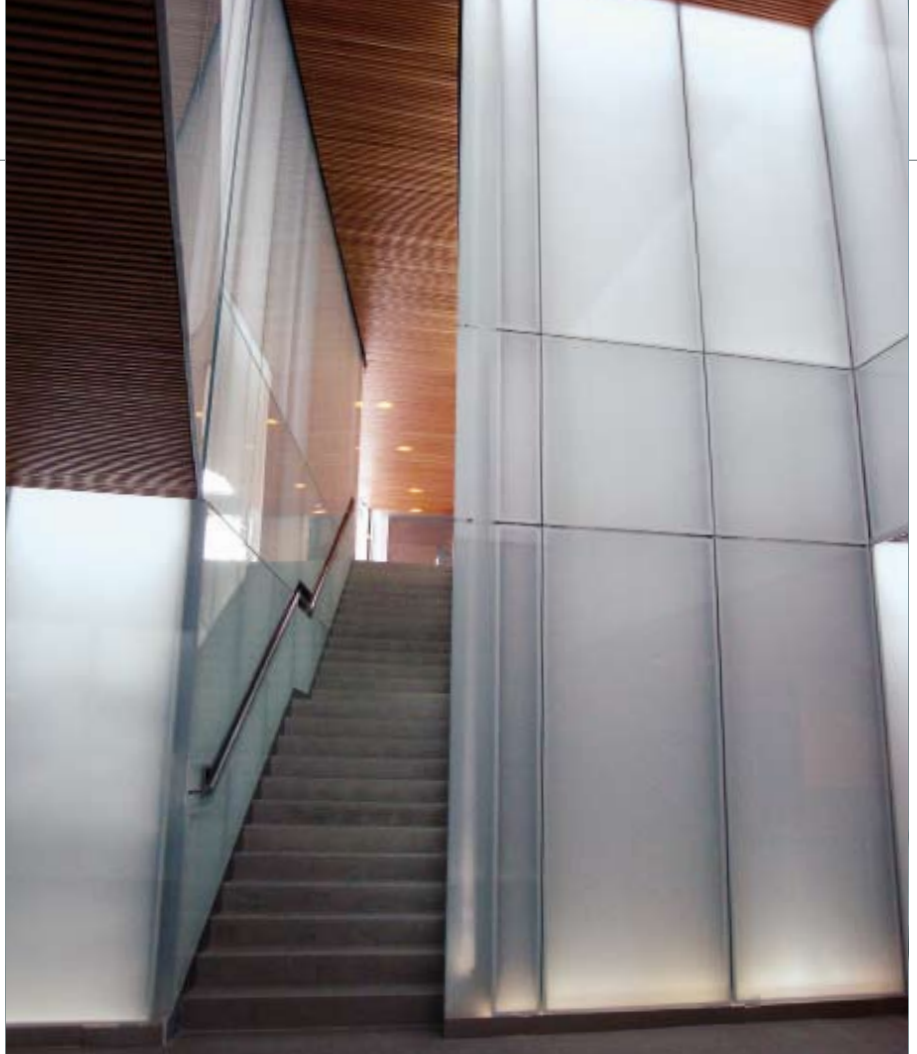
Para el seguimiento se realizaron visitas de obra con más frecuencia de lo habitual, ya que, dado el ajustado plazo de la obra en algunas fases, el avance era muy intenso. El control documental de cambios, órdenes de obra y cualquier decisión tomada se clasificaba y reflejaba en el acta de obra.

En fase de estructura y fachada se instaló una *webcam* en la obra para el seguimiento diario, con acceso restringido para los agentes intervinientes en obra. En ningún caso, la *webcam* sustituye las visitas, pero permite un seguimiento diario de la actividad y de los tajos iniciados. Para el seguimiento y control de las unidades de obra se utilizaron fichas de puntos de inspección.

La labor de control de suministro de materiales en una obra con un volumen importante es una labor ingente. Aún existen muchos sectores de la construcción sin concienciación sobre la importancia de aportar la documentación técnica antes de aprobar el suministro del material. En esta obra existía un aparejador dedicado a la clasificación y control de documentación de materiales. Se desarrolló una aplicación informática específica para la gestión y clasificación de esta documentación. Al igual que con la documentación, se realizó la clasificación y control de ensayos realizados con la misma aplicación informática, que sirve para la gestión de los resultados de ensayos clasificándolos según su fecha y resultado.

Los ensayos realizados para la obra fueron, naturalmente, los obligatorios que establece la normativa de hormigón armado, los obligatorios para soldaduras de taller mediante líquidos penetrantes y los habituales de estanqueidad de cubiertas. Además de éstos, durante la obra el director de ejecución estimó necesario realizar otros ensayos para el control de la ejecución, tales como los ultrasonidos en pilares de hormigón (que, aparentemente, podrían tener coqueas en su interior), ensayo de recepción de piedra natural para pavimentos (dado que hay una gran superficie pavimentada con este material, se decidió supervisar los resultados declarados por el fabricante en su declaración CE de conformidad). En el proceso de elaboración de la certificación Leed se realizó un ensayo de reflectividad de la piedra de la cubierta de uno de los edificios. Debido a los problemas de rotura de las piezas de suelo técnico encapsulado con piedra natural, se





realizó un ensayo de resistencia a flexión de la baldosa de suelo técnico. Por último, se llevaron a cabo otros ensayos habituales, tales como el de estanqueidad de fachadas y el ensayo acústico de mamparas.

La supervisión de instalaciones fue realizada por Úrculo Ingenieros y por un organismo acreditado de control de ejecución y pruebas finales de instalaciones.

#### **BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES**

Durante la ejecución se realizó el seguimiento y control documentado de los residuos generados. La tierra de la excavación fue reutilizada para rellenos dentro de la Comunidad de Madrid. Los residuos de construcción, o bien se clasificaban en obra o bien se llevaban a un gestor autorizado de residuos para su clasificación. En la obra existían contenedores clasificados por tipo de residuo para el reciclaje de envases y embalajes. Al final, el jefe de obra entregó el control documental realizado.

El diseño de la instalación de fontanería y saneamiento ha sido tal que el ahorro de agua es en torno al 40% en relación a un edificio convencional. Los grifos disponen de mecanismos de ahorro de agua, perlizadores, inodoros de doble descarga y grifos electrónicos o temporizados en algunas zonas. La reutilización de aguas grises es una instalación muy importante dentro del saneamiento del edificio. El agua de lavabos, duchas y pluviales se recupera y reutiliza en inodoros

y urinarios, así como en riego por goteo de jardines. Para el ahorro de agua para riego se sembraron especies autóctonas y de bajo consumo de agua, además de disponer de sistemas de riego automático, sensores de humedad de suelo y de lluvia para evitar riegos innecesarios, etcétera. Así, se asegura el consumo nulo de agua potable para riego debido a la gran capacidad de los depósitos de reutilización.

En cuanto a los beneficios energéticos, el edificio dispone de paneles solares que suponen el 70% de la energía necesaria para la instalación de agua caliente sanitaria; 140 módulos fotovoltaicos, con un total de 24 kWp de potencia fotovoltaica; la climatización y ventilación se realiza mediante un sistema de impulsión por falso suelo que permite una mayor eficiencia energética. También se dispone de sistema de regulación y control de las instalaciones para optimizar el funcionamiento mediante un sistema integrado de control distribuido y supervisión centralizada con capacidad de gestión de todos los elementos eléctricos y electrónicos de la instalación.

Las luminarias cuentan con lámparas de bajo consumo y leds. Se han eliminado los halógenos y las lámparas incandescentes. Un sistema innovador y poco empleado es el uso de fibra óptica para iluminar los recintos de escaleras interiores de sobre rasante y una zona de salas de reuniones. En las salas de reuniones centrales del semisótano existen captadores



Este edificio ha conseguido la certificación LEED Oro (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), otorgada por US Green Building Council, un título que da fe tanto del carácter sostenible de la construcción como del compromiso medioambiental de la compañía de la que es sede



solares que regulan la iluminación automáticamente en función de la luz obtenida del exterior.

El diseño del edificio optimiza la entrada de luz natural al interior de las oficinas. Abierto al sur gracias a la fachada de doble piel, la tecnología de serigrafía del vidrio *dual point* actúa como un toldo de vidrio permanente. El aislamiento del edificio de vidrio celular, de 50 mm de espesor en lugar de poliuretano o similar.

En la selección de materiales se tuvo en cuenta la minimización de emisiones de transporte y la extracción de nuevos recursos naturales, tales como la piedra del pavimento o el mobiliario de oficinas. En este sentido, para la construcción de mobiliario, carpintería, tabiques, armarios de mamparas y revestimientos de paneles y techos se seleccionaron maderas procedentes de gestión forestal sostenible con certificado de custodia FSC. Asimismo, se efectuó un control de compuestos orgánicos volátiles en las pinturas, adhesivos y sellantes. Los materiales de acabado de cubierta tienen un índice de reflectancia solar muy alto (SRI>78). La fachada del semisótano es de terracota (material cerámico). El 30% de mo-

biliario, moqueta y aluminio de mamparas procede de materiales reciclados, y se han usado adhesivos implementados que cumplen los estándares establecidos por el programa de etiquetado verde Green Label Plus del Carpet and Rug Institute.

Las cubiertas vegetales, además de favorecer un ambiente agradable y húmedo, devolviendo por evaporación al ambiente gran parte del agua de lluvia, mejoran la reflexión sonora, el aislamiento acústico y aportan un aislamiento térmico inmejorable a la planta semisótano del edificio.

La construcción del edificio era un reto tanto para el equipo de obra como para la dirección facultativa y, tal y como se ha descrito, éste incluye algunos sistemas constructivos singulares que los técnicos han planificado y ejecutado con éxito. Otro de los éxitos del edificio es haber acabado la construcción con los normales cambios de diseño y materiales durante la ejecución sin desviación final de presupuesto. Es de agradecer la implicación que han tenido todos los equipos para llegar a la finalización del mismo con éxito.

