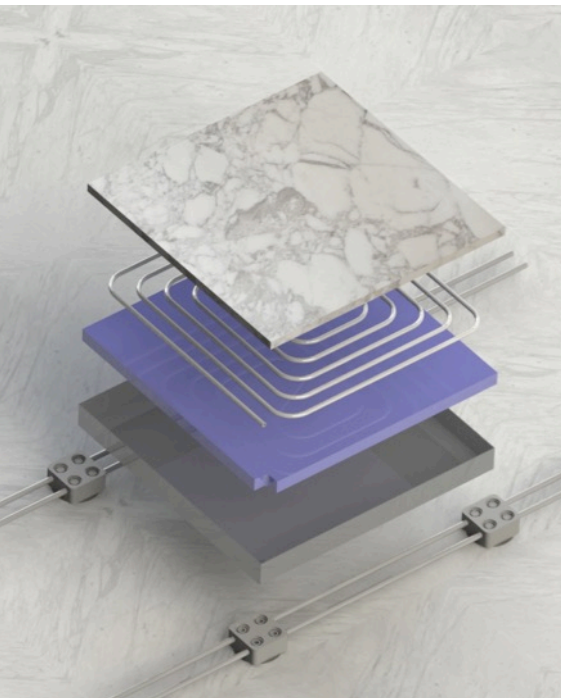


La Catedral de Burgos: THERMAL SOCKET Flujo radiante tridimensional

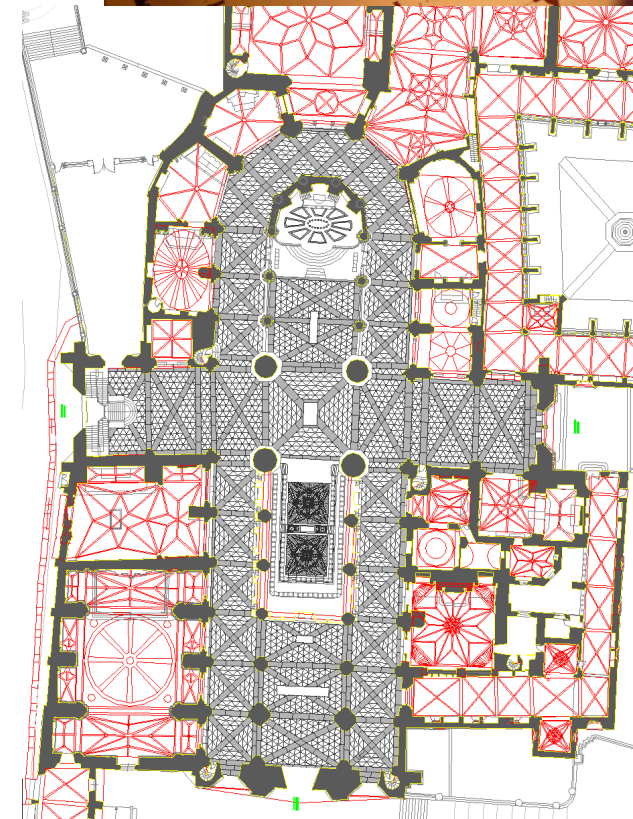


Dr. Carlos González-Bravo
Dra. Loreto Barrios
A+I Arquitectura e Ingeniería S.L.



Situación actual y problemática de la Catedral de Burgos

- Edificio gótico del siglo XIII sobre uno románico del siglo XI.
- Monumento Histórico-Artístico protegido por la UNESCO.
- Nivel de protección elevado: solado, obras de arte, mobiliario, etc...
- Proceso de conservación complejo debido a los restos arqueológicos.



LA CATEDRAL DE BURGOS: THS FLUJO RADIANTE TRIDIMENSIONAL

Doctor Carlos González Bravo

JORNADAS TÉCNICAS (C&R 2017)

Doctora Loreto Barrios

FERIA DE CLIMATIZACIÓN (IFEMA)

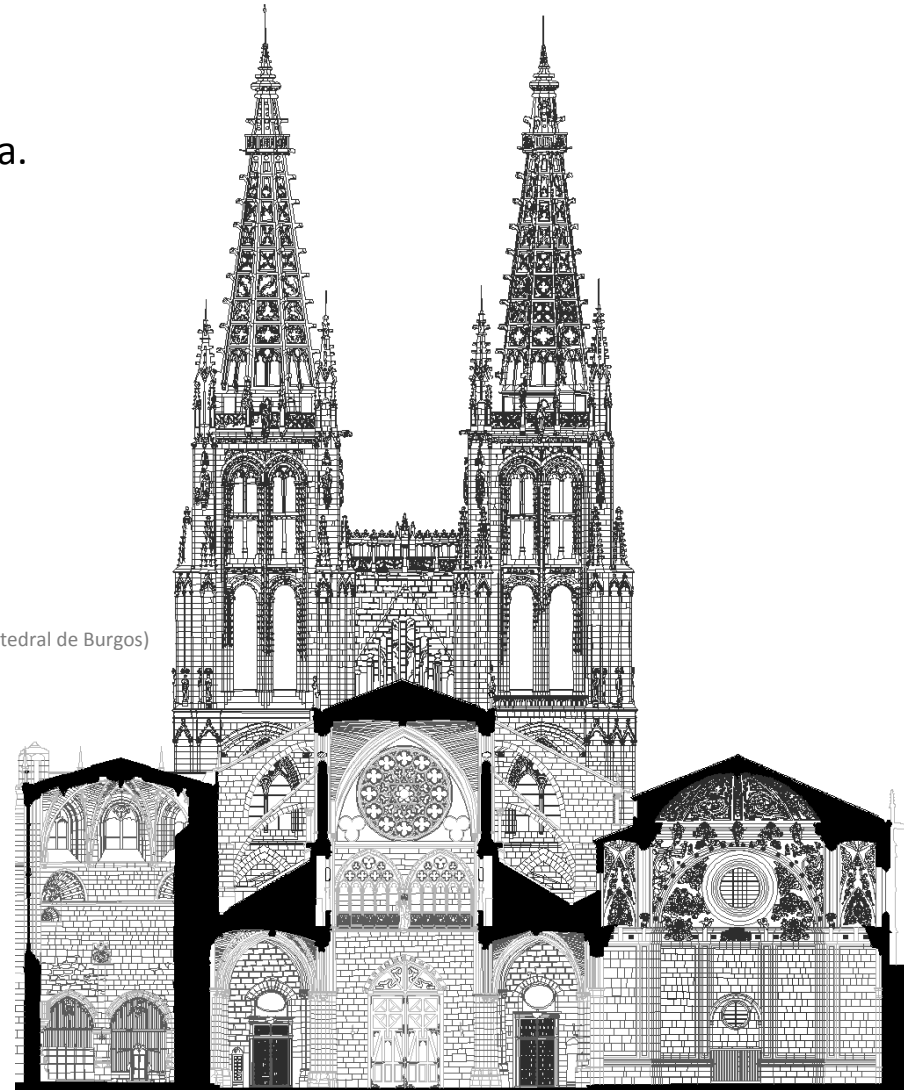
01 de marzo de 2017

Situación actual y problemática de la Catedral de Burgos

Condiciones Invierno

- T^a en el interior por debajo de los 8 °C durante el día.
- HR por encima del 70 %.
- Circulación interior de aire
- Transmitancia térmica del muro de cerramiento
 $U = 0,88 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Coeficiente de penetración térmica
 $b = 1.889,44 \text{ Ws}^{0,5}/\text{mK}$
- Inercia e Impedancia térmica

Planos Catedral adaptados de los originales facilitados por José Manuel Álvarez Cuesta (Arquitecto conservador Catedral de Burgos)



LA CATEDRAL DE BURGOS: Ths FLUJO RADIANTE TRIDIMENSIONAL

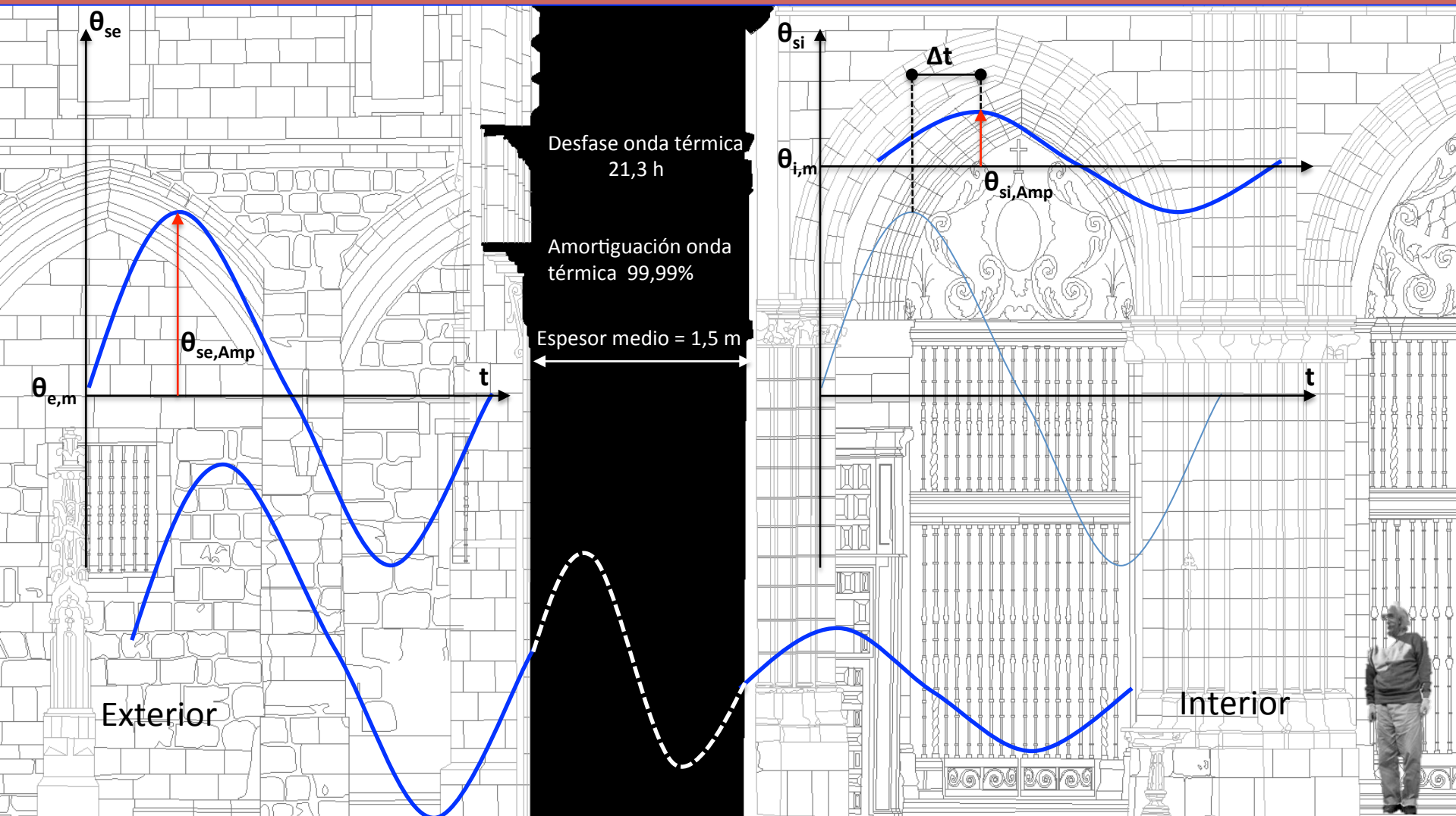
Doctor Carlos González Bravo

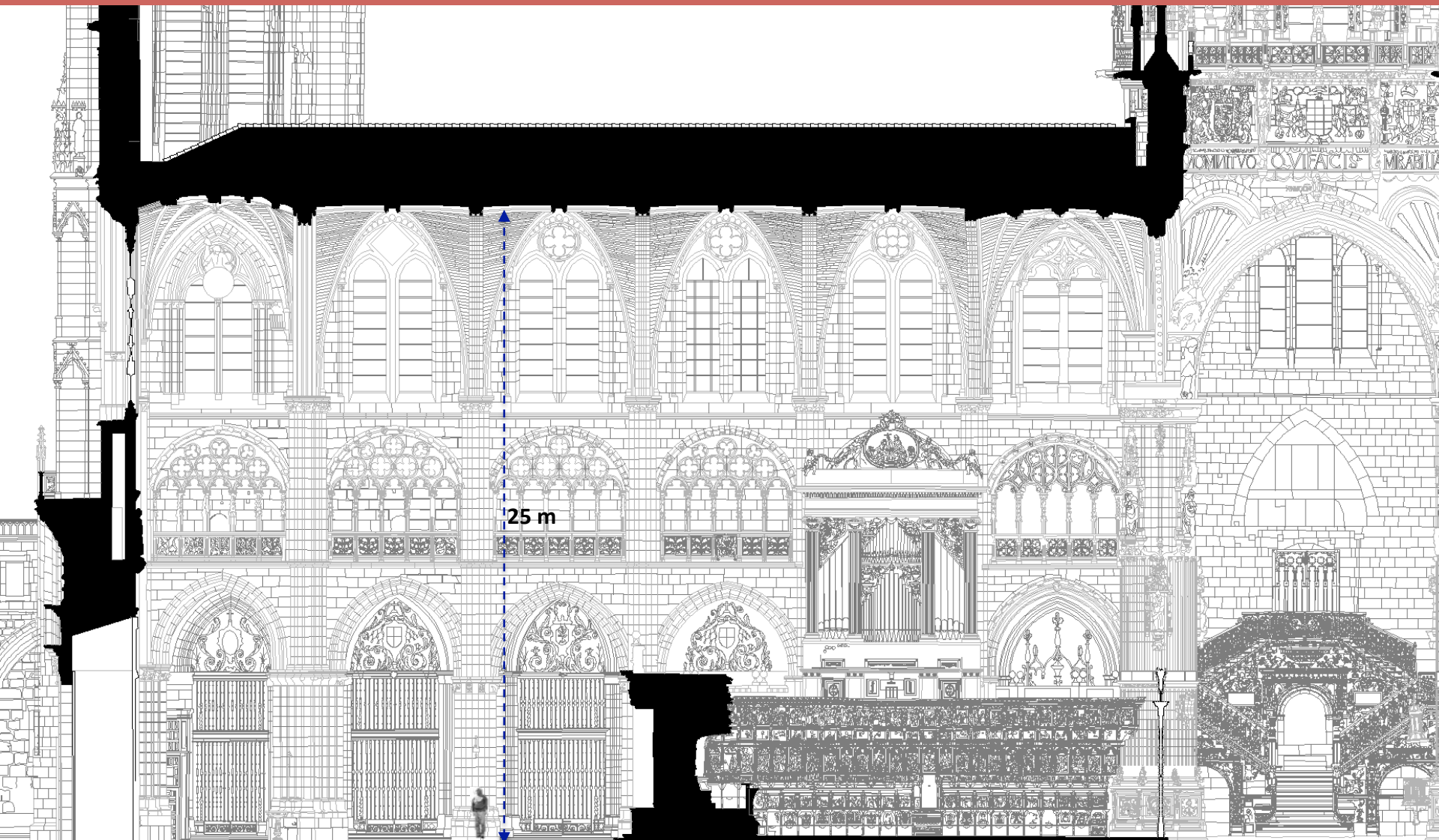
JORNADAS TÉCNICAS (C&R 2017)

Doctora Loreto Barrios

FERIA DE CLIMATIZACIÓN (IFEMA)

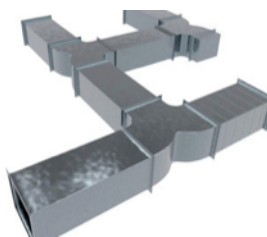
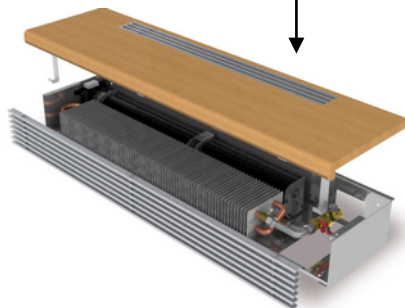
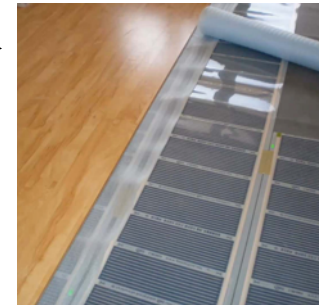
01 de marzo de 2017





Soluciones anteriores

- Bancos radiantes
- Folios radiantes
- Suelo radiante convencional
- Aire
- Ventilo convectores



Suelo radiante

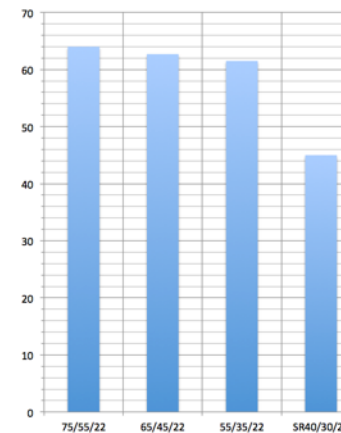
Antigüedad

Eficacia térmica

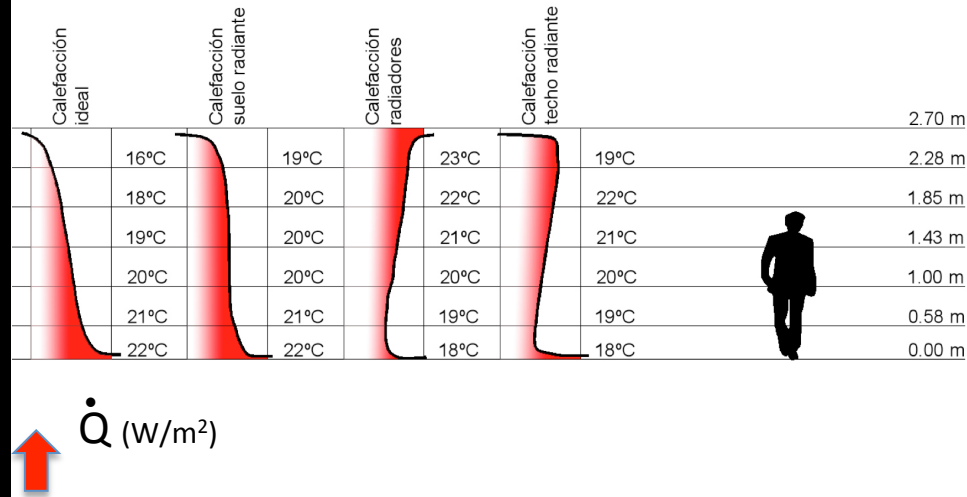
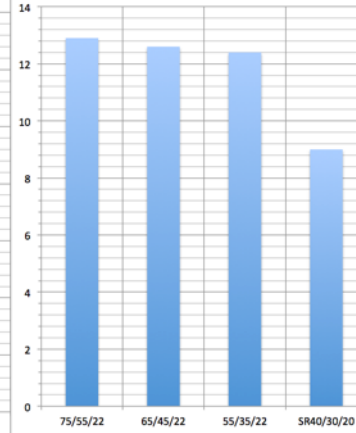
Ahorro energético

- Empleo de bajas temperaturas ($< 45\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- Uso de Energía solar térmica (Baja T^a)
- Uso de Energía geotérmica (noche y día)

Consumo Energético (Mwh/año)



Emisiones CO₂ (Tn/año)



Requerimientos/características de la solución

- Dotar al interior de energía térmica de confort.
- Respetar el pavimento original sin dañarlo (mantenimiento y control).
- Monitorizar y regular en tiempo real la emisión térmica de calor.
- Correcta conservación y seguimiento del comportamiento de obras de arte (retablos, sillería, pinturas, etc.).
- Solución de carácter económico y medioambientalmente sostenible.
- Sistema prefabricado: carácter reversible.
- Desmontable: permitir el acceso al suelo original (calas arqueológicas...).
- *Non stop system*: evitar el vaciado de circuitos en operaciones de desmontado parcial del sistema manteniendo el régimen de funcionamiento.

100-200 W/m²

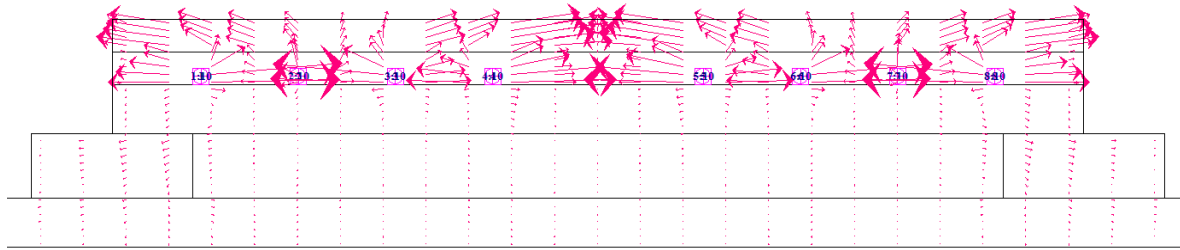
R³F Raised Removable Radiant Floor

Suelo Radiante Elevado y Desmontable

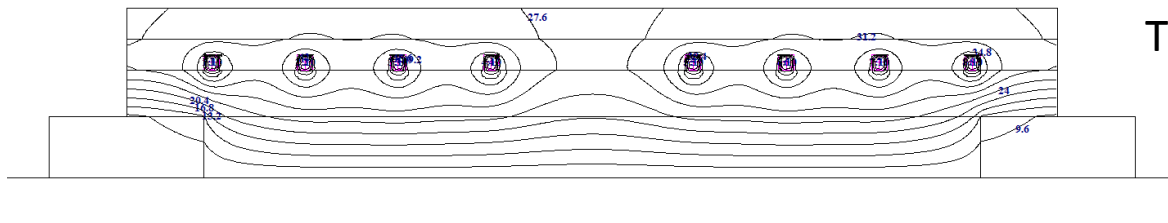
Mortero de cemento e= 20 mm (base del acabado)
Tubo de Polietileno reticulado (9.9/1.1 mm)
Aislamiento térmico de poliestireno extruido e= 30 mm
Base de panel en acero S275
Cámara de aire (zona técnica)
Solado original

Taladro de 12 mm para paso de fluido
Soporte distribuidor de fluido fabricado en Polióxido de Metileno
Base reguladora de altura rocada sobre el soporte

Análisis térmico



Gráfica de vectores de flujo



Gráfica de isotermas

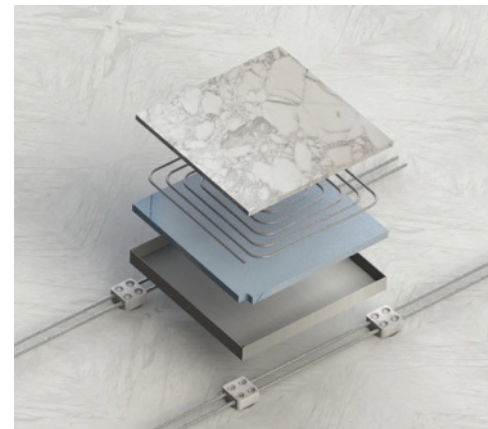
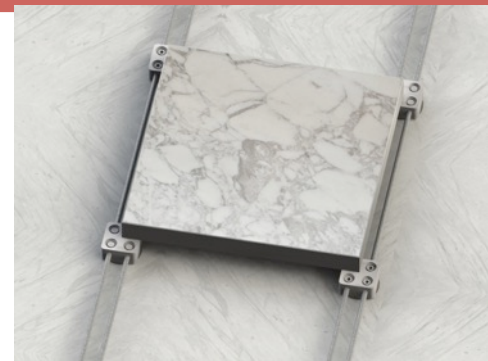
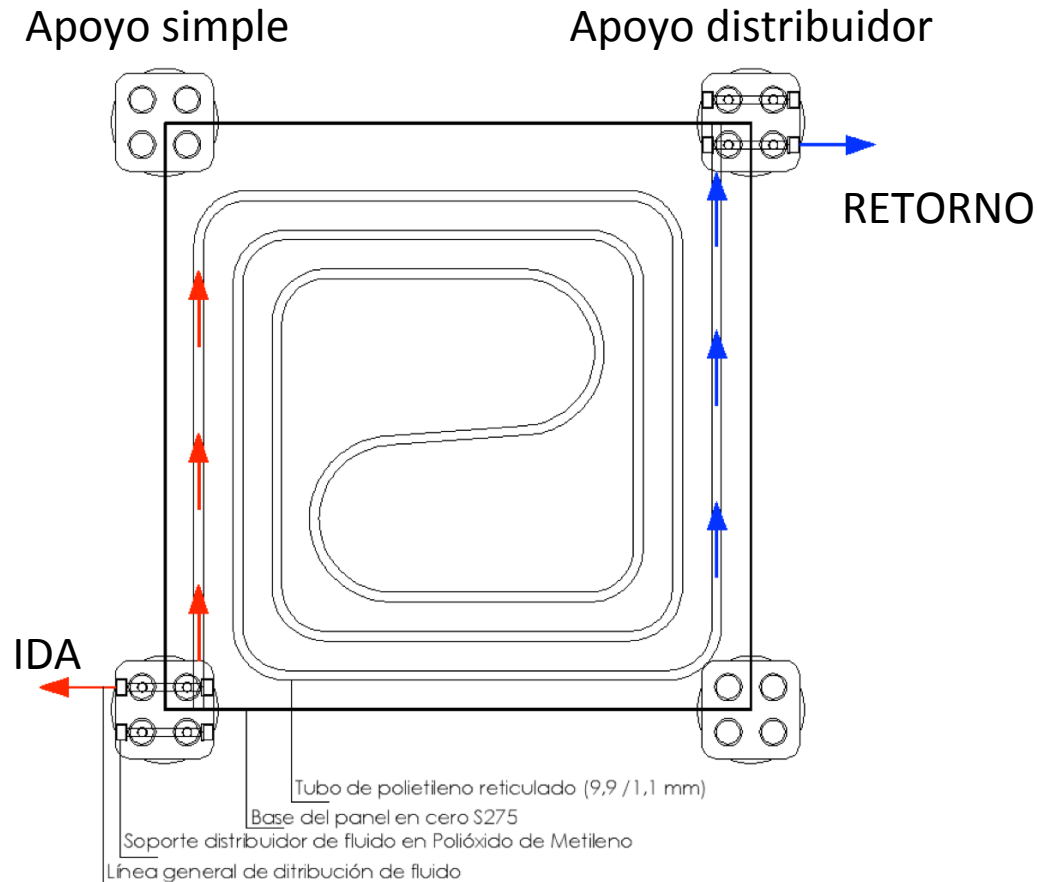
$$Q = 120 \text{ W/m}^2$$

$Q > 120 \text{ W/m}^2$

$T = 29^{\circ} \text{C}$ (IDA a 45°C)

29°C <T< 33°C (IDA a 50 °C)

Propuesta de solución



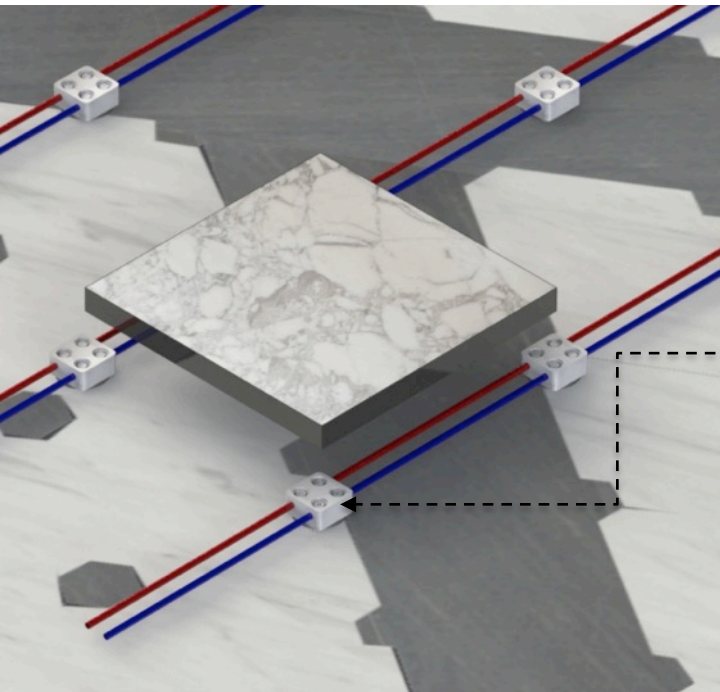
Propuesta de solución

Circuito de retorno

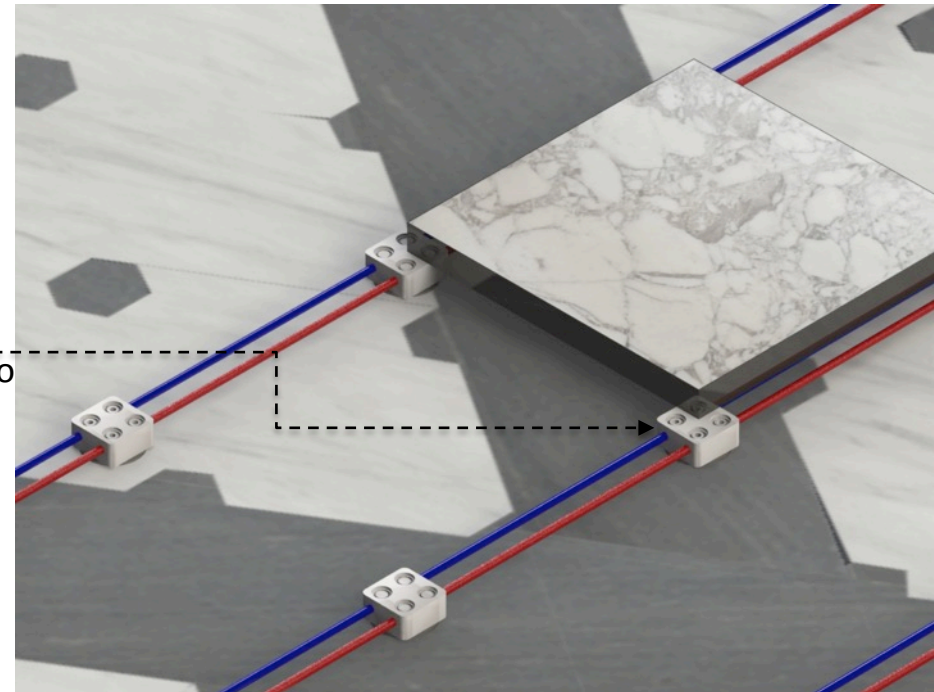
Circuito de impulsión

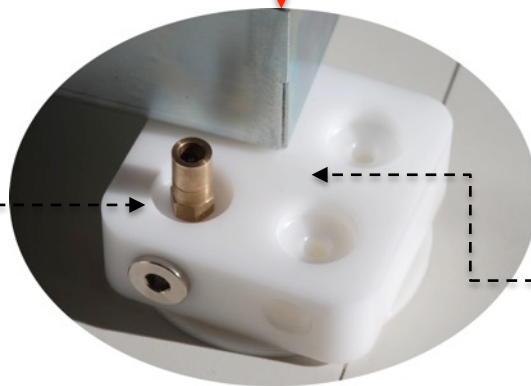
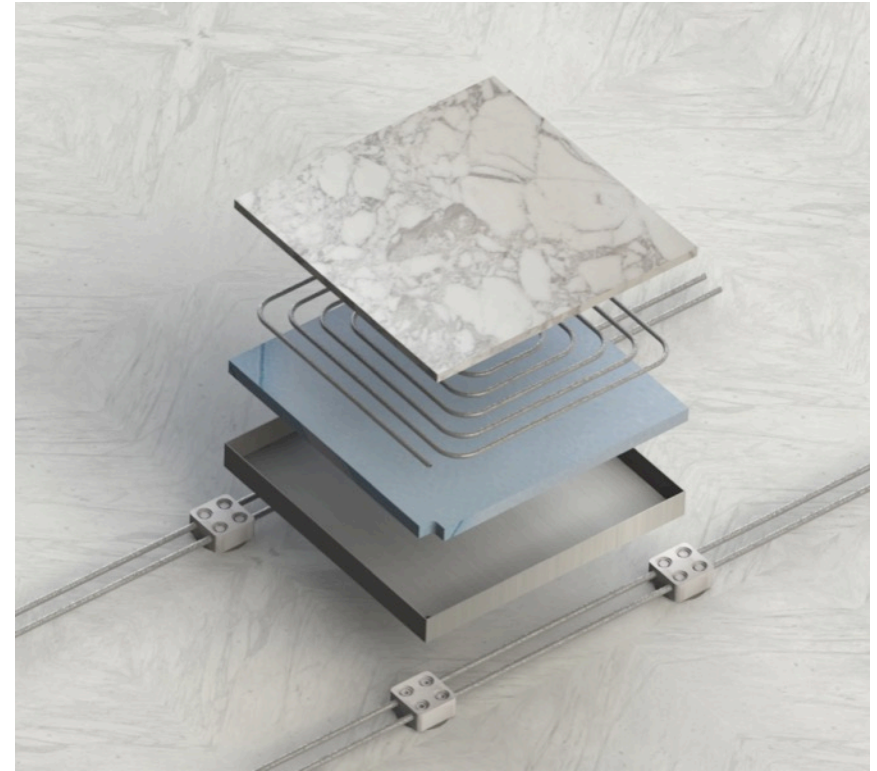
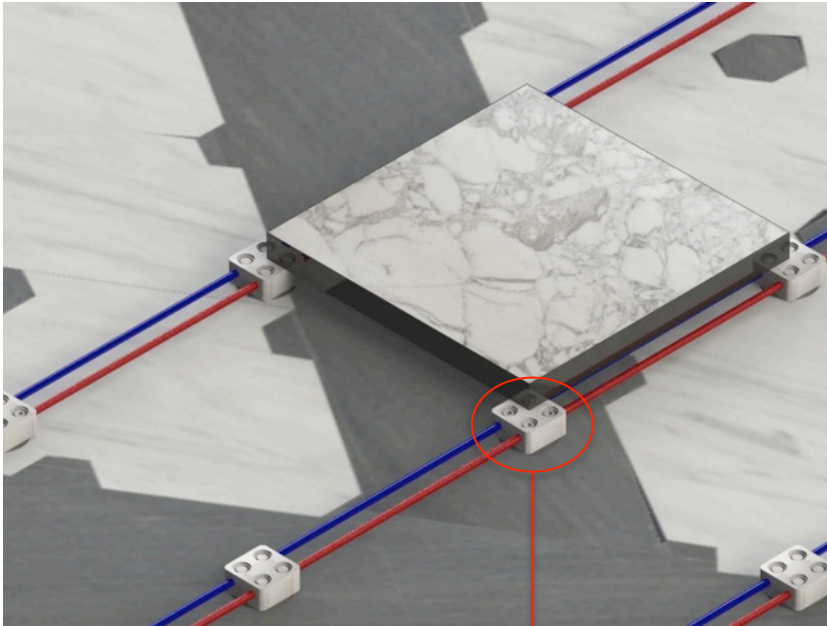
Regulación Automática y monitorización:

- Bombas de caudal variable
- Sensores de temperatura con distribuidores de señal
- Control remoto de apertura de soportes
 - Electroválvulas en soportes y circuitos



Thermal Socket
entrada de fluido
en la baldosa





Electroválvulas
para cierre de
caudal controlado
por autómatas

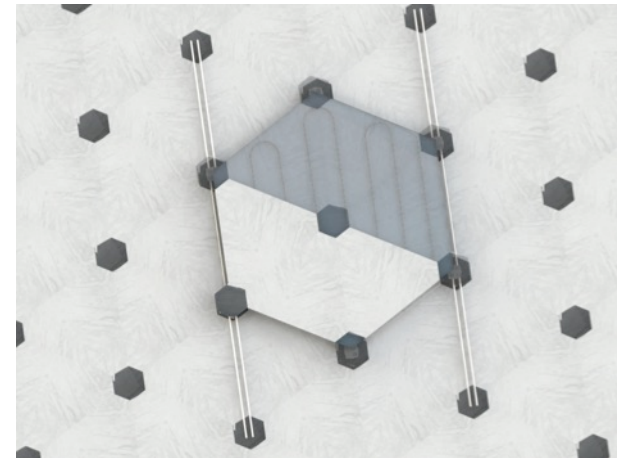
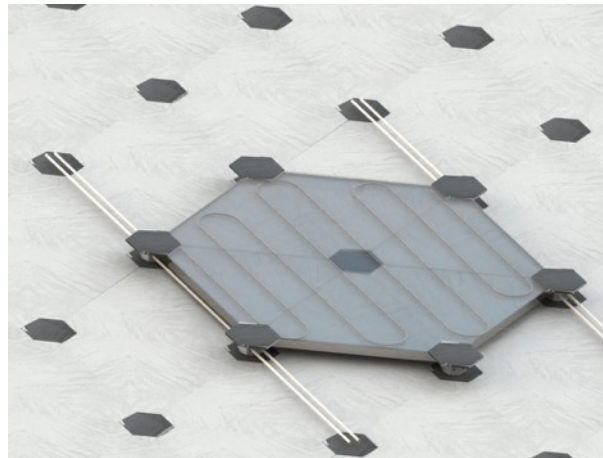
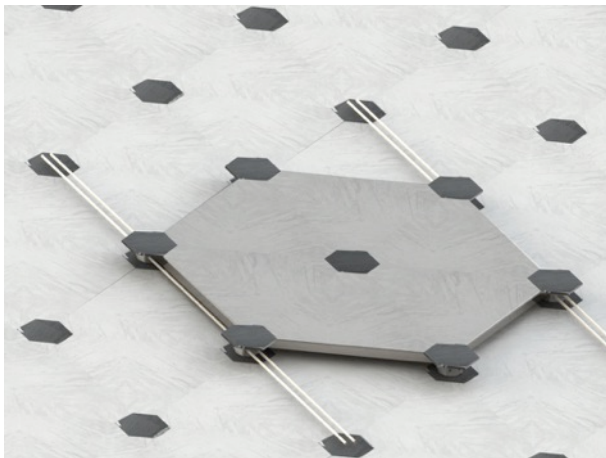
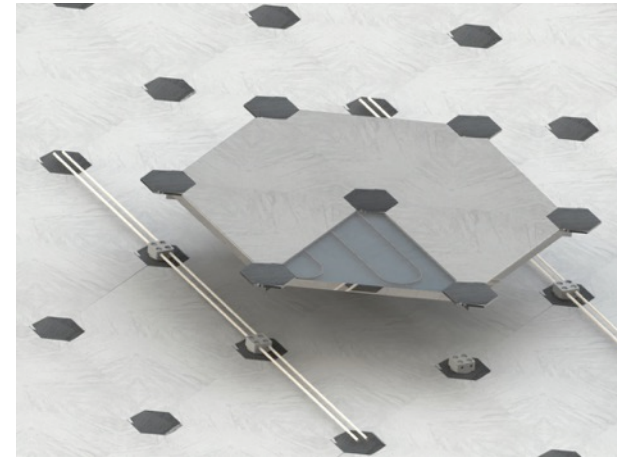
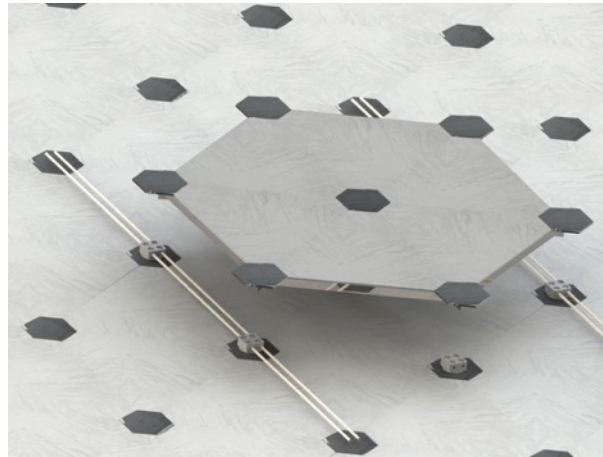
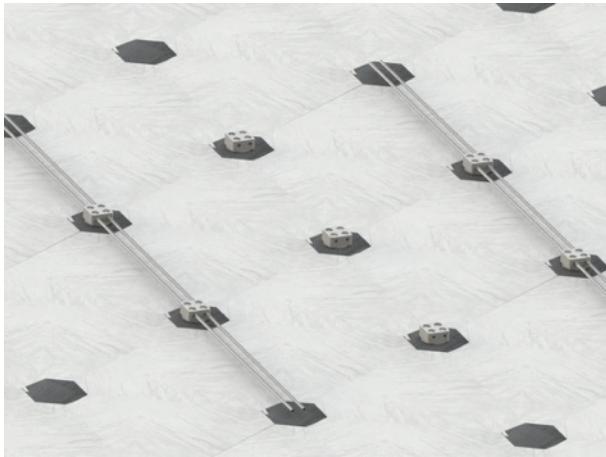
Registro paramétrico del fluido:

- Sensor de caudal
- Sensor de temperatura
- Sensor de presión

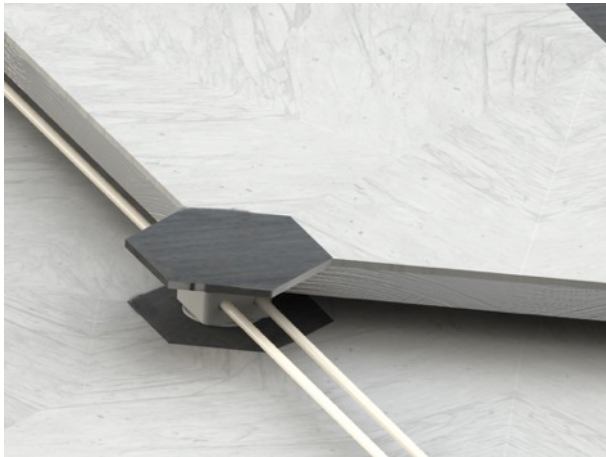
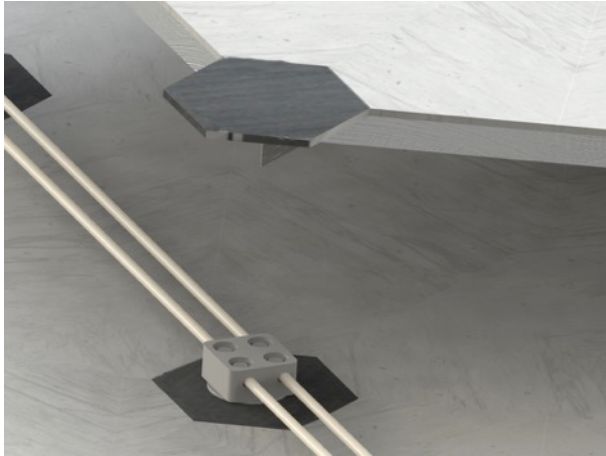
Registro paramétrico de la cámara:

- Sensor de Humedad Relativa
- Sensor de Temperatura del pavimento original

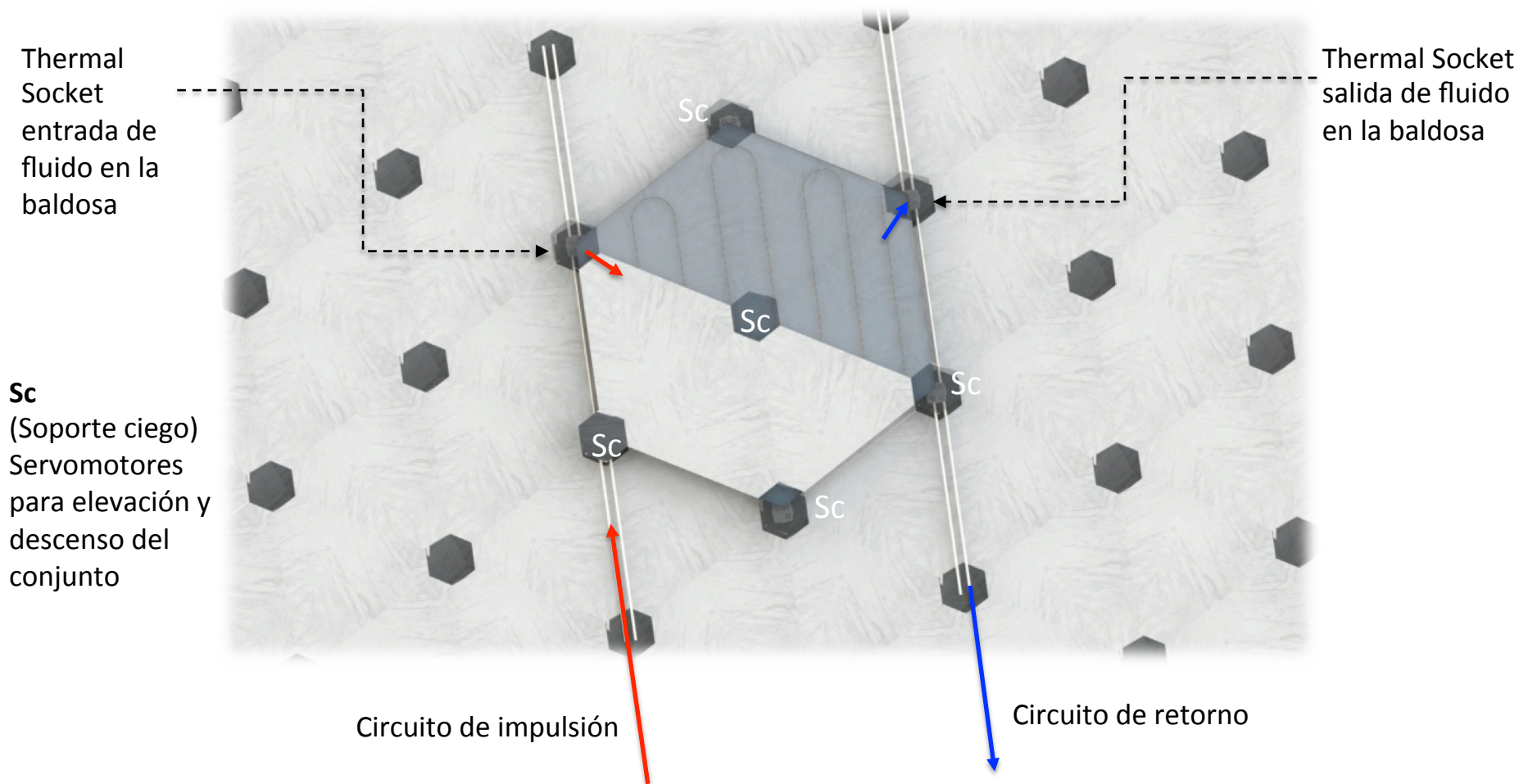
Diseño específico para la Catedral de Burgos: R³F.BC Raised Removable Radiant Floor Burgos Cathedral



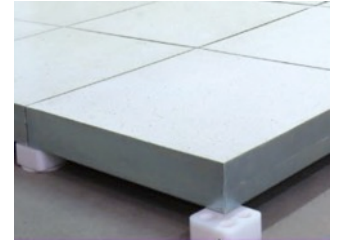
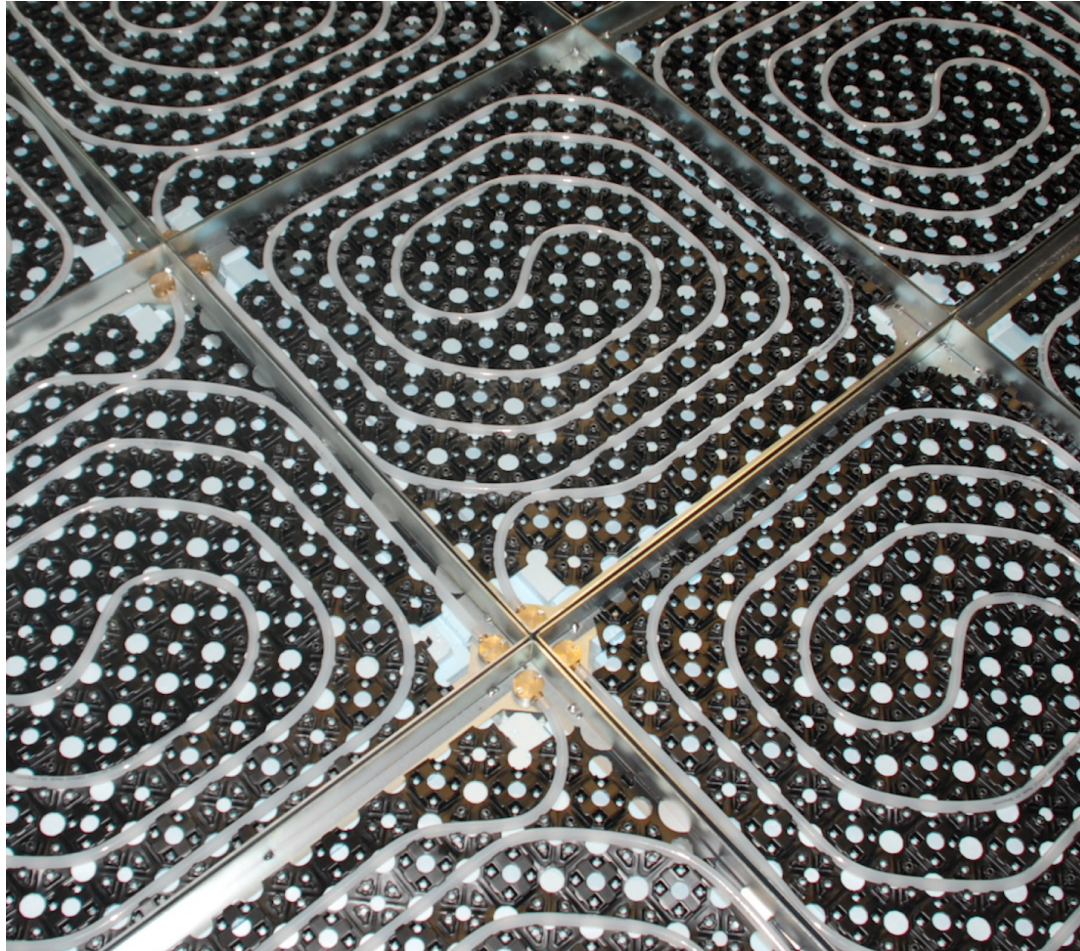
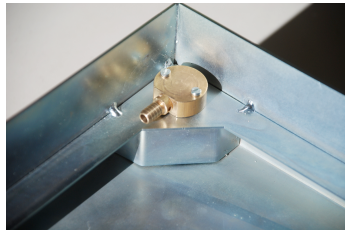
Adecuación pavimento Catedral



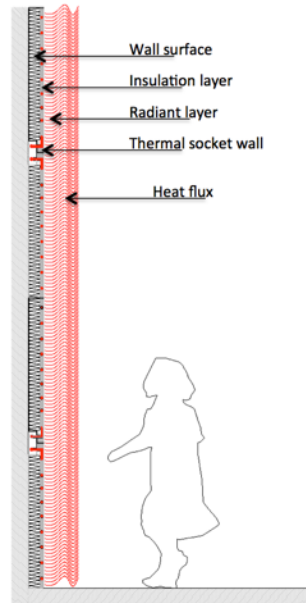
Adecuación pavimento Catedral



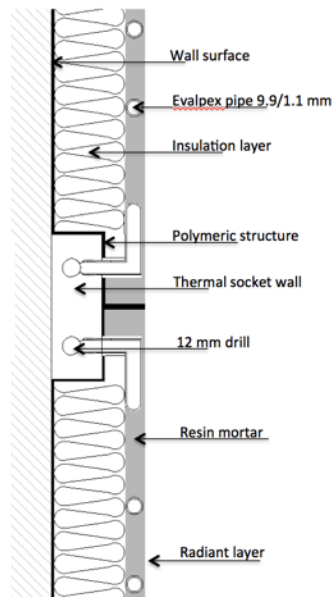
Fabricación y materiales



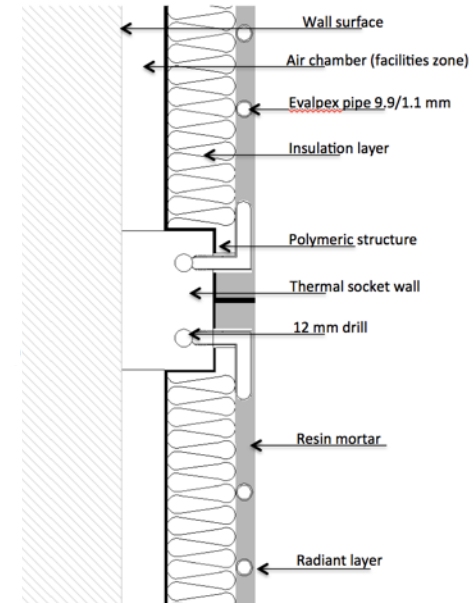
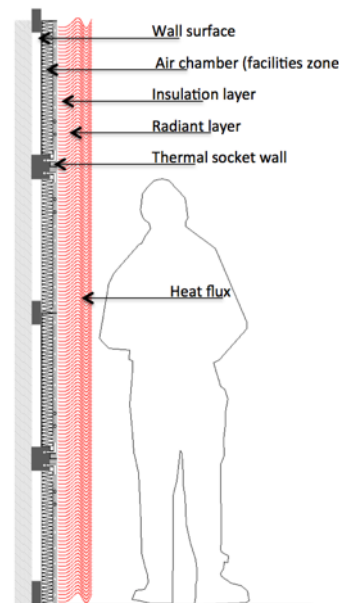
Diferentes aplicaciones

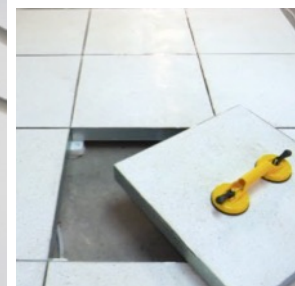
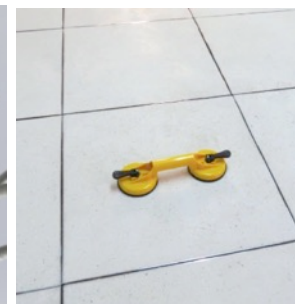
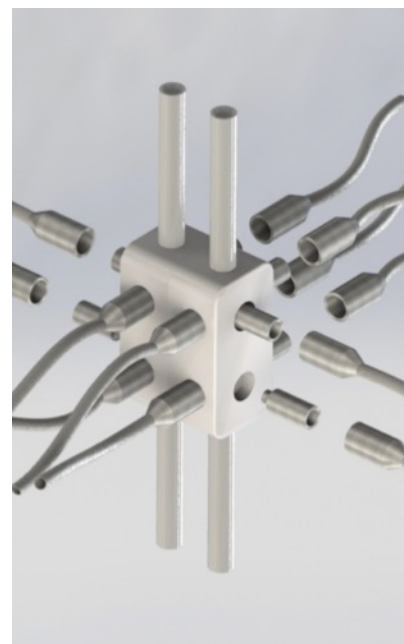


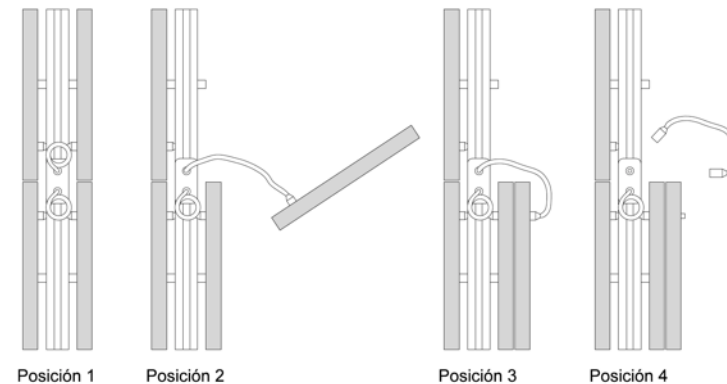
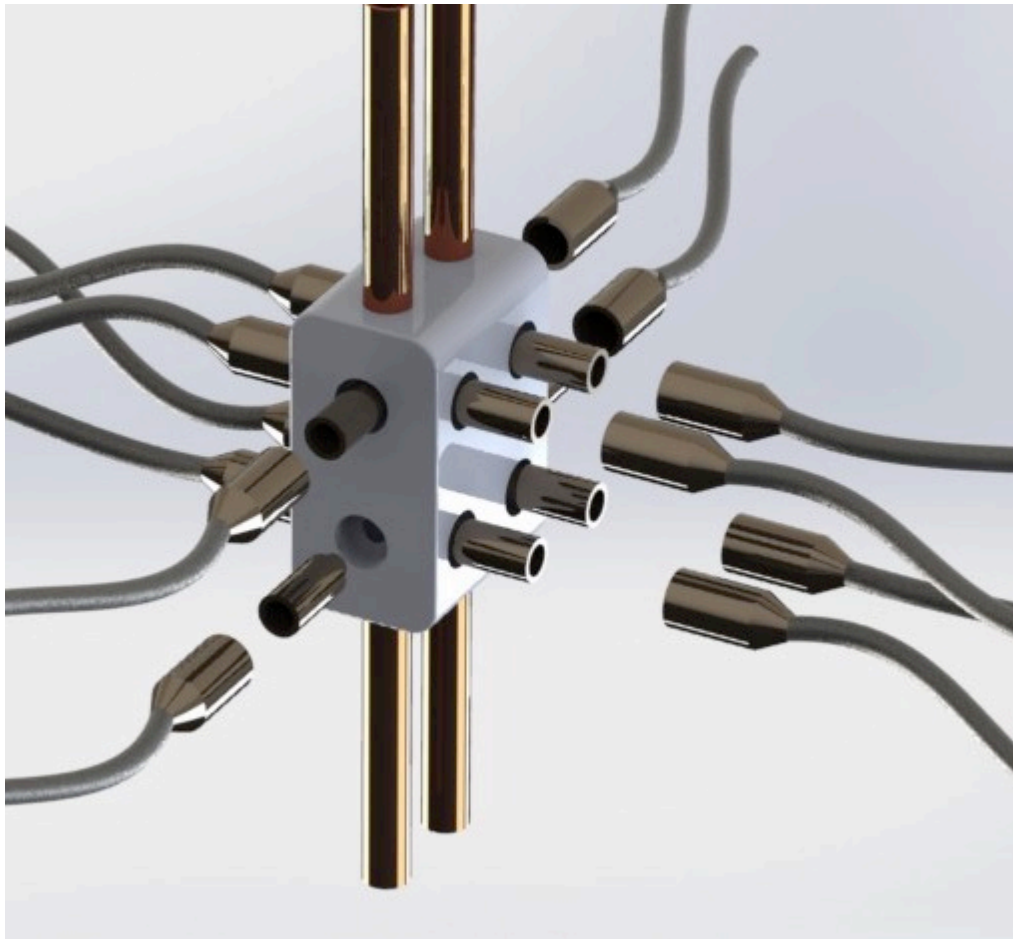
Pared Radiante
R²W Removable Radiant Wall

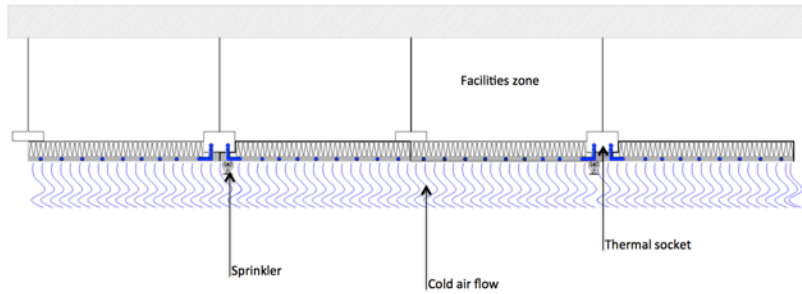


Pared Radiante con cámara
R²CW Removable Radiant Chambered Wall

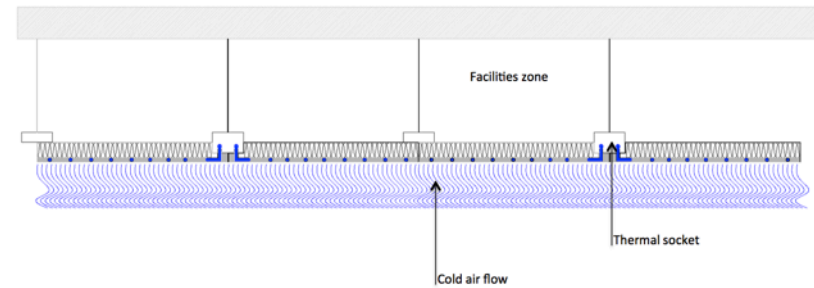




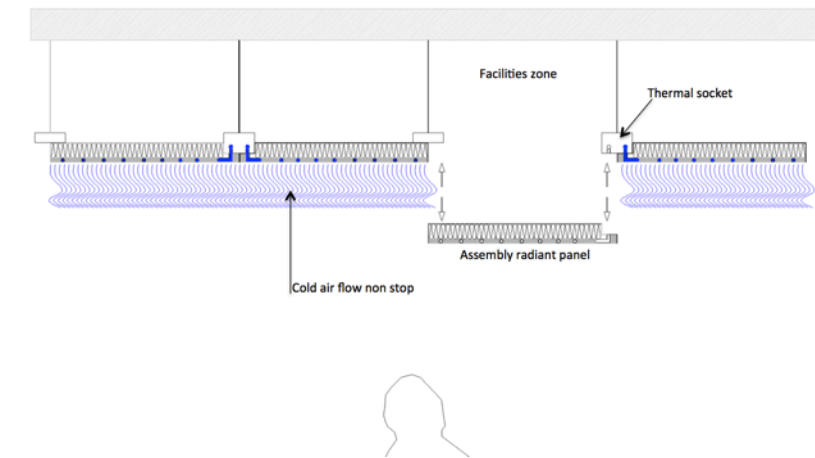
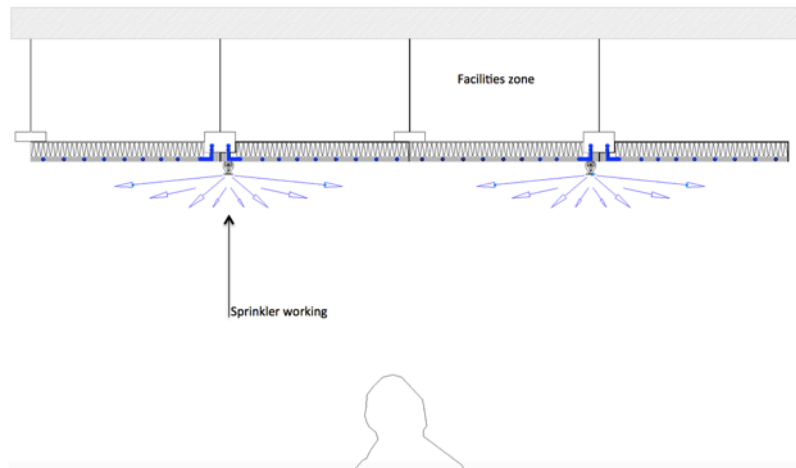


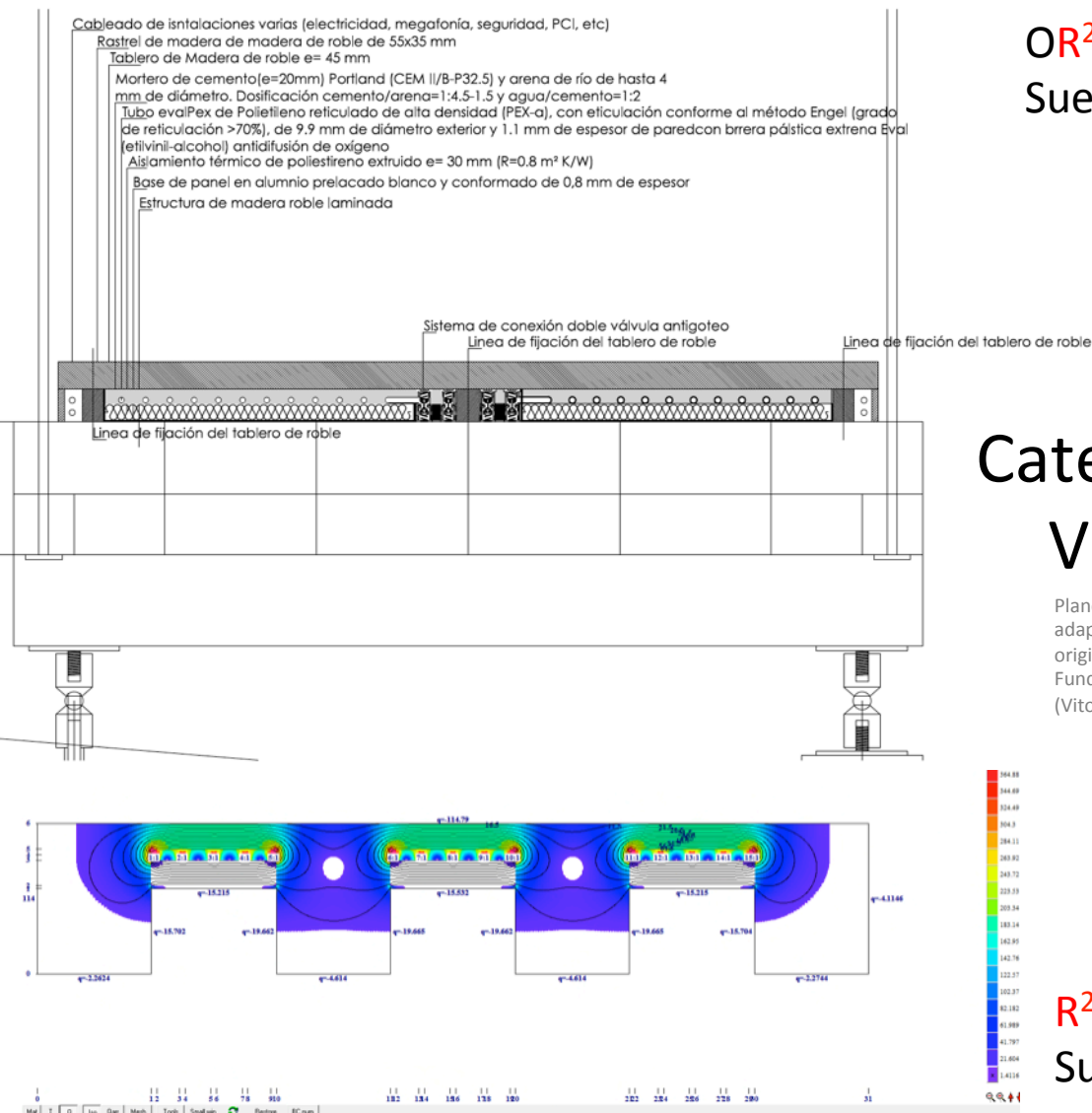


Techo Radiante CPI
R²C.FP Removable **R**adiant Ceiling Fire Protection

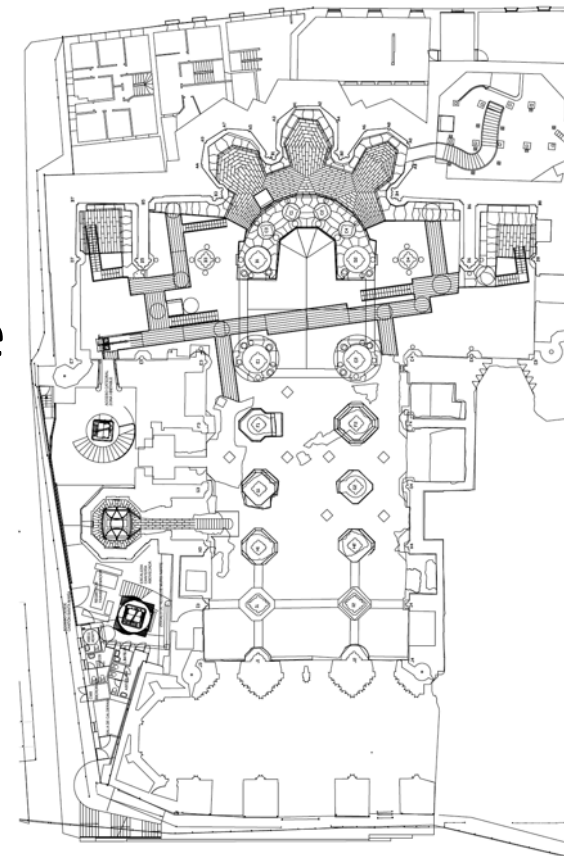


Techo Radiante
R²C Removable **R**adiant Ceiling





OR²F Overlaid Removable Radiant Floor
Suelo Radiante Sobrepuesto y Desmontable



Catedral de Vitoria

Plano Catedral
adaptados de los
originales facilitados por
Fundación Santa María
(Vitoria)

R²UF Removable Radiant Under Floor
Suelo Radiante Colgante y Desmontable

Otras aplicaciones

- Posibilidad de utilizar espacios protegidos (Iglesias y Catedrales)
- Uso en terrazas y veladores de 4 a 12 meses/año.
- Aprovechamiento del turismo de otoño e invierno.
- Dinamización de la economía y eliminación de la temporalidad del empleo en el sector hostelería.



CYL / SOCIEDAD

El frío en la Catedral de Burgos acorta las visitas

EFE / BURGOS
Día 07/03/2013 - 21.40h

Tras el rechazo a colocar suelo radiante en el templo, el presidente del cabildo asegura que la temperatura es más baja en el interior que en el exterior de la seo



Diario de Burgos.es

VTVIR

Patrimonio rechaza el proyecto de suelo radiante de la Catedral

L.L.H. / Burgos - sábado, 16 de febrero de 2013

Diario de Burgos
MARTES 21 DE FEBRERO DE 2017

17

► CATEDRAL DE BURGOS

Proponen a Patrimonio un suelo radiante elevado y desmontable

A-I Arquitectura e Ingeniería presentará a la Junta un sistema en el que llevan trabajando 8 años, ha merecido varios premios y creen válido para el templo porque no daña el firme original y se pueden hacer catas en cualquier momento

• Cada baldosa es independiente, lo que permite que se pueda retirar sin interrumpir la calefacción del resto del suelo. El acabado de la pieza puede ser de materiales diversos.

LLH. / BURGOS

Llevar ocho años perfeccionando un sistema que empezaron a idear pensando en la Catedral de Burgos, y en estos momentos creen que puede ser la solución definitiva para dar calor al templo gótico. La empresa A-I Arquitectura e Ingeniería considera que su sistema de calefacción no concurre en los «inconvenientes» que en 2013 echaron por tierra la propuesta de suelo radiante que presentó el Cabildo. Estamos hablando del mismo tipo de calefacción, pero con características diferentes.

Lo novedoso del proyecto de Loreto Barrios y Carlos González Bravo, que ha sido reconocido con varios premios, es que se trata de un suelo radiante elevado y desmontable que permite retirar las baldosas de manera autónoma sin interferir en la calefacción del resto del suelo. La empresa está tan convencida de la idoneidad de su proyecto para la Catedral de Burgos que en los próximos días se lo presentará a la Dirección General de Patrimonio de la Junta. Lo harán coincidiendo con el Foro C&R de la Feria de Climatización y Refrigeración 2017 que se celebra en Madrid, entre el 28 de febrero y el 3 de marzo, y en el que relatarán los detalles del sistema en una ponencia científica.

Pero, ¿cuáles son las diferencias con el proyecto del Cabildo que fue rechazado? La más evidente es que al tratarse de un suelo superpuesto no daña el firme original, una de las pegas que ponía Patrimonio porque destruía el mármol de Carrara. Además, con este sistema se puede elegir cualquier material como acabado, incluyendo un mármol que simule el dibujo y la identidad original del suelo del templo gótico.

Que sea desmontable también permite que se pueda retirar cuando se desee, bien porque en el futuro haya otras opciones o bien porque se necesiten realizar catas arqueológicas para estudiar los restos románicos. Pero es que el prototipo admite incluso que se desmonte baldosa por baldosa de manera autónoma sin que inter-



La empresa explicará el modelo para la Catedral de Burgos en una ponencia que ofrecerá en la Feria de Climatización y Refrigeración que se celebra en Madrid. / PATRICIA



La baldosa. Cada pieza tiene una carcasa de acero de 2 mm de espesor. Sobre ella se coloca una placa de aislamiento de 30 mm. Encima va el panel sobre el que se distribuirá el tubo de polietileno reticulado por toda la carcasa. A continuación se rellena de mortero de cemento de 20 mm de espesor total. La penúltima imagen muestra la pieza con acabado de polvo de mármol blanco, pero aquí puede utilizarse cualquier material. Finalmente, gracias a las patas distribuidoras cada baldosa es desmontable sin que se interrumpa la calefacción. / FOTOS A-I ARQUITECTURA E INGENIERÍA

El Cabildo tuvo noticias de este modelo, pero al final se decantó por un suelo fijo

fiera en la calefacción del resto del suelo, lo que permite subsanar deficiencias y controlar las zonas en las que se distribuye el calor: «Se puede monitorizar la calefacción, cerrarla o abrirla a distancia, crear zonas con distinta presión de flujo, dejar otras sin uso, etc.», resume González Bravo, para quien este modelo «aúna las ventajas del sue-

lo técnico con las del radiante». El Cabildo tuvo en su día conocimiento de este proyecto, e incluso se habló de la posibilidad de realizar una prueba en una capilla, pero finalmente la institución catedralicia se decantó por el suelo radiante fijo que fue rechazado. La empresa, sin embargo, ha seguido trabajando y mejorando

el suelo prefabricado que creen «idóneo» para la Catedral de Burgos: «8 años, 6 patentes y 4 premios nacionales e internacionales después, el modelo está testado, pero nos gustaría aplicarlo a una capilla entera para que la Junta y el Cabildo comprueben las ventajas y la eficacia del mismo», concluyen Barrios y González Bravo.



COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES
DE MADRID

Premio Manuel Lallana 2014
COITIM
Mejor Innovación Aplicada al Medio ambiente



Premio Startup4cities 2014
a la Innovación Tecnológica



Premio UICM 2014
Proyecto de I+D+i relacionado con
el Desarrollo Sostenible



Premio INNOSMART 2015
a la Creatividad y a la Innovación de
Iniciativa emprendedora en Industria Emergente



A+I Arquitectura e Ingeniería

Dr. Carlos González Bravo
Dra. Loreto Barrios

Agradecimientos:

José Manuel Álvarez Cuesta (Arquitecto
conservador de la Catedral de Burgos)

Cabildo de la Catedral de Burgos

Dirección General de Patrimonio de la Junta de
Castilla y León

Leandro Cámara Muñoz (Arquitecto)

José Miguel Pascual (Ingeniero)

Fundación Catedral Santa María (Vitoria)