

# Trabajo Fin de Máster Ingeniería Aeronáutica

## Diseño y Desarrollo de una Base de Conocimiento sobre Sistemas de Cerramiento de Fachadas

Autor: Alejandro Pajuelo García

Tutor: Gabriel Bravo Aranda

**Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de  
Ingeniería**

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**

Sevilla, 2022





Trabajo Fin de Máster  
Ingeniería Aeronáutica

# **Diseño y Desarrollo de una Base de Conocimiento sobre Sistemas de Cerramiento de Fachadas**

Autor:

Alejandro Pajuelo García

Tutor:

Gabriel Bravo Aranda

Profesor titular

Dpto. Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2022



Proyecto Fin de Carrera: Diseño y Desarrollo de una Base de Conocimiento sobre Sistemas de Cerramiento de Fachadas

Autor: Alejandro Pajuelo García

Tutor: Gabriel Bravo Aranda

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2022

El Secretario del Tribunal



# Agradecimientos

---

Con este trabajo termina mi recorrido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla. Pongo fin a una etapa que, por numerosos motivos, recordaré durante toda mi vida.

Quiero agradecer a mi familia el apoyo incondicional recibido durante estos años. Gracias por estar en los momentos difíciles, que no fueron pocos.

*Alejandro Pajuelo García*

*Sevilla, junio 2022*



Durante toda la historia de la humanidad, se ha hecho patente la necesidad de trasladar el conocimiento de generación en generación. Dicho conocimiento se ha ido haciendo más complejo y amplio a medida que se ha ido evolucionando en los distintos campos a lo largo de la historia. Ante este escenario, es necesario disponer de herramientas, a través de las cuales se pueda acceder a la información de forma sencilla y organizada.

En este estudio se ha realizado el diseño de una base de conocimiento sobre cerramientos de edificaciones, con el objetivo de poner en práctica o ver similitudes de algunas de las técnicas clásicas que se desarrollaron a finales del siglo XX como MOKA, así como intentar proporcionar otro punto de vista a otros estudios, de años anteriores, sobre esta misma temática.

Como último objetivo, se ha pretendido dejar una herramienta útil en el departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería de la Escuela de Ingenieros de Sevilla, la cual espero, se pueda ir mejorando a lo largo de los años venideros.



# Abstract

---

Throughout the history of mankind, the need to transfer knowledge from generation to generation has become clear. This knowledge has become more complex and extensive as it has evolved in different fields throughout history. In this scenario, it is necessary to have tools, through which information can be accessed in a simple and organized way.

In this study, the design of a knowledge base on building enclosures has been carried out, with the aim of putting into practice or seeing similarities of some of the classic techniques that were developed at the end of the 20th century such as MOKA, as well as trying to provide another point of view to other studies, from previous years, on this same theme.

As a final objective, it has been intended to leave an useful tool in the Department of Construction Engineering and Engineering Projects of the Seville Engineering School, which I hope it can be improved over the coming years.



<b>Agradecimientos</b>	<b>vii</b>
<b>Resumen</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Índice</b>	<b>xiii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>xv</b>
<b>1 Introducción</b>	<b>1</b>
1.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	1
1.2. <i>Objetivos del TFM</i>	2
1.3. <i>Organización de la memoria</i>	3
<b>2 Cerramientos. Tipologías y normativa</b>	<b>5</b>
2.1. <i>Cerramientos de edificaciones</i>	5
2.2. <i>Tipologías de cerramientos</i>	6
2.3. <i>Normativa</i>	8
<b>3 Bases de conocimiento. Tecnologías</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Fundamentos del KBE</i>	11
3.2 <i>MOKA</i>	12
3.3 <i>Lenguaje UML. Diagramas de clases.</i>	13
3.4 <i>Software utilizado. KBEA-EKM1</i>	15
<b>4 Modelado de la información</b>	<b>23</b>
4.1 <i>Entorno de trabajo KBEA</i>	23
4.2 <i>Definición de las entidades de los formularios</i>	29
4.3 <i>Otros aspectos relativos al diseño</i>	30
<b>5 Base de conocimiento</b>	<b>37</b>
5.1 <i>Base de conocimiento en KBEA. Ejemplo de búsqueda.</i>	37
<b>6 Conclusiones</b>	<b>45</b>
<b>Referencias</b>	<b>47</b>



# ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Esquema de una base de conocimiento	2
Figura 2 . Fachada de la antigua fábrica de la Cruzcampo de Sevilla	6
Figura 3 . Fachada neoclásica del ayuntamiento de Sevilla	6
Figura 4 . Cubiertas de la planta de Heineken de Sevilla	6
Figura 5 . Esquema de muro cortina. Muro no estructural	7
Figura 6 . Construcción in situ	7
Figura 7 . Elementos prefabricados	7
Figura 8 . Panel metálico prefabricado	8
Figura 9 . Documentos básicos del CTE	9
Figura 10 . MOKA. Modelo informal	12
Figura 11 . MOKA. Modelo formal	13
Figura 12 . Ejemplo de esquema basado en las normal del lenguaje UML	14
Figura 13 . Ejemplo de diagrama de clases	15
Figura 14 . Bases de conocimiento KBEA	16
Figura 15 . Edición base de conocimientos KBEA	15
Figura 16 . Selección de BC	15
Figura 17 . BC en KBEA	16
Figura 18 . Acceso a KBEA EKM1	17
Figura 19 . Archivo de texto “Parámetros.txt”	15
Figura 20 . Carpeta de datos de la ruta de KBEA	18
Figura 21 . Carpeta de base de conocimiento creada	18
Figura 22 . Carpeta de documentos	19
Figura 23 . Ubicación correcta para copiar los archivos multimedia	19
Figura 24 . Cambiar archivo adjunto a formulario	19
Figura 25 . Seleccionar archivos multimedia	20
Figura 26 . Ejemplo de archivo adjunto a formulario	20
Figura 27 . Creación de formulario sin utilizar paréntesis en el campo “Nombre”	21
Figura 28 . Error en la creación de formularios del tipo “Procedimientos”	22
Figura 29 . Espacios donde no se permite escribir un gran número de caracteres	22
Figura 30 . Formulario de producto	23
Figura 31 . Formulario de funcionalidad	24
Figura 32 . Formulario de requisito	24
Figura 33 . Formulario de restricción	25

Figura 34 . Formulario de proceso	25
Figura 35 . Formulario de comportamiento	26
Figura 36 . Formulario de especificación	26
Figura 37 . Formulario de agente	27
Figura 38 . Formulario de documentación	27
Figura 39 . Diagrama de clases utilizados para los productos de la base de conocimiento	29
Figura 40 . Árbol de productos diseñados en KBEA	30
Figura 41 . Formulario con solución comercial PREHORQUISA	31
Figura 42 . Formulario con solución comercial METECNO	31
Figura 43 . Productos hijos que conforman la solución comercial de PREHORQUISA	32
Figura 44 . Tipologías aplicables a los paneles de hormigón prefabricados	32
Figura 45 . Asociaciones de paneles prefabricados de hormigón	33
Figura 46 . Funcionalidades de los sistemas de cerramientos	34
Figura 47 . Comportamiento del aislamiento acústico para paneles PREHORQUISA	34
Figura 48 . Productos de la base de conocimiento	37
Figura 49 . Funcionalidades de la base de conocimiento	38
Figura 50 . Requisitos de la base de conocimiento	38
Figura 51 . Comportamientos de la base de conocimiento	39
Figura 52 . Restricciones de la base de conocimiento	39
Figura 53 . Procesos de la base de conocimiento	39
Figura 54 . Agentes de la base de conocimiento	39
Figura 55 . Documentación de la base de conocimiento	40
Figura 56 . Formulario de los sistemas de cerramiento	40
Figura 57 . Formulario de cerramientos de hormigón	41
Figura 58 . Formulario de los paneles de hormigón arquitectónico	41
Figura 59 . Formulario de los paneles de hormigón de PREHORQUISA	42
Figura 60 . Formulario de elemento del panel de PREHORQUISA	42
Figura 61 . Paneles prefabricados de hormigón PREHORQUISA	43
Figura 62 . Panel metálico de METECNO	43

# 1 INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. Planteamiento del Problema

**A**ntes de comenzar a tratar el estudio de una base de conocimiento, me gustaría dar una de las muchas posibles definiciones de ingeniería, para de esta forma, entender el fundamento de por qué es tan importante la aplicación de este sistema a nuestro campo ingenieril.

*“La ingeniería es el desarrollo y aplicación del conocimiento científico y tecnológico para satisfacer las necesidades de la sociedad, dentro de los condicionantes físicos, económicos, humanos y culturales.” MIT Engineering School*

Desde la antigüedad el campo de la ingeniería ha tenido básicamente dos corrientes de desarrollo: el ámbito civil y el ámbito militar. Podemos observar numerosos ejemplos históricos en los dos ámbitos, como por ejemplo el uso de maquinarias armamentísticas como la catapulta, tan utilizada por numerosos ejércitos en la Edad Media para derribar muros y torres, o el sistema alcantarillado para sanear la ciudad utilizados por griegos y romanos entre otros.

A medida que se vayan poniendo ejemplos de logros o invenciones ingenieriles y vayamos avanzando cronológicamente a lo largo de la historia, nos encontraremos con dos aspectos muy importantes que salen a relucir rápidamente:

1. A medida que se avanza en el tiempo se tiene una mayor cantidad de información y de procedimientos asociados a la ingeniería desarrollada hasta ese momento.
2. La información, procedimientos, funcionalidades... etc. son cada vez más complejas.

Ante este contexto que describimos, se hace patente la necesidad de organizar de alguna forma toda esa información. De esta manera, dicha información o conocimiento estará más accesible y contará con una estructura sólida y ordenada que permitirá una disminución del tiempo que es necesario invertir cuando queramos hacer uso de ella.

Por último, cabe hacer una reflexión sobre “la naturaleza normalizada” asociada al sector ingenieril y en concreto a todos los procedimientos realizados por cualquier empresa del mismo. Normalmente, debido a la precisión que se necesita en un proceso de este tipo, la mayoría de ellos siguen normativas o procesos estandarizados para ser llevados a cabo, incluso, en algunos casos se debe validar que dicha normalización se haya seguido para conseguir algún tipo de certificación o fin mayor. Es imposible que todos y cada uno de los agentes humanos que intervengan en estos procedimientos conozcan a la perfección la estructura de los mismos, por lo que será necesario que busquen dicho conocimiento en el lugar donde esté almacenado.

Ante este escenario planteado, en este proyecto ha salido a relucir la necesidad de organizar de algún modo toda la información posible sobre los cerramientos de fachadas en edificaciones. Además, haciendo uso de las tecnologías disponibles a día de hoy, se ha planteado el poder dejar toda esta información recopilada y estructurada en base a algún criterio, el cual deberá ser diseñado por el alumno, en una herramienta software.

Teniendo en cuenta lo expuesto en los párrafos anteriores, se llega a la conclusión de que la solución necesaria para obtener una estructura lógica y ordenada de un conjunto grande de datos es una base de conocimiento.

Una base de conocimiento es una base de datos diseñada para la gestión del conocimiento. Proporciona los elementos y medios necesarios para la organización y recuperación computarizada del conocimiento. A su misma vez, una base de datos se puede entender como un conjunto de datos que suelen estar ligados a un mismo contexto y que se almacenan para poder ser utilizados por diferentes usuarios.

De esta forma, la idea fundamental sería la que podemos extraer de la figura 1, en la cual podemos ver como el usuario final no tiene que lidiar con todos los datos de forma desestructurada, si no que la interacción de dicho usuario con los datos se hará a través de un sistema de gestión de base de datos que debe ser diseñado de forma óptima para conseguir una buena experiencia de búsqueda y manejo de la información. A su vez, estos métodos de acceso irán asociados a unas interfaces que deben ser simples e intuitivas de cara a facilitar la herramienta informática.

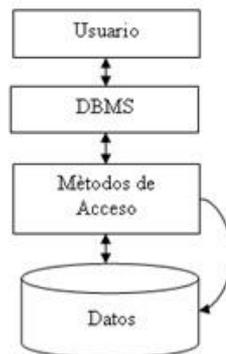


Figura 1. Esquema de una base de conocimiento

## 1.2. Objetivos del TFM

La cantidad de información referente a cerramientos industriales, al igual que pasa con otros muchos temas, se podría categorizar de “infinito”. Y es que, tal y como se puntualizaba anteriormente, esta es la idea básica que reside dentro del concepto “Base de conocimiento”, el poder dar un sentido lógico a la forma de organizar una gran cantidad de información para que el usuario acceda a ella de la forma más sencilla y estructurada posible.

Uno de los primeros objetivos de este estudio será realizar una base de conocimiento en la cual se llegue a dos soluciones desarrolladas, hasta alcanzar a alguna solución comercial en ambos casos. Es decir, se establecerá un contexto o estructura general para la base de conocimiento, y, además se desarrollará por completo las siguientes dos soluciones elegidas como parte de los requisitos a cumplir en este trabajo: Paneles prefabricados de hormigón y paneles metálicos tipo sándwich. De esta forma, se conseguirá acotar en cierta manera el alcance del proyecto. Asimismo, será necesario establecer las definiciones de cada uno de los campos que haya dentro de la base de conocimiento, dejando de esta forma una estructura dentro de la misma que permita su ampliación por parte de un tercero.

Se verá como es posible que un grupo de datos se puedan estructurar de muchas formas diferentes en función de diferentes características de los mismos. Esto hace que sea necesario un trabajo previo de diseño, ya que lo primero que habrá que hacer es decidir como se va a estructurar la información en base, entre otros criterios o restricciones, a facilitar la posterior búsqueda por parte del usuario final de la aplicación.

Otro de los objetivos de este proyecto será estudiar y lidiar con los principales Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación, analizando la estructura de los mismos, para ver finalmente como incorporar la información almacenada en los mismos en la base de conocimiento.

Como bien se ha podido deducir anteriormente, el objetivo de este trabajo se basa en diseñar una base de conocimiento sobre las distintas soluciones de cerramientos. Para realizar esta base de conocimiento se ha utilizado la herramienta KBEA EKM1; una herramienta del departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería de la ETSI.

Esta herramienta se encuentra actualmente en una versión beta, por lo que se propondrá como otro objetivo del estudio el poner a prueba dicha herramienta, evaluarla, destacar las limitaciones existentes en la misma e intentar aportar alguna solución a algunas de ellas.

Evidentemente, este trabajo académico se verá expuesto a una serie de limitaciones de diseño. Tal y como se ha comentado, esta base de conocimiento puede llegar a tener una cantidad ingente de datos sobre cerramientos, ya que el número de soluciones actuales sobre estos es prácticamente inabarcable para un trabajo fin de máster. Dicho esto, lo que se pretende con este estudio, de forma general, es el lidiar con el diseño de una base de conocimiento sobre el tema propuesto, para desarrollar la base de la forma más óptima posible, dadas unas condiciones o requisitos iniciales y unas limitaciones o restricciones que irán apareciendo durante el propio proceso de diseño de la misma.

### **1.3. Organización de la memoria**

El presente estudio se dividirá en 6 capítulos. El primero, llamado “Introducción”, tiene como objetivo marcar el planteamiento inicial del problema que motivó la creación del presente proyecto, así como los objetivos que se pretenden abordar con el mismo.

El segundo capítulo está dedicado a los cerramientos, a las distintas tipologías que se pueden encontrar sobre los mismos, además, en dicho capítulo se dará una breve explicación de una de las normativas que aplican actualmente en España, el Código Técnico de la Edificación.

En el tercer capítulo se mostrarán las tecnologías usadas durante el desarrollo del estudio. La más importante será la herramienta KBEA, la cual nos servirá de base informática para la creación de la base de conocimiento. Se mostrará que dicha herramienta permite la creación de una serie de formularios, los cuales serán utilizados para describir distintos aspectos relacionados con un producto, como sus funcionalidades o comportamientos. Estos formularios, estarán basados en MOKA. MOKA es una metodología que viene heredada del concepto KBE (Ingeniería basada en el Conocimiento), el cual se desarrolló en la última parte del siglo XX. Se analizarán las principales características de estas doctrinas, algunas de las cuales se verán implementadas en la base de conocimiento.

A continuación, en el cuarto capítulo se tratará el proceso de diseño de la base conocimiento al completo. De esta forma se mostrará la estructura lógica de dicha base para que sea fácil de aumentar o mejorar por parte de otros usuarios. Además, se hará un análisis de las limitaciones del software KBEA, mostrando como han afectado las mismas al diseño de la base de conocimiento y como se han conseguido solventar algunas de las dificultades derivadas de dichas limitaciones.

Finalmente, a lo largo del quinto capítulo se mostrará la propia base conocimiento, mostrando los árboles desarrollados por la herramienta KBEA, y se se hará un ejemplo de búsqueda con la herramienta para mostrar una de las dos soluciones comerciales que se han desarrollado a lo largo del proyecto.

Por último, se expone un capítulo final dedicado a las conclusiones finales del trabajo, donde se valorará el alcance del mismo, se analizará cada uno de los objetivos alcanzados y se expondrán algunas mejoras que se podrían implementar para el futuro desarrollo del proyecto.



## 2 CERRAMIENTOS. TIPOLOGÍAS Y NORMATIVA

---

A lo largo de este estudio se hará mención a las distintas tipologías de cerramientos que se pueden utilizar en una edificación, así como su definición, características y funciones principales. A su vez, estos cerramientos pueden clasificarse muchas formas diferentes.

En este capítulo se detallarán algunas de las clasificaciones que se pueden realizar para la organización de los tipos de cerramientos, además de hacer una pequeña descripción de aquellos que han sido utilizados a lo largo de este trabajo, así como de la normativa que aplica a efectos legales tanto a los cerramientos como al resto de las partes de una edificación.

### 2.1. Cerramientos de edificaciones

Dado que la base de conocimiento que se va a desarrollar estará basada en los sistemas de cerramientos de edificaciones, se propone a continuación, describir brevemente en que consiste un sistema de cerramiento, así como sus características y funcionalidades principales.

El sistema de cerramiento, o simplemente cerramiento, es la envolvente física de los edificios, o parte de la construcción que los cierra y delimita, tanto lateralmente, mediante cerramientos verticales o de fachada, como por su parte superior e inferior, formando la cubierta del edificio y su solera, respectivamente. De estas tres partes principales de los sistemas de cerramientos, este estudio se centrará en las fachadas.

La misión de los sistemas de cerramientos es separar los espacios interiores del edificio del exterior, que constituye su entorno, contribuyendo a la habitabilidad, seguridad y funcionalidad de dichos espacios interiores, con el fin de que puedan realizarse, en condiciones adecuadas, las actividades para las que han sido diseñados.

Algunas de las funciones principales serán la protección contra el agua y la humedad, la protección frente a las variaciones de temperatura o contra el viento. Este tipo de funcionalidades se conseguirán mediante unos comportamientos específicos, los cuales dependerán de la solución que se esté analizando.

La envolvente lateral, o fachada, también tiene como una de sus misiones principales el proteger el interior de la edificación frente a las inclemencias ambientales u otros fenómenos accidentales como choques de vehículos o la protección contra la entrada de intrusos.

Otros aspectos que deben ser contemplados dentro de las características básicas de una fachada son el soleamiento, la ventilación y la iluminación natural. Estos tres aspectos contribuyen a que el ambiente interior sea adecuado para los usuarios que hagan uso de la edificación.

Por último, cabe destacar el carácter estético de las fachadas, ya que estas son la cara visible de una construcción, motivo por el cual sirven también para transmitir una imagen que de identidad propia al edificio.

Las fachadas, en general, suelen estar constituidas por tres partes:

- Zócalo: Parte más baja, comprendida entre el suelo y 1,50 metros aproximadamente.
- Parte intermedia.
- Parte superior: Zona que se une a la cubierta de la edificación.

El zócalo presenta mayores riesgos de sufrir un impacto, por lo que debería tener una resistencia mayor a este

tipo de acciones. Por su parte, la zona intermedia, solo recibe la acción de los agentes meteorológicos, entre los que cabe destacar la acción del viento. Por último, la parte superior de la fachada, además de enlazar con la cubierta, sirve para canalizar correctamente las aguas procedentes de la lluvia.



Figura 2. Fachada de la antigua fábrica de Cruzcampo de Sevilla mimetizada con los colores característicos de la ciudad

## 2.2. Tipologías de cerramientos

Los cerramientos pueden clasificarse según diversos criterios. Asumiendo que, puede haber tantas tipologías como criterios establezcamos, se muestran a continuación algunas de las más utilizadas en la bibliografía, las cuales, a su vez, son las que se han tomado de referencia para el desarrollo de este estudio:

- **Por su situación en el edificio:**

1. De cubierta (superior)
2. De fachada (laterales)
3. De solera (inferior)

Aunque, tal y como se ha mostrado, los cerramientos incluyen fachadas, cubiertas y soleras, en este estudio se ha decidido hacer énfasis en el mundo de las fachadas, centrándonos en estas de aquí en adelante.



Figura 3. Fachada neoclásica del Ayto. de Sevilla [1]



Figura 4. Cubiertas de la planta de Heineken en Sevilla [2]

- **Por su capacidad portante:**

1. Estructurales
2. No estructurales

La principal diferencia entre los elementos portantes o estructurales y los autoportantes o no estructurales se basa en la capacidad del muro de transmitir carga. Las fachadas autoportantes solo soportan la carga debida a su propia masa, mientras que las portantes, tienen capacidad de resistir carga estructural y transmitirla hacia la propia estructura del edificio.

- **Por su tecnología:**

1. Fachadas convencionales o pesadas
2. Fachadas ligeras: De paneles o muros cortina



Figura 5. Esquema de muro cortina. Muro no estructural.[3]

Las fachadas ligeras, por lo general, necesitan de una estructura auxiliar que las sustente y transmita las cargas a la estructura del edificio. Pueden quedar encajadas entre los forjados de dos pisos consecutivos o formar planos continuos que quedan situados por delante de los mismos y suspendidos de estos mediante la estructura auxiliar del cerramiento.

- **Por el lugar de construcción:**

1. Construcción in situ
2. Elementos prefabricados y montados en obra



Figura 6. Construcción in situ [4]

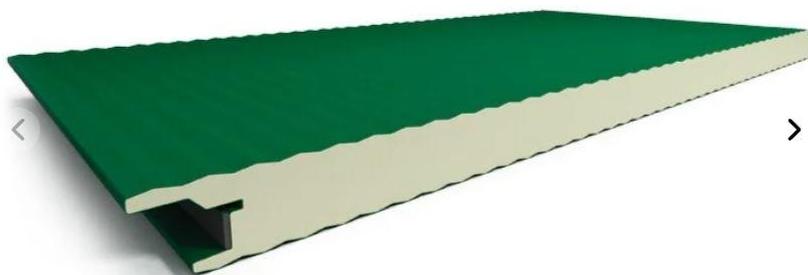


Figura 7. Elementos prefabricados [5]

Tal y como se puede deducir, se tendrán elementos que serán construidos en la misma localización donde se esté desarrollando la obra, mientras que tendremos otros que ya vendrán fabricados previamente. Estos últimos, como los paneles prefabricados de hormigón, los cuales son una de las soluciones elegidas para el desarrollo de este proyecto, tienen como ventaja el ahorro de coste, tanto económico como de tiempo en la puesta a punto de la obra.

- ***Materiales empleados:***

1. De obra de fábrica
2. De hormigón
3. Metálicos
4. Acristalados



*Figura 8. Panel metálico prefabricado [6]*

Analizando las distintas clasificaciones que se han expuesto, llegamos a la conclusión de que un mismo elemento puede pertenecer a varios de los subgrupos mencionados. Este hecho evidencia la idea de que las diferentes clasificaciones no son excluyentes entre sí, y que, de cara al diseño de una correcta base de conocimiento, se deberían tener en cuenta el máximo número de clasificaciones posible.

Veamos un ejemplo sobre esta última idea:

Un panel prefabricado de hormigón arquitectónico podría emplazarse dentro del grupo “Fachadas de hormigón” si clasificamos las fachadas por los materiales principales que la componen. Sin embargo, este mismo tipo de cerramiento pertenecería, a su vez, a las “Fachadas prefabricadas” si nos referimos al tipo de fabricación que se ha llevado a cabo con dicho elemento. También podríamos considerarla una “Fachada pesada” o un “Cerramiento no estructural”. Se continuará con el desarrollo de esta idea en el capítulo cuarto, en el cual se intentará dar una solución de compromiso para tener en cuenta este hecho en el diseño de la base de conocimiento.

## 2.3. Normativa

Dentro del mundo de la construcción, el cual tiene como objetivo final la proyección de edificios, los cuales serán utilizados por personas, es muy importante establecer una normativa que tenga como fin el marcar unas condiciones suficientes de seguridad y confort para las personas que hagan uso del mismo.

Las fachadas, al igual que cualquier otro elemento constructivo, tienen que estar sujetas a alguna normativa, cuya aplicación proteja tanto a las personas que vayan a hacer uso de ella, como al resto de entidades personales o materiales que haya en los alrededores de la misma.

En España, el conjunto principal de normativas que regulan la construcción de edificios es el Código Técnico de la Edificación (CTE). Actualmente, es el código de edificación que está en vigor en el país.

Por establecer un pequeño contexto histórico; comentar que hasta 1977 la construcción en España fue regulada mediante normas del ministerio de viviendas. A partir de ese mismo año, se aprueba el Real Decreto 1650/1977, el cual dictamina como se debe organizar todo este tipo de normativas.

Será en 1999 con la aprobación de la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE), cuando se establezca una organización rigurosa de la edificación y sus normativas. Además, esta misma ley exigió la creación y redacción de un nuevo Código Técnico de la Edificación.

En el año 2006 se aprueba finalmente el CTE mediante el Real Decreto 314/2006 y se derogan normativas anteriores como las NBE.

El CTE está dividido en dos partes, ambas de carácter reglamentario.

- La primera contiene información de carácter general, junto a las exigencias que deben cumplir los edificios para satisfacer los requisitos de seguridad y habitabilidad de la edificación.
- La segunda parte contiene los Documentos Básicos, los cuales indican como garantizar el cumplimiento de las exigencias básicas. Esta parte tendría un carácter más instrumental que la anterior.



Figura 9. Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación [7]

- Seguridad Estructural (DB SE):

Dentro del Documento Básico de seguridad estructural tenemos varias subpartes: Bases de cálculo, acciones en la edificación, cimientos, acero, fábrica y madera. Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural.

Mediante las reglas y procedimientos que se dan en el mismo, se evitarán riesgos debidos a una mala resistencia o estabilidad frente a las acciones previsibles durante la fase construcción y uso del edificio [7].

- Seguridad en caso de incendio (DB SI):

Este Documento Básico (DB) tiene como objetivo establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

Las exigencias básicas asociadas a este Documento Básico se basan en limitar el riesgo de propagación de

incendio por el interior y el exterior del edificio. Además, el edificio dispondrá de medios adecuados de evacuación para que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones de seguridad. Por último, el edificio deberá tener un correcto equipo de detección de incendios, además de poder facilitar la entrada e intervención de equipos de rescate [7].

- Ahorro de energía (DB HE):

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 0 a HE 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

En este Documento Básico se proponen procedimientos para conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización del edificio.

Las exigencias básicas estarán relacionadas con limitar los consumos energéticos, disponiendo para ello una correcta envolvente térmica en los edificios, tales que limiten las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en el interior. Asimismo, se tendrá una serie de exigencias básicas relacionadas con las energías renovables, por ejemplo, para edificios con un elevado consumo de energía eléctrica se incorporarán sistemas de generación de dicho tipo de energía procedente de fuentes renovables [7].

- Protección frente a ruido (DB HR):

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisface el requisito básico "Protección frente al ruido".

El objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus recintos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los recintos [7].

- Salubridad (DB HS):

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 6. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

Las exigencias básicas asociadas a Salubridad protegen frente a la humedad, obligan a que los edificios dispongan de medios para asegurar la correcta ventilación y para suministrar agua apta para el consumo. Además, se deben garantizar la correcta evacuación de aguas residuales y se debe disponer de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón [7].

Una vez descrito a groso modo el Código Técnico de la Edificación, así como sus Documentos Básicos, estos deberán ser incluidos de forma óptima en la base de conocimiento. En el cuarto capítulo, se mostrará cómo este tipo de documentación ha sido incluida en el proceso de diseño de dicha base. De esta forma, se pretende tener un control ya no solo de las distintas soluciones que existen para una fachada, sino que se tendrá enlazada dicha información con la normativa actualmente vigente en España.

# 3 BASES DE CONOCIMIENTO.TECNOLOGÍAS

---

En 2007, Anselmo del Moral Bueno, junto a otro elenco de autores, enunció en su obra “*Gestión del conocimiento*” la siguiente afirmación: “*El conocimiento se genera a través de la obtención de información, es decir, de todo lo que nos ayuda a interpretar lo que tenemos alrededor, para que en base a ese conocimiento y ante cualquier situación, se pueda actuar*” [8].

Numerosos autores han realizado estudios acerca de la gestión del conocimiento, debido a que son muchos los campos que, actualmente, requieren de técnicas depuradas en este ámbito debido a la gran cantidad de datos y conocimientos que hay acerca de los mismos.

Durante este tercer capítulo se desarrollará brevemente los fundamentos del KBE (Knowledge Based Engineering), para comprender la base sobre la que se sustenta este estudio. Además, se mostrará una de sus metodologías más utilizadas, MOKA, así como el lenguaje UML y los diagramas de clase que tanto se usan en dicha metodología. Por último, se hará una breve introducción a la herramienta informática que se ha utilizado para la creación y presentación de la base de conocimiento sobre cerramientos de edificios.

## 3.1 Fundamentos del KBE

Desde finales del siglo XX, los conceptos relacionados con las bases de conocimiento han tenido como pilares principales los estudios relacionados sobre KBE (Knowledge-Based Engineering), motivo por el cual se ha realizado un estudio y posterior análisis de los aspectos fundamentales de esta doctrina, para poder saber los fundamentos sobre los cuales se va a realizar la base de conocimiento. Se verá posteriormente, cómo la herramienta que será utilizada para el diseño de la base, tiene una estructura muy parecida a una de las metodologías más conocidas de KBE.

Al comienzo de este estudio, se hizo alusión al incremento del conocimiento y de la complejidad del mismo que ha ido dándose en la mayoría de los campos que podamos imaginar. Aunque en este trabajo nos centremos en los cerramientos de edificios, esta idea es aplicable a otros campos como por ejemplo el de la medicina.

El conocimiento, en un sentido amplio, podríamos decir que se compone de varios pasos o escalones [9]:

- **Datos:** Números, palabras o ideas que no tienen que tener un contexto o significado.
- **Información:** Está compuesta por datos que siguen una estructura lógica.
- **Conocimiento:** Información ordenada y estructurada.
- **Know-How:** Es un conocimiento de primer nivel. Da respuesta al cómo hay que hacer las cosas.
- **Know-Why:** Conocimiento de segundo nivel. Da respuesta a los porqués.

Viendo estas definiciones podemos llegar a la conclusión de que el objetivo perseguido con las técnicas que históricamente han estudiado la gestión del conocimiento, ha sido el pasar de datos a tener un conocimiento (Know-How/Know-Why) correctamente estructurado. Mientras más depurada sea la técnica, mayor facilidad habrá para realizar una correcta herencia de conocimiento entre personas, lo cual en el ámbito laboral o estudiantil puede incluso ahorrar un 25% de tiempo y costes [10].

Desde los años 70-80 hasta nuestros días se han estudiado muchas metodologías y herramientas para la gestión del conocimiento, sin embargo, aquí desarrollaremos, a groso modo, aquellas estudiadas para la realización de este proyecto.

La ingeniería basada en el conocimiento o KBE es un sistema basado en un entorno software en el que el desarrollador crea una estructura lógica del conocimiento según la industria a la que vaya dirigida, con la idea de que el usuario final tenga un fácil acceso a la misma.

También es usada para dar aproximaciones para soluciones concretas en una cadena trabajo, por ejemplo, en la industria de la fabricación, la generación de la geometría en un software puede ser automatizada siguiendo unas reglas codificadas por el ingeniero de desarrollo KBE, lo que permitiría al usuario concentrarse en las necesidades funcionales del producto y no en los detalles del análisis de ingeniería [9].

Es decir, podríamos enunciarlo como la representación del conocimiento que se utiliza para representar los procesos de diseño, además de las propias técnicas de bases de datos convencionales [11].

Estos sistemas siempre deben estar abiertos a posibles evoluciones del mismo, lo cual permitiría incorporar nuevos datos y conocimientos sobre la materia correspondiente.

### 3.2 MOKA

MOKA es una metodología que define dos modelos mediante los cuales captura y ordena el conocimiento de un sistema [12]. Es decir, MOKA permite representar y almacenar conocimiento relacionado con procesos de diseño, proporcionando una estructura para ello.

**Modelo informal:** Mediante una serie de formularios consigue estructurar el conocimiento de forma semi-estructurada. Dichos formularios recogen y estructuran el conocimiento según los modelos que apliquen: Restricción, actividad, comportamiento...

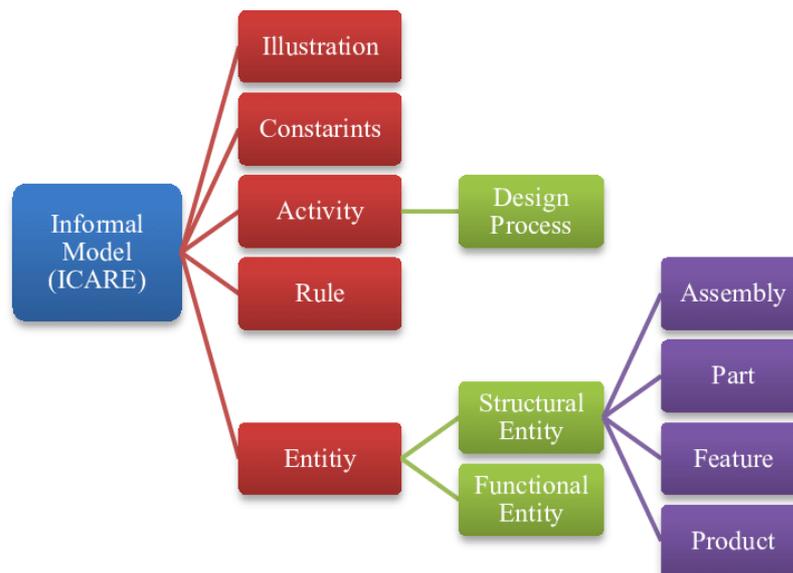


Figura 10. MOKA. Modelo informal [13]

Mediante este modelo el conocimiento se descompone en unidades elementales que se clasificarán dentro de una de las categorías representadas por lo que se conoce como “formularios ICARE” (Illustrations, constraints, activities, rules and entities). MOKA nos permitirá navegar por estos formularios de manera sencilla [14].

Este mismo concepto es el que usa la herramienta que se utilizará para el diseño de la base de conocimiento. Como veremos posteriormente, KBEA EKM1 utiliza una serie de formularios con el que estructura el conocimiento, creando vínculos entre los elementos que estén relacionados y pudiendo crear estructuras padre-hijo o de asociación entre aquellos que sean de la misma naturaleza.

**Modelo formal:** Mediante la aplicación del lenguaje UML, ordena el conocimiento de forma estructurada. Mediante este lenguaje gráfico, el cual se utiliza para visualizar, construir o documentar un sistema, se consigue crear una red que une todos los subsistemas de la base de conocimiento. Cabe recalcar que el lenguaje UML es un lenguaje de modelado, el cual se suele utilizar para describir métodos o procesos [15].

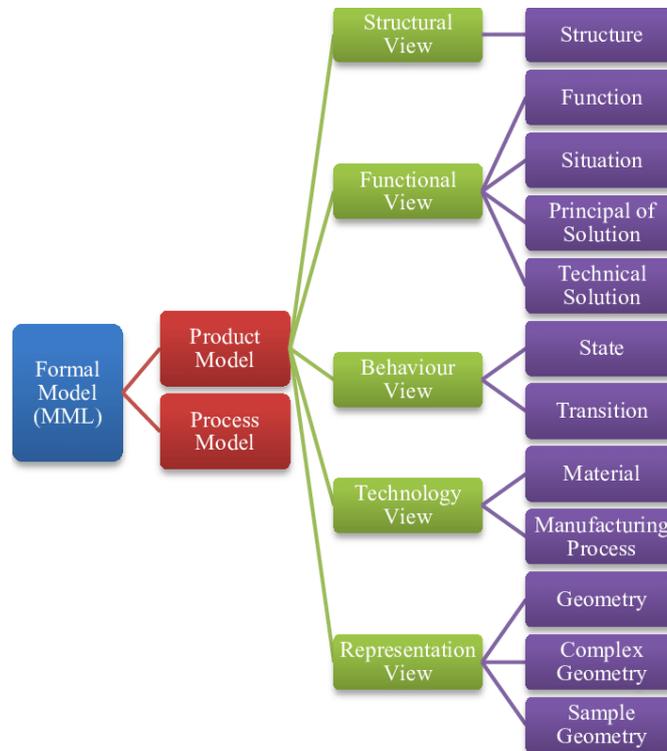


Figura 11. MOKA. Modelo formal. [13]

Por otro lado, el modelo formal, el cual toma como punto de partida el informal, ya que los formularios ICARE del Modelo Informal, permiten estructurar el conocimiento para su posterior transformación en el Modelo Formal. Las Entidades se transforman en diagramas de clases de UML, las restricciones en asociaciones de UML, las actividades en diagramas de actividades de UML relacionados por relaciones de secuencia y las reglas son la información de control en el proceso de diseño del modelo [13].

### 3.3 Lenguaje UML. Diagramas de clases.

Debido a que el modelo formal usa los diagramas de clases, y que este ha sido analizado y estudiado junto al modelo informal de MOKA, se presenta a continuación una breve introducción a los aspectos básicos de los mismos.

El lenguaje unificado modelado o UML surgió a finales de la década de 1980. Este lenguaje unifica métodos anteriores orientados a objetos utilizados anteriormente como el de Booch, Rumbaugh o Jacobson.

UML es un lenguaje modelado y no un método, ya que consiste en la notación (principalmente gráfica) en la que se basan los métodos para expresar los diseños.

En realidad, UML no es un lenguaje propiamente dicho, sino una serie de normas y estándares gráficos respecto a cómo se deben representar los esquemas relativos al software. Cabe destacar que UML tampoco es un lenguaje de programación. Como decimos, UML son una serie de normas y estándares que dicen cómo se debe representar algo [16].

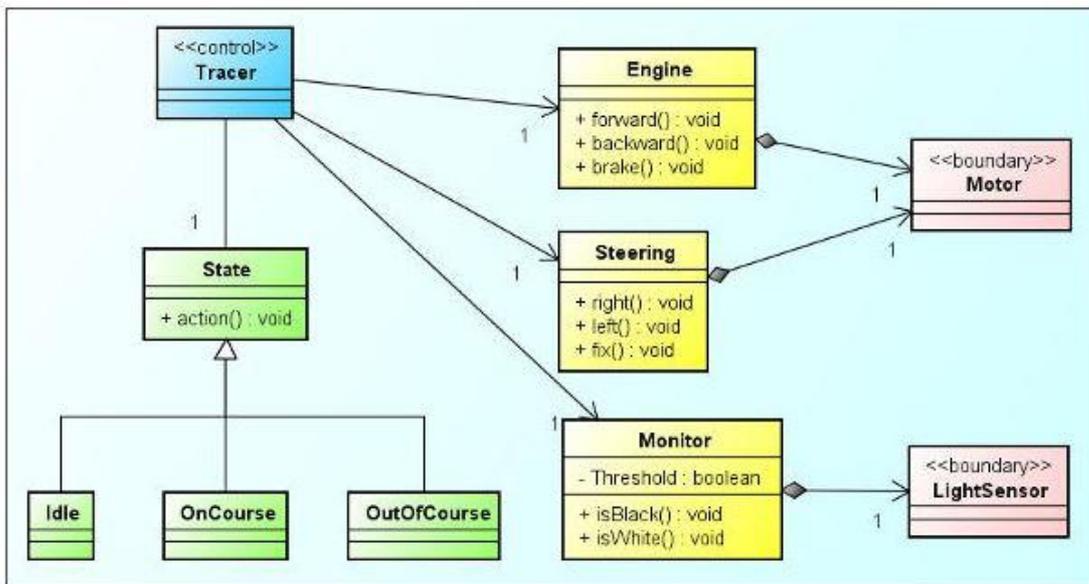


Figura 12. Ejemplo de esquema basado en las normas del lenguaje UML [16]

Uno de los diagramas más útiles de UML son los llamados diagramas de clases. Ya que a través de estos se consigue describir la estructura de un sistema concreto al modelar sus clases, atributos, operaciones y relaciones entre objetos [17].

Básicamente, un diagrama de clase describe los tipos de objetos que hay en un sistema junto a las relaciones estáticas que haya entre ellos.

El diagrama de clases está formado normalmente por 3 elementos: clases, relaciones e interfaces.

- **Clases:** Son los elementos principales del diagrama. Una clase identifica a un grupo de objetos que comparten características. Cada clase estará compuesta por nombre de la clase, atributos y funciones. Todos estos elementos se incluyen en la representación.
- **Relaciones:** Identifica una dependencia, que puede ser entre dos o más clases. Las dependencias de estos diagramas tendrán distintas propiedades como la multiplicidad (número de elementos de una clase que participan en la relación).
- **Interfaces:** Una interfaz declara los atributos y funciones que toda instancia asociada a la propia interfaz debe implementar. Es decir, si una clase se asocia a una interfaz, dicha clase deberá cumplir con aquellas funciones o atributos indicados a través de la interfaz [18].

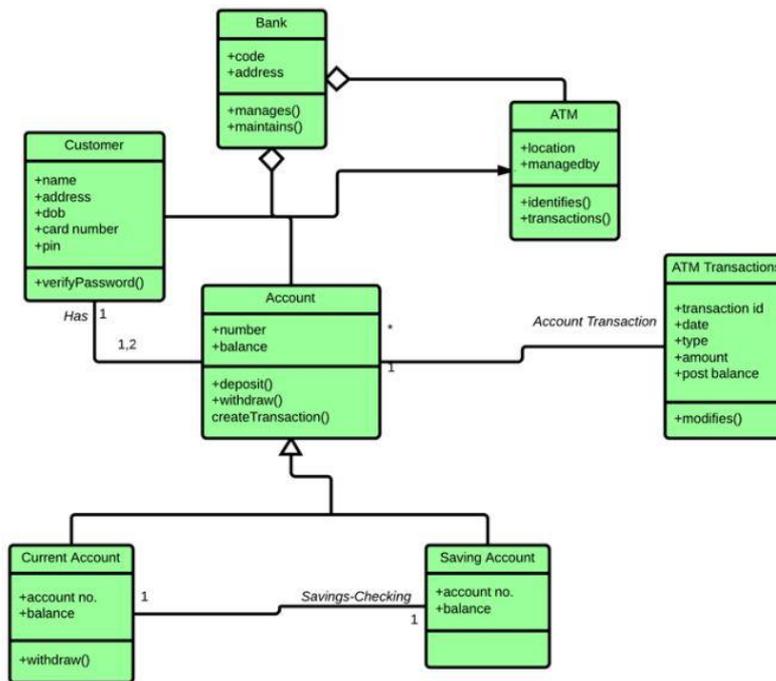


Figura 13. Ejemplo de diagrama de clases [18]

### 3.4 Software utilizado. KBEA-EKM1

En este punto solo se pretende dar una pequeña introducción KBEA EKM1, el cual tiene un manual que puede ser consultado por cualquier persona que lo solicite en el departamento de construcción de la Escuela Superior de Ingeniería de Sevilla. Debido a la existencia de este manual, no se pretende en este estudio explicar como funciona el software en detalle, sino aquellas notas o limitaciones encontradas en el uso del mismo, que puedan ser relevantes para aquel usuario que vaya a consultar o a trabajar con la base de conocimiento que se ha creado para los sistemas de cerramientos.

Para la creación de la base de conocimiento de este estudio se ha utilizado la aplicación informática KBEA-EKM1, la cual está desarrollada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla.

KBEA es una herramienta que permite el diseño y almacenamiento de bases de conocimiento. En ella se pueden crear diferentes formularios en los que se puede almacenar datos, dibujos, imágenes o documentación adicional, permitiendo crear una red lógica entre los diferentes formularios. La herramienta permite conocer y gestionar bases de conocimiento, actualizar la información incluida en una base de conocimiento e incluso importar información sobre bases de conocimientos desde ficheros .xml.

Una vez se haya entrado en la aplicación, teniendo en cuenta las notas previas explicadas en el siguiente punto, el usuario podrá seleccionar una base conocimiento sobre la cual podrá añadir nueva información o crear una nueva desde cero. Una vez dentro de la base de conocimiento, se podrá crear cualquier tipo de formulario de los que tiene definidos el programa o editar alguno de los ya existentes.

De esta forma, el sistema gestionará todo tipo de datos para poder presentar posteriormente toda la información en base al criterio definido por el usuario. Los aspectos elegidos para dicho criterio, así como la descripción de todos los formularios que se van a utilizar en la aplicación, serán expuestos en el capítulo 4.

Se muestra a continuación, de forma gráfica, lo explicado anteriormente para que quede mejor documentado el uso normal de la aplicación.

Entrando en la aplicación tendremos que pulsar sobre “Bases de Conocimiento” tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 14. Bases de conocimientos KBEA

Posteriormente, si lo que se desea es consultar o modificar una base de conocimiento, pulsaremos en editar:

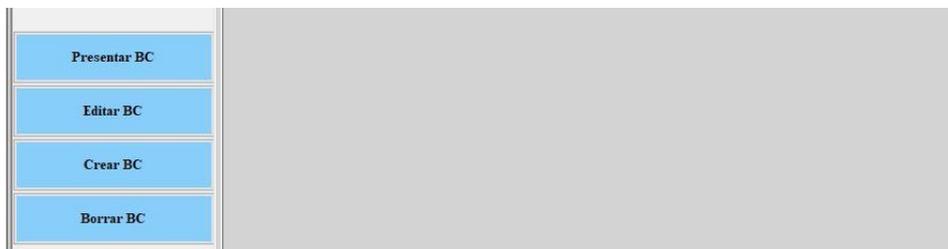


Figura 15. Edición base de conocimiento

Cuando se haya pulsado “Editar” tendremos que elegir la base de conocimiento a la que queremos acceder:

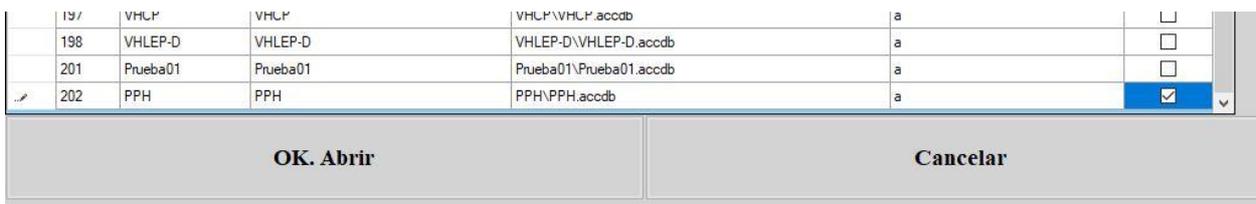


Figura 16. Selección de BC

Por último, se accede a la base de conocimiento seleccionada pudiendo ver el árbol de formularios creados y pudiendo editar o consultar aquel que se desee.

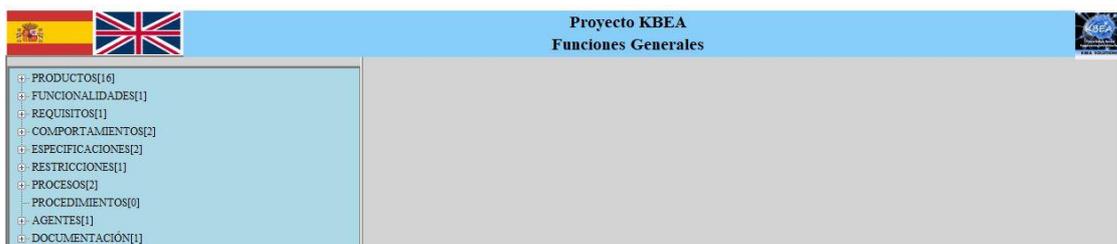


Figura 17. BC en KBEA

### Notas aclaratorias para el uso de KBEA-EKM1:

- Para usar el software es recomendable copiar la carpeta del programa a una ruta raíz del disco duro, sin utilizar subcarpetas, tal y como puede observarse en la siguiente captura del programa:



Figura 18. Acceso a KBEA-EKM1

- Dentro de la carpeta de KBEA, donde tendremos el ejecutable de la aplicación, habrá un archivo de texto cuyo nombre es “*parámetros.txt*”. Este documento de texto habrá que editarlo de forma correcta para poder acceder a la aplicación. En cada línea, tal y como se muestra en la siguiente figura, tendremos una ruta que empiece con la letra de la unidad de disco duro donde tengamos la carpeta KBEA. Habrá que asegurarse que dicha letra coincida con la letra de la unidad donde esten copiados los archivos.

```

Parametros.txt: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
ConexionBase = Provider=Microsoft.ACE.OLEDB.12.0;Data Source=
basePrincipal = D:\KBEA\Datos\BCShell\ConjuntoBC.accdb

PathDatos = D:\KBEA\Datos\
PathOut = D:\KBEA\BCOut\
PathCodigo = D:\KBEA\KBEA\
PathImágenes = D:\KBEA\Imágenes\
PathBDShell = D:\KBEA\Datos\BDShell\BDShell.accdb
file_db = BCShell\BDShell.accdb
DiscoPrincipal = D:\
Start = D:\KBEA\

```

Figura 19. Archivo de texto “Parámetros.txt”

Una vez dentro de la aplicación, debemos saber que KBEA utiliza o tiene configurados distintos tipos de usuarios:

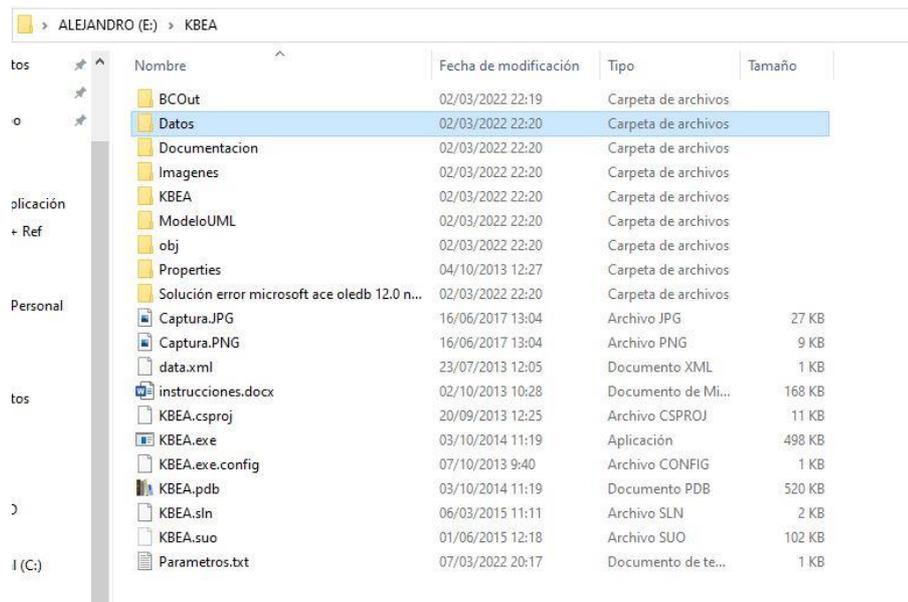
- Usuario Final: Usuario sin credenciales especiales más allá de poder consultar las bases de datos.
- Usuario de desarrollo: El cual puede editar las bases de conocimientos para ampliarlas o corregirlas.
- Usuario de gestión: Tiene acceso a todas las funcionalidades de la herramienta, además de poder borrar bases de conocimiento, es el que gestiona las altas de nuevos usuarios al sistema.

KBEA permite adjuntar a los distintos formularios archivos multimedia que pueden ser consultados a la vez que se accede al propio formulario.

Durante este estudio se ha considerado que ilustrar los distintos formularios con algún tipo de archivo multimedia que aclare en cierto modo los explicado o expuesto en cada uno de ellos es buena idea, ya que proporciona otro punto de vista, normalmente más gráfico, sobre el tema que se esté tratando.

Sin embargo, la forma de adjuntar archivos no se ha considerado trivial ni tan intuitiva como otras opciones de la aplicación, motivo por el cual se va a proceder a explicar como se debe hacer.

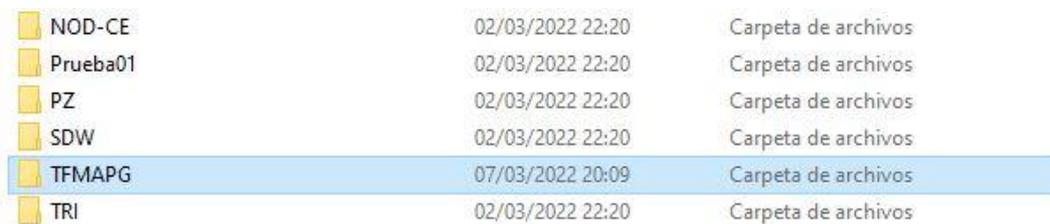
Primero debemos copiar los archivos que queramos adjuntar a la ruta correcta. Para ello, entramos en la carpeta de KBEA y accedemos a la carpeta de “Datos”:



Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
BCOut	02/03/2022 22:19	Carpeta de archivos	
<b>Datos</b>	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
Documentacion	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
Imágenes	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
KBEA	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
ModeloUML	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
obj	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
Properties	04/10/2013 12:27	Carpeta de archivos	
Solución error microsoft ace oledb 12.0 n...	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos	
Captura.JPG	16/06/2017 13:04	Archivo JPG	27 KB
Captura.PNG	16/06/2017 13:04	Archivo PNG	9 KB
data.xml	23/07/2013 12:05	Documento XML	1 KB
instrucciones.docx	02/10/2013 10:28	Documento de Mi...	168 KB
KBEA.csproj	20/09/2013 12:25	Archivo CSPROJ	11 KB
KBEA.exe	03/10/2014 11:19	Aplicación	498 KB
KBEA.exe.config	07/10/2013 9:40	Archivo CONFIG	1 KB
KBEA.pdb	03/10/2014 11:19	Documento PDB	520 KB
KBEA.sln	06/03/2015 11:11	Archivo SLN	2 KB
KBEA.suo	01/06/2015 12:18	Archivo SUO	102 KB
Parametros.txt	07/03/2022 20:17	Documento de te...	1 KB

Figura 20. Carpeta de “Datos” de la ruta de KBEA

A continuación, buscamos la carpeta que esté designada por el nombre que le hayamos puesto a la base de conocimiento:



NOD-CE	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos
Prueba01	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos
PZ	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos
SDW	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos
<b>TFMAPG</b>	07/03/2022 20:09	Carpeta de archivos
TRI	02/03/2022 22:20	Carpeta de archivos

Figura 21. Carpeta de la base de conocimiento creada

Una vez dentro de dicha carpeta, accedemos a la dirección “documentos” tal y como se aprecia en la siguiente figura:

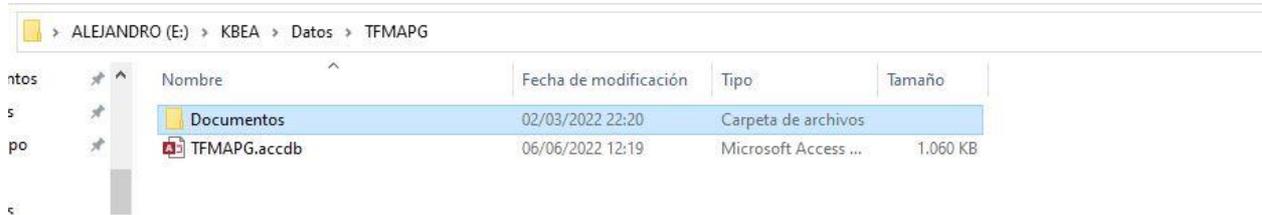


Figura 22. Carpeta de “documentos”

Es justo en esta ruta donde deberemos copiar los archivos que queramos adjuntar a cualquier formulario, ya que esta es la dirección sobre la cual la aplicación buscará de forma automática.

La vista de la carpeta con los archivos debe ser algo parecido a lo que se muestra en la siguiente figura:

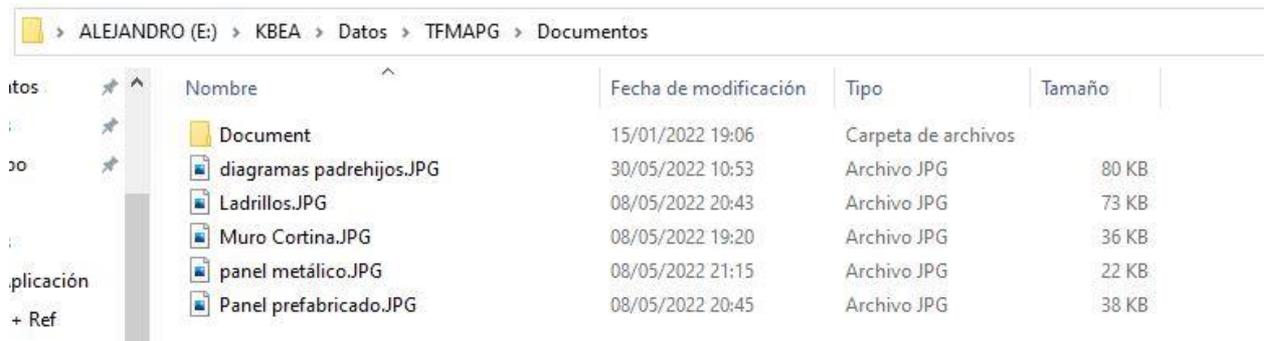


Figura 23. Ubicación correcta para copiar los archivos multimedia

Una vez tengamos los archivos en la ruta correcta, abriremos en KBEA el formulario al que queramos adjuntar alguno de los archivos, dando click en la parte superior derecha, en la cual pone “cambiar”:

PRODUCTO	
Referencia	INSITU <span style="float: right;"><a href="#">No hay imagen</a> <a href="#">Cambiar</a></span>
Nombre	Cerramientos Construidos In Situ
Funcionalidades/Requisitos	Este tipo de cerramiento suele tener asociado unas mejores cualidades estructurales, además debido a su construcción in situ permite una mayor personalización en función de la parcela donde se esté construyendo.
Comportam./Especif.	Los comportamientos y especificaciones básicas dependerán de la solución adoptada.
Restricciones	El tiempo de montaje es mayor que en el caso de los cerramientos prefabricados.
Descripción	Estos cerramientos corresponden a aquellos en los que el proceso de construcción se realiza en la propia obra. La fábrica de ladrillo es un claro ejemplo de cerramiento construido in situ. Mientras que en edificaciones industriales es más común la construcción prefabricada, en los que van destinados a uso personal se suele dar con mayor frecuencia la construcción in situ.

Figura 24. Cambiar archivo adjunto a formulario

A continuación, saldrá una nueva ventana en KBEA, tal y como se muestra en la siguiente figura, donde lo único que tendremos que hacer será marcar el archivo que queramos adjuntar y pulsar en “actualizar imagen”.

Formulario: Cerramientos Construidos In Situ		PRODUCTO
	Selected	Nombre
▶	<input checked="" type="checkbox"/>	diagramas padrehijos.JPG
	<input type="checkbox"/>	Panel prefabricado.JPG
	<input type="checkbox"/>	Ladrillos.JPG
	<input type="checkbox"/>	Muro Cortina.JPG
	<input type="checkbox"/>	panel metálico.JPG
		Actualizar la Imagen
		Presentar
		Añadir
		Borrar
		Volver

Figura 25. Seleccionar archivos multimedia

Una vez hayamos realizado este último paso, podremos observar, al acceder de nuevo al formulario, que el archivo multimedia está habilitado y accesible desde la parte superior derecha del mismo.

PRODUCTO		
Referencia	SCERRIND	diagramas padrehijos.JPG <b>Cambiar</b>
Nombre	Sistemas de Cerramientos	
Funcionalidades/Requisitos	Algunas de las funcionalidades básicas de las fachadas son: Protección frente a incendio, protección frente a variaciones térmicas, protección frente al ruido, entre otras muchas. Los requisitos relacionados con cada una de estas funcionalidades vendrán dados en el CTE.	
Comportam./Especif.	Todo comportamiento asociado a cada una de las funcionalidades dependerá del tipo de fachada a la que nos refiramos.	
Restricciones	Al igual que el comportamiento o las especificaciones, dependerá de la solución adoptada.	
Descripción	El sistema de cerramiento o simplemente cerramiento es la envolvente física de los edificios, o parte de la construcción que los cierra y delimita, tanto lateralmente, mediante cerramientos verticales o de fachada, como por su parte superior e inferior, formando la cubierta del edificio y su solera, respectivamente. Su misión es separar los espacios interiores del edificio del exterior, que constituye su entorno, contribuyendo a la habitabilidad, seguridad y	
Productos Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	Cerramientos Construidos In Situ (INSITU) <b>Cambiar</b> Cerramientos de Hormigón (CERHORMI01) Cerramientos de Obra de Fábrica (OBFAB01) Cerramientos Estrechos (CERPESTRE)
	Asociación	<b>Cambiar</b>
		<b>Cambiar</b>
Procesos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Funcionalidades Relacionadas	Permitir Ventilación (PERMVENT01)	<b>Cambiar</b>
	Protección frente a entrada de agua (PROENTRAGUA)	<b>Cambiar</b>
	Protección frente a Incendio (PROTFREFUEG01)	<b>Cambiar</b>
Restricciones Relacionadas	Protección Frente a Variaciones Térmicas (PROVARTER)	<b>Cambiar</b>
		<b>Cambiar</b>
Comportamientos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Documentación Relacionada		<b>Cambiar</b>
<b>Volver</b>		<b>Actualizar</b>

Figura 26. Ejemplo de archivo adjunto a formulario

### Limitaciones de KBEA-EKM1:

De cara a facilitar la experiencia de un futuro usuario de la base de conocimiento creada a través de esta aplicación, se muestran a continuación algunas de las limitaciones detectadas en la herramienta durante el desarrollo del trabajo. Aunque se haga referencia a las fichas utilizadas en el programa en este punto, se describirán en detalle en el siguiente capítulo.

- La aplicación es una versión en desarrollo que muestra inestabilidades, ya que, durante el uso de la misma, se han detectado fallos de los cuales no se ha podido sacar una causa o raíz de los mismos.
- Como se verá posteriormente, cuando se crea una plantilla del tipo que sea, se deben completar algunos campos de la misma. Dos de ellos son el nombre y la referencia. En el nombre no se pueden utilizar paréntesis, ya que el uso de los mismos provoca algún tipo de fallo que no permite navegar entre los formularios relacionados, quedando la base de conocimiento temporalmente corrupta.

The image shows a software dialog box titled "FORMULARIO NUEVO". It contains several input fields and a dropdown menu. The "Tipo de Formulario" dropdown is open, listing various categories with their corresponding form types in parentheses: PRODUCTO (Xform), FUNCIONALIDAD (Fform), REQUISITO (Qform), COMPORTAMIENTO (Cform), ESPECIFICACIÓN (Eform), PROCESO (Pform), PROCEDIMIENTO (Yform), RESTRICCIÓN (Rform), AGENTE (Aform), and DOCUMENTACIÓN (Dform). Below the dropdown, there are three text input fields: "Ref" with the value "REFERENCIA", "Nombre" with the value "NOMBRE 01", and "Descripción" which is currently empty. At the bottom of the dialog, there are two buttons: "OK.Añadir" and "Cancelar".

Figura 27. Creación de formulario sin utilizar paréntesis en el campo "Nombre"

- Hay un error de vinculación entre productos y restricciones. No se ha encontrado la causa del mismo, por lo que se ha llegado a la conclusión de que es un error de programación que habría que solucionar en la herramienta.
- Si se intenta navegar entre los formularios dentro del modo "Editar" se observa que se produce una duplicación de los enlaces relacionados con la unión comportamiento – producto. Sin embargo, si se navega entre los formularios con el modo "Presentar", este suceso no ocurre. De nuevo, se supone que se debe a las inestabilidades de la herramienta, la cual debe ser actualizada para solucionarle dichos problemas.
- Imposibilidad de crear formularios de procedimientos. La creación de dichos formularios provoca un error en la herramienta que impide el uso correcto de la base de conocimiento.

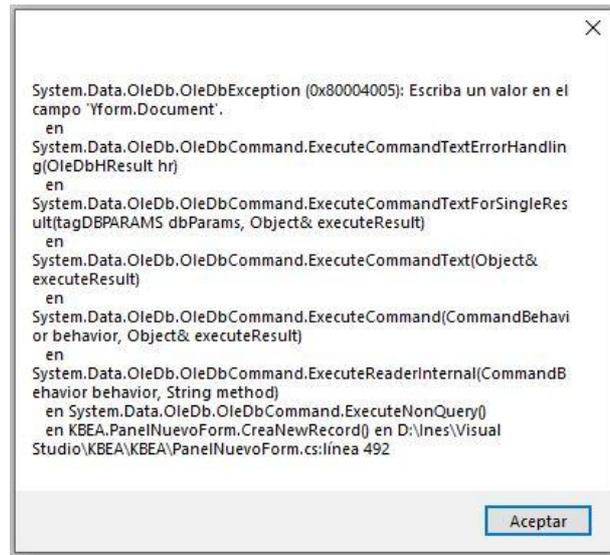


Figura 28. Error en la creación de formularios del tipo “Procedimientos”

- Imposibilidad de escribir un gran número de caracteres en los primeros huecos de cada formulario. Al escribir una cierta cantidad de caracteres, el programa se bloquea y cierra algunos de los formularios. En la siguiente figura se especifican los huecos a los que nos referimos:

FUNCIONALIDAD	
Referencia	PROVARTER <span style="float: right;"><a href="#">No hay imagen</a></span>
Nombre	Protección Frente a Variaciones Térmicas
Requisitos - descripción	El Código Técnico de la Edificación en su documento básico "HE 1 Condiciones para el control de la demanda energética" establece una serie de restricciones que se deben cumplir para la aceptación de los mínimos en este aspecto. <span style="float: right;">←</span>
Productos - descripción	Sistemas de Cerramientos <span style="float: left;">←</span>
Descripción	La importancia de la protección frente a variaciones térmicas es mantener el confort térmico de los usuarios que hagan uso de la edificación. Entendemos por confort térmico cuando las personas que hacen uso de una edificación no experimentan sensación de calor ni frío, o, dicho de otro modo, cuando las condiciones de humedad, temperatura y movimiento de aire es agradable y adecuado a la actividad que se realiza en su interior. Los requisitos legales en España para regular estas variaciones térmicas vienen dados en el Código Técnico de la Edificación. Concretamente, en el documento básico HE (Ahorro de Energía)

Figura 29. Espacios donde no se permite escribir un gran número de caracteres.

No obstante, aunque la aplicación KBEA no está totalmente depurada y necesitaría resolver algunos aspectos relacionados con la estabilidad de la herramienta, desde el punto de vista académico sigue siendo útil para realizar y conocer los aspectos fundamentales de una base de conocimiento. Este trabajo tenía como uno de sus objetivos el dejar una base de conocimiento sobre cerramientos de edificios a disposición del departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería, con idea de que se amplíe posteriormente o para que sirva de apoyo en estudios futuros. Este es uno de los motivos por los que se eligió dicha herramienta, ya que pertenece al departamento y tenemos los manuales de la misma. Los cuales se podrían complementar con la información sobre limitaciones de uso expuestas en estos últimos párrafos.

# 4 MODELADO DE LA INFORMACIÓN

Una vez estudiada la teoría de bases de datos, así como la ingeniería basada en el conocimiento y algunas de sus metodologías, solo quedaría por establecer el modelo a utilizar en la base que se pretende diseñar. En este capítulo se desarrollarán las pautas de diseño elegidas para la creación y el desarrollo de la base de conocimiento de cerramientos en edificios industriales.

## 4.1 Entorno de trabajo KBEA

En el proceso de diseño de la base de conocimiento se debe tener en cuenta la herramienta software que se vaya a utilizar, ya que la misma impondrá una serie de condiciones de contorno que deberán respetarse durante el mismo.

KBEA-EKM1 es una herramienta que proporciona una serie de formularios que podremos ir rellenando con la información que corresponda y que permiten la conexión entre ellos a través de hipervínculos.

Los espacios a rellenar en cada uno de los formularios son fijos y no pueden ser editados, al igual que las conexiones de hipervínculos entre unos formularios y otros, motivo por el cual, tendremos que ajustar nuestro modelo a dicho escenario y definir cómo se utilizarán cada uno de los campos que solicita la aplicación.

A continuación, se muestran cada uno de los formularios que se han utilizado para el diseño de la base de conocimiento:

PRODUCTO		
Referencia	<input type="text" value="ftr"/>	<a href="#">No hay imagen</a> <a href="#">Cambiar</a>
Nombre	<input type="text" value="Producte"/>	
Funcionalidades/Requisitos	<input type="text"/>	
Comportam./Especif.	<input type="text"/>	
Restricciones	<input type="text"/>	
Descripción	<input type="text"/>	
Productos Relacionados	Padre	<input type="text"/> <a href="#">Cambiar</a>
	Hijos	<input type="text"/> <a href="#">Cambiar</a>
	Asociación	<input type="text"/> <a href="#">Cambiar</a>
Procesos Relacionados	<input type="text"/>	<a href="#">Cambiar</a>
Funcionalidades Relacionadas	<input type="text"/>	<a href="#">Cambiar</a>
Restricciones Relacionadas	<input type="text"/>	<a href="#">Cambiar</a>
Comportamientos Relacionados	<input type="text"/>	<a href="#">Cambiar</a>
Documentación Relacionada	<input type="text"/>	<a href="#">Cambiar</a>
<a href="#">Volver</a> <a href="#">Cancelar</a> <a href="#">Actualizar</a>		

Figura 30. Formulario de Producto

FUNCIONALIDAD		
Referencia	fin <input type="text"/>	No hay imagen <input type="button" value="Cambiar"/>
Nombre	Funcionalidad <input type="text"/>	
Requisitos - descripción	<input type="text"/>	
Productos - descripción	<input type="text"/>	
Descripción	<input type="text"/>	
Funcionalidades Relacionadas	Padre	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
	Hijos	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
	Asociación	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
Productos Relacionados	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>
Requisitos Relacionados	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>
<input type="button" value="Volver"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Actualizar"/>		

Figura 31. Formulario de Funcionalidad

REQUISITO		
Referencia	req <input type="text"/>	No hay imagen <input type="button" value="Cambiar"/>
Nombre	Requisito <input type="text"/>	
Funcional -caracterist.	<input type="text"/>	
Restricciones -caracterist.	<input type="text"/>	
Especific -caracterist.	<input type="text"/>	
Descripción	<input type="text"/>	
Requisitos Relacionados	Padre	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
	Hijos	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
	Asociación	<input type="text"/> <input type="button" value="Cambiar"/>
Funcionalidades Relacionadas	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>
Restricciones Relacionadas	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>
Especificaciones Relacionadas	<input type="text"/>	<input type="button" value="Cambiar"/>
<input type="button" value="Volver"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Actualizar"/>		

Figura 32. Formulario de Requisito

RESTRICCIÓN		
Referencia	Rest	<a href="#">No hay imagen</a> <b>Cambiar</b>
Nombre	Restricción	
Productos - características		
Funciones - características		
Comportam.-caracterist.		
Descripción		
Restricciones Relacionadas	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
Productos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Requisitos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Especificaciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
<b>Volver</b> <b>Cancelar</b> <b>Actualizar</b>		

Figura 33. Formulario de Restricción

PROCESO		
Referencia	Proc	<a href="#">No hay imagen</a> <b>Ver</b>
Nombre	Proceso	
Descripción		
Objetivos		
Requisitos de Inicio		
Resultados		
Documentación		
Modelo UML		<a href="#">No hay imagen</a> <b>Ver</b>
Procesos Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Sub-Act.	<b>Cambiar</b>
	Precedentes	<b>Cambiar</b>
	Siguientes	<b>Cambiar</b>
Procedimientos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Productos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Agentes		<b>Cambiar</b>
Documentación Relacionada		<b>Cambiar</b>
<b>Volver</b> <b>Cancelar</b> <b>Actualizar</b>		

Figura 34. Formulario de Proceso

COMPORTAMIENTO		
Referencia	Comp	No hay imagen <b>Cambiar</b>
Nombre	Comportamiento	
Especificaciones - descripción		
Productos - descripción		
Descripción		
Comportamientos Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
Productos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Especificaciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
<b>Volver</b> <b>Cancelar</b> <b>Actualizar</b>		

Figura 35. Formulario de Comportamiento

ESPECIFICACIÓN		
Referencia	Esp	No hay imagen <b>Cambiar</b>
Nombre	Especificación	
Requisitos -caracterist.		
Restricciones -caracterist.		
Comportam. -caracterist.		
Descripción		
Especificaciones Relacionadas	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
Requisitos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Restricciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
Comportamientos Relacionados		<b>Cambiar</b>
<b>Volver</b> <b>Cancelar</b> <b>Actualizar</b>		

Figura 36. Formulario de Especificación

RECURSO HUMANO		
Referencia:	Age	<a href="#">No hay imagen</a> <b>Cambiar</b>
Nombre:	Agente	
Descripción:	<div style="border: 1px solid gray; height: 40px;"></div>	
Agentes Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
Procesos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Documentaciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <span>Volver</span> <span>Cancelar</span> <span>Actualizar</span> </div>		

Figura 37. Formulario de Agente

DOCUMENTACIÓN		
Referencia:	Doc	<a href="#">No hay imagen</a> <b>Cambiar</b>
Nombre:	Documentación	
Contexto:	<div style="border: 1px solid gray; height: 20px;"></div>	
Descripción:	<div style="border: 1px solid gray; height: 40px;"></div>	
Documentación Relacionada	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
Productos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Procesos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Agentes Relacionados		<b>Cambiar</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <span>Volver</span> <span>Cancelar</span> <span>Actualizar</span> </div>		

Figura 38. Formulario de Documentación

Dentro de cada formulario, se diferencian dos zonas claramente separadas: los espacios dedicados a los links entre formularios y los espacios a rellenar manualmente, los cuales son los de la parte superior de cada formulario.

Durante el proceso de diseño de la base de conocimiento, tal y como se describirá en el siguiente apartado, se deben definir cada uno de los conceptos asociados a los formularios a utilizar, es decir, saber que es lo que entenderemos por producto, requisito, funcionalidad... Estos conceptos serán descritos en el siguiente punto y afectarán al apartado de “Descripción” de cada uno de los formularios, en el cual se hará una descripción detallada de cada uno de los elementos de la base de conocimiento.

No obstante, lo primero que se indicará es qué tipo de información se ha incluido en el resto de espacios, de la parte superior, disponibles en cada formulario. A continuación, se muestra el criterio elegido:

- **Producto:**

Se ha resumido las funcionalidades principales del producto junto a sus comportamientos siempre que se puedan especificar y sus principales restricciones en los espacios dedicados a estos tres atributos dentro del formulario.

- **Funcionalidad:**

En el apartado de requisitos se ha hecho mención al Documento Básico del CTE en el que se habla de las exigencias básicas relacionadas con la propia funcionalidad. Además, tenemos, como podemos ver en la figura 31, un espacio reservado para el producto. En dicho espacio se ha mencionado el producto asociado a la funcionalidad que se esté tratando.

- **Requisito:**

En los formularios de requisitos, tal y como se observa en la figura 32, se tiene un espacio en el que se anotará la funcionalidad asociada al propio requisito.

- **Comportamiento:**

En el formulario de comportamiento se tiene un hueco dedicado a las especificaciones. Dicho hueco se ha dejado en blanco al entender que, bajo el criterio establecido en este estudio, las especificaciones irán asociadas a un producto y no a un comportamiento. Además, se tiene, al igual que con el formulario de funcionalidad, un espacio para anotar el producto al cual va asociado dicho comportamiento.

- **Restricciones:**

En el formulario de restricciones se tiene un espacio dedicado al producto y la funcionalidad a los que la restricción irá asociada. El espacio de comportamiento dependerá de la solución bajo estudio, ya que soluciones diferentes podrán tener comportamientos diferentes para conseguir lidiar con la restricción.

- **Proceso:**

Dentro del formulario de procesos, tal y como se puede observar en la figura 34, se tienen diferentes espacios en los que se definirán el objetivo, requisitos iniciales y resultados finales de dicho proceso. Además, se podrá anotar la documentación asociada a dicho proceso la cual, en la mayoría de los casos, vendrá dada por el fabricante.

- **Agente:**

En los formularios de agentes no se tienen espacios adicionales más allá de la descripción del propio formulario.

- **Documentación:**

Dentro de este formulario se puede observar un hueco reservado al contexto de la documentación. En dicho espacio se hace referencia a la entidad a la cual pertenece la propia documentación.

## 4.2 Definición de las entidades de los formularios

Una vez establecidos los formularios de KBEA que se van a utilizar, pasamos a la segunda parte del proceso de diseño, es decir, a definir lo que entenderemos por cada uno de los elementos que conformarán la base de conocimiento.

- **Producto:** Cada tipo de cerramiento, así como cada subelemento que conforman al cerramiento final. Dentro de una primera clase, que vendrá dada por la tipología correspondiente, tendremos las diferentes soluciones que puedan darse dentro de la misma. De esta forma, tendremos sucesiones padres – hijos de dos tipos: De subclases y de composición de una subclase. La descripción física de las soluciones: Forma, materiales, dimensiones... Se irá concretando a medida que se descienda en la jerarquía, hasta llegar a una solución comercial dada.

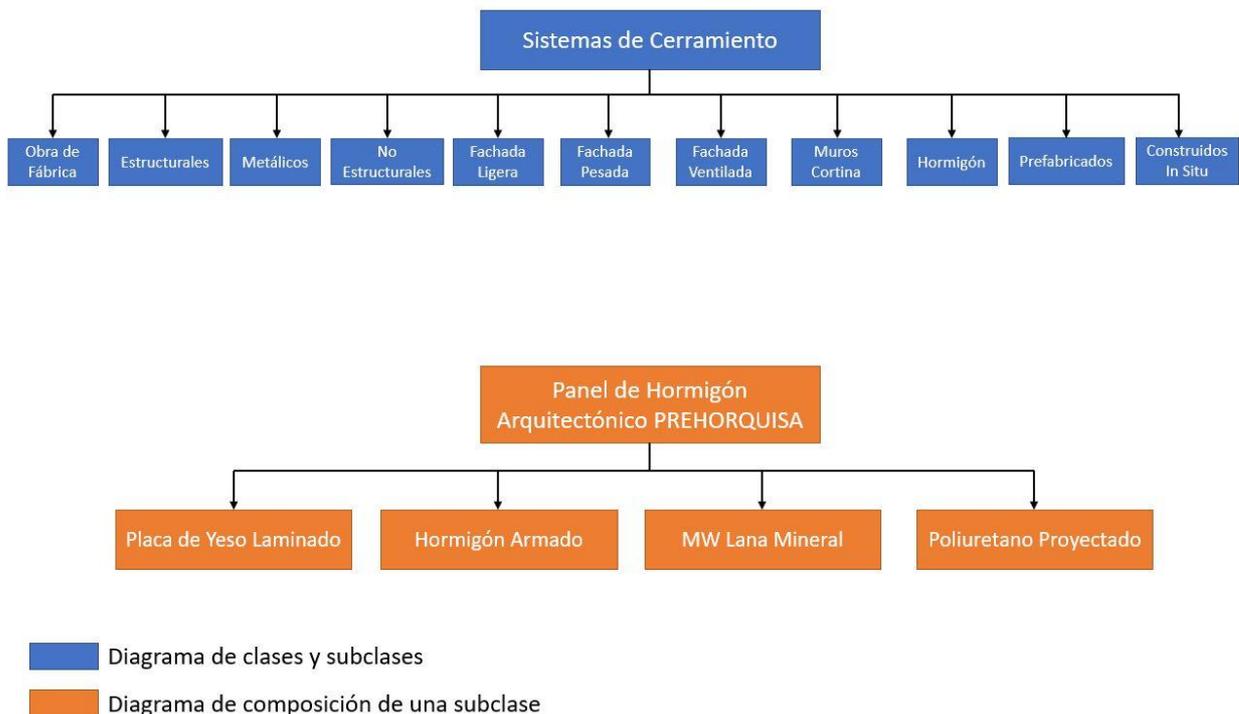


Figura 39. Diagramas de clases utilizados para los productos de la base de conocimiento

- **Funcionalidad:** Una función es algo que hace un producto (o que debe hacer) para que pueda considerarse satisfactorio. Es decir, las funcionalidades proporcionarán al producto final un valor añadido y serán las que determinen el tipo de solución buscada por el cliente. Normalmente, las funciones de más alto nivel responden a preguntas como ¿Por qué un producto tiene que tener una determinada función?
- **Requisito:** Serán aquellos requisitos funcionales que, estando recogidos en la normativa (CTE), se daban cumplir ya sea por seguridad o por el confort de los usuarios finales que hagan uso de las edificaciones. En los requisitos aparecerán las exigencias del Código Técnico de la Edificación: Seguridad en caso de incendio, protección frente al ruido...
- **Restricción:** Las restricciones serán aquellas limitaciones cuya satisfacción permite garantizar el cumplimiento de las exigencias de la normativa. Las restricciones tienen que ser cuantitativas en la mayoría de los casos, para que sea posible la medición de alguna variable y poder, de esta manera, validarla.
- **Proceso:** Cada una de las actividades que se realicen sobre el cerramiento, ya sea antes o después de la fabricación o de la puesta en obra. Tal y como se explicó en las limitaciones de KBEA, el programa no es capaz de generar el formulario de “Procedimientos”, por dicho motivo no se ha realizado ninguna distinción entre procesos y procedimientos.

- **Comportamiento:** Descripción de cómo consigue el producto tener o proporcionar una funcionalidad concreta. En la mayoría de los casos será una descripción técnica o científica de los procesos físicos que se den para alcanzar una funcionalidad en concreto.
- **Especificación:** Se considerarán las especificaciones técnicas como las cualidades físicas o técnicas de los productos. Tal y como viene diseñado en KBEA, puede relacionarse con requisitos o restricciones de los productos.
- **Agente:** Se describirán brevemente los recursos humanos necesarios para cada uno de los procesos a seguir de cara a todo el ciclo de vida del producto.
- **Documentación:** Si la solución o producto es comercial, se adjuntará los ensayos a los que ha sometido al producto la empresa, siempre que estén disponibles. De la misma forma, se adjuntará la ficha técnica del producto dada por el fabricante, donde se tendrán todas las especificaciones técnicas del producto.

### 4.3 Otros aspectos relativos al diseño

Dentro del proceso de diseño, se han de tener en cuenta algunos aspectos adicionales, los cuales han sido tomados como hipótesis de partida o como restricciones asumidas durante el estudio.

Uno de los principales puntos de partida ha sido la difícil tarea de acotar las dimensiones del trabajo. Una base de conocimiento jamás se dará por finalizada ya que siempre se puede ir añadiendo nueva información en la misma.

La decisión tomada fue el desarrollar al menos dos soluciones finales o comerciales por completo. Se optó por desarrollar dos soluciones de fachadas de edificios industriales, los paneles metálicos sandwich y los paneles de hormigón prefabricado, como los dos elementos sobre los cuales se incluiría una mayor cantidad de información, hasta llegar a soluciones comerciales específicas de los mismos.

Además de estos dos productos elegidos para su desarrollo completo, la base de conocimiento prepara un entorno futuro con todos los tipos de clasificaciones de fachadas nombradas durante este trabajo, aunque algunas de ellas no sean comunes en el ámbito industrial.

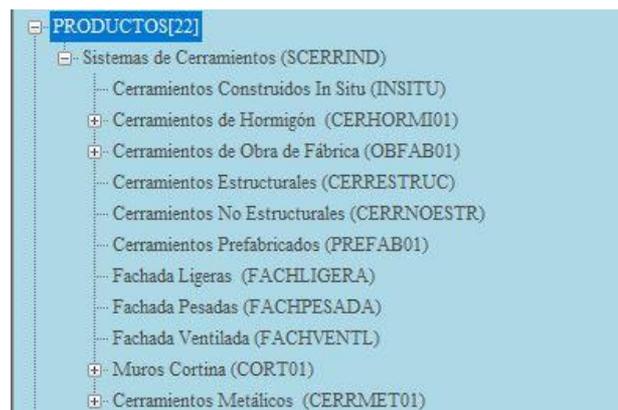


Figura 40. Árbol de productos diseñado en KBEA

Para obtener las soluciones comerciales de ambos productos, se contactó con los fabricantes solicitándoles la información técnica de estos. Es de agradecer que PREHORQUISA y METECNO hayan ofrecido dicha información de cara a este estudio. Las figuras 41 y 42 muestran los formularios de KBEA de ambos productos.

PRODUCTO		
Referencia	PANHORPREH01	No hay imagen Cambiar
Nombre	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA"	
Funcionalidades/Requisitos	La empresa asegura tiempo mínimo de construcción además de una gran durabilidad, buen comportamiento respecto al aislamiento térmico y acústico y una excelente relación coste beneficio.	
Comportam./Especif.	La baja relación agua/cemento utilizada en los hormigones confieren a los elementos unas excelentes propiedades en resistencia y durabilidad.	
Restricciones	El fabricante no proporciona ninguna en su documentación oficial. Restricciones similares al resto de paneles de estas características.	
Descripción	Los paneles autoportantes prefabricados de hormigón arquitectónico se utilizan principalmente en el cerramiento de fachadas de edificios, revestimientos exteriores o elementos constructivos, sin que formen parte de la estructura resistente. Es una solución perfecta en cuanto a acabado y diseño arquitectónico, así como en ahorro de costes y rapidez en la ejecución del proyecto.	
Productos Relacionados	Padre	Paneles de Hormigón Arquitectónico (PANHORAR01) Cambiar
	Hijos	[PYL] Placa de Yeso Laminado 750 < d < 900Kg/m3, e=1.5cm (PYL01PRE) Cambiar Hormigón Armado d > 2500Kg/m3, e = 12cm (HORARMAD250) MW Lana Mineral 0.031 W/mK, e=4.8cm (MWLANA01) Cerramientos No Estructurales (CERRNOESTR) Cerramientos Prefabricados (PREFAB01) Fachada Ligeras (FACHLIGERA)
	Asociación	Cerramientos No Estructurales (CERRNOESTR) Cambiar Cerramientos Prefabricados (PREFAB01) Fachada Ligeras (FACHLIGERA)
Procesos Relacionados	Fabricación Paneles PREHORQUISA (FABPREHO) Cambiar Montaje en obra PREHORQUISA (OBRAPREH)	
Funcionalidades Relacionadas		Cambiar
Restricciones Relacionadas		Cambiar
Comportamientos Relacionados	Aislamiento acústico paneles PREHORQUISA (RUIDOPREHORQ)	Cambiar
Documentación Relacionada		Cambiar
<span>Volver</span> <span>Cancelar</span> <span>Actualizar</span>		

Figura 41. Formulario con solución comercial de PREHORQUISA.

PRODUCTO		
Referencia	SUPMETEC	No hay imagen Cambiar
Nombre	Paneles Sandwich Superwall METECNO	
Funcionalidades/Requisitos	Este diseño consigue un acabado elegante y al detalle, ya que permiten ocultar las fijaciones empleadas durante su instalación.	
Comportam./Especif.	Su núcleo de espuma de poliuretano o poliisocianurato proporciona un gran aislamiento térmico.	
Restricciones	No ofrecidas por la empresa. Aplicables las restricciones genéricas de cualquier tipo de panel sandwich.	
Descripción	La empresa METECNO nos ofrece una solución basada en paneles sandwich para las fachadas de edificios industriales. Dicha empresa, nos ofrece también otras soluciones para edificaciones residenciales, agropecuarias y frigoríficas. Los paneles sandwich autoportantes Superwall están formados por una lámina de acero en cada cara y por un núcleo de espuma de poliuretano o poliisocianurato con gran aislamiento térmico. Están concebidos para la construcción de fachadas de edificios industriales.	
Productos Relacionados	Padre	Paneles Sandwich (PANSANDW01) Cambiar
	Hijos	
	Asociación	Cerramientos Metálicos (CERRMET01) Cambiar Cerramientos No Estructurales (CERRNOESTR) Fachada Ligeras (FACHLIGERA)
Procesos Relacionados	Almacenamiento de Paneles Sandwich METECNO (AlmacenMETECNO) Cambiar Descarga mediante carretilla elevadora METECNO (DESCCARREELEV) Manipulación y descarga mediante grúa (GRUAMETECNO)	
Funcionalidades Relacionadas		Cambiar
Restricciones Relacionadas		Cambiar
Comportamientos Relacionados	Aislamiento térmico paneles sandwich METECNO (TERMMETECNO)	Cambiar
Documentación Relacionada		Cambiar
<span>Volver</span> <span>Cancelar</span> <span>Actualizar</span>		

Figura 42. Formulario con solución comercial de METECNO

Como podemos ver en la siguiente imagen, se aprecia los productos hijos de los paneles de hormigón prefabricado de PREHORQUISA hasta llegar a los elementos que conforman dicha solución comercial.

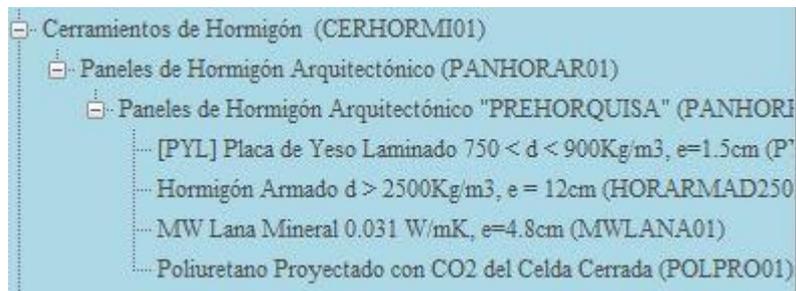


Figura 43. Productos hijos que conforman la solución comercial de PREHORQUISA

Otro aspecto a tener en cuenta dentro del diseño de la base de conocimiento ha sido la imposibilidad de tener más de un producto padre para cada producto hijo. El árbol que desarrolla el programa no permite que tengas más de un vínculo de este tipo.

En numerosas ocasiones un producto puede pertenecer a distintas tipologías, de las cuales, no necesariamente tiene que haber una que tomemos como principal. Veamos un ejemplo a continuación en el cual vemos como un panel de hormigón prefabricado puede tener distintos productos padres a la vez:

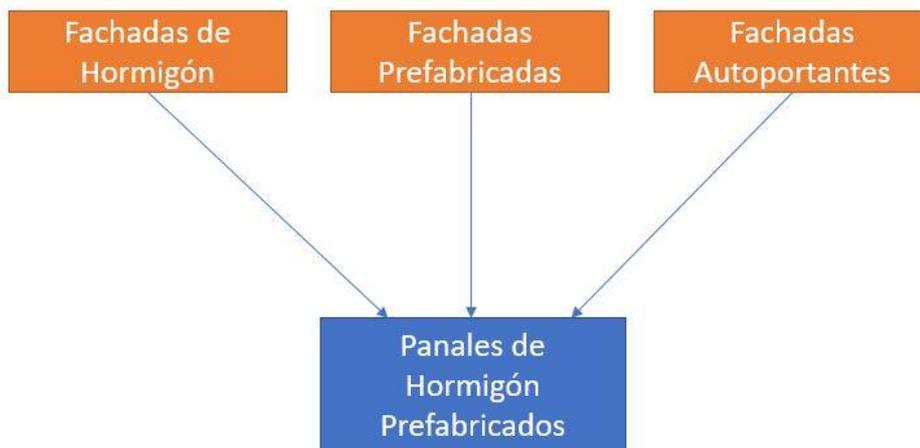


Figura 44. Tipologías aplicables a los paneles de hormigón prefabricados

No obstante, la solución adoptada ante esta situación ha sido relacionar cada producto con un único padre y establecer una relación de tipo “asociación” con el resto de productos con los que tenga algún tipo de vínculo.

En la siguiente figura se puede observar el campo de “asociación” para un producto. Este campo, como bien se comentaba anteriormente, permitirá al producto tener un vínculo con otros con los que esté relacionados.

PRODUCTO		
Referencia	PANHORAR01	No hay imagen <input type="button" value="Cambiar"/>
Nombre	Paneles de Hormigón Arquitectónico	
Funcionalidades/Requisitos	Mejor calidad del producto debido al proceso de fabricación además de una organización más sencilla y eficaz del proceso constructivo. Permiten un mayor ahorro de tiempo por la sencillez de su puesta en obra y gran variedad de acabados superficiales.	
Comportam./Especif.	Debido a su proceso de fabricación industrializado, consigue que este sea más eficaz y sencillo, además de una fácil puesta en obra.	
Restricciones	Requiere una mano de obra especializada, sobre todo en las juntas.	
Descripción	Son elementos lámina de hormigón armado con acero, de espesores entre 8 y 12 cm y pesos entorno a 180Kg/m2. Estos elementos se consideran autoportantes. Pueden ser homogéneos de hormigón armado, multicapa (con incorporación de aislamiento térmico), incluso alveolados o muros dobles.	
Productos Relacionados	Padre	Cerramientos de Hormigón (CERHORMI01) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Hijos	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA" (PANHORPREH01) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Asociación	Cerramientos Prefabricados (PREFAB01) <input type="button" value="Cambiar"/> Fachada Ligeras (FACHLIGERA) <input type="button" value="Cambiar"/>
Procesos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Funcionalidades Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Restricciones Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Comportamientos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Documentación Relacionada		<input type="button" value="Cambiar"/>
<input type="button" value="Volver"/> <input type="button" value="Cancelar"/> <input type="button" value="Actualizar"/>		

Figura 45. Asociaciones paneles prefabricados de hormigón

A continuación, pasamos a comentar un aspecto sobre la estructura general de la base de conocimiento. La base se ha ido generando de forma que, a medida que se vaya bajando en el árbol asociado a cualquiera de los formularios del programa, se vaya pasando de los aspectos más generales a los más específicos. Por poner un ejemplo, para los sistemas de cerramientos tendremos funcionalidades genéricas que deben cumplir todos los sistemas de cerramientos, después algunas funcionalidades específicas de algún producto en concreto, se enlazarán con el mismo. De esta forma se pretende que la base de conocimiento pueda ser usada para encontrar algún producto a través de sus funcionalidades, comportamientos u otro tipo de característica.

Veamos a continuación un ejemplo sobre la idea expuesta en el párrafo anterior. Tendremos una funcionalidad básica sobre el aislamiento acústico de los edificios que afectará al primer producto de todos debido a que cualquier tipo de fachada deberá tener esta funcionalidad. Sin embargo, ante una solución concreta, como la de PREHORQUISA, observamos como tendrá un comportamiento asociado que estipulará cómo consigue este producto llegar a la funcionalidad del aislamiento acústico.

En las figuras 46 y 47 se puede observar como se ha plasmado lo descrito en este párrafo en la base de conocimiento. Mientras que la funcionalidad de aislamiento acústico aparece vinculada a los sistemas de cerramientos, ya que es una funcionalidad común a todos ellos, en la solución comercial se especifica cómo el panel de PREHORQUISA consigue dicha funcionalidad. Es decir, el comportamiento dependerá de la solución bajo estudio.

PRODUCTO		
Referencia	SCERRIND	No hay imagen <b>Cambiar</b>
Nombre	Sistemas de Cerramientos	
Funcionalidades/Requisitos	Algunas de las funcionalidades básicas de las fachadas son: Protección frente a incendio, protección frente a variaciones térmicas, protección frente al ruido, entre otras muchas. Los requisitos relacionados con cada una de estas funcionalidades vendrán dados en el CTE.	
Comportam./Especif.	Todo comportamiento asociado a cada una de las funcionalidades dependerá del tipo de fachada a la que nos refiramos.	
Restricciones	Al igual que el comportamiento o las especificaciones, dependerá de la solución adoptada.	
Descripción	El sistema de cerramiento o simplemente cerramiento es la envolvente física de los edificios, o parte de la construcción que los cierra y delimita, tanto lateralmente, mediante cerramientos verticales o de fachada, como por su parte superior e inferior, formando la cubierta del edificio y su solera, respectivamente. Su misión es separar los espacios interiores del edificio del exterior, que constituye su entorno, contribuyendo a la habitabilidad, seguridad y	
Productos Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	Cerramientos Construidos In Situ (INSITU) <b>Cambiar</b> Cerramientos de Hormigón (CERHORMI01) Cerramientos de Obra de Fábrica (OBFAB01) Cerramientos Estrechos (CERDESTR01)
	Asociación	<b>Cambiar</b>
		<b>Cambiar</b>
Procesos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Funcionalidades Relacionadas	Protección frente a Incendio (PROTFREFUEG01)	<b>Cambiar</b>
	Protección Frente a Variaciones Térmicas (PROVARTER) Protección frente al ruido (PROFRU01) Protección frente al Viento (PROFRVIENT1)	<b>Cambiar</b>
Restricciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
Comportamientos Relacionados		<b>Cambiar</b>
Documentación Relacionada		<b>Cambiar</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><b>Volver</b></span> <span><b>Cancelar</b></span> <span><b>Actualizar</b></span> </div>		

Figura 46. Funcionalidades de los sistemas de cerramientos.

COMPORTAMIENTO		
Referencia	RUIDOPREHORQ	No hay imagen <b>Cambiar</b>
Nombre	Aislamiento acústico paneles PREHORQUISA	
Especificaciones - descripción	No aplica	
Productos - descripción	Paneles de hormigón prefabricado PREHORQUISA	
Descripción	Los edificios diseñados con panel macizo (sin aislamiento) están previstos para trasdosar de forma que el conjunto panel más trasdosado sea el cumpla las prestaciones exigidos por DBHR del CTE. De forma general una de las características que define la capacidad del aislamiento acústico es la masa del elemento de cerramiento. Las fachadas de hormigón arquitectónico de PREHORQUISA debido a su alta densidad poseen un excelente comportamiento frente al ruido aéreo.	
Comportamientos Relacionados	Padre	<b>Cambiar</b>
	Hijos	<b>Cambiar</b>
	Asociación	<b>Cambiar</b>
		<b>Cambiar</b>
Productos Relacionados	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA" (PANHORPREH01)	<b>Cambiar</b>
Especificaciones Relacionadas		<b>Cambiar</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <span><b>Volver</b></span> <span><b>Cancelar</b></span> <span><b>Actualizar</b></span> </div>		

Figura 47. Comportamiento del aislamiento acústico para los paneles PREHORQUISA

Por último, se explicará la solución adoptada para la principal limitación encontrada dentro de los formularios de KBEA. Tal y como se mencionó anteriormente, KBEA no permite la creación de formularios del tipo “Procedimientos” en los cuales se pretendía establecer los pasos a seguir dentro de un proceso, dejando el proceso como si fuera una caja negra a ojos del usuario. Como el software lanza un error cada vez que se crea un formulario de este tipo, se ha decidido no hacer diferenciación entre ambos conceptos, aunando ambos dentro del formulario de “Procesos”.



# 5 BASE DE CONOCIMIENTO

En este capítulo se mostrará la base de conocimiento en el punto en el cual se ha dejado en las etapas finales del estudio, previo a su presentación. Aunando todo lo expuesto en los demás capítulos del proyecto y teniendo en cuenta las premisas y limitaciones de diseño, se mostrará una búsqueda de alguno de los productos desarrollados durante este trabajo.

## 5.1 Base de conocimiento en KBEA. Ejemplo de búsqueda.

Antes de comenzar con algunos ejemplos de consultas en la base de conocimiento, se mostrará mediante una serie de figuras el estado final de la base de conocimiento. Habrá que tener en cuenta que la base de conocimiento será actualizada hasta el último momento de su presentación, por lo que podría haber pequeños cambios entre la versión que mostraremos aquí y la que se presente en la defensa de este proyecto.

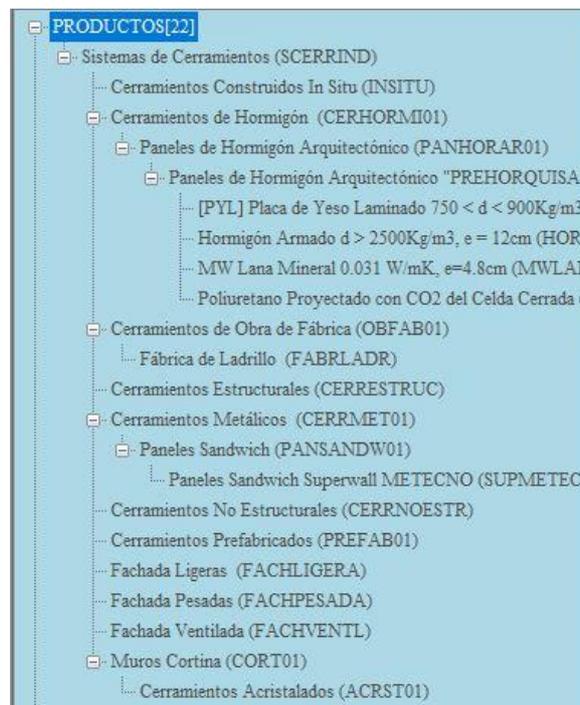


Figura 48. Productos de la base de conocimiento

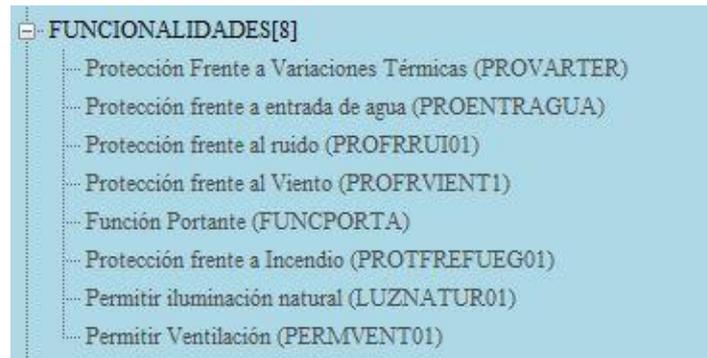


Figura 49. Funcionalidades de la base de conocimiento

Como bien se comentó durante el diseño de la base de datos, las funcionalidades que se han metido en la base de conocimiento son funcionalidades genéricas que afectan a todos los sistemas de cerramientos. Se han añadido comportamientos específicos para las dos soluciones desarrolladas, de tal forma que se explique como estas consiguen alguna de las funcionalidades.

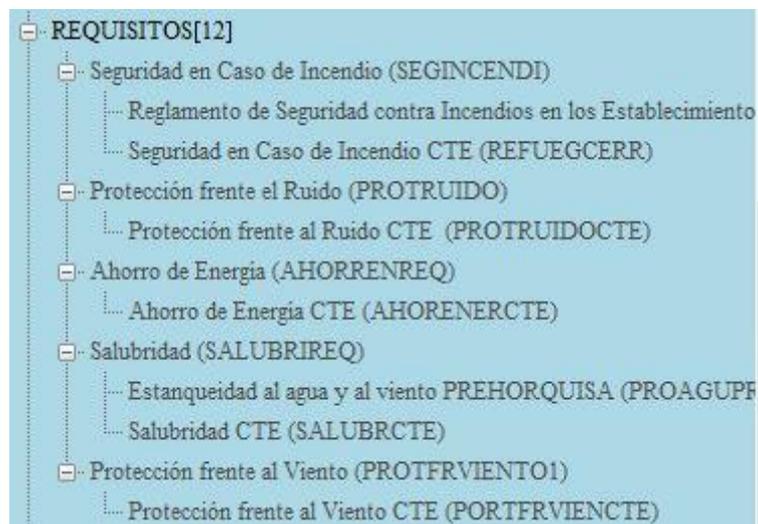


Figura 50. Requisitos de la base de conocimiento

Acorde a lo comentado en el capítulo 4, en los requisitos se han incluido aquellos que vienen de la normativa del Código Técnico de la Edificación. Se ha incluido al menos un requisito asociado a las exigencias básicas de cada uno de los principales Documentos Básicos del CTE.

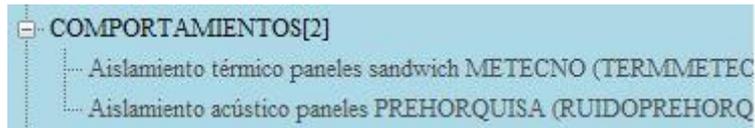


Figura 51. Comportamientos de la base de conocimiento

Dentro de comportamientos se ha incluido un comportamiento específico para cada una de las dos soluciones desarrolladas. En ellos se verá como las soluciones consiguen la funcionalidad asociada a dichos comportamientos.

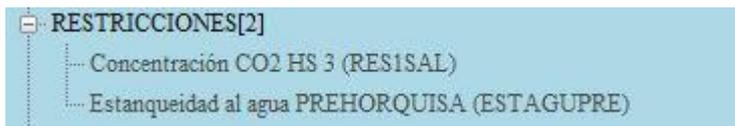


Figura 52. Restricciones de la base de conocimiento

Recordemos que las restricciones son aquellas limitaciones cuya satisfacción permite garantizar el cumplimiento de las exigencias de la normativa. Las restricciones tienen que ser cuantitativas en la mayoría de los casos, para que sea posible la medición de alguna variable y poder, de esta manera, validarla.

Para ejemplificar el concepto de restricción tal y como lo hemos definido en este proyecto, se realizó un formulario para la concentración de CO<sub>2</sub>, el cual aplicaría para todos los sistemas de cerramientos y otro para la estanqueidad al agua de una de las soluciones comerciales.

De esta manera, observamos como se pueden meter restricciones generales que apliquen a productos genéricos, o restricciones más específicas para soluciones concretas, si estas son dadas por el fabricante.

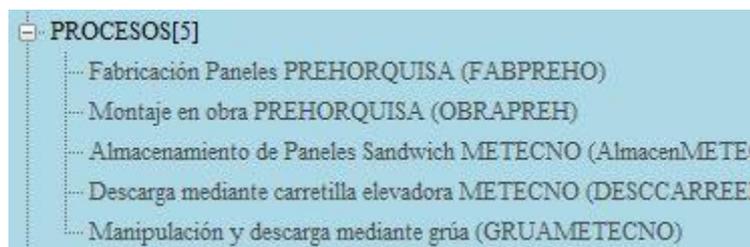


Figura 53. Procesos de la base de conocimiento

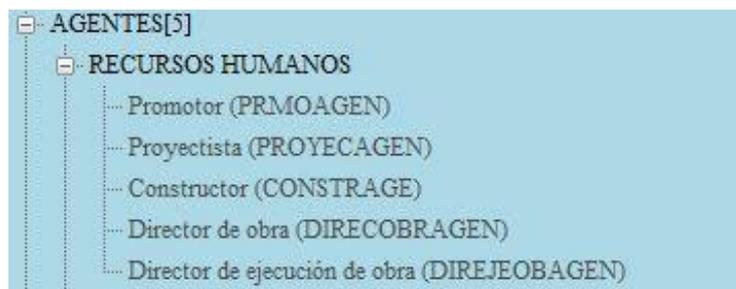


Figura 54. Agentes de la base de conocimiento

A continuación, se muestran los formularios de documentación adjuntos a la base de conocimiento. Dichos documentos están asociados, en su mayoría, a la normativa del Código Técnico de la Edificación y la documentación proporcionada por el fabricante en las dos soluciones comerciales, aunque también se ha incluido el manual completo de KBEA, con la idea de que esté fácilmente accesible para el usuario que vaya a hacer uso de la base de conocimiento.

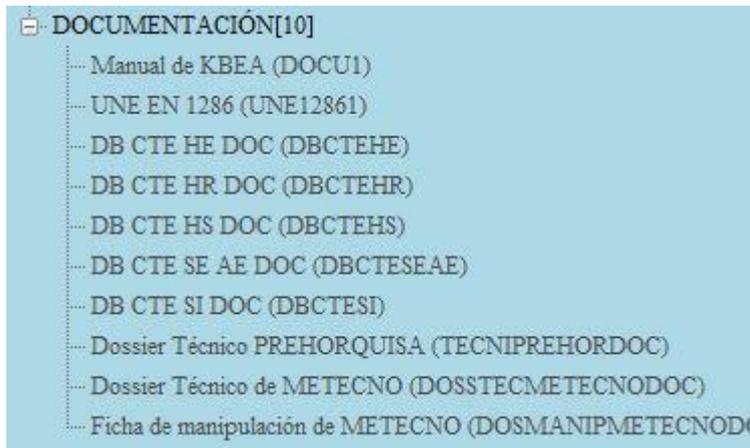


Figura 55. Documentación de la base de conocimiento

Por último, mostraremos una de las soluciones desarrolladas, concretamente la de los paneles de hormigón prefabricado de PREHORQUISA, para ilustrar cómo se haría una búsqueda a través de la base de conocimiento. Si bien es verdad, la búsqueda se podría realizar a través de cualquier característica como el comportamiento o las funcionalidades, ya que para eso están todos los formularios enlazados entre sí, nosotros mostraremos el procedimiento bajando a través del árbol de productos, ya que así se podrá seguir cada uno de los pasos de forma más intuitiva viendo los árboles mostrados en las figuras anteriores.

Empezando por el formulario de cerramientos de edificaciones:

PRODUCTO	
Referencia	SCERRIND <a href="#">diagramas padrehijos.JPG</a> <a href="#">Cambiar</a>
Nombre	Sistemas de Cerramientos
Funcionalidades/Requisitos	Algunas de las funcionalidades básicas de las fachadas son: Protección frente a incendio, protección frente a variaciones térmicas, protección frente al ruido, entre otras muchas. Los requisitos relacionados con cada una de estas funcionalidades vendrán dados en el CTE.
Comportam./Especif.	Todo comportamiento asociado a cada una de las funcionalidades dependerá del tipo de fachada a la que nos refiramos.
Restricciones	Al igual que el comportamiento o las especificaciones, dependerá de la solución adoptada.
Descripción	El sistema de cerramiento o simplemente cerramiento es la envolvente física de los edificios, o parte de la construcción que los cierra y delimita, tanto lateralmente, mediante cerramientos verticales o de fachada, como por su parte superior e inferior, formando la cubierta del edificio y su sòlera, respectivamente. Su misión es <b>separar los espacios interiores del edificio del exterior, que constituye su entorno, contribuyendo a la habitabilidad, seguridad y</b>
Productos Relacionados	Padre <a href="#">Cambiar</a>
	Hijos <a href="#">Cambiar</a>
	Asociación <a href="#">Cambiar</a>
Procesos Relacionados	<a href="#">Cambiar</a>
Funcionalidades Relacionadas	<a href="#">Permitir Ventilación (PERMVENT01)</a> <a href="#">Cambiar</a> <a href="#">Protección frente a entrada de agua (PROENTRAGUA)</a> <a href="#">Protección frente a Incendio (PROTFREFUEG01)</a> <a href="#">Protección Frente a Variaciones Térmicas (PROVARTER)</a>
Restricciones Relacionadas	<a href="#">Cambiar</a>
Comportamientos Relacionados	<a href="#">Cambiar</a>
Documentación Relacionada	<a href="#">DB CTE HE DOC (DBCTEHE)</a> <a href="#">Cambiar</a> <a href="#">DB CTE HR DOC (DBCTEHR)</a> <a href="#">DB CTE HS DOC (DBCTEHS)</a> <a href="#">DB CTE SE,AE DOC (DBCTESEAE)</a>

Figura 56. Formulario de sistemas de cerramientos

A través de este primer formulario haríamos doble click con el ratón en cerramientos de hormigón, ya que estamos suponiendo que el usuario busca alguna solución relacionada con los paneles de hormigón arquitectónico. Si el usuario buscara una solución de otro tipo, solo tendría que hacer una búsqueda análoga a esta, pero con el tipo de cerramiento sobre el que quiera buscar información.

PRODUCTO		
Referencia	CERHORMI01	No hay imagen <input type="button" value="Cambiar"/>
Nombre	Cerramientos de Hormigón	
Funcionalidades/Requisitos	Se pueden tener diferentes funcionalidades según la solución. Para los paneles prefabricados, que son la solución más extendida, podemos destacar la gran variedad de acabados superficiales así como el ahorro de tiempo por la sencillez de su puesta en obra.	
Comportam./Especif.	El comportamiento variará en función de la solución que se quiera implementar.	
Restricciones	Las restricciones varían según el tipo de solución que se quiera implementar.	
Descripción	Las fachadas de hormigón son aquellas que utilizan dicho material como materia prima principal para su construcción. Dentro de este tipo de fachadas podríamos diferenciar entre las fachadas de hormigón construidas in situ y los paneles prefabricados de hormigón. Las fachadas de hormigón construidas in situ son una solución muy poco usada a día de hoy debido al encarecimiento de dicha solución. Por otro lado, los paneles prefabricados constan de placas de hormigón realizadas a medida y responden a una producción mucho más	
Productos Relacionados	Padre	Sistemas de Cerramientos (SCERRIND) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Hijos	Paneles de Hormigón Arquitectónico (PANHORAR01) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Asociación	<input type="button" value="Cambiar"/>
Procesos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Funcionalidades Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Restricciones Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Comportamientos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Documentación Relacionada		<input type="button" value="Cambiar"/>

Figura 57. Formulario de cerramientos de hormigón

Una vez dentro de los cerramientos de hormigón, abrimos los paneles de hormigón arquitectónico, donde finalmente encontraremos la solución comercial de PREHORQUISA.

PRODUCTO		
Referencia	PANHORAR01	Panel prefabricado.JPG <input type="button" value="Cambiar"/>
Nombre	Paneles de Hormigón Arquitectónico	
Funcionalidades/Requisitos	Mejor calidad del producto debido al proceso de fabricación además de una organización más sencilla y eficaz del proceso constructivo. Permiten un mayor ahorro de tiempo por la sencillez de su puesta en obra y gran variedad de acabados superficiales.	
Comportam./Especif.	Debido a su proceso de fabricación industrializado, consigue que este sea más eficaz y sencillo, además de una fácil puesta en obra.	
Restricciones	Requiere una mano de obra especializada, sobre todo en las juntas.	
Descripción	Son elementos lámina de hormigón armado con acero, de espesores entre 8 y 12 cm y pesos entorno a 180Kg/m <sup>2</sup> . Estos elementos se consideran autoportantes. Pueden ser homogéneos de hormigón armado, multicapa (con incorporación de aislamiento térmico), incluso alveolados o muros dobles.	
Productos Relacionados	Padre	Cerramientos de Hormigón (CERHORMI01) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Hijos	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA" (PANHORPREH01) <input type="button" value="Cambiar"/>
	Asociación	Cerramientos Prefabricados (PREFAB01) <input type="button" value="Cambiar"/> Fachada Ligeras (FACHLIGERA) <input type="button" value="Cambiar"/>
Procesos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Funcionalidades Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Restricciones Relacionadas		<input type="button" value="Cambiar"/>
Comportamientos Relacionados		<input type="button" value="Cambiar"/>
Documentación Relacionada		<input type="button" value="Cambiar"/>

Figura 58. Formulario de paneles de hormigón arquitectónico

PRODUCTO		
Referencia	PANHORPREH01	No hay imagen Cambiar
Nombre	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA"	
Funcionalidades/Requisitos	La empresa asegura tiempo mínimo de construcción además de una gran durabilidad, buen comportamiento respecto al aislamiento térmico y acústico y una excelente relación coste beneficio.	
Comportam./Especif.	La baja relación agua/cemento utilizada en los hormigones confieren a los elementos unas excelentes propiedades en resistencia y durabilidad.	
Restricciones	El fabricante no proporciona ninguna en su documentación oficial. Restricciones similares al resto de paneles de estas características.	
Descripción	Los paneles autoportantes prefabricados de hormigón arquitectónico se utilizan principalmente en el cerramiento de fachadas de edificios, revestimientos exteriores o elementos constructivos, sin que formen parte de la estructura resistente. Es una solución perfecta en cuanto a acabado y diseño arquitectónico, así como en ahorro de costes y rapidez en la ejecución del proyecto.	
Productos Relacionados	Padre	Paneles de Hormigón Arquitectónico (PANHORAR01) Cambiar
	Hijos	[PVL] Placa de Yeso Laminado 750 < d < 900Kg/m3, e=1.5cm (PYL01PRE) Cambiar
		Hormigón Armado d > 2500Kg/m3, e = 12cm (HORARMAD250)
	Asociación	MW Lana Mineral 0.031 W/mK, e=4.8cm (MWLANA01) Cambiar
Cerramientos No Estructurales (CERRNOESTR) Cambiar		
Procesos Relacionados	Fabricación Paneles PREHORQUISA (FABPREHO) Cambiar	
	Montaje en obra PREHORQUISA (OBRAPREH)	
Funcionalidades Relacionadas		Cambiar
Restricciones Relacionadas		Cambiar
Comportamientos Relacionados	Aislamiento acústico paneles PREHORQUISA (RUIDOPREHORQ)	Cambiar
Documentación Relacionada	Dossier Técnico PREHORQUISA (TECNIPREHODOC) Cambiar	
	UNE EN 1286 (UNE12861)	Cambiar

Figura 59. Formulario de paneles de hormigón PREHORQUISA

Cabe destacar que, gracias a la documentación facilitada por el fabricante, podemos ver los elementos que conforman esta solución comercial. Mostramos a continuación uno de ellos:

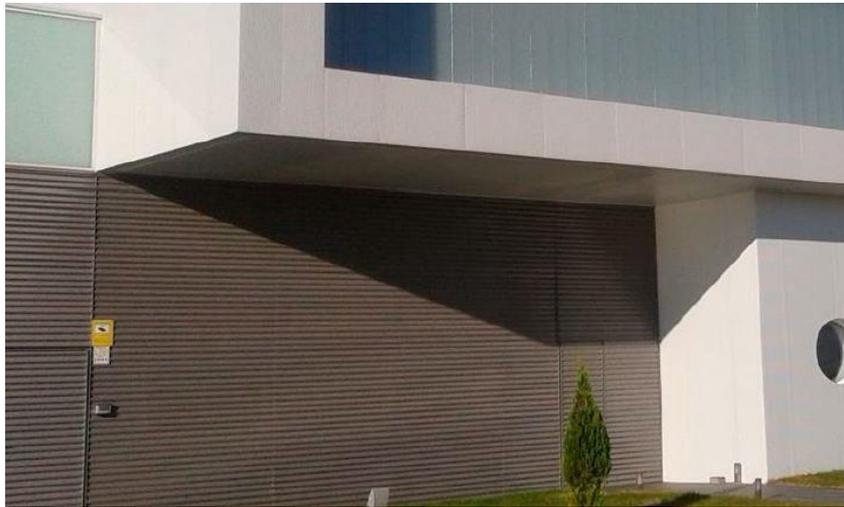
PRODUCTO		
Referencia	HORARMAD250	No hay imagen Cambiar
Nombre	Hormigón Armado d > 2500Kg/m3, e = 12cm	
Funcionalidades/Requisitos		
Comportam./Especif.		
Restricciones		
Descripción	Las características del hormigón empleado responde a dos conceptos básicos: resistencia mecánica necesaria tanto en obra como en el proceso de desmoldeo, acopio y la durabilidad acorde al tipo de ambiente a que se verá expuesto durante el periodo de vida útil. Se utilizan cementos grises CEM II/A-M (P-V) 42,5 R y blancos BL II/A-L 42,5 R, o de clase resistente 52,5R según los casos, áridos silíceos, calizos... de diferentes colores y granulometrias para obtener la textura, color y resistencias deseadas.	
Productos Relacionados	Padre	Paneles de Hormigón Arquitectónico "PREHORQUISA" (PANHORPREH01) Cambiar
	Hijos	
	Asociación	
Procesos Relacionados		Cambiar
Funcionalidades Relacionadas		Cambiar
Restricciones Relacionadas		Cambiar
Comportamientos Relacionados		Cambiar
Documentación Relacionada		Cambiar

Figura 60. Formulario de elemento del panel de PREHORQUISA

Por último, se muestran dos imágenes de las soluciones comerciales de las dos soluciones desarrolladas durante este estudio. Se han elegido dichas imágenes porque son en las que mejor se aprecian los productos de las ofrecidas por los fabricantes.



*Figura 61. Paneles prefabricados de hormigón PREHORQUISA [19]*



*Figura 62. Panel metálico de METECNO [20]*

Cabe destacar, que estas no son las únicas soluciones aportadas por ambas empresas. Dentro de los paneles que comercializan se puede obtener numerosas versiones diferentes de los mismos. Aún así, a nivel técnico todas ellas se pueden considerar similares ya que tienen características y especificaciones muy parecidas.



## 6 CONCLUSIONES

---

A lo largo de este trabajo se ha realizado un estudio completo sobre las bases de conocimiento y los cerramientos de edificaciones. En el primer capítulo se comenzó dando un contexto al por qué es necesario crear bases de conocimiento y planteando los objetivos finales del TFM, los cuales valoraremos a continuación si se han alcanzado.

Durante el segundo capítulo, se realizó un estudio de las principales tipologías de cerramientos de fachadas con la intención de describir las principales características de los productos que iban a contener la base de conocimiento. En ese mismo capítulo, se estudió el CTE y sus principales DB, los cuales se debían conocer para saber cómo incluirlos en la base de conocimiento. De esta forma, la documentación asociada a la normativa que aplica a los cerramientos ha quedado adjunta a la propia base.

A continuación, se dedicó otro capítulo a entender los antecedentes históricos relacionados con las bases de conocimiento. Se estudiaron los aspectos básicos de KBE y MOKA para entender mejor la herramienta KBEA, ya que esta se basa en el modelo informal de MOKA. Asimismo, se describió el funcionamiento básico de la herramienta para poder crear o consultar bases de conocimiento. Por último, se describieron las limitaciones que tiene la herramienta junto a las soluciones para algunas de ellas.

En el cuarto capítulo, se desarrolló la base de conocimiento, explicando los aspectos más importantes de la misma y poniendo solución a los puntos más problemáticos del propio diseño. Por último, en el quinto capítulo se mostró a modo de anexo la base de conocimiento junto a un ejemplo de búsqueda en la misma. De esta manera, se pretendía ilustrar cómo se puede encontrar una cierta información acerca de una fachada en la base.

En mi opinión, los objetivos del TFM han sido superados, ya que se ha obtenido una experiencia completa en el desarrollo de una base de conocimiento, pasando por el estudio histórico de la teoría asociada a este tipo de bases, habiendo estudiado la normativa del CTE, hasta finalmente conseguir el diseño final en el cual se han debido solventar los problemas y limitaciones encontradas durante todo el proceso.

Aunque, personalmente, me hubiera gustado llegar a una mayor cantidad de soluciones finales o comerciales, el tiempo del que se dispone para el desarrollo del proyecto es limitado, y este debe ser correctamente acotado. No obstante, creo que se ha conseguido ampliar un poco el estudio de las bases de conocimientos que hasta ahora se había realizado en el departamento, por lo que espero que la base siga siendo actualizada y perfeccionada durante los siguientes años, llegando a tener una herramienta consistente para aplicaciones académicas.

Me gustaría incidir en lo importante que es el primer objetivo que se persigue con la base de conocimiento, es decir, el tener una información sobre un conocimiento específico de forma ordenada y de fácil acceso y gestión para el usuario que la requiera.

Para ilustrar esta idea, me gustaría poner como ejemplo mi experiencia laboral en el sector aeronáutico, donde actualmente trabajo. Dentro del departamento de simulación de vuelo de AIRBUS en Sevilla, se tiene una herramienta a través de la cual se gestiona toda la documentación relacionada con los simuladores de vuelo. Esta herramienta tiene como uno de sus objetivos principales, el tener los manuales de mantenimiento de actualizados para el uso de cada una de las tareas de mantenimiento preventivo planificadas a lo largo del año. Esto quiere decir que cuando un trabajador tiene que realizar una tarea de mantenimiento, solo tendrá que hacer una búsqueda a través de una aplicación para encontrar toda la información acerca de dicha tarea: Planificación de la misma, explicación de la tarea, resultados de años anteriores o descripción de los pasos a seguir durante su ejecución.

Es de destacar la cantidad de tiempo que un trabajador medio puede ahorrar si este tipo de información está correctamente clasificada. Estas herramientas permitirán, en general, que la tarea se realice en menos tiempo,

con menor un menor agotamiento por parte del trabajador y de forma más metódica, ya que bajo situaciones de estrés laboral es muy normal que un trabajador pueda improvisar o realizar pasos incorrectos durante una tarea a cuya información no accede de forma intuitiva. Y esto, es algo que en tareas que, en nuestro caso son auditadas por AESA, no se puede permitir.

Por último, me gustaría remarcar la mejora a la que se vería expuesta la base de conocimiento si se solucionaran o se trabajara algunas de las inestabilidades que sufre la aplicación informática. No obstante, esta mejora se podría tratar mediante una renovación completa del tipo de aplicación utilizada, ya que KBEA puede estar un poco obsoleta frente a otros tipos de soluciones como las Wikis. A través de estas se podría navegar a través de hiperenlaces incluidos de forma más versátil, como por ejemplo hace Wikipedia.

# REFERENCIAS

---

- [1] Muñoz C. (Octubre 2020). 2,6 millones costará la restauración completa de las fachadas del Ayuntamiento. Disponible : <https://andaluciainformacion.es/sevilla/928520/26-millones-costara-la-restauracion-completa-de-las-fachadas-del-ayuntamiento/>
- [2] Diario de Sevilla. (Febrero 2021). Heineken recortará 8.000 empleos para reducir costes tras caer su facturación. Disponible : [https://www.diariodesevilla.es/economia/Heineken-recortara-empleos-reducir-facturacion\\_0\\_1546046868.html](https://www.diariodesevilla.es/economia/Heineken-recortara-empleos-reducir-facturacion_0_1546046868.html)
- [3] Frontpanel (Agosto 2021). Muros cortina en Valencia. Una buena opción. Disponible : <https://www.frontpanel.es/muro-cortina-en-valencia-estupenda-opcion/>
- [4] CementoSinka (Julio 2019). Los diferentes tipos de ladrillos en la construcción. Disponible : <http://www.cementosinka.com.pe/blog/los-diferentes-tipos-de-ladrillos-en-la-construccion/>
- [5] Quilosa (Junio 2020). La sostenibilidad de un edificio, a salvo gracias a las fachadas de hormigón prefabricado. Disponible : <https://quilosa.com/eficiencia-energetica/hormigon-material-sostenible-construccion>
- [6] Archiproducts. MB WALL - PFV By Marcegaglia Buildtech. Disponible : [https://www.archiproducts.com/es/productos/marcegaglia-buildtech/panel-prefabricado-de-metal-mb-wall-pfv\\_270202](https://www.archiproducts.com/es/productos/marcegaglia-buildtech/panel-prefabricado-de-metal-mb-wall-pfv_270202)
- [7] Código Técnico de la Edificación. Disponible en: <https://www.codigotecnico.org/DocumentosCTE/DocumentosCTE.html>
- [8] A. Del Moral Bueno, J. Pazos Sierra, E. Rodríguez-Patón, A. Suárez Garaboa. Gestión del Conocimiento, 2007. ISBN: 9788497325486
- [9] J. Albarrán, J. Martínez, R. Cidoncha. Fundamentos del KBE (Knowledge Based Engineering). Aplicación al diseño de engranajes de ejes paralelos con Catia v5, 2008.
- [10] Stokes, M. (Ed.) et al: Managing Engineering Knowledge: MOKA Methodology for Knowledge Based Engineering Applications. ASME Press, 2001
- [11] Hmong.es . Ingeniería Basada en el Conocimiento. Disponible en: [https://hmong.es/wiki/Knowledge-based\\_engineering](https://hmong.es/wiki/Knowledge-based_engineering)

- [12] R. Hunter, J. Rios, A. Vizán, J. Pérez, J.C. Hernández. Aplicación de la metodología MOKA al diseño de útiles de mecanizado para fresado de alta velocidad, 2004
- [13] E. Jayakiran Reddy, C. N. V. Sridhar, V. Pandu Rangadu. Knowledge Based Engineering: Notion, Approaches and Future Trends, 2015
- [14] S. Martínez Pellitero. Modelo de conocimiento para la planificación automática de la inspección en máquinas de medir coordenadas. Universidad de León, 2015
- [15] Wikipedia. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_unificado\\_de\\_modelado](https://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_unificado_de_modelado)
- [16] Aprender a programar. Disponible en: <https://www.aprenderaprogramar.com/>
- [17] Lucichart: Tutorial de diagramas de clases. ¿Para qué necesitas crear un diagrama de clase? Disponible en: <https://www.lucidchart.com/pages/es/tutorial-de-diagrama-de-clases-uml>
- [18] Diagramas UML. Diagramas de clases. Disponible en: <https://diagramasuml.com/diagrama-de-clases/>
- [19] PREHORQUISA. Dossier Técnico. Disponible en: <https://www.prehorquisa.com/es/>
- [20] METECNO. Dossier Técnico. Disponible en: <https://metecno.es/es>
- [21] Gabriel Bravo Aranda. Apuntes ETSI. Construcciones industriales. Cerramientos y particiones.