



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
*Escuela Politécnica Superior (Jaén)*

Proyecto Fin de Carrera

# **SISTEMA WEB PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ENERGÉTICOS**

**Alumno: Javier Fernando Ruiz Olivera**

Tutor: Prof. Dr. Luis Martínez López  
Prof. Rosa M<sup>a</sup> Rodríguez Domínguez

Dpto: Informática

**Febrero, 2012**

**D. Luis Martínez López y D. Rosa M<sup>a</sup> Rodríguez Domínguez** pertenecientes al Departamento de Informática de la Universidad de Jaén.

### **INFORMAN**

Que la memoria titulada “Sistema Web para la Evaluación de Riesgos Energéticos” ha sido realizada por **D. Javier Fernando Ruiz Olivera** con DNI 75110727-H bajo nuestra dirección y se presenta como memoria del Proyecto Fin de Carrera para optar al grado de Ingeniería en Informática.

Jaén, de febrero de 2012

Vº Bº

Fdo: **D. Luis Martínez López**

Fdo: **D. Rosa M<sup>a</sup> Rodríguez Domínguez**



## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1.    Introducción al proyecto.....	3
1.2.    Propósito y Objetivos .....	4
1.3.    Estructura del Proyecto .....	4
<b>CAPÍTULO 2 ANTECEDENTES .....</b>	<b>7</b>
2.1.    Introducción de la IAEA .....	9
2.2.    Modelos de Evaluación para Nuclear Safeguards .....	9
2.3.    Toma de Decisiones y Evaluación .....	10
2.2.1.    Toma de Decisión.....	10
2.2.1.1.    Clasificación de los Problemas de Toma de Decisiones .....	11
2.2.1.2.    Modelado de Preferencias en Toma de Decisión .....	14
2.2.1.3.    Proceso de Resolución de Problemas de Toma de Decisiones.....	16
2.2.2.    Análisis de Decisión y Procesos de Evaluación .....	17
2.3.    Evaluación de nuclear safeguards .....	18
2.3.1.    Marco de Evaluación.....	19
2.3.2.    Recopilación de la Información .....	20
2.3.3.    Valoración de los indicadores. ....	22
2.3.3.1.    Unificación de la información .....	23
2.3.3.2.    Agregación de la Información .....	23
2.3.3.3.    El grado de creencia acumulada (GCA).....	24
2.3.3.4.    Proceso de síntesis y agregación .....	25
2.3.3.5.    Índice de fiabilidad.....	27
2.3.3.6.    Algoritmo de la metodología.....	29
<b>CAPÍTULO 3 PROYECTO .....</b>	<b>31</b>
3.1.    Descripción .....	33
3.2.    Especificación de requerimientos.....	33
3.2.1.    Requerimientos funcionales .....	34
3.2.2.    Requerimientos no funcionales .....	36
3.3.    Análisis del Sistema .....	39
3.3.1.    Perfil de usuario .....	39

3.3.2.	Casos de Uso .....	40
3.3.3.	Escenarios.....	55
3.4.	Diseño del Sistema .....	60
3.4.1.	Diagrama de clases .....	61
3.4.1.1.	Diagrama completo de clases. ....	61
3.4.1.2.	Diagrama por paquetes .....	65
3.4.1.2.1.	Paquete Modelo y Paquete Información Heterogénea.....	65
3.4.1.2.2.	Paquete Controlador (Servlets).....	66
3.4.1.2.3.	Paquete Persistencia .....	67
3.4.1.2.4.	Paquete Agregación.....	68
3.4.2.	Diseño de los Datos .....	68
3.4.2.1.	Esquema Conceptual. ....	71
3.4.2.2.	Esquema Conceptual Modificado.....	74
3.4.2.3.	Tablas de aplicación. ....	76
3.4.3.	Diseño de la interfaz.....	81
3.4.3.1.	Definir estilo .....	82
3.4.3.2.	Metáforas.....	84
3.4.3.3.	Pantallas.....	87
3.4.3.4.	Camino de navegación .....	102
3.4.3.5.	Mensajes de error.....	109
3.4.3.6.	Mensajes de éxito .....	112
3.4.3.7.	Mensajes de advertencia.....	115
3.4.3.8.	Mensajes de confirmación.....	119
3.5.	Implementación .....	120
3.5.1.	Tipo de la arquitectura de la aplicación.....	120
3.5.2.	Lenguajes de programación utilizados .....	121
3.5.3.	Herramienta de desarrollo .....	122
3.6.	Implementación y Pruebas.....	122
3.6.1.	Pruebas y validación.....	122
3.6.1.1.	Casos de Test.....	122
3.6.1.2.	Resultados obtenidos .....	153

<b>CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES.....</b>	<b>161</b>
4.1. Conclusiones finales.....	163
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>165</b>
Bibliografía .....	167
<b>ANEXO I. MANUAL DE INSTALACIÓN DEL SERVIDOR.....</b>	<b>173</b>
<b>ANEXO II.MANUAL DE USUARIO DEL ADMINISTRADOR.....</b>	<b>197</b>
<b>ANEXO III.MANUAL DE USUARIO DEL EXPERTO .....</b>	<b>245</b>



---

# CAPÍTULO 1

## Introducción

---





## 1.1. Introducción al proyecto

*Nuclear Safeguards* consiste en un conjunto de actividades de las que se encarga la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA), para verificar que un país no está desarrollando armas o actividades nucleares no permitidas. *Nuclear Safeguards* se basa en la evaluación que realiza la IAEA para detectar tales actividades, utilizando para ello diferentes fuentes de información [1].

Para llevar a cabo dicha evaluación, la IAEA ha desarrollado un Modelo Físico [2] basado en una estructura jerárquica que permite incluir todas las actividades que podrían estar implicadas en el desarrollo de procesos nucleares que van desde indicadores básicos a factores complejos sintetizados a partir de indicadores que indican el desarrollo de actividades nucleares. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar como los indicadores y sub-factores son sintetizados por niveles para obtener una evaluación global.

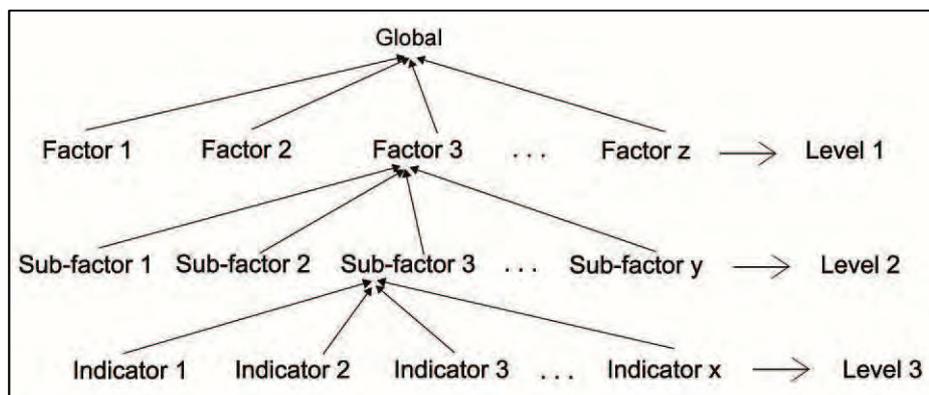


Figura 1.1: Estructura del modelo físico

Los expertos/inspectores de la IAEA evalúan los indicadores basando su análisis en su conocimiento y experiencia según las diferentes fuentes de información disponible como son: compromisos firmados por los estados para no utilizar ni desarrollar armamento nuclear, realización de inspecciones, información que aparece en los medios de comunicación, etc. Esta información suele ser vaga e imprecisa lo que implica incertidumbre.

El principal problema en *Nuclear Safeguards* es el tratamiento de dicha incertidumbre. Para mejorarlo se han propuesto en [3, 4] modelos de evaluación basados en el uso del enfoque lingüístico difuso [5], que han proporcionado resultados satisfactorios.

Debido a la gran cantidad de indicadores a evaluar por parte de los expertos, el tiempo invertido en obtener tales valoraciones y los procesos de agregación necesarios para obtener una evaluación global, en este PFC vamos a desarrollar un sistema de evaluación para *Nuclear Safeguards* que automatice el proceso de evaluación de los indicadores facilitando la labor de los expertos y que reduzca los costes de obtener tales valoraciones.

Además, este sistema de evaluación ofrecerá a los expertos la posibilidad de expresar sus valoraciones de forma flexible utilizando diferentes tipos de información: numérica, lingüística y grado de creencias.

La implementación del Sistema de Evaluación lo vamos a llevar a cabo utilizando el lenguaje de programación Java. La aplicación estará basada en la arquitectura cliente-servidor, y utilizará Servlets y JSP para el tratamiento de la información entre el servidor y los distintos usuarios del sistema.

## 1.2. Propósito y Objetivos

Este proyecto desarrollará un sistema que facilita la gestión automática de la evaluación de *Nuclear Safeguards* y flexibilice el modelado y tratamiento de la información de dicha evaluación. Para lograrlo perseguimos los siguientes objetivos:

- Estudio del proceso de evaluación de *Nuclear Safeguards* y de distintos modelos para llevarlo a cabo.
- Mejora de la gestión de los procesos de evaluación de *Nuclear Safeguards* al utilizar una arquitectura cliente/servidor y utilizar tecnología web que permite un acceso remoto.
- Mejora del tratamiento de la incertidumbre y modelado de la información en el proceso de evaluación.
- Automatización global de la evaluación de *Nuclear Safeguards*.
- Incrementar la fiabilidad de los resultados obtenidos a la hora de realizar las valoraciones.
- Mejorar la compresión del proceso de evaluación y de los resultados.

## 1.3. Estructura del Proyecto

En este capítulo hemos introducido brevemente el proyecto a realizar indicando su propósito, objetivos a alcanzar además de describir el problema a abordar. El resto del proyecto se estructura como sigue:

En el segundo capítulo se revisará los antecedentes relacionados con nuestro proyecto, como son una breve introducción del Modelo Físico de la IAEA para *Nuclear Safeguards*. Revisaremos algunos modelos existentes para resolver distintos problemas de *Nuclear Safeguards* y detallaremos un proceso Análisis de Decisiones (por ser clave para entender los modelos) utilizado en este proyecto para la evaluación de *Nuclear Safeguards*.

En el tercer capítulo describiremos el proyecto en sí y veremos que se trata de un proyecto de desarrollo software y, como tal, deben seguirse para su desarrollo las actividades de la Ingeniería del Software, como son: la especificación de requerimientos funcionales y no funcionales, el análisis y diseño del sistema. Una vez que tengamos todo esto claro y bien documentado, se implementará el Sistema Web para la evaluación de riesgos energéticos y su posterior validación.

En el cuarto capítulo, se expondrán las conclusiones obtenidas durante el desarrollo de este proyecto fin de carrera.

Incluiremos un apartado de bibliografía que enumerará las referencias bibliográficas utilizadas en este proyecto.

Por último, la memoria concluye con tres Anexos que son:

- **Anexo I:** Manual de instalación del servidor que describe las configuraciones a realizar para poner en marcha nuestra aplicación.
- **Anexo II:** Manual del usuario Administrador donde se describe paso a paso como utilizar la aplicación cuando se accede como usuario Administrador.
- **Anexo III:** Manual del usuario Experto en el que se describe paso a paso como utilizar la aplicación cuando se accede como usuario Experto.



---

# CAPÍTULO 2

## Antecedentes

---





## 2.1. Introducción de la IAEA

La IAEA es la Agencia Internacional de Energía Atómica. Se creó en 1957 como "Átomos para la Paz", dentro de la familia de organizaciones de las Naciones Unidas. La Agencia trabaja con sus estados miembros y socios en todo el mundo para fomentar la seguridad en el empleo seguro y pacífico de las tecnologías nucleares.

La Secretaría de la IAEA tiene su sede en el Centro Internacional de Viena, Austria, aunque tiene distintos enlaces operativos y oficinas ubicadas en diferentes ciudades, Ginebra, Nueva York, Toronto y Tokio. La IAEA apoya centros de investigación y laboratorios científicos en Viena, en Seibersdorf, Mónaco y Trieste.

La Secretaría de la IAEA cuenta con un equipo de 2.200 profesionales multi-disciplinarios y personal de apoyo en más de 90 países. Los informes sobre las actividades de la IAEA se envían de forma periódica, como ocurre con el Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y la Asamblea General de las Naciones Unidas.

La misión de la IAEA se guía por los intereses y necesidades de los Estados miembros [6], los planes estratégicos y la visión incorporada en el estatuto de la IAEA [7]. Existen tres áreas de trabajo que apoyan la misión de la IAEA:

- Seguridad y Vigilancia
- Ciencia y Tecnología
- Protección y Verificación.

Siguiendo su estatuto, la IAEA informa anualmente a la Asamblea General de las Naciones Unidas y, en su caso, al Consejo de Seguridad acerca del incumplimiento por parte de los Estados de sus obligaciones de *Nuclear Safeguards*, así como sobre cuestiones relativas a la paz y la seguridad internacional.

## 2.2. Modelos de Evaluación para Nuclear Safeguards

El Modelo Físico que utiliza la IAEA [2] proporciona una estructura jerárquica para organizar la información *Nuclear Safeguards*. Esta información es utilizada por los expertos de la IAEA para detectar la posible existencia de actividad nuclear en un país. Dicho modelo define un conjunto de indicadores para detectar si un determinado proceso existe o está en desarrollo. Para ello la IAEA utiliza 914 indicadores que se clasifican según su importancia en fuertes, medios y débiles.

Inicialmente el principal problema *Nuclear Safeguards* es el tratamiento de la incertidumbre y los valores perdidos que aparecen en los documentos utilizados en dicha evaluación. Para mejorar dicho problema se han propuesto distintos modelos de evaluación basados en el uso del enfoque lingüístico difuso [3, 4, 8].

En [3] se presentó un modelo de evaluación lingüístico para el tratamiento de la protección nuclear basado en el modelo simbólico computacional 2-Tupla [9]. Este modelo utiliza el Modelo Físico de la IAEA y está dividido en varios niveles con diferente complejidad. La valoración global se obtiene mediante un proceso de agregación multinivel.

En [4] se establece un marco para modelar, sintetizar, analizar información de *Nuclear Safeguards*. Para ello se basan en el Modelo Físico de la IAEA [2], empleando una metodología basada en la Teoría de la Evidencia de Dempster y Shafer [10, 11] y reglas de inferencia (RIMER), capaz de trabajar con información híbrida y con incertidumbre.

En [8] a la hora de manejar grandes cantidades de información para la evaluación de Nuclear Safeguards, se propone un sistema de apoyo a la decisión basado en un enfoque de la lógica difusa [12] y que trabaja sobre el Modelo Físico de la IAEA [2]. Este enfoque hace uso de un software comercial que permite la indexación de la información relevante, permitiendo hacer búsquedas semánticas. La metodología de agregación de información se basa en los indicadores considerados el “quantum de información”, y se desarrolla en un marco de definición con conjuntos difusos. Tienen en cuenta la fiabilidad y la relevancia de la información de la que se extraen los resultados.

## 2.3. Toma de Decisiones y Evaluación

En este apartado revisaremos distintos conceptos básicos y características de los problemas de toma de decisión, ya que, serán necesarios para entender los modelos de evaluación utilizados en este proyecto.

### 2.2.1. Toma de Decisión

En un sentido amplio, tomar una decisión consiste en elegir la mejor alternativa u opción entre las distintas posibilidades de un conjunto de alternativas. Los problemas de toma de decisión presentan los siguientes elementos básicos [13]:

1. Uno o varios objetivos por alcanzar.
2. Un conjunto de alternativas o decisiones posibles para alcanzar dichos objetivos.
3. Un conjunto de factores o estados de la naturaleza que definen el contexto en el que se plantea el problema de decisión.
4. Un conjunto de valores de utilidad o consecuencias asociados a los pares formados por cada alternativa y estado de la naturaleza.

Dependiendo de las características de cada problema de decisión, éstos podrán clasificarse atendiendo a distintos puntos de vista. Por otra parte, el tipo de información que define el marco del problema y su modelado influirán también en el modelo de resolución del problema de decisión.

En las siguientes secciones, describiremos la clasificación de los problemas de toma de decisión según la teoría de la decisión [14].

### 2.2.1.1. Clasificación de los Problemas de Toma de Decisiones

La teoría de decisión [14] ha establecido una serie de criterios para clasificar los problemas de decisión debido a la gran variedad o número de problemas que se pueden presentar en la vida real. Esta clasificación se realiza atendiendo a diferentes puntos de vista [15, 16]:

1. Según el número de criterios o atributos que se han de valorar en la toma de decisión.
2. Según el ambiente de decisión en el que se han de tomar las decisiones.
3. Según el número de expertos que participan en el proceso de decisión.

Pasaremos a describir más detalladamente cada clasificación a continuación.

#### A) Números de Criterios

El número de criterios o atributos que se tienen en cuenta a la hora de obtener una solución permite clasificar los problemas de decisión en dos tipos [17, 18, 19, 20, 21, 22]:

1. *Problemas con un solo criterio o atributo.* Son problemas de decisión en los que, para evaluar las alternativas, se tiene en cuenta un único criterio o atributo que representa la valoración dada a esa alternativa. La solución es obtenida a partir de la alternativa que mejor resuelve el problema para el único criterio establecido. En los problemas de decisión de un único criterio, cada alternativa es caracterizada por un único valor. Sea  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  el conjunto de alternativas del problema. Una forma de representación de la información del problema se muestra en la Tabla 2.1.

Alternativa	Valoración
$x_1$	$y_1$
...	...
$x_n$	$y_n$

Tabla 2.1: Esquema general de un problema de toma de decisión con un único criterio.

Cada entrada  $y_i$ , de la tabla indica la valoración de la alternativa,  $x_i$ . Según el marco de definición del problema,  $y_i$ , estará valorada en un dominio de expresión determinado (lingüístico, numérico, etc.).

2. *Problemas multicriterio o multiatributo.* En este caso, los problemas de decisión cuentan con varios criterios o atributos a evaluar que definen cada alternativa. La alternativa solución será aquella que mejor resuelva el problema considerando todos estos criterios o atributos. El número de criterios en un problema de decisión multicriterio se asume que es finito. Sean  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  y  $C = \{c_1, c_2, \dots, c_h\}$  el conjunto de alternativas y el conjunto de criterios respectivamente, que caracteriza una situación de decisión determinada, entonces una representación de la información del problema puede expresarse mediante la Tabla 2.2:

Alternativas	Criterios			
	$(x_i)$	$c_1$	$c_2$	$\dots$
$x_1$	$y_{11}$	$y_{12}$	$\dots$	$y_{1h}$
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
$x_n$	$y_{n1}$	$y_{n2}$	$\dots$	$y_{nh}$

Tabla 2.2: Esquema general de un problema de toma de decisiones multicriterio

Cada entrada  $y_{ij}$ , indica la preferencia de la alternativa  $x_i$ , respecto del criterio  $c_j$ .

## B) Ambiente de Decisión

El ambiente de decisión viene definido por el marco de definición y las características en el que se va a desarrollar la toma de decisión. Dentro de la teoría clásica de la decisión podemos distinguir entre tres situaciones o ambientes de decisión [15, 16]:

1. *Ambiente de certidumbre*. En este caso son conocidos con exactitud todos los elementos o factores que intervienen en el problema. Esta situación permite asignar valores cuantitativos de utilidad a cada una de las alternativas presentes en el problema.
2. *Ambiente de riesgo*. Alguno de los elementos o factores que intervienen en el problema están sujetos a leyes de azar. En estos casos, los problemas pueden ser resueltos utilizando la teoría de la probabilidad.
3. *Ambiente de incertidumbre*. La información disponible sobre las distintas alternativas puede ser incompleta, vaga o imprecisa, lo que implica que la utilidad asignada a cada alternativa tenga que ser valorada de forma cualitativa. Esta incertidumbre surge a raíz del intento de modelar la imprecisión propia del comportamiento humano o la inherente a ciertos fenómenos que por su naturaleza son inciertos (imprecisos).

Los problemas relacionados con la toma de decisión han sido tradicionalmente tratados, o bien con enfoques determinísticos o probabilísticos. El primero ignora completamente la incertidumbre, mientras que el segundo asume que cualquier incertidumbre puede ser representada como una distribución de probabilidad. Sin embargo, en problemas reales (ingeniería, planificación, etc.) las decisiones han de tomarse bajo situaciones con información vaga, imprecisa e incierta. Habitualmente, la incertidumbre es de naturaleza no probabilística como, por ejemplo, la que puede surgir al intentar valorar un indicador de *Nuclear Safeguards* por parte de un experto. Esto ha generado la necesidad de recurrir a la definición de herramientas para tratar este tipo de incertidumbre, entre ellos se encuentran la teoría de los conjuntos difusos [12, 23], enfoque lingüístico difuso [5], rough sets [24, 25, 26], conjuntos difusos intuicionistas [27], la teoría de la evidencia [10, 11], etc. El enfoque lingüístico difuso y la teoría de la evidencia serán las herramientas que utilizaremos en esta memoria para el tratamiento de este tipo de incertidumbre, ya que el uso de la información lingüística hace más flexible y fiable los modelos de decisión bajo incertidumbre.

## C) Número de Expertos

La tercera clasificación de los problemas de decisión se realiza atendiendo al número de expertos o fuentes de información que toman parte en el problema de decisión. Cuando participan varios expertos, el problema de decisión es más complejo que otro en que la toma de decisión se realiza de forma individual. Sin embargo, el que intervengan varios expertos con puntos de vista diferentes puede ofrecer una solución más satisfactoria al problema.

Atendiendo al número de expertos que toma parte en el proceso de toma de decisión, los problemas de decisión se pueden clasificar en dos tipos:

1. *Unipersonales o individuales.* Las decisiones son tomadas por un único experto. Cada alternativa es valorada por un único experto. Sea  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  el conjunto de alternativas que son valoradas por el experto  $e$ , entonces una forma de representación de la información del problema es la mostrada en la Tabla 2.3.

Alternativas	Experto
$(x_i)$	$e$
$x_1$	$y_1$
...	...
$x_n$	$y_n$

Tabla 2.3: Esquema general de un problema de toma de decisiones con un solo experto

2. *En Grupo o Multiexperto.* Las decisiones son tomadas en conjunto por un grupo de expertos que intentan alcanzar una solución en común al problema. El número de expertos en problemas de decisión multiexperto se asume que es finito. Sean  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  y  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  el conjunto de alternativas y el conjunto de expertos respectivamente, que valoran cada alternativa que caracteriza una situación de decisión determinada, entonces una forma de representación de la información del problema puede verse en la Tabla 2. 4.

Alternativas	Expertos			
	$e_1$	$e_2$	...	$e_m$
$(x_i)$	$y_{i1}$	$y_{i2}$	...	$y_{im}$
$x_1$	$y_{11}$	$y_{12}$	...	$y_{1m}$
...	...	...	...	...
$x_n$	$y_{n1}$	$y_{n2}$	...	$y_{nm}$

Tabla 2. 4. : Esquema general de un problema de toma de decisión multiexperto

Cada entrada  $y_{ij}$  de la tabla indica la preferencia del experto,  $e_j$ , sobre la alternativa  $x_i$ .

Una situación de decisión habitual son los problemas de decisión multiexperto multicriterio (ver Tabla 2.5), en los que cada experto expresa las preferencias sobre distintos criterios que definen cada alternativa [16]. Estas situaciones están relacionadas con los procesos de evaluación de nuclear safeguards, donde un conjunto de expertos expresan sus valoraciones sobre los distintos indicadores que componen un proceso y donde es necesario fusionar todas ellas para obtener la valoración global del proceso.

Experto ( $e_j$ )	Criterios			
Alternativas	$c_1$	$c_2$	...	$c_h$
$x_1$	$y_{11}^j$	$y_{12}^j$	...	$y_{1h}^j$
...	...	...	...	...
$x_n$	$y_{n1}^j$	$y_{n2}^j$	...	$y_{nh}^j$

...

Experto ( $e_m$ )	Criterios			
Alternativas	$c_1$	$c_2$	...	$c_h$
x1	$y_{11}^m$	$y_{12}^m$	...	$y_{1h}^m$
...	...	...	...	...
xn	$y_{n1}^m$	$y_{n2}^m$	...	$y_{nh}^m$

Tabla 2.5: Esquema general de un problema de toma de decisiones multicriterio multiexperto

Cada experto  $e_i$ , proporciona la entrada de la tabla,  $y_{jk}^i$ , que indica la preferencia de la alternativa  $x_j$ , respecto del criterio  $c_k$ .

### 2.2.1.2. Modelado de Preferencias en Toma de Decisión

El modelado de preferencias juega un papel fundamental en los procesos de toma de decisión ya que se utiliza para que los expertos, en base a su conocimiento, experiencia y creencia, expresen sus valoraciones sobre el conjunto de alternativas y establezcan una preferencia sobre la idoneidad de cada una de ellas como solución al problema. Un modelado de la información adecuado permite que los expertos expresen mejor sus preferencias. Factores como la naturaleza de la alternativa y los criterios que la definen, junto con la formación y el conocimiento del experto, influirán en cómo modelar la información en cada problema.

Para hacer una revisión breve sobre el modelado de preferencias, vamos a considerar dos puntos de vista diferenciados pero igualmente importantes:

- El dominio de expresión.* Conjunto de valores utilizados por los expertos para expresar sus preferencias.
- La estructura de representación.* Estructura usada en el problema para almacenar las preferencias de los expertos.

Ambos puntos de vista se revisan a continuación.

#### A) Dominios de Expresión de Preferencias

En problemas de decisión entendemos por dominio de expresión de preferencias al conjunto de valores utilizados por los expertos para emitir sus preferencias. En los problemas de decisión, la elección de un dominio de información para expresar las preferencias puede deberse a varios motivos.

- Naturaleza cuantitativa o cualitativa de la información.* La naturaleza del atributo puede condicionar el dominio utilizado para su valoración. Atributos de naturaleza cuantitativa se adecúan mejor a valoraciones de tipo numérico que aquellos de naturaleza cualitativa en los que al tratarse, por ejemplo, percepciones subjetivas, conocimientos vagos, el uso de valoraciones como palabras, términos lingüísticos (bueno, malo, mejor, etc.) o grado de creencias [4] suelen ser más apropiado.
- Pertenencia de los expertos a diferentes áreas de conocimiento.* Siempre que sea posible, cada experto tenderá a utilizar un dominio de información que le resulte cercano al tipo de

información con el que esté acostumbrado a trabajar en su respectiva área de trabajo. Así, expertos pertenecientes a áreas técnicas se sentirán cómodos utilizando valoraciones numéricas. Sin embargo, aquellos pertenecientes a áreas sociales pueden preferir utilizar otro tipo de valoraciones no numéricas como las lingüísticas.

3. *Expertos con diferente grado de conocimiento sobre el problema.* La experiencia de los expertos en la resolución de problemas similares puede implicar que unos expertos opten por elegir dominios de expresión precisos como, por ejemplo, escalas con un elevado número de valoraciones, frente a otros expertos con menos experiencia y que se sientan más cómodos utilizando escalas con un menor número de valoraciones.

Adaptar el modelado de preferencias al marco en el que se desarrolla el problema de decisión logra que los expertos se sientan más cómodos y seguros a la hora de valorar sus preferencias y, por lo tanto, que la solución final tenga mayor fiabilidad.

En la literatura, encontramos que en los problemas de toma de decisiones la información puede ser expresada en distintos dominios, siendo los más comunes los siguientes:

1. Dominio Numérico
2. Dominio Intervalar
3. Dominio Lingüístico

En este proyecto, nos centraremos en procesos de evaluación de *Nuclear Safeguards*. Este hecho hace que el conocimiento sobre los indicadores evaluados pueda ser vago o impreciso. Dicha incertidumbre no es probabilística y, el uso de información lingüística para modelar esta información nos da mayor flexibilidad y fiabilidad, entre otras razones, porque los expertos se sienten más cómodos al valorar lingüísticamente atributos de naturaleza cualitativa relacionados con percepciones. En el apartado 2.3.2, revisaremos en detalle el enfoque que hemos utilizado para modelar este tipo de información, grado de creencias.

## **B) Estructura de Representación de Preferencias**

Una vez conocidos los dominios de expresión más comunes en problemas de toma de decisión, vamos a revisar qué tipos de estructuras son más comunes en problemas de decisión para representar las preferencias:

1. *Órdenes de preferencia.* Este formato de representación de preferencias establece un ranking u orden de alternativas que representa la idoneidad de cada alternativa como solución al problema de decisión según el punto de vista de cada experto. Las preferencias de un experto  $e_i \in E$ , sobre un conjunto de alternativas,  $X$ , se describen mediante un orden de preferencias individual,  $O^i = \{o^i(1), \dots, o^i(n)\}$ , donde  $O^i(\cdot)$  es una función de permutación sobre el conjunto de índices,  $\{1, \dots, n\}$ , para dicho experto [28, 29, 30]. De esta forma, un experto, de acuerdo a su punto de vista, proporciona un vector de alternativas ordenado de mejor a peor. Para todo orden de preferencias,  $O^i$ , supondremos, sin pérdida de generalidad, que cuanto menor es la posición de una alternativa en dicho

orden, mejor satisface dicha alternativa el objetivo del experto que proporciona dicho orden y viceversa.

2. *Vectores de Utilidad.* Los valores de utilidad han sido un formato de representación de preferencias muy utilizado en la literatura clásica. En este caso, las preferencias de un experto  $e_i \in E$ , sobre un conjunto de posibles alternativas,  $X$  se describen mediante un vector de  $n$  valores de utilidad en un dominio  $D$ ,  $U^i = \{u^i_1, \dots, u^i_n\}$ ,  $u^i_j \in D$ . Este modelo de representación de preferencias es más preciso que los anteriores, por lo que un experto puede utilizarlo para representar correctamente sus preferencias sobre las alternativas, siendo necesario que el experto sea capaz de evaluar cada alternativa de manera global con respecto a las demás [16].
3. *Relaciones de preferencia.* En la Teoría Clásica de Preferencias [31], las preferencias sobre un conjunto de alternativas,  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  se pueden modelar a través de una relación binaria  $R$  definida como sigue:

$$x_j R x_k \Leftrightarrow "x_j \text{ no es peor que } x_k"$$

Esta definición considera una relación binaria como una relación de preferencia débil, e implica que dicha relación  $R$ , es reflexiva. Con esta definición es natural asociar un número real, llamado valoración y denotado  $R(x_i, x_j) \in R$ , el cual representa el grado de verdad de la afirmación “ $x_i$  no es peor que  $x_j$ ” o grado de preferencia de la alternativa  $x_i$  sobre la alternativa  $x_j$ . Cuando el conjunto de alternativas es finito, podemos asociar una matriz  $P_R$  a la relación  $R$ , tomando como elemento  $ij$ -ésimo el valor  $R(x_i, x_j)$  [32, 33].

Sea  $E = \{e_1, \dots, e_m\}$  ( $m \geq 2$ ) un conjunto finito de expertos que han de expresar sus preferencias sobre un conjunto finito de alternativas  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ( $n = 4$ ). Una relación de preferencia individual se representa como una matriz  $P_{e_i} \subset X \times X$ , donde el valor  $\mu_{P_{e_i}}(x_i, x_k) = p_i^{lk}$  representa el grado de preferencia de la alternativa  $x_e$  sobre la alternativa  $x_k$ .

$$P_{e_i} = \begin{pmatrix} p_i^{11} & \dots & p_i^{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ p_i^{m1} & \dots & p_i^{mn} \end{pmatrix}$$

### 2.2.1.3. Proceso de Resolución de Problemas de Toma de Decisiones

A pesar de la existencia de los distintos tipos de problemas de decisión, se propone un esquema básico de resolución [18, 34, 35] para los mismos, basado en dos fases: (a) agregación y (b) explotación (ver Figura 2.1), que son descritas a continuación.

- a) *Fase de Agregación.* Se lleva a cabo a partir de las preferencias individuales de los expertos sobre el conjunto de alternativas para obtener una preferencia global. El problema de la agregación de información ha sido estudiado en profundidad y existe gran cantidad de publicaciones al respecto [36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44].

- b) *Fase de explotación.* A partir de las preferencias colectivas, se aplica un grado de selección para generar el conjunto solución de alternativas del problema [33, 45, 46, 47].

Podemos ver gráficamente este proceso en la Figura 2.1.

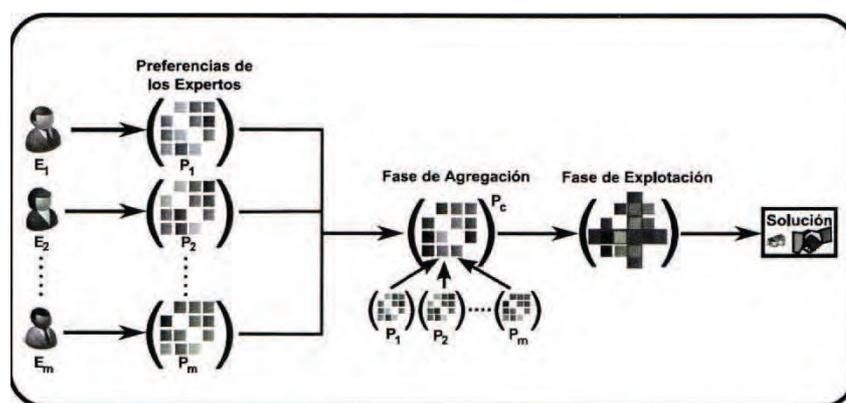


Figura 2.1: Resolución de un problema de toma de decisión

### 2.2.2. Análisis de Decisión y Procesos de Evaluación

En la sección anterior, hemos descrito un esquema básico de resolución para un problema de decisión (ver Figura 2.1). A continuación, vamos a mostrar con mayor detalle dicho proceso de resolución y notaremos cuales son las fases que están directamente relacionadas con un proceso de evaluación.

La toma de decisión, como señalan Keeney y Raiffa [48], intenta ayudar a los individuos a tomar decisiones difíciles y complejas de una forma racional. Esta racionalidad implica el desarrollo de métodos y modelos que permitan representar fielmente cada problema y analizar las distintas alternativas con criterios objetivos. Sin embargo, no todo problema de decisión se resuelve por medio de un proceso completamente racional [49, 50]. De hecho, muchos factores externos y subjetivos afectan a un problema de decisión. Por lo tanto, la solución puede variar si las condiciones en las que se presenta el problema cambian. El esquema de resolución de un problema de toma de decisión puede descomponerse en 8 fases [34], que se muestran gráficamente en la Figura 2.2, siendo denominado el conjunto formado por las 7 primeras fases Proceso de Análisis de Decisión.

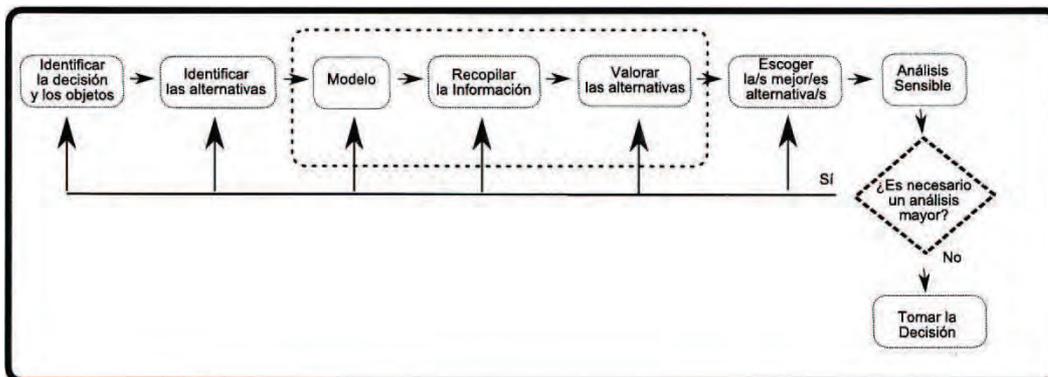


Figura 2.2: Esquema de un proceso de toma de decisión

Dado que el campo de interés en nuestra memoria es la evaluación de *Nuclear Safeguards*, debemos señalar que la evaluación es un proceso cognitivo complejo que implica diversos mecanismos en los cuales es necesario identificar los elementos que van a ser evaluados, fijar el marco en el que se va a realizar la evaluación, recopilar la información necesaria y, finalmente, obtener una valoración de los elementos evaluados. El objetivo de cualquier proceso de evaluación es obtener una valoración de un artículo (producto, servicio, material, etc.) para mejorarlo o compararlo con otros artículos y, así, saber cuál es mejor. En la literatura científica, podemos encontrar cómo el uso de técnicas de análisis de decisión [20, 51, 52, 53] ha producido buenos resultados en la resolución de procesos de evaluación.

El modelo de evaluación que utilizaremos en esta memoria para procesos de *Nuclear Safeguards* se basa en las fases de análisis de decisión [34]. En concreto, nuestro modelo se basa en las fases que aparecen enmarcadas en el rectángulo mostrado en la Figura 2.2, las cuales presentaremos en mayor detalle cuando introduzcamos el modelo de evaluación de *Nuclear Safeguards* presentado en esta memoria.

### 2.3. Evaluación de nuclear safeguards

En la literatura se han desarrollado modelos de evaluación de *Nuclear Safeguards* con información lingüística [3, 4, 8]. Sin embargo estos modelos poseen una serie de limitaciones, ya que no permiten tratar con diferentes tipos de información y no ofrecen soluciones en caso de aparecer valores perdidos.

El proceso de evaluación revisado, utilizado y presentado en esta sección cubre las necesidades de los procesos de evaluación de *Nuclear Safeguards*, ya que ofrece a los expertos una mayor flexibilidad a la hora de expresar sus valoraciones utilizando diferentes tipos de información y proporciona resultados precisos e interpretables.

En la Figura 2.3 ilustramos las fases generales del modelo de evaluación de *Nuclear Safeguards*, siendo las principales:

1. Definición del marco de evaluación
2. Recopilación de la información
3. Valoración de los objetos
  - a) Unificación de la información
  - b) Agregación de la información

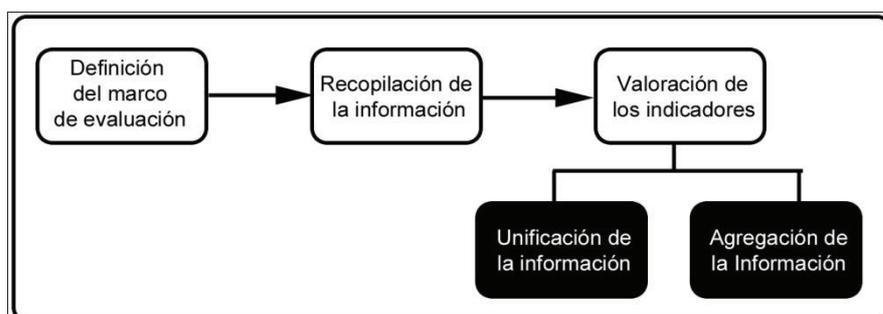


Figura 2.3: Fases generales del modelo de evaluación de Nuclear Safeguards

Como podemos observar este esquema es similar al modelo básico mostrado en la Figura 2.2, pero como las valoraciones pueden estar expresadas con diferente tipo de información, éstas deben ser unificadas antes de ser agregadas. Este proceso de unificación es realizado mediante funciones de transformación de estructura de grados de creencia. Una vez unificada la información, se agrega para obtener una valoración global.

A continuación, describiremos en detalle cómo se realiza cada uno de estos procesos en el modelo de evaluación de *Nuclear Safeguards* y para más información consultar [54].

### 2.3.1. Marco de Evaluación

Nos encontramos ante un proceso de *Nuclear Safeguards*, donde se va a verificar si los estados están cumpliendo con sus respectivos compromisos de no utilizar material nuclear para fines no pacíficos. Para ello partiremos del Modelo Físico desarrollado por la IAEA [2], donde se incluyen todas las principales actividades que podrían estar involucradas en el ciclo de reserva nuclear y donde se identifican y describen más de 900 indicadores determinados para dar con la existencia o desarrollo de un proceso en particular. La IAEA utiliza un sistema de evaluación jerárquico que se compone de actividades críticas en el ciclo del combustible nuclear, los procesos necesarios para las actividades y los indicadores para evaluar los procesos. Entre las nueve actividades que se describen en el Modelo Físico, cada actividad se estructura a través de procesos que pueden ser alternativas o complementarias entre sí. La existencia de los procesos son determinados por los indicadores. Por tanto, nuestro proyecto constará de una serie de procesos que incluirán un conjunto de indicadores contenidos en formularios de evaluación, adecuados y diseñados para detectar usos inapropiados de la materia nuclear.

Los expertos del IAEA evalúan los indicadores de cada proceso en función de su análisis de la información disponible procedente de las declaraciones de los Estados, las inspecciones in situ, bases

de datos de la IAEA y otras fuentes de información, como Internet y prensa. La evaluación de los indicadores se hace a menudo en diferentes períodos de tiempo y por diferentes expertos, por lo que se hace necesario agregarlos para tomar una decisión final. Dado que este proceso contiene juicios subjetivos de los expertos y la agregación de múltiples evaluaciones, hace que aumente su complejidad. Por tanto, a la hora de realizar el proceso de agregación de las evaluaciones habrá que tener en cuenta la pérdida de información que se produzca en las evaluaciones realizadas por la falta de conocimiento o información por parte de los expertos que realizan dichas evaluaciones. Por otra parte, se deberá proporcionar un índice que nos dé información de cómo de fiables son los resultados agregados.

### 2.3.2. Recopilación de la Información

Atendiendo a la variedad de expertos que pueden evaluar un proceso y teniendo en cuenta sus distintas experiencias y conocimientos sobre los indicadores que conforman cada formulario de evaluación, se ha procurado facilitar el trabajo de los expertos considerando para ello 4 tipos de información que podrán utilizar a la hora de realizar sus valoraciones. Primeramente definiremos formalmente la variable lingüística a utilizar y después describiremos los tipos de información utilizados.

Una variable lingüística [5] es una quintupla  $(H, T(H), U, G, M)$  en la que  $H$  es el nombre de la variable,  $T(H)$  (o simplemente  $T$ ) denota el conjunto de términos de  $H$ , es decir, el conjunto de nombres de valores lingüísticos de  $H$ , cada valor es una variable difusa denotada genéricamente por  $X$  y que van a través de un universo de discurso  $U$ , que se asocia con la variable de base de  $U$ ,  $G$  es una regla sintáctica (que por lo general toma la forma de la gramática) para generar el nombre de valores de  $H$  y  $M$  es una regla semántica para asociar su significado con cada  $H$ ,  $M(X)$ , que es un subconjunto difuso de  $U$ . Por tanto, es necesario elegir adecuadamente los descriptores lingüísticos para el conjunto de términos lingüísticos y su semántica. Para realizar esta tarea, existen distintas posibilidades. Una de ellas consiste en proporcionar directamente el conjunto de términos, considerando todos los términos distribuidos en una escala  $S = \{s_i\}$ ,  $i \in \{0, \dots, m\}$ , la cual tiene un orden definido [55].

Los conjuntos de términos lingüísticos pueden establecerse de acuerdo a la naturaleza del problema. En *Nuclear Safeguards*, por ejemplo, se ha establecido un conjunto de 7 términos lingüísticos [56], que son:

- $s_0$ : definitivamente no existen.
- $s_1$ : firme convicción de no existencia.
- $s_2$ : creencia de no existencia.
- $s_3$ : sin determinar sobre la existencia o no existencia
- $s_4$ : creencia de la existencia
- $s_5$ : firme convicción de la existencia

- $s_6$ : sin duda existe

En estos casos se requiere que existan los operadores:

- Negación:  $Neg(s_i) = s_j$  tal que  $j = m - i$ .
- Máximo:  $Max(s_i, s_j) = s_i$  si  $s_j \leq s_i$ .
- Mínimo:  $Min(s_i, s_j) = s_i$  si  $s_i \leq s_j$ .

La semántica de los términos lingüísticos se da mediante números difusos. Una forma de caracterizar un número difuso es utilizar una representación paramétrica de sus funciones de pertenencia [5, 10, 11].

A continuación describimos los 4 tipos de información que hemos considerado para que los expertos expresen sus evaluaciones.

- **Grado de Creencias:** La estructura grado de creencias, están representados por una expectativa para modelar problemas de análisis de decisión de múltiple atributos [57]. La expectativa fue originalmente diseñada para modelar evaluaciones cualitativas con incertidumbre en el enfoque de razonamiento probabilístico desarrollado sobre la base de la teoría de la decisión y la teoría de Dempster-Shafer [10, 11].

En nuestro caso, la estructura de grado de creencias se utiliza para representar la creencia general de la existencia de un indicador como resultado de las evaluaciones de los expertos, de tal manera que, para evaluar un indicador de un proceso, por ejemplo, un experto puede decir que está un 20% seguro de que es  $s_1$ , 50% seguro de que es  $s_2$ , y 30% seguro de que es  $s_3$ . En este ejemplo  $s_1, s_2$  y  $s_3$  son términos lingüísticos y el 20%, 50% y 30% se les conoce como los grados de creencia. La evaluación anterior se puede expresar como la expectativa de la siguiente expresión:

$$B^1(I_1) = \{(0.2, s_1), (0.5, s_2), (0.3, s_3)\} \quad (1)$$

Donde  $B^1(I_1)$  representa la existencia del primer indicador de acuerdo con un experto. Para evaluar otros indicadores y por diferentes expertos, se pueden asignar creencias a valores lingüísticos como  $s_0, s_4, s_5, s_6$ , que resultan de un conjunto establecido de siete términos, es decir,  $S = \{s_i\}, i \in \{0, \dots, 6\}$ . Supongamos que el grado de creencias de los expertos 2, 3 y 4 de ese mismo indicador se da, respectivamente, de la siguiente manera:

$$B^2(I_1) = \{(0.4, s_4), (0.1, s_5), (0.3, s_6)\} \quad (2)$$

$$B^3(I_1) = \{(0.2, s_0), (0.8, s_1)\} \quad (3)$$

$$B^4(I_1) = \{(0.1, s_0), (0.2, s_1), (0.05, s_2), (0.3, s_3), (0.1, s_4), (0.1, s_5), (0.05, s_6)\} \quad (4)$$

En general, el grado de creencia se puede definir de la siguiente manera:

$$B^e(I_k) = \{ (\beta_{ik}^e, s_i), i = 0, \dots, m \}, \forall k, \forall e \quad (5)$$

$$\sum_{i=0}^m \beta_{ik}^e \leq 1, \forall k, \forall e \quad (6)$$

donde  $k$  y  $e$  son los índices de los indicadores y los expertos respectivamente, y  $\beta_{ik}^e$  es el grado de creencia del experto  $e$  sobre la existencia del indicador  $k$  al nivel  $s_i$ .

Si la suma de los grados de creencia en (6) es menor que 1, entonces refleja un tipo de falta de conocimiento en una estructura de creencia que puede deberse a la falta de seguridad en la valoración, tener una información incompleta o la falta de experiencia sobre el indicador por parte del experto. Por lo tanto, mediante el uso de los grados de creencia en *Nuclear Safeguards*, los casos originados que provienen de fuentes con falta de información pueden ser representados. Si un experto no considera un indicador, entonces éste se representa con una estructura de creencia cuyos valores para todos los  $k$  son 0. Si un experto tiene la información para evaluar un indicador específico, pero la experiencia del experto no está relacionada con el indicador entonces el valor para todos los  $k$  se será  $1/(m+1)$ . (Es decir, la creencia total se distribuye entre todos los términos lingüísticos de manera uniforme).

Aunque el modelo de representación de información en nuestro proceso de evaluación de *Nuclear Safeguards* se basa en grados de creencia, los expertos podrán utilizar otras representaciones de su conocimiento para expresar sus preferencias, tales como:

- **2-tupla:** Este modelo representa información lingüística por medio de un par de valores  $(s_i, \alpha)$ , donde  $s_i$  es un término lingüístico y  $\alpha \in [-0.5, 0.5)$  es un valor numérico que representa el valor simbólico de la traslación del término lingüístico [9, 58].
- **Lingüística:** En este caso la valoración del experto se representa utilizando una única etiqueta lingüística de entre las existentes en el conjunto [5].
- **Numérica:** La evaluación se realiza a partir de una escala  $[0, C]$  (por ejemplo, para  $C = 100$ , el experto asignará puntuaciones enteras entre 0 y 100) [54].

### 2.3.3. Valoración de los indicadores.

Una vez que han sido valorados los distintos indicadores del modelo físico de la IAEA para *Nuclear Safeguards* por parte de los expertos, ahora hay que obtener una valoración de los procesos que se están evaluando en un dominio grado de creencia, para ello hace falta realizar los pasos descritos a continuación.

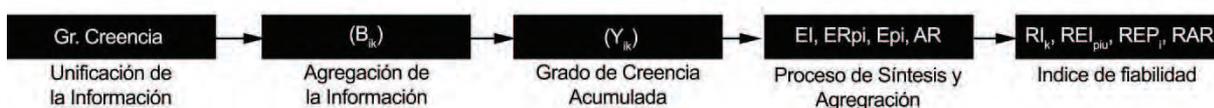


Figura 2.4: Pasos a realizar para la obtención de la valoración de los procesos evaluados

### 2.3.3.1. Unificación de la información

A continuación explicaremos como transformar las valoraciones de los expertos realizadas sobre los indicadores para unificarlas a una estructura de grado de creencias de cara a realizar el proceso de agregación de la información.

- **2-tupla:** Si un experto hace la valoración empleando 2-tuplas  $(s_i, \alpha)$ , entonces la estructura de creencia estará formada de la siguiente manera:

$$B^e(I_k) = \begin{cases} \{(1 - \alpha, s_i), (\alpha, s_{i+1})\} & \text{si } \alpha > 0 \\ \{(1, s_i)\} & \text{si } \alpha = 0 \\ \{(-\alpha, s_{i-1}), (1 + \alpha, s_i)\} & \text{si } \alpha < 0 \end{cases} \quad (7)$$

- **Numérica:** Si se opta por una valoración numérica, considerando que el límite superior del intervalo en el que se expresa la valoración es  $C$ , y  $m$  el subíndice del último término lingüístico del conjunto. Primero se transforma la valoración en una 2-tupla, y después en una estructura de creencia. Para ello, suponemos que la valoración expresada por un experto para un indicador es igual al valor numérico representado por  $J$ , a continuación la representación 2-tupla  $(s_i, \alpha)$  se obtiene de la siguiente manera:

$$i = \text{Round}\left(J * \frac{m}{C}\right) \quad \alpha = \frac{(J * m)}{C} - i \quad (8)$$

La función *Round* calcula el número entero más cercano al valor de entrada. Una vez representada la valoración mediante una 2-tupla se obtiene la estructura de creencia aplicando la función correspondiente.

- **Lingüística:** En el caso de las variables lingüísticas la estructura de creencia adopta la forma siguiente:

$$B^e(I_k) = \{(1, s_i)\} \quad (9)$$

### 2.3.3.2. Agregación de la Información

Una vez unificada la información, se realiza el proceso de agregación para obtener la creencia total de la existencia del indicador para cada término  $s_i$ , que se puede obtener a partir de la suma ponderada del grado de creencias de los expertos de  $s_i$ . La estructura de creencia relacionada con el indicador  $k$  puede estar formada de la siguiente manera:

$$B^e(I_k) = \{(\beta_{ik}, s_i), i=0, \dots, m\}, \forall k \quad (10)$$

donde  $\beta_{ik}$  representa el grado de creencia de la existencia del indicador  $k$  en la etiqueta lingüística  $s_i$ , y se calcula de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\beta_{ik} = \frac{\sum_e w_e \beta_{ik}^e}{\{\sum w_e \mid e, \sum_{j=0}^m \beta_{jk}^e > 0\}} \quad (11)$$

donde el numerador de la ecuación (11) es la suma ponderada de los grados de creencia de los expertos y el denominador es la suma de los pesos de todos los expertos que participan en la evaluación del indicador  $k$ .

Hay que tener en cuenta que si aparece falta de conocimiento en la evaluación de alguno de los expertos, esto afectará también a la estructura de creencia agregada, que también será incompleta. Sin embargo, si la evaluación de un experto falta por completo, entonces no se considerará su peso en el denominador. Por lo tanto, no causará falta de completitud en la estructura de grado de creencias agregada. Este tipo de evaluaciones completas que se pierden afectando la calidad de los resultados, se representan por un índice de fiabilidad que explicaremos más adelante en esta memoria.

A modo de ejemplo, supongamos la estructura de creencia dada en (1) – (4). Si los pesos de los cuatro expertos son  $w_1=3$ ,  $w_2=5$ ,  $w_3=4$  y  $w_4=2$ , entonces la estructura de creencia relacionada con el indicador 1 será:

$$B(I_1) = \{(s_0, 0.071), (s_1, 0.3), (s_2, 0.114), (s_3, 0.107), (s_4, 0.157), (s_5, 0.05), (s_6, 0.114)\} \quad (12)$$

En (12), por ejemplo,  $\beta_{21}$ , correspondiéndose los subíndices a la etiqueta  $s_2$  e indicador 1, la agregación se calcularía de la siguiente manera para los valores  $e_1 \rightarrow \beta_{21}^1=0.5$ ,  $e_2 \rightarrow \beta_{21}^2=0$ ,  $e_3 \rightarrow \beta_{21}^3=0$ ,  $e_4 \rightarrow \beta_{21}^4=0.05$

$$\beta_{21} = \frac{\sum_e w_e \beta_{ik}^e}{\{\sum w_e \mid e, \sum_{j=0}^m \beta_{jk}^e > 0\}} = \frac{w_1 * 0.5 + w_2 * 0 + w_3 * 0 + w_4 * 0.05}{w_1 + w_2 + w_3 + w_4} = \frac{3 * 0.5 + 2 * 0.05}{3 + 5 + 4 + 2} = 0.114$$

Teniendo en cuenta que la suma de los grados de creencia en (12) es igual a 0.868, indica una información incompleta. Esto se debe a las estructuras de creencias incompletas de los expertos 2 y 4.

### 2.3.3.3. El grado de creencia acumulada (GCA)

En cada término lingüístico se puede definir el grado de creencia acumulada de igual o mayor término de la expresión lingüística relacionada. Para el caso de *Nuclear Safeguards*, supongamos que la existencia final de un indicador se determina de acuerdo con un valor de umbral que se determina como uno de los términos lingüísticos. Los grados de creencia de los términos que son mayores o iguales al umbral darían la creencia total de la existencia del indicador. La estructura de creencia acumulada se puede definir de la siguiente manera:

$$C(I_k) = \{(\gamma_{ik}, s_i), i=0, \dots, m\}, \forall k, \quad \gamma_{ik} = \sum_{j=i+1}^m B_{jk} \quad (13)$$

donde  $\gamma_{ik}$  es el GCA relacionado con el indicador  $k$  en el umbral del término lingüístico  $s_i$ .

### 2.3.3.4. Proceso de síntesis y agregación

Con el fin de constatar la existencia del proceso, los GCA de todos los indicadores relacionados deben ser agregados. La agregación se realiza de acuerdo a las normas generales que dependen de los tipos de los indicadores (fuerte, medio, y débil, para nuestro proyecto). En *Nuclear Safeguards*, la existencia de un sólo indicador de tipo fuerte es suficiente para dar la alarma de la existencia de actividad nuclear de uso inapropiado {2}. Debido a que algunas combinaciones de indicadores medios y débiles pueden ser consideradas como equivalentes a un indicador fuerte [3], se puede utilizar un sistema de reglas que facilite los controles de la evaluación de *Nuclear Safeguards*. Supongamos que  $R_1, R_2, \dots, R_p$ , son las reglas de cualquier proceso, los cuales son suficientes para tomar la decisión final de la existencia del proceso de armamento nuclear (es decir, el cumplimiento de una regla es suficiente para confirmar que un proceso de riesgo existe). Una regla se caracteriza por la existencia de los diferentes tipos de indicadores,  $u \in U = \{\text{fuerte, medio, débil}\}$ . Supongamos que  $T_1, T_2, \dots, T_U$ , son los tipos de indicadores. Las reglas del proceso de evaluación se definen como:

$$R_p = \{[T_u, \alpha_{pu}], u = 1, \dots, U\}, \quad p = 1, \dots, P. \quad (14)$$

donde  $\alpha_{pu}$  indica el número de indicadores del tipo  $u$  que se requiere para tomar la decisión de la existencia del proceso de riesgo relacionado con la regla  $R_p$ . En nuestro caso contamos con tres tipos, pero si fuese necesario se podría definir nuevos tipos de indicadores que se adapten y mejoren la fiabilidad del sistema requerido. Un ejemplo de regla podría ser:

- $R_1 = \{[\text{Fuerte}, 1], [\text{Medio}, 0], [\text{débil}, 0]\}$
- $R_2 = \{[\text{Fuerte}, 0], [\text{Medio}, 2], [\text{débil}, 3]\}$

En este ejemplo, la primera regla con un indicador fuerte o la segunda regla con dos indicadores medios y tres indicadores débiles indican la suficiencia para indicar la existencia de un proceso de riesgo. La decisión relacionada con la existencia de un proceso de riesgo se realiza de acuerdo con el proceso de agregación a partir de la existencia de los indicadores. En la Figura 2.5, se presenta la jerarquía de agregación.



Figura 2.5: Agregación jerárquica

La existencia de los indicadores está representada por los GCA ( $Y_{ik}$ ), el siguiente paso es encontrar la *existencia de un tipo de indicador*  $EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu})$  en cada regla. Supongamos que deben

existir  $z_u$  indicadores de tipo  $T_u$ , y  $\alpha_{pu}$  para confirmar el cumplimiento de la regla  $R_p$ . Entonces, se realizan todas las posibles combinaciones de  $\alpha_{pu}$  con  $z_u$  indicadores y se calcula el GCA de la existencia de cada uno con el operador mínimo. Puesto que estamos buscando un grupo de indicadores que nos de las valoraciones más altas, la existencia del número requerido de indicadores se encuentra utilizando el operador máximo [59]. Por lo tanto, el GCA de la existencia de  $\alpha_{pu}$  indicadores (con tipo  $T_u$ ) de la regla  $R_p$  en el umbral  $i$  se encuentra de la siguiente manera:

$$EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu}) = \max_{p_1, p_2, \dots, p_{\alpha_{pu}} \in T_u} \left( \min_{y=1, \dots, \alpha_{pu}} \gamma_{ipy} \right) \quad (15)$$

Donde  $p_1, p_2, \dots, p_{\alpha_{pu}}$  son sistemáticamente seleccionados los indicadores de tipo  $T_u$ , para formar todas las combinaciones posibles.

Por ejemplo, supongamos que tenemos la regla ( $R_2$ ) y donde el número necesario de indicadores de tipo medio es igual a 2 (es decir,  $\alpha_{22} = 2$ ) y los indicadores medios son  $\{6, 7, 8, 9\}$ , entonces:

$$EI_{2i}(T_2, 2) = \max_{p_1, p_2 \in T_2} \left( \min_{y=1, 2} \gamma_{ipy} \right)$$

$$EI_{2i}(T_2, 2) = \max \left\{ \begin{array}{l} \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i7}), \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i8}), \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i9}), \\ \min(\gamma_{i7}, \gamma_{i8}), \min(\gamma_{i7}, \gamma_{i9}), \min(\gamma_{i8}, \gamma_{i9}) \end{array} \right\}$$

El grado de satisfacción o cumplimiento de la regla  $p_i$ ,  $ER_{pi}$ , se calcula como el mínimo valor de existencia de los indicadores,  $EI$ , para los distintos tipos de indicadores que deberían existir en la regla  $p_i$ :

$$ER_{pi} = \min_{\substack{u=1, \dots, U \\ \alpha_{pu} \neq 0}} \{EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu})\} \quad (16)$$

Siguiendo con el ejemplo anterior:

$$ER_{2i} = \min_{\substack{u=1, \dots, 3 \\ \alpha_{pu} \neq 0}} \{EI_{2i}(T_u, \alpha_{pu})\}$$

$$ER_{2i} = \min \{EI_{2i}(T_2, 2), EI_{2i}(T_3, 3)\}$$

Para tomar la decisión respecto a la existencia de un proceso  $EP_i$ , la evidencia de su existencia según una regla,  $R_p$ , es suficiente. Por tanto, las reglas se combinan utilizando el operador máximo sobre sus grados de satisfacción:

$$EP_i = \max_{p=1, \dots, P} ER_{pi} \quad (17)$$

Según el  $EP_i$  para toda  $i \in \{0, \dots, m\}$ , la decisión final se puede hacer teniendo en cuenta dos enfoques. Con el primero, la representación gráfica de los resultados pueden ser analizados para determinar un punto de corte. El segundo enfoque consiste en asignar valores esperados de los términos lingüísticos para agregarlos. Por último, supongamos que  $v_i$  indica un valor esperado para el término lingüístico,  $s_i$ , entonces el resultado agregado ( $AR$ ) que da el valor esperado total se puede conocer mediante la siguiente fórmula:

$$AR = \sum_{i=0}^m v_i (EP_i - EP_{i+1}) \quad (18)$$

En (18), los GCA se descomponen en grados de creencia para calcular la suma de los valores esperados.

### 2.3.3.5. Índice de fiabilidad

El algoritmo propuesto para el cálculo GCA se puede utilizar incluso cuando los datos de entrada son incompletos. Obviamente, la fiabilidad de los resultados sería distinta para los diferentes casos de valores incompletos o perdidos. En este estudio, se define un índice de fiabilidad basándonos en la cantidad de datos disponibles que son eficaces en el cálculo del resultado final. En otras palabras, el objetivo es medir un índice de fiabilidad relacionado con el valor  $AR$  de acuerdo a los indicadores dominantes y las reglas que afectan directamente sobre el cálculo del  $AR$ . Para este propósito se calcula distintos índices intermedios de fiabilidad hasta obtener el índice buscado:

1. En primer lugar, se define un índice de fiabilidad para los indicadores,  $RI_k$ , que representa la fiabilidad del indicador  $k$ . Se mide como la relación ponderada de los expertos que evalúan el indicador  $k$ :

$$RI_k = \left\{ \sum_{j=0}^m w_e \mid e, \sum_{j=0}^m \beta_{j1}^e > 0 \right\} / \sum w_e \quad (19)$$

La fiabilidad del "GCA sobre la existencia de un tipo de indicador",  $REI_{piu}$ , se obtiene de la siguiente manera:

$$REI_{piu} = \max_{\substack{p_1, p_2, \dots, p_{\alpha_{pu}} \in T_u \\ \gamma_{ip_1}, \gamma_{ip_2}, \dots, \gamma_{ip_{\alpha_{pu}}} \geq EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu})}} \left( \min_{y=1, \dots, \alpha_{pu}} RI_{py} \right) \quad (20)$$

Por ejemplo, supongamos el ejemplo que se utiliza para aclarar (15). Asumimos que tenemos los valores GCA  $\gamma_{i6} = 0.8$ ,  $\gamma_{i7} = 0.8$ ,  $\gamma_{i8} = 0.9$ , y  $\gamma_{i9} = 0.5$  con índices de fiabilidad  $RI_6=1$ ,  $RI_7=0.5$ ,  $RI_8=0.7$ , y  $RI_9=1$ . Aquí, por ejemplo  $RI_8=0.7$  significa que el 70% de los expertos han realizado la valoración sobre el indicador 8. Cuando aplicamos la ecuación (15) el resultado de  $EI_{21}(T_2, 2)$  es:

$$EI_{21}(T_2, 2) = \max \left\{ \begin{array}{l} \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i7}), \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i8}), \min(\gamma_{i6}, \gamma_{i9}), \\ \min(\gamma_{i7}, \gamma_{i8}), \min(\gamma_{i7}, \gamma_{i9}), \min(\gamma_{i8}, \gamma_{i9}) \end{array} \right\}$$

$$EI_{21}(T_2, 2) = \max \left\{ \begin{array}{l} \min(0.8, 0.8), \min(0.8, 0.9), \min(0.8, 0.5), \\ \min(0.8, 0.4), \min(0.8, 0.5), \min(0.8, 0.5) \end{array} \right\} = 0.8$$

El cálculo indica que los indicadores activos son 6, 7 y 8, porque el valor de  $EI_{21}$  se obtiene de las combinaciones  $(\gamma_{16}, \gamma_{17})$ ,  $(\gamma_{16}, \gamma_{18})$ , o  $(\gamma_{17}, \gamma_{18})$ . La fiabilidad de " $EI_{21}(T_2, 2) = 0.8$ " se calcula sobre la base de los indicadores 6, 7 y 8 para los valores  $RI_6 = 1$ ,  $RI_7 = 0.5$  y  $RI_8 = 0.7$  como sigue:

$$REI_{212} = \max_{\substack{p_1, p_2 \in T_u \\ \gamma_{ip_1}, \gamma_{ip_2} \geq EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu})}} \left( \min_{y=1,2} RI_{p_y} \right)$$

$$= \max \{ \min(RI_6, RI_7), \min(RI_6, RI_8), \min(RI_7, RI_8) \}$$

$$= \max \{ \min(1, 0.5), \min(1, 0.7), \min(0.5, 0.7) \} = 0.7$$

2. La fiabilidad de los GCA para el cumplimiento de una regla,  $RER_{pi}$ , que se basa en,  $REI_{piu}$ , del conjunto de indicadores activos:

$$RER_{pi} = \min_{u | EI_{pi}(T_u, \alpha_{pu}) \geq ER_{pi}} \{ REI_{piu} \} \quad (21)$$

Por ejemplo, supongamos que una regla  $R_3 = \{[T_1, 1], [T_2, 2], [T_3, 6]\}$  con  $EI_{34}(T_1, ) = 0.8$ ,  $EI_{34}(T_2, 2) = 0.6$ ,  $EI_{34}(T_3, 6) = 0.6$  y  $REI_{341} = 0.4$ ,  $REI_{342} = 0.5$ ,  $REI_{343} = 0.8$  para  $i = 4$ . Entonces  $ER_{34} = \min(0.8, 0.6, 0.6) = 0.6$ .

La fiabilidad de este resultado se calcula utilizando la ecuación (21):

$$RER_{pi} = \min_{u=1,2,3} \{ REI_{piu} \} = \min\{0.4, 0.5, 0.8\} = 0.4$$

3. Se calcula un índice para saber la fiabilidad de los "GCA de la existencia de un proceso de riesgo",  $REP_i$ , a partir de los índices de la posibilidad del cumplimiento de una regla,  $RER_{pi}$  de los indicadores activos:

$$REP_i = \max_{p | ER_{pi} = EP_i} \{ RER_{pi} \} \quad (22)$$

Por ejemplo, supongamos los valores  $RER_{10} = 0.714$ ,  $RER_{20} = 1$ ,  $RER_{30} = 0.857$  y  $RER_{40} = 0.714$ , entonces,  $REP_0 = \max\{0.714, 1, 0.857, 0.714\} = 1$ .

4. Finalmente, se agrega la fiabilidad por niveles  $s_i$  de la siguiente forma:

$$RAR = \sum_{i=0}^m REP_i / m + 1 \quad (23)$$

Por ejemplo, supongamos los valores  $REP_0 = 1$ ,  $REP_1 = 0.857$ ,  $REP_2 = 0.786$ ,  $REP_3 = 0.643$ ,  $REP_4 = 1$ ,  $REP_5 = 1$  y  $REP_6 = 0.643$ , entonces el valor RAR se obtendrá de la siguiente manera:

$$RAR = (1+0.857+0.857+0.786+0.643+1+1+0.643)/7=0.97$$

Al final del procedimiento se obtiene  $AR$  y  $RAR$  para mostrar la calidad de los datos en el que se basa el resultado.

### **2.3.3.6. Algoritmo de la metodología**

Los pasos de la metodología para evaluar un proceso se resumen a continuación:

#### ***Paso 1. Fase de preparación***

- 1.1. Los indicadores se especifican para evaluar el proceso.
- 1.2. Se enumeran los tipos de los indicadores y se agrupan los indicadores según los tipos.
- 1.3. Se determinan las normas relativas a la existencia del proceso y se representa como en (14).
- 1.4. Se determinan el número de términos lingüísticos (es decir,  $m$ ).
- 1.5. Se especifican la expectativa de los valores relacionados con los términos lingüísticos (es decir,  $v_i$ ).

#### ***Paso 2. Recopilación de las evaluaciones de expertos***

- 2.1. Los expertos investigan las evidencias de diversas fuentes y expresan sus valoraciones sobre los indicadores relacionados con la evaluación de *Nuclear Safeguards*.
- 2.2. Las valoraciones expresadas por los expertos están representadas por estructuras de creencias como se indica en (5).

#### ***Paso 3. Cálculo de los GCA***

- 3.1. Las estructuras de creencias dadas por los expertos se agregan utilizando (11) y las estructuras de creencias relacionadas con cada indicador se obtiene siguiendo (10).
- 3.2. Se calcula el GCA para cada indicador en cada término lingüístico utilizando (13).
- 3.3. El cumplimiento de cada regla se calcula utilizando (15) - (16).
- 3.4. La existencia del proceso en cada término lingüístico se calcula utilizando (17).
- 3.5. El resultado final (es decir,  $AR$ ) se calcula utilizando (18).

#### ***Paso 4. Cálculo del índice de fiabilidad***

- 4.1. La fiabilidad del GCA de la existencia de un proceso por cada término lingüístico se obtiene a partir de (19) - (21).
- 4.2. La fiabilidad de los resultados agregados se calculan utilizando (22).

#### ***Paso 5. Presentación de los resultados para tomar una decisión***

- 5.1. Los resultados obtenidos en el paso 3 junto con las medidas de fiabilidad determinadas en el paso 4 se presenta al grupo de expertos que participan en la toma de decisión.



---

# CAPÍTULO 3

## Proyecto

---





### 3.1. Descripción

Una vez que se han presentado las motivaciones y los objetivos del proyecto en el capítulo 1 y explicado la metodología del modelo de evaluación en el capítulo 2, llega el momento de centrarnos en el desarrollo del proyecto que se va a realizar.

El proyecto aborda el desarrollo de un sistema Cliente/Servidor basado en WEB con tecnología JAVA que implementa un sistema de evaluación para *Nuclear Safeguards*.

En este capítulo se detalla el proceso de desarrollo de dicho software y las pautas de la Ingeniería del Software que deben seguirse, entre ellas las actividades que conforman la Ingeniería del Software:

- **Especificación de Requerimientos:** se obtiene el propósito del sistema, las propiedades y restricciones del mismo.
- **Análisis del Sistema:** se obtiene un modelo del sistema correcto, completo, consistente, claro y verificable.
- **Diseño del Sistema:** se definen los objetivos del proyecto y las estrategias a seguir para conseguirlos.
- **Implementación:** se traduce el modelo a código fuente.
- **Prueba:** se verifica y valida el sistema.

En los apartados siguientes se explica con más detalle cada una de estas actividades y cómo se han llevado a cabo en el ámbito de nuestro proyecto.

### 3.2. Especificación de requerimientos

Para empezar, debemos especificar el propósito último de nuestro proyecto. Este es el primer paso y elemento fundamental a la hora de abordar el proyecto dentro de la Ingeniería del Software. El propósito marca las propiedades que debe satisfacer y las restricciones a las que está sometido.

En nuestro caso se trata de desarrollar un sistema Cliente/Servidor basado en WEB con tecnología JAVA que implemente un sistema de evaluación de *Nuclear Safeguards*. Una vez determinado el propósito del proyecto el siguiente paso es especificar los requerimientos del mismo.

Los requerimientos de un proyecto software los podemos definir como el conjunto de propiedades o restricciones definidas con total precisión, que dicho proyecto software debe satisfacer. Podemos distinguir entre:

- **Requerimientos funcionales:** aquellos que se refieren específicamente al funcionamiento de la aplicación o sistema.

- **Requerimientos no funcionales:** aquellos no referidos al funcionamiento estricto sino a otros factores externos.

### 3.2.1. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales de un sistema software son aquellos que describen las funcionalidades que el sistema debe proporcionar a sus usuarios para cumplir sus expectativas.

- **Para ambos usuarios (Administrador y Experto)**
  - Identificación y validación cuando un usuario entra en el sistema.
  - Salir del sistema.
- **Para el usuario (Experto)**
  - Evaluar los indicadores de los formularios asignados
  - Modificar y Consultar las evaluaciones realizadas
- **Para el usuario (Administrador)**
  - Crear/modificar/consultar y eliminar indicadores
  - Crear/modificar/consultar y eliminar expertos
  - Crear/modificar/consultar y eliminar formularios de evaluación
  - Crear/eliminar un proceso de evaluación (ver Figura 3.2)
  - Crear y definir la sintaxis de un conjunto de términos lingüísticos
  - Modelar la información a utilizar durante el proceso de evaluación
  - Asignar expertos y su ponderación a un proceso de evaluación
  - Definir un conjunto de reglas para cada proceso de evaluación
  - Valorar formularios de evaluación (ver Figura 3.3)
  - Cargar desde fichero las evaluaciones de un proceso de evaluación
  - Calcular el conjunto de GCA y su fiabilidad de cada proceso de evaluación (ver Figura 3.2)

Una vez definidas cuales son las funcionalidades que los distintos usuarios pueden reclamar a nuestro sistema, se hace necesario caracterizar de una manera más formal y concreta cómo va a responder a estas funcionalidades nuestro sistema. Además, para distinguir cada uno de los requisitos utilizaremos este identificador: RF-Número\_del\_Requisito:

#### 1) **RF-01: Identificación y validación cuando un usuario entra en el sistema.**

Para poder acceder en nuestra aplicación, el sistema debe proporcionar al usuario un formulario en el que introducirá, su nombre de usuario y su contraseña. El sistema valida estos datos mediante una base de datos, y si son correctas el usuario accede a la aplicación.

**2) RF-02: Salir del sistema.**

En los menús de usuario, ya sea éste *Administrador* o *Experto*, el sistema proporciona esta opción para salir de la aplicación, mostrando un formulario que da la posibilidad de volver a entrar en el sistema.

**3) RF-03: Crear/Modificar/Consultar y Eliminar formularios de evaluación**

El sistema debe proporcionar al Administrador la posibilidad de crear un nuevo formulario de evaluación, modificarlo, consultar su información o eliminarlo del sistema.

**4) RF-04: Crear/Modificar/Consultar y Eliminar expertos**

El sistema debe proporcionar al Administrador la posibilidad de añadir un nuevo experto, modificarlo, consultar su información o eliminarlo del sistema.

**5) RF-05: Crear/Modificar/Consultar y Eliminar indicadores**

El sistema debe proporcionar al Administrador la posibilidad de añadir un nuevo indicador, modificarlo, consultar su información y eliminarlo del sistema.

**6) RF-06: Crear/Eliminar un proceso de evaluación.**

El sistema debe permitir al Administrador la posibilidad de crear y eliminar un proceso de evaluación que se corresponda con un problema a evaluar.

**7) RF-07: Asignar expertos y su ponderación a un proceso de evaluación**

El sistema debe permitir asignar un número finito de expertos a cada proceso de evaluación, para que sean quienes realicen la evaluación de un proceso, e introducir cuál es su ponderación o peso dentro del mismo.

**8) RF-08: Crear y definir la sintaxis de un conjunto de términos lingüísticos**

El sistema debe permitir al Administrador la creación de conjuntos de términos lingüísticos que se ajusten a sus necesidades y a los problemas existentes, permitiendo definir la sintaxis de cada término introducido para su mejor comprensión.

**9) RF-09: Modelar la información a utilizar durante el proceso de evaluación**

El sistema debe proporcionar al Administrador la capacidad de asignar un conjunto de términos lingüísticos a un proceso dado, para que los usuarios expertos puedan utilizar dicho conjunto de etiquetas cuando expresen sus valoraciones.

**10) RF-10: Definir un conjunto de reglas para cada proceso de evaluación**

El sistema debe permitir asignar un número finito de reglas que se utilizarán durante el procesamiento de la información proporcionada por los expertos para la obtención del resultado final.

**11) RF-11: Cargar desde fichero las evaluaciones de un proceso de evaluación**

El sistema debe proporcionar al Administrador la posibilidad de cargar desde fichero la valoración proporcionada por un experto sobre un formulario, de modo que se agilice y se haga más flexible el proceso de evaluación.

**12) RF-12: Calcular el conjunto de CBD de cada proceso de evaluación**

El sistema tiene que ser capaz de obtener a partir de las valoraciones proporcionadas por los expertos un resultado final, que facilite la toma de decisión sobre la existencia o desarrollo de una actividad nuclear.

**13) RF-13: Calcular la fiabilidad de los resultados obtenidos.**

Teniendo en cuenta que las evaluaciones proporcionadas por los expertos pueden contener información vaga e imprecisa, el sistema debe proporcionar un índice sobre la fiabilidad de los datos presentados, que indicará la cantidad de datos proporcionados.

**14) RF-14: Evaluar/Cerrar/Consultar los formularios asignados.**

El sistema permitirá a los expertos elegir el tipo de información para evaluar un formulario siempre que éste esté abierto y le permitirá realizar las valoraciones en función del tipo de información elegida. El sistema debe permitir también poder modificar un formulario y cerrarlo cuando estime oportuno para que no pueda ser modificado. Una vez que se haya cerrado un formulario el sistema debe proporcionar al usuario la posibilidad de consultar cuales son las valoraciones que ha realizado en dicho formulario.

**3.2.2. Requerimientos no funcionales**

Los requerimientos no funcionales son aquellos que restringen los requerimientos funcionales, es decir, hacen referencia a todos los requisitos que ni describen información a guardar, ni funciones a realizar. Son tan importantes como los propios requerimientos funcionales, siendo vitales en determinadas ocasiones. Estos requerimientos normalmente especifican propiedades del sistema o del producto en sí (estabilidad, portabilidad, costo...) y del diseño de la interfaz gráfica con el usuario además de todas las restricciones impuestas desde la organización para la que va dirigida la aplicación (políticas de empresa, estándares, legalidad vigente...).

Los requerimientos no funcionales que abordaremos serán los relativos al hardware y software de los equipos informáticos, para que éstos, proporcionen al usuario las funcionalidades requeridas de forma eficiente, así como las referentes a la interfaz gráfica entre la aplicación y el usuario.

## A. Requerimientos del equipo informático

Al estar ante un proyecto que implementará una arquitectura Cliente/Servidor, cuando hablemos de requerimientos del equipo informático, debemos diferenciar entre los requerimientos de equipo que va a requerir tanto el servidor como el cliente.

*a) Requerimientos del cliente:* Las necesidades de equipo informático del cliente son bastantes sencillas, ya que tan solo le hace falta un ordenador conectado a una red local o a Internet (preferiblemente de banda ancha) y tener instalado un navegador para visualizar de forma correcta la aplicación.

*b) Requerimientos del servidor:* Los requerimientos del equipo informático del servidor, el cual se aconseja que sea un equipo dedicado, son más amplios y se dividen en dos tipos: los requerimientos de hardware y los requerimientos software, los explicaremos a continuación:

### 1. Hardware

- *Velocidad:* el equipo debe ser lo suficientemente rápido como para ejecutar la aplicación en el menor tiempo posible y con la mayor fiabilidad. Cualquier microprocesador actual es capaz de cumplir con esta labor.
- *Memoria:* el equipo debe disponer de la suficiente memoria RAM libre para realizar las operaciones que se soliciten entre la aplicación y la base de datos. Cuanto mayor sea este requerimiento mucho mejor, sobre todo si se tiene pensado trabajar simultáneamente con varias aplicaciones.
- *Almacenamiento:* el equipo que haga la labor de servidor debe tener una capacidad de almacenamiento suficiente para almacenar la base de datos con la que trabaja la aplicación y permitir con holgura las transacciones entre ambas entidades.
- *Tarjeta gráfica:* las tarjetas gráficas de las que disponen los equipos informáticos actuales son de gran potencia por lo que, no es necesario establecer ningún requerimiento en este aspecto.
- *Monitor:* se recomienda utilizar una resolución de 1024x768 o superiores, para una correcta visualización de los contenidos.

### 2. Software

- *Sistema Operativo:* el servidor de la aplicación trabaja sobre un sistema operativo Windows 7 Home Edition.

- **Navegador:** la aplicación debe poder ser visualizada desde cualquier navegador Web actual aunque se recomienda el uso de Internet Explorer, Mozilla Firefox o Chrome en sus últimas versiones.
- **Sistema Gestor de Bases de Datos:** la aplicación trabaja con la base de datos Mysql versión 5.1.
- El resto del software necesario será proporcionado al Administrador de la aplicación, el cual dispone de un manual para su instalación en el Anexo I.

## B. Características de la interfaz

Los requerimientos que exige toda interfaz gráfica de una aplicación que va a ser utilizada por un usuario siempre van ligados a su usabilidad y los principios que la definen. Podemos encontrar distintas definiciones:

- a) La usabilidad podríamos definirla coloquialmente como la facilidad de uso, ya estemos considerando una página Web, una aplicación informática de escritorio o cualquier otro sistema que interactúe con un usuario.
- b) Usabilidad se refiere a la capacidad que debe tener el software para ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso.
- c) Usabilidad es la efectividad, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico.

A partir de estas tres definiciones se pueden obtener los principios básicos de la usabilidad, los cuales se asociarán a los requerimientos no funcionales que deberá cumplir la interfaz gráfica:

- **Facilidad de aprendizaje:** se refiere a la facilidad con la que nuevos usuarios pueden tener una interacción efectiva. Depende de los siguientes factores:
  - **Predecibilidad:** una vez conocida la aplicación, se debe saber en cada momento a qué estado se pasará en función de la tarea que se realice.
  - **Síntesis:** los cambios de estado tras una acción deben ser fácilmente captados.
  - **Generalización:** las tareas semejantes se resuelven de modo parecido.
  - **Familiaridad:** el aspecto de la interfaz tiene que resultar conocido y familiar para el usuario.
  - **Consistencia:** siempre se han de seguir la misma serie de pasos para realizar una tarea determinada.
- **Flexibilidad:** relativa a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. También abarca la posibilidad de diálogo, la multiplicidad de vías para realizar la tarea, similitud con tareas anteriores y la optimización entre el usuario y el sistema.

- **Robustez:** es el nivel de apoyo al usuario, que facilita el cumplimiento de sus objetivos o también, la capacidad del sistema para tolerar fallos. Está relacionada con los siguientes factores:
  - **Navegable:** el usuario debe poder observar el estado del sistema sin que esta observación repercuta de forma negativa en él.
  - **Recuperación de información:** la aplicación debe poder deshacer alguna operación y permitir volver a un estado anterior.
  - **Tiempo de respuesta:** es el tiempo necesario para que el sistema pueda mostrar los cambios realizados por el usuario.

### 3.3. Análisis del Sistema

Una vez determinado con claridad el propósito del proyecto, las propiedades que ha de cumplir y todas las restricciones a las que se debe ajustar, debemos realizar un análisis del sistema y establecer un modelo del mismo que sea válido, completo, consistente y verificable. Para conseguir estos propósitos, se estudiarán los distintos perfiles de usuarios existentes, se crearán y definirán los casos de uso respecto a los requerimientos previamente obtenidos.

#### 3.3.1. Perfil de usuario

En esta fase y antes de todo debemos determinar quiénes son los usuarios potenciales que usarán la aplicación, y a partir de ellos, determinar las características generales que nos permitan especificar los requisitos de usabilidad, para después, tenerlas en cuenta a la hora de abordar el diseño de la aplicación y de su interfaz gráfica. Nuestro sistema, cuenta con dos tipos de usuarios: *Administrador* y *Experto*.

Las características de cada uno de los usuarios de nuestro sistema serán:

##### Administrador:

- **Conocimientos del dominio del problema:** debe tener un alto conocimiento del dominio para poder crear los procesos, asignar expertos a dichos procesos, crear los conjuntos de etiquetas lingüísticas o asignar las reglas a los procesos. Al mismo tiempo que debe estar capacitado para interpretar los resultados obtenidos después de todo el proceso de agregación.
- **Sobre uso de equipos/programas informáticos:** no es necesario que tenga conocimientos sobre otros programas informáticos, sólo sobre nuestra aplicación y el navegador que utilice, ya que no será necesario el uso de ningún otro programa específico. En cuanto al manejo de equipos informáticos, sí deberá tener unos conocimientos básicos a nivel de usuario, como son: encendido y apagado del equipo, manejo del teclado, ratón,....
- **Entorno de trabajo:** será su lugar de trabajo habitual, por lo que no necesitará el uso de ningún software o hardware especial.

- **Nivel cultural:** se presupone un nivel cultural alto, necesario para la comprensión de los resultados asociados.
- **Habilidades sociales:** el Administrador debe tener habilidades de trato con los expertos, y también será importante que sea capaz de trabajar en grupo y tener habilidades de interrelación personal con sus compañeros de trabajo.

### **Experto:**

- **Conocimientos del dominio del problema:** debe tener un conocimiento experto específico del dominio del problema como para saber valorar y distinguir la importancia y valoración dada a cada uno de los indicadores que componen el formulario, de aquellos procesos de evaluación que le hayan sido asignados.
- **Sobre uso de equipos/programas informáticos:** no es necesario que tenga conocimientos sobre otros programas informáticos, sólo sobre nuestra aplicación y el navegador que utilice, ya que no será necesario el uso de ningún otro programa específico. En cuanto al manejo de equipos si deberá tener unos conocimientos básicos a nivel de usuario como son: encendido y apagado del equipo, manejo del ratón, teclado, etc.
- **Entorno de trabajo:** será su oficina habitual, por lo que no necesitará el uso de ningún software o hardware especial.
- **Nivel cultural:** se presupone un nivel cultural medio-alto, dependiendo del tipo de evaluación que deba realizar.
- **Habilidades sociales:** puesto que no es una ocupación de cara al público, no tiene por qué tener habilidades específicas de trato hacia el público.

### **3.3.2. Casos de Uso**

Un caso de uso representa una clase de funcionalidad dada por el sistema como un flujo de eventos. También se puede definir como la representación de una situación o tarea de interacción de un usuario con la aplicación.

Los casos de uso son tareas con significado, coherentes y relativamente independientes, que los actores realizan en su trabajo cotidiano. En un caso de uso concreto puede participar más de un actor.

Los casos de uso describen como se realiza una tarea de manera exacta y constan de los siguientes elementos:

- Nombre único e unívoco
- Actores participantes

- Condiciones de entrada
- Flujo de eventos
- Condiciones de salida
- Requerimientos especiales

Por lo tanto, es necesario determinar cuáles son los actores participantes en cada uno de los casos de uso. Un actor modela una entidad externa que se comunica con el sistema, es decir, es un tipo de usuario del sistema. Un actor, al igual que un caso de uso, debe tener un nombre único y puede tener una descripción asociada.

En nuestro sistema contamos con los siguientes actores:

- **Administrador:** es la persona responsable de la aplicación, se encarga de la gestión de los procesos de evaluación, los formularios, los expertos y los indicadores.
- **Experto:** es la persona que realiza las evaluaciones de los formularios en los procesos que tenga asignados. En el sistema van a existir varios expertos.

Una vez definidos los actores del sistema, es el momento de crear los distintos casos de uso. A la hora de realizar esta acción es importante que cada uno de los requerimientos funcionales ya definidos, aparezca en al menos uno de los casos de uso. Destacamos que puede haber casos de uso nuevos, en los que no aparezca ninguno de los requerimientos, ya que estamos en una fase de refinamiento del sistema donde queremos construir un modelo detallado del mismo.

Un paso previo a la creación y descripción de los distintos casos de uso es la obtención de los diversos diagramas de casos de uso de nuestro sistema. El primero es un diagrama frontera, es decir, un diagrama que describe completamente la funcionalidad de un sistema:

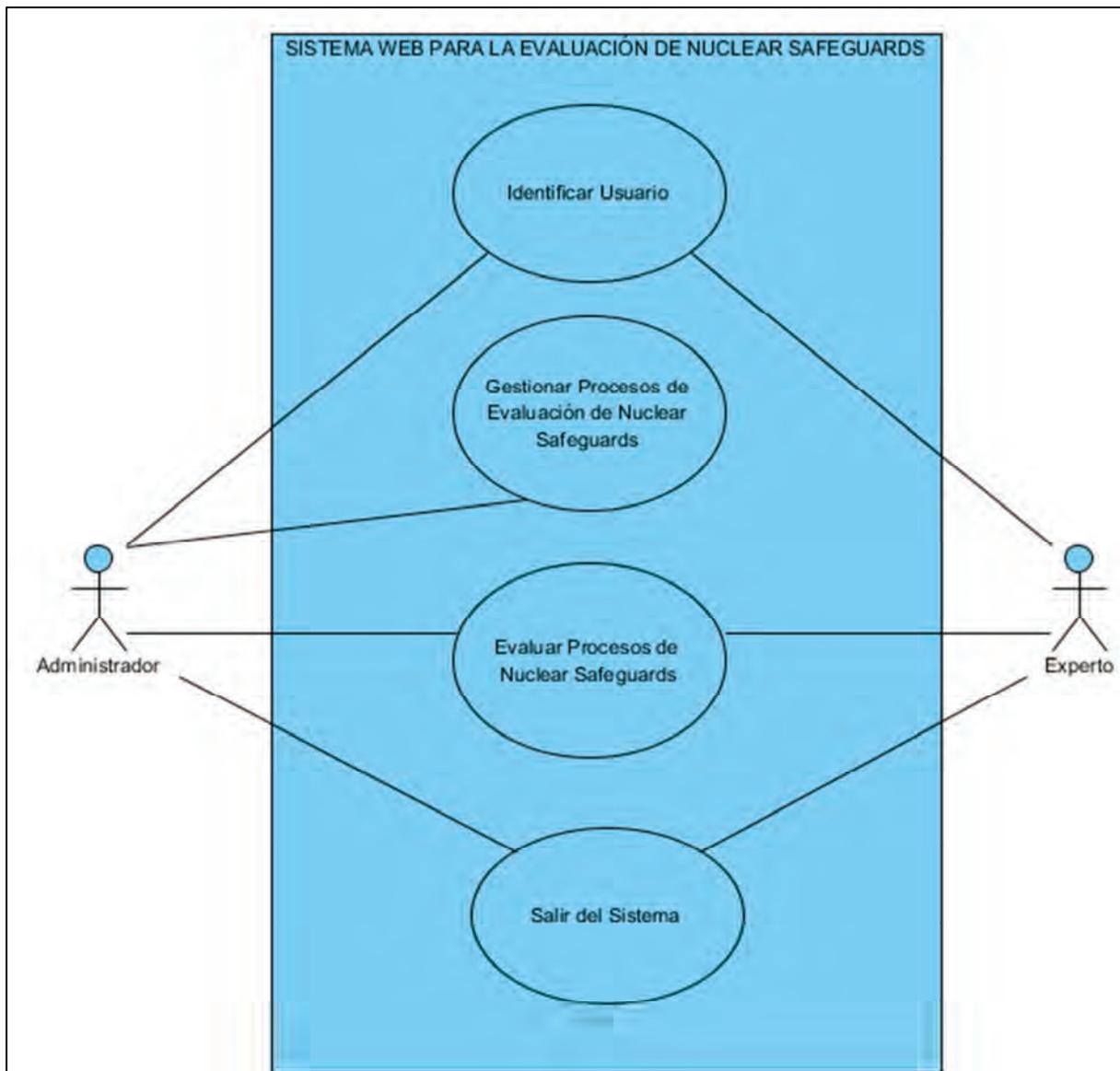


Figura 3.1: Diagrama frontera del Sistema

Los casos de uso mostrados en un diagrama frontera pueden ser lo suficientemente exactos o, por el contrario, pueden ser concretados con un mayor detalle. A la hora de detallar un caso de uso se pueden emplear dos tipos de relaciones:

**<<extend>>**: es una relación cuya dirección es hacia el caso de uso a detallar que representa comportamientos excepcionales del caso de uso.

**<<include>>**: es una relación cuya dirección es contraria a la de la relación <<extend>> que representa un comportamiento común del caso de uso.

En nuestro caso nos encontramos con que los casos de uso “Gestión de Procesos de Riesgos Energéticos” y “Evaluación de Procesos de Nuclear Safeguards” requieren ser detallados en más profundidad. En las siguientes figuras mostramos los diagramas de casos de uso de estos dos casos:

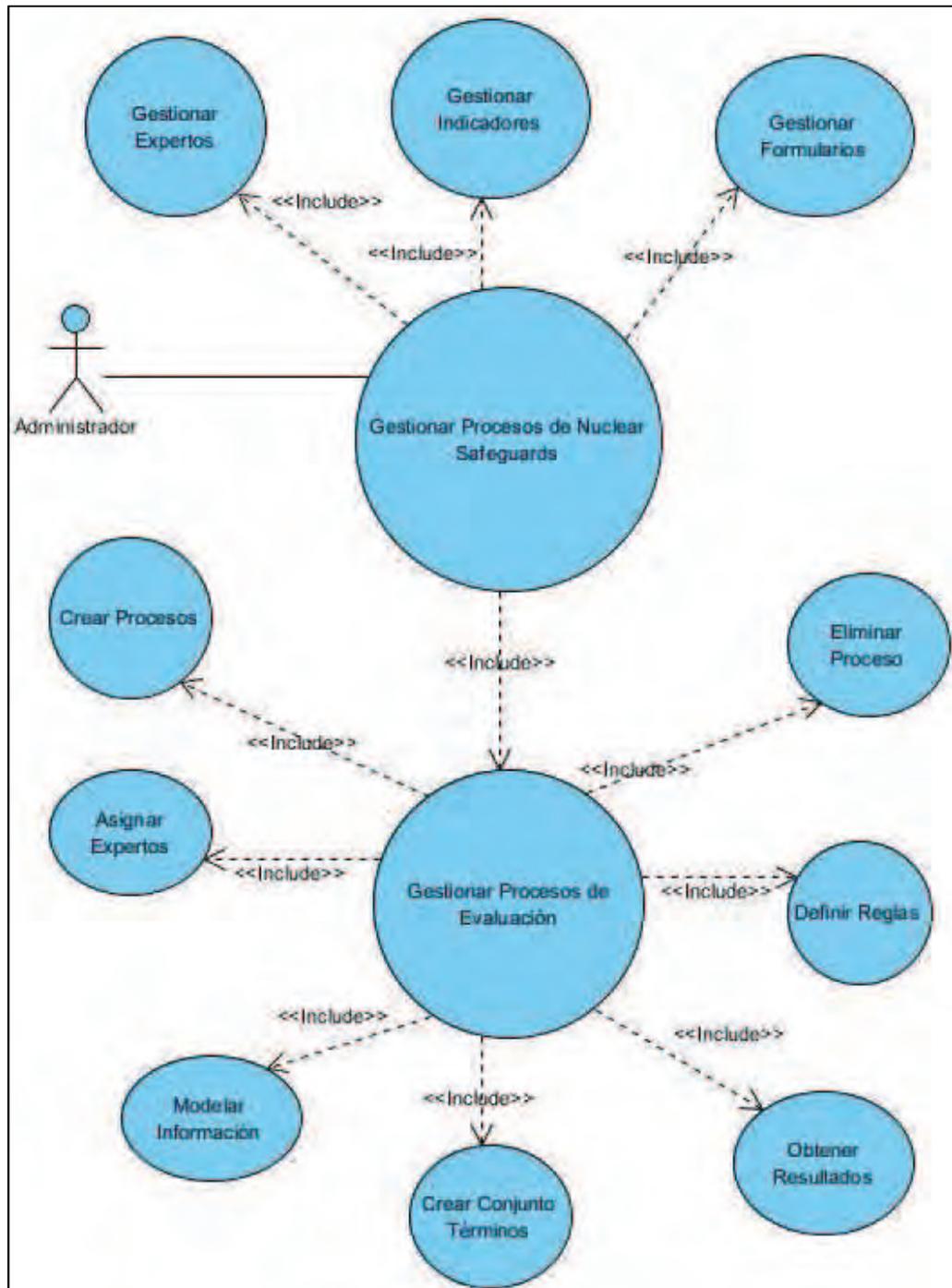


Figura 3.2: Diagrama de casos de uso "Gestionar Procesos de Evaluación"

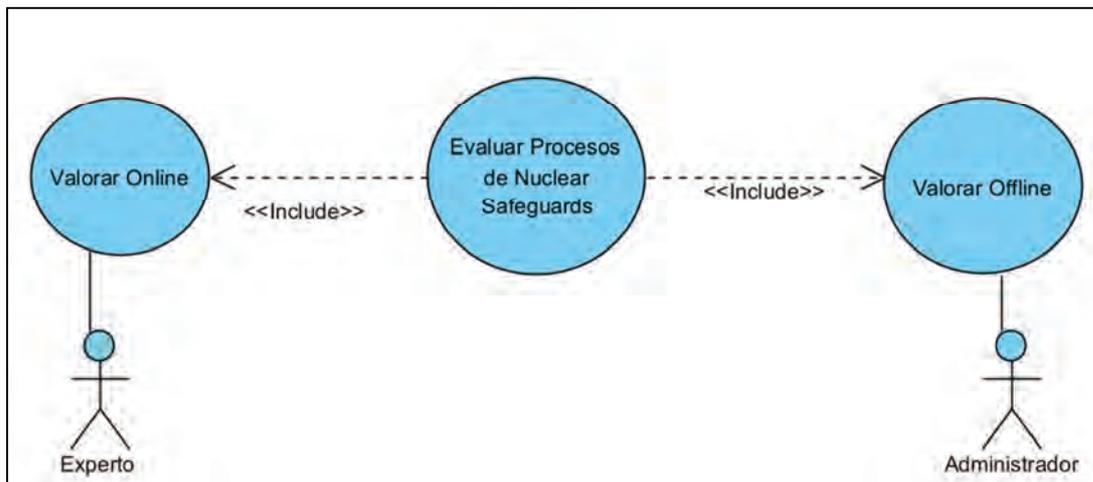


Figura 3.3: Diagrama del caso de uso "Proceso de Evaluación"

A continuación, se describen detalladamente cada uno de los casos de uso mostrados en las figuras anteriores.

### **Caso de uso 1: Identificar Usuario**

**Actores participantes:** Administrador y Experto.

**Condición de entrada:** Que existan usuarios en el sistema que tengan el nombre de usuario y contraseña introducidos.

#### **Flujo de Eventos:**

1. El sistema muestra un formulario de entrada.
2. El usuario ya sea Administrador o Experto introduce el nombre de usuario y su contraseña.
3. El usuario selecciona de entre las opciones Administrador o Experto.
4. El sistema comprueba en la base de datos que los datos del usuario son correctos (E-1) para el perfil de usuario seleccionado.
5. Si el usuario es:

*Administrador:* el sistema mostrará el panel de control del Administrador

*Experto:* el sistema mostrará la lista de procesos que el usuario tiene asignados.

**Condición de salida:** El usuario (Administrador o Experto) ha sido autenticado por el sistema.

**Excepciones:**

**E-1:** El identificador introducido por el usuario no es correcto. El sistema muestra un mensaje de error y vuelve a mostrar el formulario de entrada.

**Caso de Uso 2: Gestionar Procesos de Riesgos Energéticos****Actores participantes:**

Administrador

**Condiciones de entrada:**

El usuario debe ser Administrador del sistema y por tanto debe estar identificado.

**Flujo de Eventos Detallado:**

1. El sistema muestra un menú principal con cuatro opciones y le pide al Administrador que elija una:

Si elige Gestión de Formularios, se realiza S-1

Si elige Gestión de Expertos, se realiza S-2

Si elige Gestión de Indicadores, se realiza S-3

Si elige Gestión de Procesos de Evaluación, se realiza S-4

Si elige Salir, se termina el caso de uso.

**Subflujo de Eventos:****S-1: Gestionar Formularios**

1. El sistema muestra un menú principal con cuatro opciones y le pide al Administrador que elija una:

Si elige Crear Formularios, se realiza S-1-1

Si elige Modificar Formulario, se realiza S-1-2

Si elige Eliminar Formulario, se realiza S-1-3

Si elige Consultar Formulario, se realiza S-1-4

**S-1-1: Crear Formularios:**

1. El sistema muestra la lista de indicadores existentes
2. El Administrador selecciona los indicadores que desea asignar al formulario
3. El sistema actualiza la lista de indicadores que se están asignando al formulario

4. El Administrador introduce un nombre para el formulario (E-1-1-1)
5. El sistema almacena la información en la base de datos y guarda los cambios (E-1-1-2).
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Crear Formulario o S-1.

Excepciones:

- E-1-1-1: El sistema muestra un mensaje advirtiendo que se debe introducir el nombre del formulario para poder continuar la operación.
- E-1-1-2: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Crear Formulario o S-1.

### **S-1-2: Modificar Formularios:**

1. El sistema muestra un buscador para los formularios.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los formularios que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el formulario a modificar.
5. El sistema muestra la información del formulario
6. El Administrador añadirá y quitará los indicadores oportunos, o modificará el nombre del formulario si lo desea.
7. El sistema guardará la información del formulario en la base de datos y guardará los cambios (E-1-2-1).
8. Se vuelve a iniciar el caso de uso Modificar Formulario o S-1.

Excepciones:

- E-1-2-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Modificar Formulario o S-1.

### **S-1-3: Eliminar Formularios:**

1. El sistema muestra un buscador para los formularios.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los formularios que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el formulario a eliminar.
5. El sistema eliminará el formulario de la base de datos (E-1) y guardará los cambios (E-1-3-1).
6. Se vuelve a iniciar el caso de uso Eliminar Formulario o S-1.

Excepciones:

- E-1-3-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Eliminar Formulario o S-1.

#### **S-1-4: Consultar Formularios:**

1. El sistema muestra un buscador para los formularios.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los formularios que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el formulario a visualizar.
5. El sistema muestra la información del formulario seleccionado.
6. Se vuelve a iniciar el caso de uso Consultar Formulario o S-1.

#### **S-2: Gestión de Expertos**

1. El sistema muestra las opciones disponibles para la gestión de Expertos y le pide al Administrador que elija una:

Si elige Crear Experto, se realiza S-2-1

Si elige Modificar Experto se realiza S-2-2

Si elige Eliminar Experto, se realiza S-2-3

Si elige Consultar Experto, se realiza S-2-4

#### **S-2-1: Crear Experto:**

7. El sistema muestra un formulario para introducir los datos del experto.
8. El Administrador rellena la información del experto.
9. El Administrador elige una de las dos opciones disponibles: Crear Otro o Guardar y Salir
10. El sistema guarda la información en la base de datos (E-2-1-1). Tras guardar la información el sistema mostrará:
  - Si se elige *Crear Otro* mostrará de nuevo el formulario para crear otro experto y un mensaje de que el anterior ha sido creado correctamente.
  - Si se elige *Guardar y Salir* se inicia de nuevo el caso de uso Gestión de Experto.

Excepciones:

- E-2-1-1: El Administrador ha introducido un NIF ya existente en el sistema. El sistema mostrará un mensaje de error y volverá a mostrar la pantalla de crear experto.

### **S-2-2: Modificar Experto:**

7. El sistema muestra un buscador para los expertos.
8. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
9. El sistema muestra los expertos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
10. El Administrador selecciona los expertos que desea modificar.
11. El sistema muestra todos los datos de los expertos seleccionados y ofrece la posibilidad de modificarlos.
12. El Administrador modifica la información del experto.
13. El sistema almacena los cambios en la base de datos (E-2-2-1)
14. Se inicia de nuevo el caso de uso Modificar Experto o S-2.

Excepciones:

- E-2-2-1: Si al modificar el experto un Administrador asigna un NIF que ya existe el sistema muestra un mensaje de error y se volverá a mostrar la pantalla de modificar experto.

### **S-2-3: Eliminar Experto:**

1. El sistema muestra un buscador para los expertos.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los expertos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona los expertos que desea eliminar.
5. El sistema elimina los expertos de la base de datos (E-2-3-1) y guarda los cambios.
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Eliminar Experto o S-2.

Excepciones:

- E-2-3-1: Se intenta eliminar un experto asignado a un proceso de evaluación. El sistema mostrará un mensaje de error y volverá a mostrar la pantalla de eliminar expertos.

### **S-2-4: Consultar Experto:**

1. El sistema muestra un buscador para los expertos.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.

3. El sistema muestra los expertos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el experto a consultar.
5. El sistema muestra toda la información referente a dicho experto.
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Consultar Experto o S-2.

### **S-3: Gestionar Indicadores**

1. El sistema muestra las opciones disponibles para los Indicadores y le pide al Administrador que elija una:

Si elige Crear Indicador, se realiza S-3-1

Si elige Modificar Indicador se realiza S-3-2

Si elige Eliminar Indicador, se realiza S-3-3

Si elige Consultar Indicador, se realiza S-3-4

#### **S-3-1: Crear Indicador:**

1. El sistema muestra un formulario para introducir los datos del indicador.
2. El Administrador rellena la información del Indicador
3. El Administrador elige una de las dos opciones disponibles: Crear Otro o Guardar y Salir
4. El sistema guarda la información en la base de datos. Tras guardar la información el sistema mostrará:
  - Si se elige Crear Otro mostrará de nuevo el formulario para otro indicador.
  - Si se elige Guardar y Salir se inicia de nuevo el caso de uso Gestión de Indicador.

#### **S-3-2: Modificar Indicador:**

1. El sistema muestra un buscador para los indicadores.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona los indicadores que desea modificar.
5. El sistema muestra todos los datos del indicador y ofrece la posibilidad de modificarlos.
6. El Administrador modifica la información de los indicadores que necesite.
7. El sistema almacena los cambios en la base de datos (E-3-2-1).
8. Se inicia de nuevo el caso de uso Modificar Indicador o S-3.

Excepciones:

- E-3-2-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Modificar Indicador o S-3.

### **S-3-3: Eliminar Indicador:**

1. El sistema muestra un buscador para los indicadores.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona los indicadores que desea eliminar.
5. El sistema elimina los indicadores de la base de datos (E-3-3-1) y guarda los cambios.
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Eliminar Indicador o S-3.

Excepciones:

- E-3-3-1: Se intenta eliminar un indicador asignado a un formulario de evaluación. El sistema muestra un mensaje de error y vuelve a mostrar la pantalla de Eliminar Indicador.

### **S-3-4: Consultar Indicador:**

1. El sistema muestra un buscador para los indicadores.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el indicador a consultar.
5. El sistema muestra toda la información referente a dicho indicador.
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Consultar Indicador o S-3.

## **S-4: Gestionar Procesos de Evaluación**

### **S-4-1: Crear Proceso:**

1. El sistema muestra un buscador para los formularios disponibles.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los formularios que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador y un campo para introducir el nombre del proceso.
4. El Administrador selecciona el formulario que formará parte del problema y su nombre.
5. El sistema crea el proceso y lo almacena en la base de datos y guarda los cambios (E-4-1-1).

6. Se inicia de nuevo el caso de uso Crear Proceso o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-1-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Crear Proceso o S-3.

#### **S-4-2: Asignar Expertos:**

1. El sistema muestra un buscador para los procesos disponibles.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los procesos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el proceso al que asignará los expertos.
5. El sistema muestra los expertos asignados y su peso asignados al proceso si los hubiese.
6. El Administrador elige abrir la lista de expertos
7. El sistema muestra la lista de expertos
8. El Administrador añade los expertos que considere oportunos y el peso de estos.
9. El sistema refleja los cambios en una lista virtual
10. El Administrador confirma la operación
11. El sistema actualiza la información en la base de datos (E-4-2-1).y guarda los cambios o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-2-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Asignar Expertos o S-4-2.

#### **S-4-3: Modelar Información:**

1. El sistema muestra dos listas, una con los procesos y otra con los conjuntos de etiquetas lingüísticas existentes.
2. El Administrador elige un proceso y un conjunto de la lista correspondiente.
3. El sistema asigna el conjunto al proceso (E-4-3-1) y guarda los cambios.
4. Se inicia de nuevo el caso de uso Modelado de la Información o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-3-1: El administrador intenta asignar un conjunto de términos lingüísticos a un proceso que ya tiene un conjunto asignado. El sistema muestra un mensaje de error y se vuelve a mostrar la pantalla de modelado de la información.

#### **S-4-4: Crear Conjunto de Términos**

1. El sistema solicita un nombre y el número de etiquetas del conjunto

2. El Administrador introduce nombre y número de etiquetas que desea.
3. El sistema solicita la sintaxis de cada etiqueta del conjunto.
4. El Administrador introduce la sintaxis de cada etiqueta del conjunto.
5. El sistema guarda la información en la base de datos (E-4-4-1).
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Crear Conjunto de Términos o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-4-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Crear Conjunto de Términos o S-4-4.

#### **S-4-5: Definir Reglas**

1. El sistema muestra un buscador para los procesos disponibles.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los procesos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el proceso al que se le asignarán el conjunto de reglas.
5. El sistema muestra el número de reglas y cada una de sus componentes para que sean rellenas.
6. El Administrador define las reglas
7. El sistema guarda las reglas en la base de datos y almacena la información (E-4-5-1).
8. Se inicia de nuevo el caso de uso Definir Reglas o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-5-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Definir Reglas o S-4-5.

#### **S-4-6: Obtener Resultados**

1. El sistema muestra un buscador para los procesos disponibles.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los procesos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el proceso y el operador de agregación que desee dentro de los procesos activos, es decir, aquellos que tienen todas sus evaluaciones cerradas y las reglas y conjuntos de términos asignados.
5. El sistema muestra el resultado agregado y el índice de fiabilidad del proceso o se vuelve a S-4.

**S-4-7: Eliminar Proceso**

1. El sistema muestra un buscador para los procesos disponibles.
2. El Administrador rellena los parámetros de la búsqueda.
3. El sistema muestra los procesos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos por el Administrador.
4. El Administrador selecciona el proceso a eliminar.
5. El sistema elimina el proceso de evaluación y guarda la información en la base de datos (E-4-7-1).
6. Se inicia de nuevo el caso de uso Eliminar Proceso o se vuelve a S-4.

Excepciones:

- E-4-7-1: El sistema muestra un error al no poder guardar los datos en la base de datos y se vuelve a iniciar el caso de uso Eliminar Proceso o S-4-7.

**Condiciones de salida:** El usuario habrá podido realizar la Gestión de los Expertos, Indicadores, Formularios y Procesos de Evaluación.

**Caso de uso 3: Evaluación de Procesos de Evaluación de Riesgos Energéticos**

**Actores participantes:** Administrador y Experto

**Condiciones de entrada:** El usuario debe estar autenticado como Administrador para hacer una evaluación Offline o como Experto para hacer una evaluación Online y además si es experto debe tener asignado algún proceso.

**Flujo de Eventos Detallado:**

El sistema muestra el menú correspondiente al Experto o al Administrador según el tipo de usuario autenticado:

- 1.-Si el usuario se ha identificado como Experto, se realiza S-1
- 2.-Si el usuario se ha identificado como Administrador, se realiza S-2

**Subflujo de Eventos:****S-1: Evaluar Online**

1. El sistema muestra los procesos de evaluación asignados al Experto y su estado.
2. El experto elige un proceso de evaluación.

Si el proceso de evaluación está abierto se realiza S-1-1

Si el proceso de evaluación está pendiente se realiza S-1-2

Si el proceso de evaluación está cerrado se realiza S-1-3

**S-1-1: evaluación abierta:**

1. El Experto elige el proceso y tipo de información a utilizar en su evaluación y pulsa el botón de *aceptar*.
2. El sistema muestra el formulario del proceso con los indicadores a evaluar con el tipo de información elegida.
3. El Experto rellena el formulario y a continuación elige entre cerrar, guardar la evaluación o volver al menú experto.
4. El sistema guarda los cambios actualizando el estado del proceso y vuelve a mostrar el menú del experto actualizado.

**S-1-2: evaluación pendiente:**

1. El Experto elige el proceso que desea para continuar con su evaluación y pulsa el botón *continuar*.
2. El sistema muestra el formulario del proceso con los indicadores con los valores asignados previamente.
3. El Experto modifica o añade los valores al formulario y a continuación elige entre cerrar, guardar la evaluación o volver al menú experto.
4. El sistema guarda los cambios actualizando el estado del proceso y vuelve a mostrar el menú del experto actualizado.

**S-1-2: evaluación cerrada:**

1. El Experto elige el proceso que desea visualizar para su evaluación y pulsa el botón *mostrar*.
2. El sistema muestra el formulario del proceso con los valores asignados a cada uno de los indicadores.
3. El experto pulsa el botón Menú Experto y vuelve a mostrar el menú del experto.

**2) S-2: Evaluar Offline**

1. El Administrador elige la opción cargar desde fichero del menú administrador.
2. El sistema pide al Administrador que elija un fichero.
3. El Administrador pulsa el botón seleccionar archivo y elige el archivo con la evaluación que desea cargar, después pulsa el botón enviar.
4. El sistema carga el archivo y genera la evaluación si el archivo tiene el formato correcto, mostrando un mensaje informativo de si la operación se ha realizado con éxito o no, (E-2-1).
5. El Administrador pulsa el botón continuar y se inicia de nuevo el caso de uso Evaluar Offline.

Excepciones:

- E-2-1: Se intenta cargar un archivo que no contiene un formato válido para poder ser cargado. El sistema muestra un mensaje de error y vuelve a mostrar la pantalla de cargar desde fichero.

**Condiciones de Salida:** El Experto habrá realizado una valoración manual online o el Administrador una valoración offline cargada desde un fichero que hayan elegido.

### 3.3.3. Escenarios

Un caso de uso es una representación abstracta, una abstracción, de una funcionalidad del sistema a realizar. La representación concreta de un caso de uso se realiza mediante la creación de uno o más escenarios que muestren todas las interacciones posibles entre el sistema y sus usuarios.

Los escenarios son historias ficticias que describen posibles interacciones persona-aplicación Web. Permiten a los diseñadores anticiparse a los problemas, aunque son ficticios deben hacerse lo más detalladas posibles, así por ejemplo, los personajes deben tener nombres, motivaciones para usar la interfaz, deben encontrarse en entornos reales con las restricciones que ello conlleva, etc. De esta manera, se facilita a los diseñadores la discusión sobre la interfaz ya que a las personas nos cuesta más trabajo discutir sobre una situación abstracta.

Esta forma de proceder fuerza a los diseñadores a considerar el rango de usuarios que va a usar el sistema y el rango de actividades por las que lo van a usar. Los escenarios permiten hacer diferentes combinaciones de usuarios y actividades de forma que se tengan en cuenta todas las posibilidades.

Un escenario está formado por los siguientes elementos:

- Un nombre único y unívoco
- Una descripción
- Los actores participantes
- El flujo de eventos

Como se ha indicado, para cada caso de uso puede haber varios escenarios. Para nuestro proyecto se han creado y descrito una cantidad importante de casos de uso. Por lo que, no vamos a definir todos los escenarios de cada uno de ellos sino que, vamos a definir unos pocos que puedan servir como ejemplo de las principales funcionalidades que el sistema va a desarrollar:

**Nombre:** CrearProceso\_p001

**Descripción:** El Administrador Javier, crea el proceso de evaluación p001.

**Actor:** Administrador.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario Javier accede al sistema.
2. El sistema muestra el formulario de entrada que pide el nombre de usuario y contraseña.
3. El usuario introduce el nombre de usuario “*admin*” y contraseña “*admin*”.
4. El sistema valida el nombre de usuario y la contraseña. El usuario entra en la aplicación como Administrador.
5. El sistema muestra el menú principal del Administrador. Javier puede elegir entre diferentes opciones dentro de cada sección:
  - Gestionar Formularios
  - Gestionar Expertos
  - Gestionar Indicadores
  - Gestionar Procesos de Evaluación
6. Javier elige la opción *Crear Proceso* que se encuentra en la sección Gestionar Procesos Evaluación.
7. El sistema muestra un buscador de formularios.
8. Javier introduce el id del formulario o el nombre del formulario que desea agregar al proceso y después pulsa buscar:
  - **Id:** 54152
  - **Nombre:** sección II
9. El sistema muestra el id, nombre y número de indicadores de los formularios que cumplen los criterios de búsqueda para que sea seleccionado y el nombre del proceso de evaluación a crear.
10. Javier selecciona el formulario que desea agregar e introduce el nombre del proceso de evaluación a crear.
  - **Id:** 54152      **Nombre:** formulario sección II **Nº Indicadores:** 7
  - **Nombre del Proceso:** \_p001
11. Javier pulsa el botón Crear Proceso
12. El sistema comprueba que se ha seleccionado un formulario y que el nombre es correcto.
13. El sistema guarda los datos del sistema y almacena el proceso en la base de datos.
14. El sistema informa a Javier de que la operación se ha realizado con éxito.

**Nombre:** CrearExperto Marc Wilmots

**Descripción:** El Administrador Javier, crea el experto Marc Wilmots

**Actor:** Administrador.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario Javier entra en el sistema.
2. El sistema muestra el formulario de entrada y pide nombre de usuario y contraseña.
3. El usuario introduce el nombre de usuario “*admin*” y contraseña “*admin*”.
4. El sistema valida el nombre de usuario y la contraseña. El usuario entra en la aplicación como Administrador.
5. El sistema muestra el menú principal del Administrador. Javier puede elegir entre diferentes opciones dentro de cada sección:
  - Gestionar Formularios
  - Gestionar Expertos
  - Gestionar Indicadores
  - Gestionar Procesos de Evaluación
6. Javier elige la opción *Crear Experto* que se encuentra en la sección Gestionar Expertos.
7. El sistema muestra un formulario para rellenar los datos del experto
8. El Administrador Javier introduce los datos del experto.
  - **Nif:** 75000002
  - **Nombre:** Marc
  - **Apellido:** Wilmots
  - **Experiencia:** 7-10 Años
  - **Clave:** exp
9. Javier pulsa el botón Guardar y Salir
10. El sistema comprueba que no existe ningún usuario con el mismo NIF en la base de datos y que los datos introducidos son correctos.
11. El sistema muestra un mensaje de que la operación de crear un nuevo usuario se ha realizado satisfactoriamente.

**Nombre:** CrearFormulario \_f001

**Descripción:** El Administrador Javier, crea el formulario \_f001

**Actor:** Administrador.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario Javier entra en el sistema.
2. El sistema muestra el formulario de entrada pide nombre de usuario y contraseña.
3. El usuario introduce el nombre de usuario “*admin*” y contraseña “*admin*”.
4. El sistema valida el nombre de usuario y la contraseña. El usuario entra en la aplicación como Administrador.
5. El sistema muestra el menú principal del Administrador. Javier puede elegir diferentes opciones dentro de cada sección:
  - Gestionar Formularios
  - Gestionar Expertos
  - Gestionar Indicadores
  - Gestionar Procesos de Evaluación
6. Javier elige la opción *Crear Formulario* que se encuentra en la sección Gestionar Formularios.
7. El sistema abre una ventana hija con los indicadores existentes en el sistema.
8. Javier rellena los parámetros de la búsqueda para localizar los indicadores a añadir
  - **Nombre:** Gas
  - **Tipo:** Fuerte
9. El sistema muestra los indicadores que cumplen las restricciones impuestas en la búsqueda.
10. Javier selecciona los indicadores que desea agregar y pulsa el botón Añadir Seleccionados
11. El sistema visualiza en la ventana padre los indicadores que están siendo añadidos al formulario.
12. Javier pulsa el botón finalizar
13. El sistema cierra la ventana hija con los indicadores.
14. Javier introduce el nombre del formulario y pulsa el botón Crear Formulario
15. El sistema comprueba que el nombre del formulario es correcto y guarda la información en la base de datos.
16. El sistema muestra al usuario un mensaje de confirmación de que la operación se ha realizado con éxito.

**Nombre:** Asignar Experto

**Descripción:** El Administrador Javier asigna el experto.

**Actor:** Administrador.

**Flujo de Eventos:**

1. El usuario Javier entra en el sistema.
2. El sistema muestra el formulario de entrada y pide el nombre de usuario y contraseña.
3. El usuario introduce el nombre de usuario “*admin*” y contraseña “*admin*”.
4. El sistema valida el nombre de usuario y la contraseña. El usuario entra en la aplicación como Administrador.
5. El sistema muestra el menú principal del Administrador. Javier puede elegir diferentes opciones dentro de cada sección:
  - *Gestionar Formularios*
  - *Gestionar Expertos*
  - *Gestionar Indicadores*
  - *Gestionar Procesos de Evaluación*
6. Javier elige la opción *Procesos de Evaluación*.
7. Javier elige la opción *Asignar Expertos*
8. El sistema muestra el buscador para que el Administrador Javier localice el proceso de evaluación.
9. El Administrador Javier introduce un nombre del proceso y pulsa buscar.
  - **Nombre:** proceso
10. El sistema muestra los procesos que contienen en su nombre la palabra proceso.
11. Javier selecciona el proceso al que desea asignar los expertos y pulsa en Seleccionar Proceso.
12. El sistema muestra los expertos que actualmente están asignados al proceso, así como su peso asignado y el tipo de información utilizada.
13. Javier pulsa en Abrir Expertos para ver la lista de expertos existentes en el sistema.
14. El sistema muestra en una ventana hija la lista de expertos disponibles en el sistema.
15. Javier introduce el nombre del experto que desea asignar al proceso
  - Apellido: Wesley
  - Experiencia: Todos.

16. El sistema muestra los expertos que cumplen dicho criterio.
17. Javier marca el experto deseado y pulsa el botón añadir seleccionado.
18. El sistema actualiza la lista de expertos asignados al proceso en la ventana padre.
19. Javier pulsa el botón finalizar para cerrar la ventana hija de expertos.
  - Javier como Administrador introduce el peso que corresponde a dicho experto dentro del proceso de evaluación y selecciona un tipo de información por defecto. El tipo de información asignado puede ser modificado por el experto posteriormente.
  - Peso: 2
  - Tipo Información: Numérica
  - Dominio Sup: 100
20. Javier pulsa guardar
21. El sistema guarda la información en la base de datos y muestra un mensaje de confirmación de que la operación se ha realizado correctamente.

### 3.4. Diseño del Sistema

Sin duda, realizar de manera adecuada cada una de las actividades que conlleva la Ingeniería del Software es indispensable para la realización de un proyecto software de calidad. Por lo tanto, no se puede decir que ninguna de estas actividades sea más importante que otra. Sin embargo, si podemos decir que la actividad de diseño es la más delicada y la más laboriosa de llevar a cabo.

Es delicada porque si no se lleva a cabo correctamente se hace complejo codificar de manera correcta el modelo obtenido en el análisis del sistema. Lo que puede hacer en vano todo el esfuerzo realizado durante las primeras actividades de la Ingeniería del Software. Y es laboriosa porque las estrategias para conseguir que esta traducción entre modelo y código se lleve a cabo adecuadamente son muy diversas y complejas.

Se puede decir, por tanto, que el diseño del sistema es la actividad de la Ingeniería del Software en la que se identifican los objetivos finales del sistema, y se plantean las diversas estrategias para alcanzarlos en la actividad de implementación.

Sin embargo, el sistema no se suele diseñar de una sola vez sino que hay que diferenciar entre el diseño y la estructura de los datos que se van a manejar y, el diseño de la interfaz entre la aplicación y el usuario. Estas dos fases del diseño no se realizan de forma consecutiva una detrás de la otra sino que lo normal es realizarlas paralelamente y finalizarlas a la vez.

Las distintas fases de diseño que veremos a continuación son:

- **Diagrama de clases:** muestran la estructura del sistema.
- **Diseño de los datos:** se define la estructura de los datos.
- **Diseño de la interfaz:** se define la apariencia visual de la aplicación.

### 3.4.1. Diagrama de clases

Los diagramas de clases se utilizan para mostrar la estructura estática del sistema modelado. Pueden estar formados por clases, interfaces, paquetes, relaciones e incluso instancias, como objetos o enlaces.

Son una potente herramienta de diseño, ayudando a los desarrolladores a planificar y establecer la estructura del sistema y subsistema antes de escribir ningún código. Esto permite asegurar que el sistema está bien diseñado desde el principio.

Son utilizados en la fase de diseño prácticamente en la totalidad de los sistemas que utilizan UML para su modelado [60].

Los diagramas de clases tienen los siguientes componentes:

- **Clases:** son los componentes fundamentales de los diagramas de clase. Su notación general es un rectángulo dividido en tres secciones, mostrando en la primera el nombre de la clase, la siguiente los atributos y la última las operaciones.
- **Relaciones:** es una conexión semántica entre elementos. Existen cuatro tipos principales de relaciones:
  - **Generalización:** es una relación de especialización.
  - **Asociación:** es una relación estructural. Existen dos subtipos, la agregación y la composición.
  - **Realización:** es una relación contractual, en la cual una clase especifica un contrato que otra clase garantiza que cumplirá (por ejemplo, una interface).
  - **Dependencia:** Es una relación de uso.

#### 3.4.1.1. Diagrama completo de clases.

Antes de mostrar el diagrama de clases, vemos apropiado explicar cómo va a ser el funcionamiento o la lógica de negocio del sistema, para ver más claramente el paso de información o comunicación entre las distintas capas diseñadas. A la hora de diseñar una aplicación con una interfaz gráfica de usuario es importante seguir el esquema de diseño *Modelo-Vista-Controlador* (MVC) .

En este esquema se definen tres roles bien diferenciados:

- **Modelo:** el modelo es la representación de la información de un problema.

- **Vista:** una vista es una posible visualización de la información contenida en un modelo. Un modelo puede tener varias vistas definidas.
- **Controlador:** el controlador se encarga de coordinar la interacción entre las vistas y los modelos. Cada vez que un modelo cambia internamente, actualiza sus vistas.

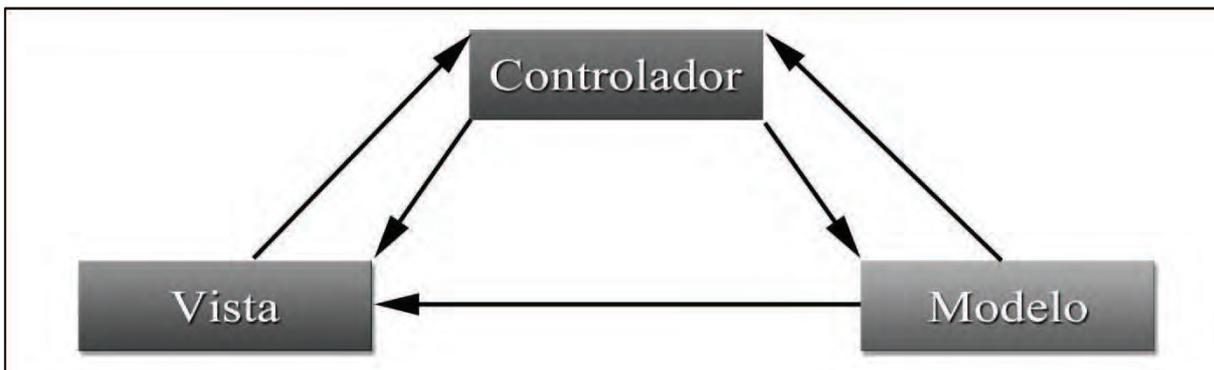


Figura 3.4: Esquema de la arquitectura MVC

Una vez descritos brevemente los componentes de un diagrama de clases, vamos a proceder a analizar los propios del sistema.

El mensaje más importante que proporciona este esquema de diseño es, que hay que mantener al modelo lo más independiente posible de la vista y el controlador, de forma que se pueda cambiar uno u otros sin necesidad de realizar ninguna modificación en los demás componentes.

En nuestra aplicación tendremos una capa modelo de la información que representará todos los datos del sistema. Por lo tanto, esta capa es la encargada de obtener los datos necesarios de la base de datos. Esta información será gestionada por una serie de Servlets que harán la función de controlar el sistema y realizar cualquier operación necesaria. Finalmente, cualquier representación gráfica de datos en la pantalla será lanzada por los Servlets utilizando para ello llamadas a páginas JSP haciendo éstas últimas la labor de la Vista de la aplicación.

El diagrama completo de clases se muestra en la Figura 3.5.

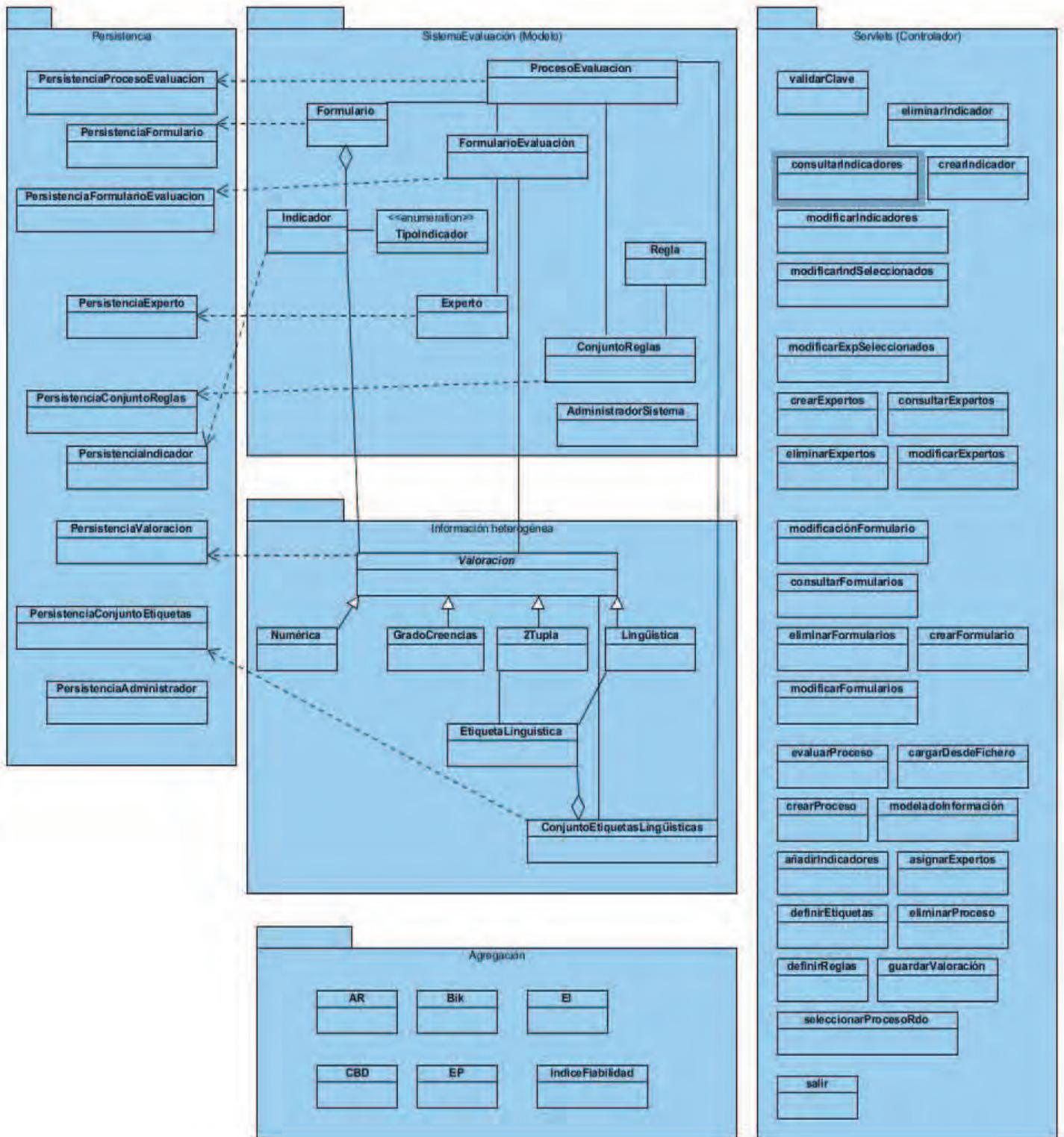


Figura 3.5: Diagrama de clases

Analizamos cada uno de los paquetes de nuestro diagrama de clases:

- **Paquete Persistencia (Base de Datos):** es el paquete al que hacen referencia todas las clases que establecen una comunicación con la base de datos.
- **Paquete Modelo:** Implementa la lógica de la aplicación, es decir, que almacena todos los datos, el estado de la aplicación y tiene los métodos que manipulan esos datos.
- **Paquete InformaciónHeterogenea:** este paquete contiene todo lo necesario para el manejo de la información heterogénea (numérica, grado de creencias, 2-tupla y lingüística).
- **Paquete Controlador:** la capa controladora, que en nuestro caso está formada por Servlets, llevará a cabo todo el control del sistema y permitirá al usuario realizar cualquier operación sobre éste. La capa de negocio, utilizará constantemente clases del paquete Modelo para obtener y guardar información, y será la encargada de operar con la información para mostrarla en la Vista, que en nuestro caso serán JSP's.
- **Paquete Agregación:** este paquete contiene las clases encargadas de realizar el procesamiento de los datos introducidos por los expertos en las distintas evaluaciones de los procesos, obteniendo el resultado final de todo el proceso.

### 3.4.1.2. Diagrama por paquetes

En los siguientes apartados vamos a ver con más detalle los paquetes de nuestra aplicación.

#### 3.4.1.2.1. Paquete Modelo y Paquete Información Heterogénea

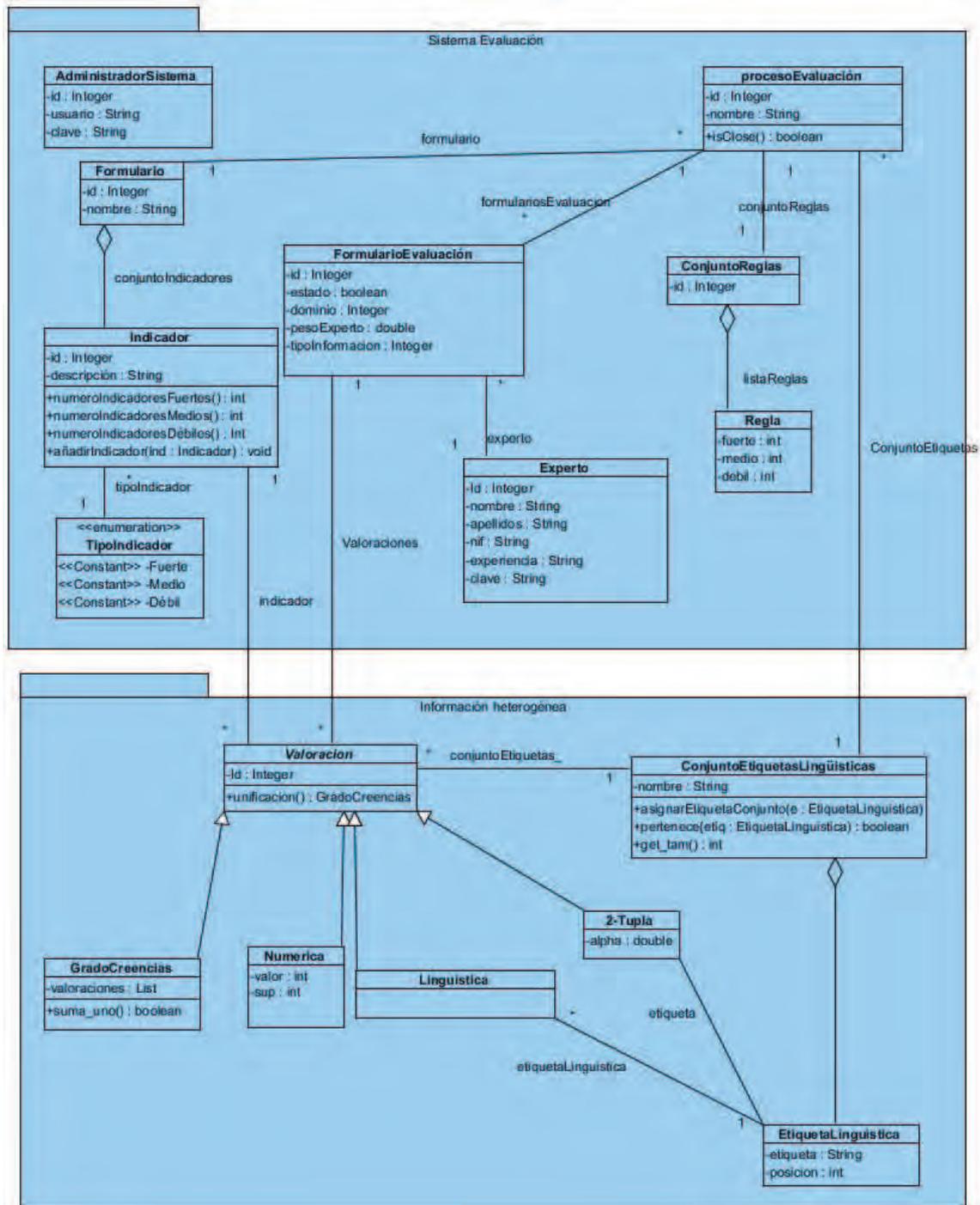


Figura 3.6: Paquete Modelo y paquete Información Heterogénea

3.4.1.2.2. Paquete Controlador (Servlets)

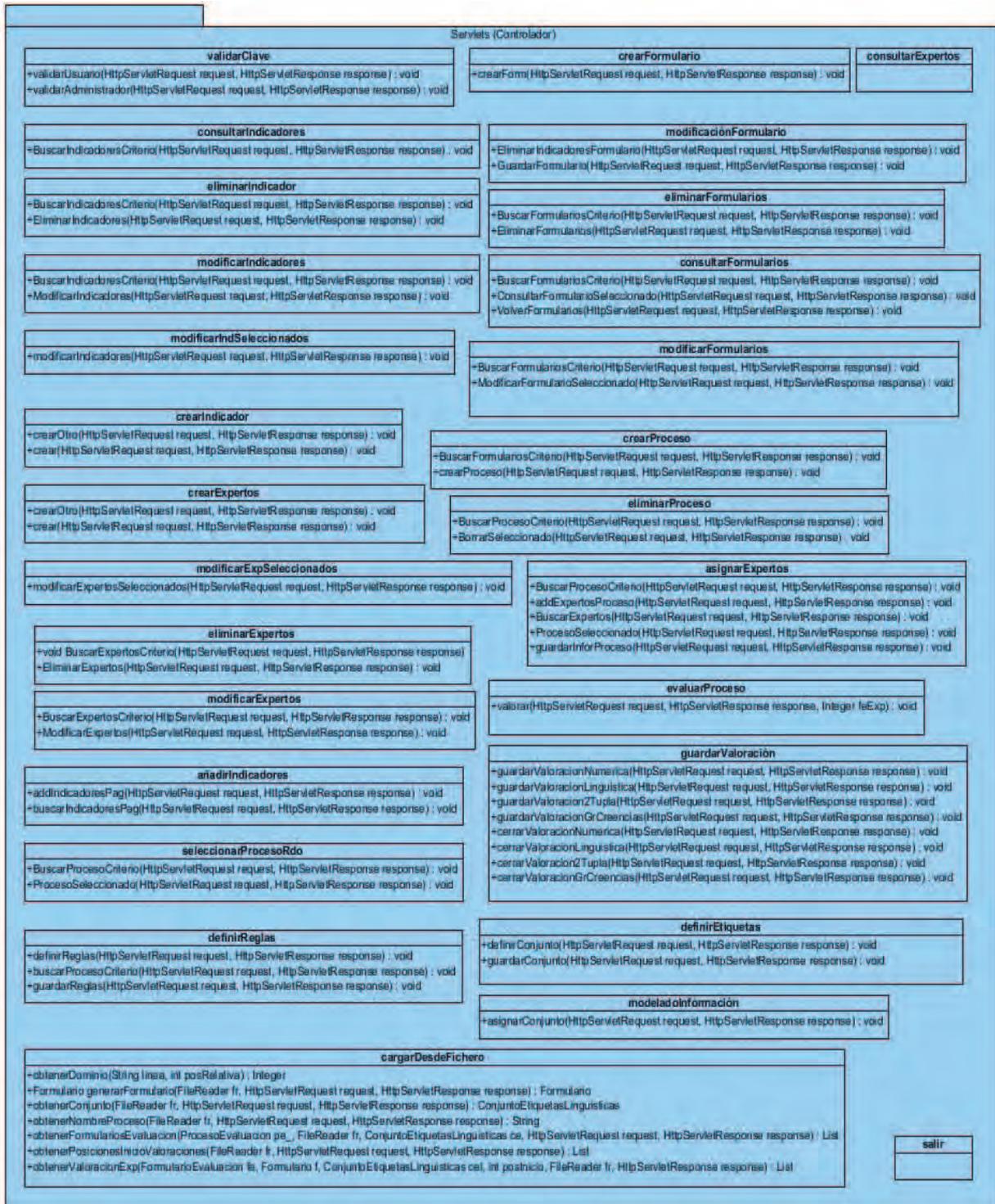


Figura 3.7: Paquete Controlador (Servlets)

3.4.1.2.3. Paquete Persistencia

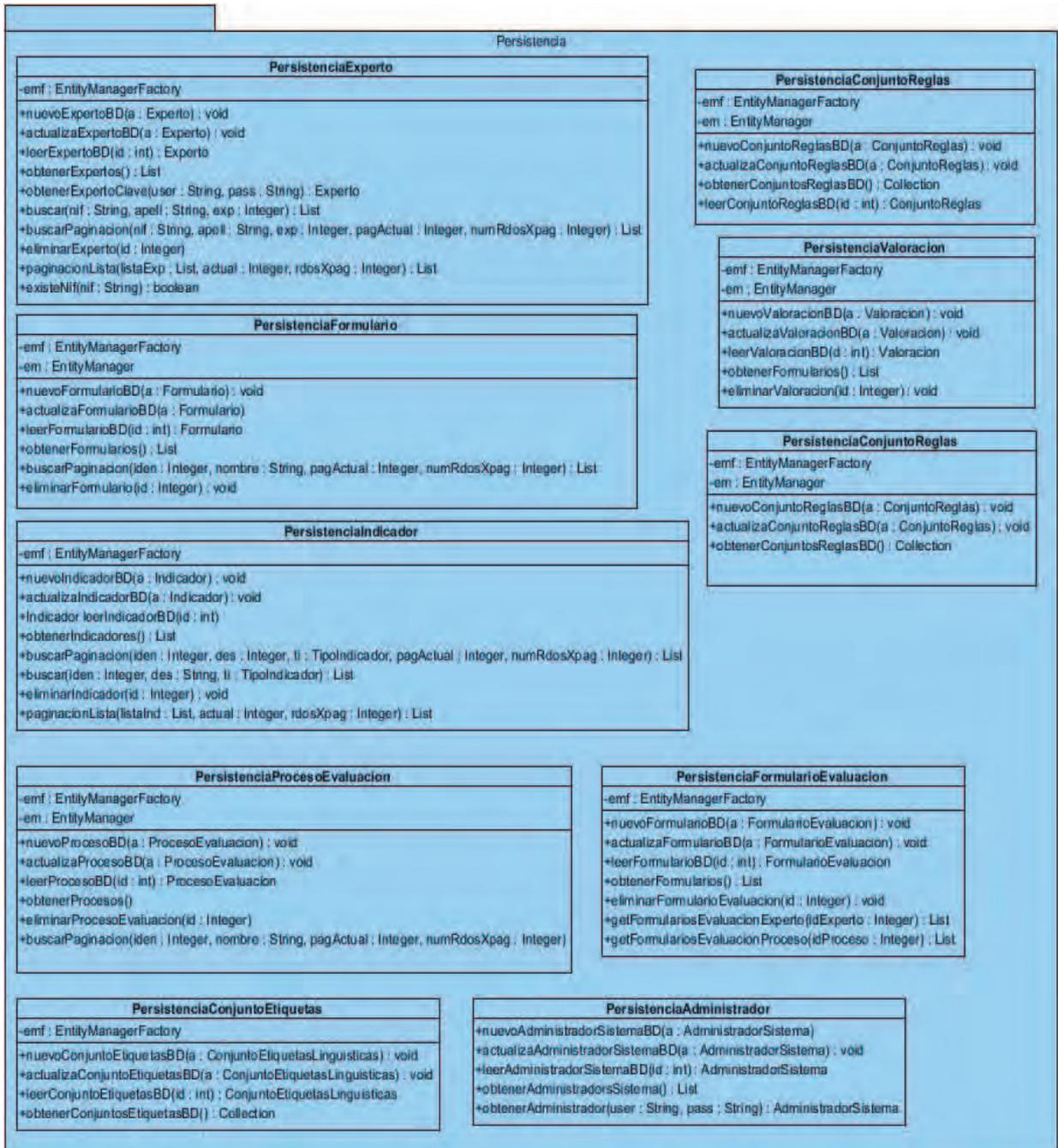


Figura 3.8: Paquete Persistencia

### 3.4.1.2.4. Paquete Agregación

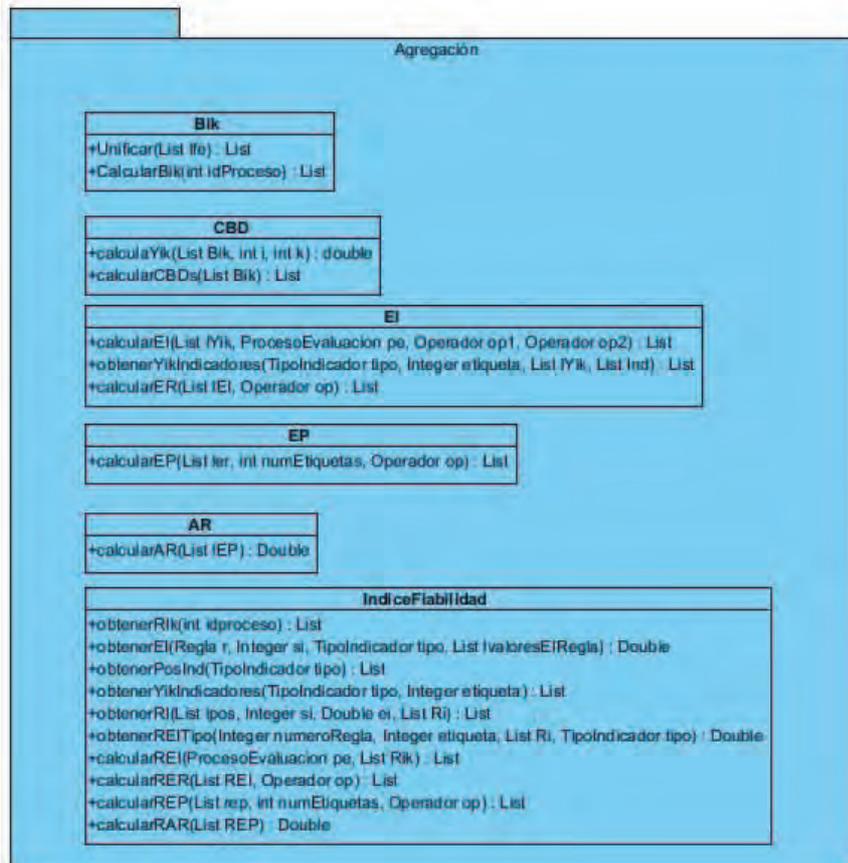


Figura 3.9: Paquete Agregación

### 3.4.2. Diseño de los Datos

En esta fase del diseño software se pretende determinar cuál será la estructura que ha de tener cada uno de los elementos de información del sistema, en definitiva estableceremos la estructura de los datos sobre la que trabajará nuestro sistema. Estos elementos son los siguientes:

- *Administrador*, conocemos su identificador, nombre y clave.
- *Expertos*, conocemos su NIF, nombre, apellido, experiencia y clave.
- *Indicadores*, conocemos su identificador, tipo y su descripción.
- *Etiqueta Lingüística*, conocemos su semántica y su posición dentro del conjunto.
- *Conjunto de Etiquetas Lingüísticas*, conocemos su identificador, su nombre y las etiquetas lingüísticas que lo componen.
- *Formularios*, conocemos su identificador, su nombre y el conjunto de indicadores que lo componen.

- *Valoración*, conocemos su identificador, el indicador y el conjunto de etiquetas lingüísticas sobre el que se realiza la valoración, el formulario de evaluación al que pertenece.
- *Valoración Numérica*, conocemos su dominio y su valor.
- *Valoración Lingüística*, conocemos la etiqueta del conjunto lingüístico.
- *Valoración 2-Tupla*, conocemos la etiqueta lingüística y el valor de alpha (traslación simbólica).
- *Valoración Grado Creencias*, conocemos los valores de cada una de las etiquetas.
- *Procesos*, sabemos su identificador, su nombre, formulario de evaluación y conjunto de etiquetas lingüísticas asociado, también sabemos que dispone de un conjunto de reglas, el conjunto de expertos, los tipos de información usados y su peso dentro del proceso.
- *Regla*, conocemos el número de indicadores fuertes, medios y débiles.
- *Conjunto de Reglas*, conocemos las reglas que lo componen.

Una vez determinados cuales son los elementos de información del sistema, se debe definir su representación en forma de tablas de una base de datos. Para ello, se realiza en primer lugar un diseño conceptual de la base de datos y, posteriormente, se obtienen las tablas requeridas. Para realizar este diseño conceptual utilizaremos el modelo Entidad-Relación.

### **Modelo Entidad-Relación**

El modelo Entidad-Relación (también conocido por sus iniciales: E-R) es una técnica de modelado de datos que utiliza diagramas entidad-relación. No es la única técnica de modelado pero si es la más extendida y utilizada.

Un diagrama entidad-relación está compuesto por tres tipos de elementos principales:

- **Entidades:** objetos (cosas, conceptos o personas) sobre los que se tiene información. Se representan mediante rectángulos etiquetados en su interior con un nombre. Una instancia es cualquier ejemplar concreto de una entidad.
- **Relaciones:** interdependencias entre uno o más entidades. Se representan mediante rombos etiquetados en su interior con un verbo. Si la relación es entre una entidad consigo mismo se denomina reflexiva, si es entre dos entidades se denomina binaria, ternaria si es entre tres y múltiple si es entre más.
- **Atributos:** características propias de una entidad o relación. Se representan mediante elipses etiquetados en su interior con un nombre.

En los diagramas entidad-relación también hay que tener en cuenta otros aspectos como pueden ser:

- **Entidades débiles:** son aquellas que no se pueden identificar unívocamente solo con sus atributos, es decir, necesitan estar relacionadas con otras entidades para existir. Se representan con dos rectángulos concéntricos de distinto tamaño y un nombre en el interior del más pequeño.

- **Cardinalidad de las relaciones:** existen tres tipos de cardinalidades en una relación, según el número de instancias de cada entidad que involucren:
  - Uno a uno: una instancia de la entidad A se relaciona solamente con una instancia de la entidad B. (1:1)
  - Uno a muchos: cada instancia de la entidad A se relaciona con varias de la entidad B. (1:\*)
  - Muchos a muchos: cualquier instancia de la entidad A se relaciona con cualquier instancia de la entidad B. (\*:\*)
- **Claves:** cada entidad de un diagrama entidad-relación debe tener una clave que identifique unívocamente cada instancia del resto. Debe estar formada por uno o varios de sus atributos.
- **Claves foráneas:** Es aquella combinación de atributos de una entidad, que es clave en otra entidad distinta.

Una vez que conocemos los elementos que forman parte de un diagrama entidad-relación podemos empezar a desarrollar el modelo entidad-relación. Los pasos a seguir son los siguientes:

- I. Convertir el enunciado del problema (o, como es nuestro caso, los elementos del sistema software) en un Esquema Conceptual del mismo.
- II. Convertir este Esquema Conceptual (o EC) en uno más refinado conocido como Esquema Conceptual Modificado (ECM).
- III. Obtener las tablas de la base de datos a partir del Esquema Conceptual Modificado y normalizarlas.

Los conceptos básicos del modelo E-R pueden modelar la mayoría de las situaciones, pero algunos aspectos se modelan mejor con el modelo E-R extendido, el cual aporta nuevas características, como:

- Generalización
- Agregación
- Especialización
- Herencia de atributos

Vamos a definir el concepto de agregación y especialización únicamente, ya que en el Esquema Conceptual haremos uso de ellos.

La *agregación* ayuda a construir entidades de niveles superiores y consiste en considerar un conjunto de componentes (tipos de entidades o tipos de relaciones) como si fueran un único tipo de entidades. Se representa incluyendo en un rectángulo todos los componentes de la agregación.

Las relaciones de tipo *is\_a* (es un) son aquellas en las que una entidad se descompone en entidades especializadas.

La *especialización* consiste en que una entidad se divide en entidades más concretas. La entidad general comparte con las especializadas sus atributos. Se observa una especialización cuando hay ejemplares para los que no tienen sentido algunos de los atributos, mientras que para otros sí.

### **Normalización en el modelo Entidad-Relación**

La normalización es un proceso consistente en imponer a las tablas ciertas restricciones mediante una serie de transformaciones consecutivas. Con ello se asegura que las tablas contengan los atributos necesarios y suficientes para describir la realidad de la entidad que representan, separando aquellos que pueden contener información cuya relevancia permite la creación de otra nueva tabla.

Para asegurar la normalización Codd [61] estableció tres formas normales, las cuales hacen que una base de datos (si las cumple) esté normalizada.

Estas formas normales son:

- **Primera forma Normal (FN1):** Una tabla está en FN1 si todos los atributos no clave, dependen funcionalmente de la clave, o lo que es lo mismo, no existen grupos repetitivos para un valor de clave.
- **Segunda forma Normal (FN2):** Una tabla está en FN2 si está en FN1 y además todos los atributos que no pertenecen a la clave dependen funcionalmente de forma completa de ella. De esta definición se desprende que una tabla en FN1 y cuya clave está compuesta por un único atributo está en FN2.
- **Tercera forma Normal (FN3):** Una tabla está en FN3 si está en FN2 y además no existen atributos no clave que dependan transitivamente de la clave.

#### **3.4.2.1. Esquema Conceptual.**

Necesitamos convertir nuestros elementos del sistema en entidades o relaciones. Es obvio que administrador, expertos, procesos de evaluación, formularios de evaluación, indicadores, conjunto de etiquetas, conjunto de reglas, reglas, valoraciones se convertirán en entidades en nuestro esquema conceptual.

En cuanto a las relaciones:

- Un formulario de evaluación está formado por varios indicadores, y un indicador puede formar parte de varios formularios.
- Un proceso de evaluación tiene asignado un formulario, y un formulario puede estar asignado a varios procesos.
- Un proceso de evaluación tiene asignado un conjunto de etiquetas lingüísticas, y un conjunto puede estar asignado a varios procesos.
- Un proceso de evaluación tiene asignado un conjunto de reglas, y un conjunto de reglas sólo puede pertenecer a un proceso de evaluación.
- Un indicador puede tener asociado varias valoraciones, y una valoración se corresponde con la evaluación de un solo indicador.
- Una valoración puede ser de tipo numérico, lingüístico, 2-tupla o grado de creencias.
- Una valoración de grado de creencias estará formada por tantas creencias como etiquetas tenga un conjunto.
- Un conjunto de reglas estará formado por varias reglas
- Un conjunto de etiquetas lingüísticas estará formado por varias etiquetas lingüísticas
- Una valoración lingüística tiene asociada una única etiqueta lingüística.
- Una valoración 2-tupla tiene asociado una etiqueta lingüística.

Estas entidades con sus atributos y sus relaciones se puede observar en la Figura 3.10

Relaciones:

- **R1:** SE\_RELACIONA
- **R2:** TIENE\_ASOCIADO
- **R3:** TIENE\_ASIGNADO
- **R4:** COMPUESTO\_DE
- **R5:** SE\_REALIZA
- **R6:** FORMADO\_POR
- **R7:** CONSTITUIDO\_POR
- **R8:** DEFINIDA\_POR
- **R9:** FORMADA\_A\_PARTIR\_DE
- **R10:** CONTIENE

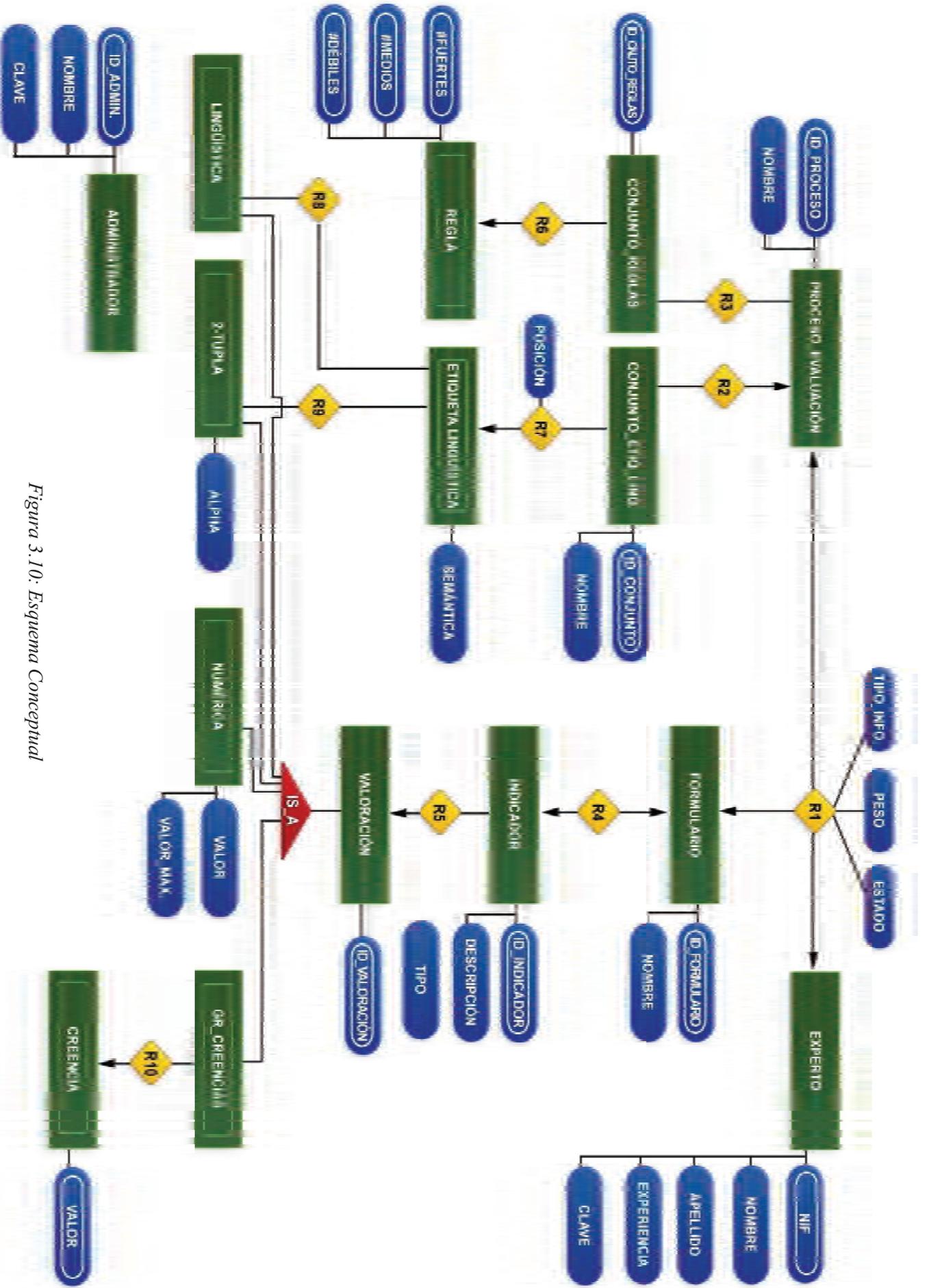


Figura 3.10: Esquema Conceptual

### 3.4.2.2. Esquema Conceptual Modificado

Para obtener el Esquema Conceptual Modificado a partir del Esquema Conceptual se deben hacer los cambios que siguen a continuación:

- Eliminar todas las entidades débiles.
- Eliminar las relaciones de muchos a muchos.
- Eliminar las relaciones con atributos que haya en nuestro Esquema Conceptual.

Por lo tanto, nuestro Esquema Conceptual Modificado (ECM) quedaría como muestra la Figura 3.11. , y tendríamos dos entidades más. Las relaciones del Esquema Conceptual Modificado son las siguientes:

- **R1.1, R1.2, R1.3:** SE\_RELACIONA
- **R2:** TIENE\_ASOCIADO
- **R3:** TIENE\_ASIGNADO
- **R4.1,4.2:** COMPUESTO\_DE
- **R5:** SE\_REALIZA
- **R6:** FORMADO\_POR
- **R7:** CONSTITUIDO\_POR
- **R8:** DEFINIDA\_POR
- **R9:** FORMADA\_A\_PARTIR\_DE
- **R10:** CONTIENE

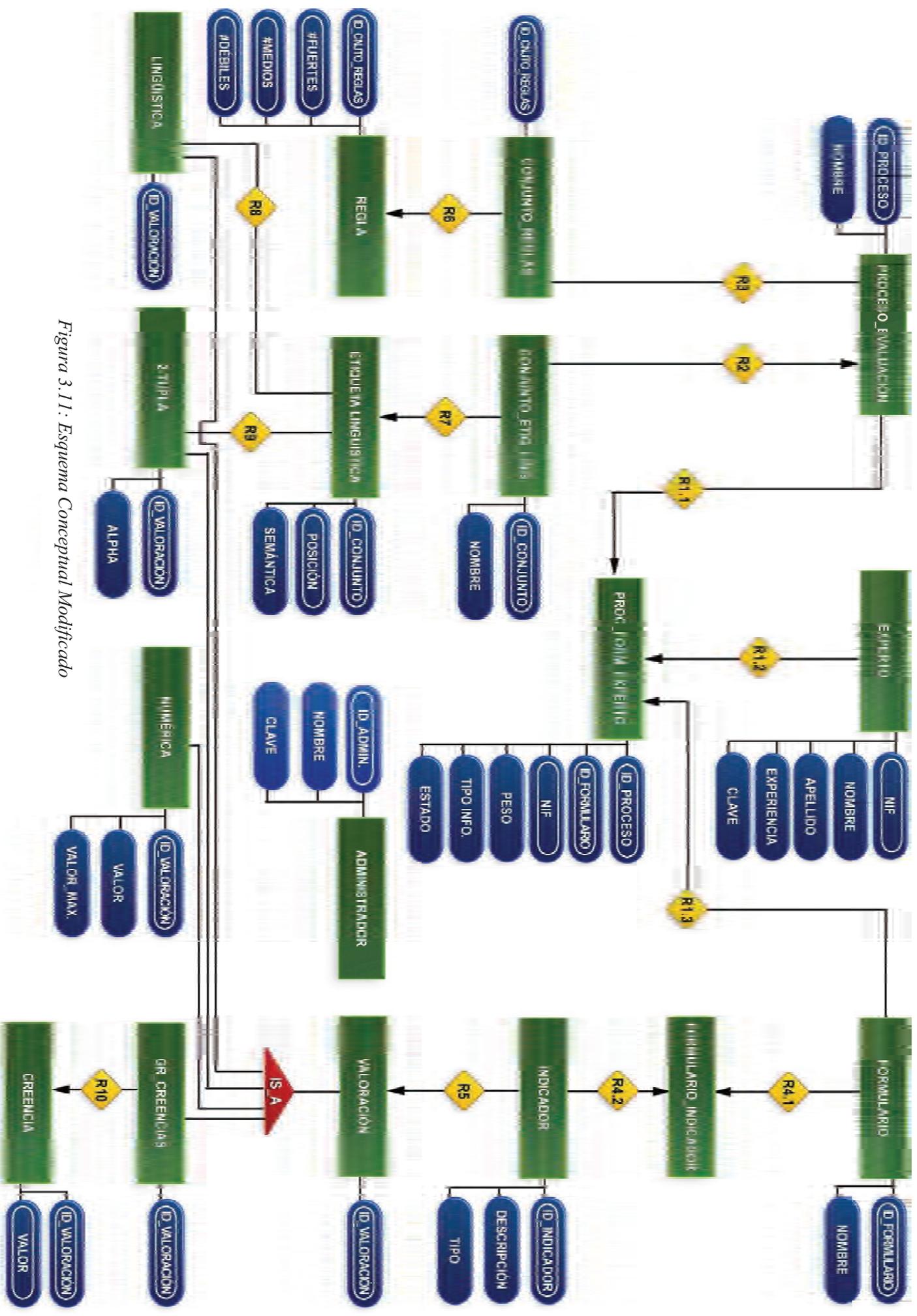


Figura 3.11: Esquema Conceptual Modificado

### 3.4.2.3. Tablas de aplicación.

A partir del ECM obtenido previamente podemos determinar las tablas de la base de datos, teniendo en cuenta que:

- Cada entidad del ECM se transforma en una tabla.
- Los atributos de una entidad se convierten en los campos de las tablas respectivas.
- Cada relación genera una clave foránea.

Por lo tanto obtendremos las siguientes tablas:

ADMINISTRADOR, PROCESO\_EVALUACIÓN, EXPERTO, INDICADOR, REGLA, FORMULARIO, PROC\_FORM\_EXPERTO, FORMULARIO\_INDICADOR, 2-TUPLA, CONJUNTO\_REGLAS, CONJUNTO\_ETIQ\_LING, LINGÜÍSTICA, NUMÉRICA, ETIQUETA LINGÜÍSTICA, GR\_CREENCIAS, CREENCIA.

A continuación se detallan cada una de estas tablas teniendo en cuenta que ‘\*’ se refiere a que el atributo es clave primaria y ‘\_’ se refiere a que es clave foránea.

**ADMINISTRADOR:** Tabla que contiene el conjunto de administradores del sistema, es decir, aquellos usuarios que gestión los procesos de evaluación y sus componentes.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_ADMIN	Integer	Es el identificador del usuario administrador	*	SI
NOMBRE	VARCHAR(15)	Es el nombre de usuario del administrador		SI
CLAVE	VARCHAR(15)	Contraseña del administrador		SI

Tabla 3.1: Campos de la tabla ADMINISTRADOR

**EXPERTO:** Tabla que contiene el conjunto de expertos del sistema. Estos son los usuarios que introducen las valoraciones de los indicadores.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
NIF	VARCHAR(10)	Es el identificador del usuario administrador	*	SI
NOMBRE	VARCHAR(15)	Nombre del experto		SI
APELLIDO	VARCHAR(15)	Apellido del experto		SI
EXPERIENCIA	Integer	Cada número de este campo representa un tipo de experiencia.		SI
CLAVE	VARCHAR(15)	Clave del experto para acceder		SI

Tabla 3.2: Campos de la tabla EXPERTO

**FORMULARIO:** Tabla que contiene el conjunto de formularios de evaluación del sistema que serán utilizados en los procesos de evaluación.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_FORMULARIO	Integer	Identificador único del formulario	*	SI
NOMBRE	VARCHAR(15)	Es el nombre del formulario		SI

Tabla 3.3: Campos de la tabla FORMULARIO

**INDICADOR:** Tabla que contiene los indicadores disponibles en el sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_INDICADOR	Integer	Identificador único del indicador	*	SI
DESCRIPCIÓN	VARCHAR(45)	Descripción del indicador		SI
TIPO	VARCHAR(6)	Tipo del indicador(fuerte, medio o débil)		SI

Tabla 3.4: Campos de la tabla INDICADOR

**PROCESO\_EVALUACIÓN:** Tabla que contiene los procesos de evaluación creados por el administrador del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_PROCESO	Integer	Identificador único del proceso de evaluación	*	SI
NOMBRE	VARCHAR(15)	Nombre del proceso de evaluación		SI
ID_CNJTO_REGLAS	Integer	Identificador único del conjunto de reglas	_*	SI
ID_CONJUNTO	Integer	Identificador único del conjunto de términos lingüísticos	_*	SI

Tabla 3.5: Campos de la tabla PROCESO\_EVALUACIÓN

**CONJUNTO\_ETIQ\_LING:** Tabla que contiene el conjunto de etiquetas lingüísticas disponibles en el sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_CONJUNTO	Integer	Identificador único del conjunto de etiquetas lingüísticas	*	SI
NOMBRE	VARCHAR(15)	Nombre del conjunto de etiquetas lingüísticas		SI

Tabla 3.6: Campos de la tabla CONJUNTO\_ETIQ\_LING

**CONJUNTO\_REGLAS:** Tabla que contiene los conjuntos de reglas utilizados en los distintos procesos de evaluación.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_CNJTO_REGLAS	Integer	Identificador único del conjunto de reglas	*	SI

Tabla 3.7: Campos de la tabla CONJUNTO\_REGLAS

**REGLA:** Tabla que contiene cada una de la reglas existentes en el sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_CNJTO_REGLAS	Integer	Identificador único del conjunto de reglas al que pertenece la regla.	* _	SI
#FUERTES	Integer	Número de componentes fuertes de la regla	*	SI
#MEDIOS	Integer	Número de componentes medios de la regla	*	SI
#DEBILES	Integer	Número de componentes débiles.	*	SI

Tabla 3.8: Campos de la tabla REGLA

**ETIQUETA\_LINGÜÍSTICA:** Tabla que contiene las etiquetas lingüísticas de cada conjunto de términos.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_CONJUNTO	Integer	Identificador del conjunto al que pertenece la etiqueta lingüística	* _	SI
POSICIÓN	Integer	Posición que ocupa dentro del conjunto	*	SI
SEMÁNTICA	VARCHAR(15)	Semántica de la etiqueta dentro del conjunto		SI

Tabla 3.9: Campos de la tabla ETIQUETA\_LINGÜÍSTICA

**VALORACIÓN:** Tabla que contiene las valoraciones realizadas de los expertos sobre los indicadores asignados a los distintos formularios del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	*	SI
ID_INDICADOR	Integer	Identificador único del indicador sobre el que se realiza la valoración	* _	SI

Tabla 3.10: Campos de la tabla VALORACIÓN

**LINGÜÍSTICA:** Tabla que contiene el conjunto de valoraciones lingüísticas sobre los indicadores asignados a los formularios del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	*	SI
ID_CONJUNTO	Integer	Identificador del conjunto al que pertenece la etiqueta lingüística de la valoración lingüística.	*	SI
POSICIÓN	Integer	Posición de la etiqueta en el conjunto		SI

Tabla 3.11: Campos de la tabla LINGÜÍSTICA

**2-TUPLA:** Tabla que contiene el conjunto de valoraciones 2-tupla sobre los indicadores asignados a los formularios del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	*	SI
ALPHA	Float	Valor de la traslación simbólica		SI
ID_CONJUNTO	Integer	Identificador del conjunto al que pertenece la etiqueta lingüística de la valoración 2-tupla.	*	SI
POSICIÓN	Integer	Posición de la etiqueta en el conjunto.		SI

Tabla 3.12: Campos de la tabla 2-TUPLA

**NUMÉRICA:** Tabla que contiene el conjunto de valoraciones numéricas sobre los indicadores asignados a los formularios del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	*	SI
VALOR	Integer	Valor numérico de la valoración		SI
VALOR_MAX	Integer	Valor máximo que puede tomar la valoración.		SI

Tabla 3.13: Campos de la tabla NUMÉRICA

**GR\_CREENCIAS:** Tabla que contiene conjunto de valoraciones grado de creencias sobre los indicadores asignados a los formularios del sistema.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	*	SI

Tabla 3.14: Campos de la tabla GR\_CREENCIAS

**CREENCIA:** Tabla que contiene la valoración de un indicador para un término lingüístico dentro del conjunto asociado al proceso.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_VALORACIÓN	Integer	Identificador único de la valoración	* _	SI
VALOR	Float	Valoración sobre una etiqueta lingüística		SI

Tabla 3.15: Campos de la tabla CREENCIA

**PROC\_FORM\_EXPERTO:** Tabla que contiene los identificadores de los procesos de evaluación, los identificadores de los formularios y los expertos asignados.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_PROCESO	Integer	Identificador único del proceso de evaluación	* _	SI
ID_FORMULARIO	Integer	Identificador único del formulario de evaluación	* _	SI
NIF	VARCHAR(15)	Nif del experto	* _	SI
PESO	Float	Peso del experto en el Proceso de evaluación		SI
TIPO INFO.	Integer	Tipo de Información usada en la evaluación del formulario		SI
ESTADO	Integer	Estado del proceso, abierto 0, pendiente 1 o cerrado 2,		SI

Tabla 3.16: Campos de la tabla PROC\_FORM\_EXPERTO

**FORMULARIO\_INDICADOR:** Tabla que contiene los identificadores los formularios y los identificadores de los indicadores asociados.

CAMPO	TIPO	DESCRIPCIÓN	CLAVE	REQUERIDO
ID_FORMULARIO	Integer	Identificador único del formulario de evaluación	*	SI
ID_INDICADOR	Integer	Identificador único del Indicador	*	SI

Tabla 3.17: Campos de la tabla FORMULARIO\_INDICADOR

Para el diseño de los datos en nuestro proyecto hemos empleado la tecnología JPA. Esta consiste en una API de persistencia desarrollada para la plataforma Java EE e incluida en el estándar EJB 3 (Enterprise Java Beans). El objetivo que persigue el diseño de esta API es no perder las ventajas de la orientación a objetos al interactuar con una base de datos, y permitir usar objetos regulares conocidos como POJOS (Plain Old Java Object).

Consta de:

- Java Persistence API
- Query Language
- Object relational mapping metadata

### 3.4.3. Diseño de la interfaz

En esta fase se va a definir cuál será el aspecto visual de nuestra aplicación, es decir, todo lo relacionado con la interfaz visual con la que, los usuarios interactuarán con la aplicación. Realizar un buen diseño de la interfaz es algo vital debido a que debe resultar fácil de entender y manejar por parte del usuario, sin perder una presentación atractiva que mejore la satisfacción del usuario a la hora de su utilización. En nuestro caso, al encontrarnos en nuestro proyecto ante una interfaz Web cobra una mayor importancia.

Para las aplicaciones con interfaces Web no existe una guía de estilo estándar para que resulten, a la vez, atractivas y familiares como existe, por ejemplo, para desarrollar interfaces para aplicaciones de escritorio de plataformas Windows. Cada programador, desarrollador o diseñador Web debe definir su propia guía de estilo y procurar que, en base a ella, la interfaz resultante consiga unas cotas dignas de atractivo visual, familiaridad y facilidad de uso, de modo que mejoremos la productividad con la utilización de la misma.

La ingeniería de usabilidad define en esta fase los siguientes aspectos:

- Definir estilo.
- Metáforas.
- Pantallas.
- Caminos de navegación.
- Secuencias de diálogo.
- Mensajes de error.

Además nosotros hemos añadido otro aspecto que hemos llamado ‘Advertencias’ para distinguirlas de los mensajes de error, los mensajes de advertencia son el resultado de la validación de las operaciones del usuario antes de ser enviadas al servidor, o en caso de que haya sido enviada cuando una operación sólo se ha podido realizar de forma parcial, por ejemplo, cuando intentamos eliminar varios indicadores y algunos de ellos están asignados a un formulario estos no serán eliminados pero si el resto.

Cada uno de estos aspectos lo veremos a continuación de forma detallada.

### 3.4.3.1. Definir estilo

Antes de diseñar una interfaz de usuario, se debe definir el estilo de la misma. Esto es de vital importancia cuando el diseño va a ser compartido entre varios diseñadores, ya que ayuda a mantener la coherencia interna de la interfaz, sin embargo, en contra de lo que pueda parecer en un principio, también es de mucha utilidad definir una guía de estilo cuando sólo hay un diseñador encargado de la interfaz. Esto se debe a varias razones:

- A veces mantener la coherencia y consistencia de una interfaz, si ésta es muy grande o muy ambiciosa, es complicado incluso si sólo hay un diseñador.
- El diseñador puede, por las más diversas razones, abandonar el diseño. Es útil para sus sustitutos contar con una guía de estilo predefinida para no tener que empezar de cero. Lo mismo puede aplicarse si no es el diseñador original el que se encarga del mantenimiento o la actualización de la interfaz.

Quedando demostrada la utilidad del uso de guías de estilo pasamos a definir las reglas y normas que contendrá la guía de estilo de nuestra interfaz Figura 3.12:

- **Fuentes:** El texto que aparecerá en nuestra aplicación por lo general será:
  - Tipo de letra: "Arial"
  - Tamaño: 11px;
  - Color de la letra: # 333;
  - Formato de la letra: bold;
  - Alineación : left;
- **Enlaces:** A los enlaces existentes se les aplicará las siguientes propiedades:
  - Color enlaces estado normal: #2F9775;
  - Color enlaces estado puntero sobre: #999;
  - Tamaño enlaces: 10 px;
- **Tablas:** Las tablas tendrán las siguientes propiedades:
  - Fondo encabezado de las tablas: #2F9775;
  - Texto encabezado de las tablas: #fff;
  - Color fondo tablas filas impares: #EEE;
  - Color fondo tablas filas pares:# #DDD;
  - Color fondo fila estado puntero sobre: #BAEBE0;
- **Texto de encabezados:** Los encabezados de cada tabla o listado tendrán las siguientes propiedades:

- Tamaño encabezado tablas: 24px;
- Color encabezado tablas: #999;
  
- **Cabecera:** arriba en el centro. Está presente en todas las paginas JSP.
  
- **Menú principal:**
  - Color fondo: #f1f1b6;
  - Fuente: Time New Roman;
  - Tamaño del texto: 14px;
  
- **Migas de Pan:**
  - Color de fondo: #1b6957;
  - Color del texto: #fff;
  - Tamaño del texto: 24px;
  
- **Fondo de la aplicación:** El fondo de todas las páginas JSP será:
  - Color fondo:#fff;



Figura 3.12: Esquema de las guías de estilo de la aplicación

### 3.4.3.2. Metáforas

Una metáfora es el empleo de un objeto con un significado o dentro de un contexto diferente al habitual. Al diseñar una interfaz gráfica, la utilización de metáforas resulta muy útil ya que permiten al usuario, por comparación con otro objeto o concepto, comprender de una manera más intuitiva las diversas tareas que la interfaz permite desarrollar.

Al igual que pasa en el ámbito de la literatura, para que una metáfora cumpla con su cometido, el desarrollador de la aplicación y el usuario final de ésta deben tener una base cultural similar. Es muy posible que el uso de un icono de manera metafórica sea entendido de una manera por el usuario occidental y de otra, bien distinta por un usuario oriental. Hay que intentar por lo tanto, que las metáforas empleadas sean lo más universales posibles para que, así sean comprendidas a la perfección por la mayor parte de los usuarios potenciales.

Las aplicaciones de escritorio de Windows suelen seguir la Guía de Estilo XP y utilizan una serie de metáforas con las que el usuario está plenamente familiarizado (por ejemplo, una lupa con un signo '+' en su interior establece que la función del icono es, inequívocamente, la de realizar un aumento de zoom).

Pero las metáforas no sólo dependen del tipo de aplicación (escritorio o Web) sino también del ámbito de la misma. Por ejemplo, el carrito de la compra es una metáfora conocida por todos pero, si en nuestra aplicación no se vende nada, no sería correcto incluirlo ya que podría llevar a confusión.

En nuestro proyecto hemos utilizado algunas metáforas para las distintas funciones que realiza nuestra aplicación y que pasamos a describir a continuación:

#### ***Gestión de Formularios:***

-  *Gestión de Formularios:* Todos los botones relacionados con un formulario tendrá en su interior una hoja en blanco en referencia a un formulario.
-  *Crear Formulario:* añadirá un círculo con un signo + en la parte inferior derecha en su interior indicándonos que podemos crear un nuevo formulario.
-  *Eliminar Formulario:* añadirá un círculo con un signo – en su interior, indicándonos que podemos quitar un formulario del sistema.
-  *Modificar Formulario:* añadirá un asterisco en la parte inferior derecha indicándonos que el formulario puede ser modificado.
-  *Consultar Formulario:* añadirá una lupa sobre el formulario que nos indica que podemos consultar los formularios del sistema.

***Gestión de Expertos:***

-  *Gestión de Expertos:* Botón con dos siluetas de dos personas en su interior nos indica que pinchando en él podremos acceder a la gestión de expertos. Todos los botones de la gestión de experto contendrán en su interior la silueta de un experto para saber que nos referimos a alguna operación sobre estos.
-  *Crear Experto:* Se añade en el lado inferior derecho un círculo con un signo + que nos indica la forma de acceder a la operación añadir experto al sistema.
-  *Eliminar Experto:* Se añade un círculo con el signo – en la parte inferior derecha del botón, que nos indique la forma de acceder a la operación de eliminar experto.
-  *Modificar Experto:* En este botón se añade en la parte inferior derecha un asterisco que informa que pinchando sobre él accederemos a la operación de modificar experto.
-  *Consultar Experto:* Se añade una lupa sobre la silueta del experto, en la parte inferior derecha para indicar el acceso a la operación de consulta del experto.

***Gestión de Indicadores:***

-  *Gestión de Indicadores:* las operaciones de gestión de indicadores estarán identificadas por una “I” de indicador en su interior.
-  *Añadir Indicador:* Igual que en caso anteriores el círculo con el signo + en su interior colocado en la parte inferior derecha del botón indica el acceso a la operación de crear indicador al sistema.
-  *Eliminar Indicador:* Se añade un círculo en la parte inferior derecha con un signo – en su interior, de forma que se nos indique que estamos ante el acceso a la operación de eliminar un indicador.
-  *Modificar Indicador:* Se añade en la parte inferior derecha un asterisco de modo que se identifique el acceso a la operación modificar indicador.
-  *Consultar Indicador:* incluye en la parte inferior derecha una lupa sobre la letra I de indicador, nos indica el acceso para acceder a la operación consultar indicador.

**Gestión de Procesos de Evaluación:**

-  *Gestión de Procesos de Evaluación:* Para acceder a la gestión de procesos de evaluación se ha considerado apropiado utilizar un checkbox marcado en referencia a las evaluaciones que realizan los expertos como un símbolo para identificar las operaciones disponibles en esta sección de nuestra aplicación.
-  *Crear Proceso de Evaluación:* Para identificar creación de proceso se ha utilizado la letra “P” mayúscula, de modo que este botón permita acceder a la operación de crear proceso de evaluación.
-  *Asignar Expertos:* se ha utilizado para identificar esta operación la silueta de dos expertos sobre una hoja blanca de un formulario que forma parte de un proceso de evaluación.
-  *Modelado de la Información:* para identificar el acceso a la operación de modelado de la información se ha pensado en utilizar una letra “i” de información con unas formas de curvas que incitan al modelado.
-  *Crear Conjunto de Términos:* Para hacer referencia a la operación de crear conjunto de términos se ha empleado la letra “T” mayúscula procedente de la palabra Términos
-  *Cargar desde fichero:* Para hacer referencia a esta operación se ha empleado una carpeta con ficheros dentro.
-  *Resultados:* Se ha empleado un diagrama de barras de resultados, que hace claramente referencia a la operación de obtener resultados.
-  *Eliminar Proceso:* se ha utilizado una P mayúscula como en el caso de crear proceso, y añadimos un símbolo – para indicar que se trata de una operación de eliminar un proceso de nuestro sistema.
- *Evaluación Numérica:* Las Evaluaciones Numéricas se realizarán moviendo un botón que se desliza sobre una barra horizontal, de modo que cuanto más a la derecha mayor será el valor numérico y cuanto más a la izquierda éste será menor.



Figura 3.13: Metáfora para la valoración numérica.

- *Evaluación Grado de Creencias*: En el caso de la Evaluación de Grado de Creencias se han empleado una barra deslizante para cada etiqueta lingüística, de modo que cuanto más hacia arriba más cerca de uno estará el valor para dicha etiqueta.

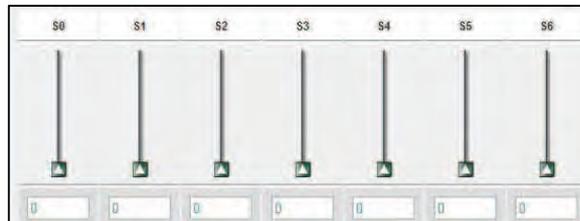


Figura 3.14: Metáfora para la valoración Grado de Creencias.

- *Evaluación 2-Tupla*: Para el caso de las valoraciones 2-Tupla se ha utilizado una metáfora similar a las dos anteriores, con el deslizamiento de un botón sobre una barra horizontal, pero en este caso, la traslación simbólica se corresponde con un valor comprendido entre el intervalo  $[-0.5, 0.5]$ .

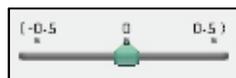


Figura 3.15: Metáfora para la valoración 2-tupla.

### 3.4.3.3. Pantallas

Como hemos visto en apartados anteriores, para diseñar una buena interfaz, es necesario un cuidadoso trabajo de análisis y diseño.

Los prototipos son una forma de crear una imagen palpable de lo que será una futura aplicación o sitio Web. Su creación y manipulación es rápida y flexible. Además permite a los usuarios imaginarse cómo será la futura aplicación en funcionamiento sin interferencias de tipo:

- *Técnico*: plataformas, utilización de elementos multimedia como Flash...
- *Gráfico*: colores, tipografía que en muchas ocasiones desvían el centro de la discusión hacia asuntos cuya importancia es muy relativa en el proceso inicial. Nos podemos encontrar debatiendo sobre el tono de verde de una pantalla (aspecto secundario) frente a lo principal: secciones, datos necesarios, utilización futura del producto. Como símil en la "vida real" sería como discutir acerca de la pintura de un coche, cuando ni siquiera sabemos cómo va a ser.

Es decir, se centra el debate en la esencia y concepto de la futura aplicación: la funcionalidad, el contenido y el flujo de pantallas. Permite el desarrollo de maquetar rápido y sin esfuerzo en escribir código (HTML, Visual Basic...).

Los prototipos nos ayudarán a ver que los contenidos de las páginas son los apropiados sin la necesidad de redactar contenidos finales (basta con transmitir el concepto de lo que será cada contenido mediante texto simulado), también servirán como una primera aproximación a la maquetación final de las pantallas que conformen la aplicación (sin necesidad de presentar una maquetación exacta de lo que será cada pantalla, ni colores e iconos).

Los participantes en el trabajo con prototipos en papel serán:

- *El experto*: es la persona que dirige la sesión y deberá tener conocimientos de usabilidad y diseño centrado en el usuario.
- *Usuarios*: representa a los usuarios finales de la aplicación y son quienes dirán si el funcionamiento es correcto. Además, ayudarán a encontrar y corregir la ubicación de los contenidos.

Las ventajas que nos aportan los prototipos son las siguientes:

- *Fáciles de realizar*: No hay necesidad de escribir/saber código.
- *Económicos*: Permite la detección temprana de errores de concepto y problemas en cuanto a funcionalidades a un mínimo coste.
- *Independiente de tecnología y dispositivos*: No hay necesidad de herramientas específicas. Podemos realizar y corregir un prototipo en cualquier parte.
- *Espontaneidad en críticas por parte de los usuarios envueltos en el proceso de diseño*: Ven claramente que no hay un diseño y permite una crítica más abierta sin centrarse en aspectos visuales o detalles puramente técnicos.

Para construir las pantallas deberemos tener especial cuidado con el diseño de contenidos. El diseño de contenidos hipermedia debe mantener un equilibrio entre, lo que serían contenidos que no aprovecharan las nuevas posibilidades hipertexto y multimedia y, lo que serían contenidos caóticos o desorientativos debido a un uso excesivo y no sosegado de las posibilidades hipermedia. Debemos diseñar contenidos interrelacionados y vinculados, manteniendo cierta coherencia informativa, comunicacional y organizativa.

La escritura hipertextual debe ser diferente a la tradicional. Debemos ser concisos, precisos, creativos y estructurados a la hora de redactar.

Un principio general es que, los elementos que posee la interfaz tienen que estar colocados de tal modo que, a la hora de realizar una tarea, el usuario deba recorrer la interfaz en la misma dirección que lee un texto, es decir, de izquierda a derecha y de arriba abajo. En países orientales no se realizaría de la misma forma.

Por lo tanto, las pantallas que tendremos serán las siguientes:

- Página principal de acceso.
- Menú principal del Administrador.
- Submenú Gestión de Formularios.
- Crear Formulario.
- Eliminar Formulario.
- Modificar Formulario.
- Consultar Formulario.
- Submenú Gestión de Expertos.
- Crear Experto.
- Eliminar Experto.
- Modificar Experto.
- Consultar Experto.
- Submenú Gestión de Indicadores.
- Crear Indicador.
- Eliminar Indicador.
- Modificar Indicador.
- Consultar Indicador.
- Submenú Gestión de Procesos de Evaluación.
- Crear Proceso.
- Seleccionar experto para Asignar Expertos.
- Asignar Expertos.
- Modelado de la Información.
- Crear conjunto de términos.
- Definir sintaxis a la hora de crear el conjunto de términos.
- Seleccionar proceso para definir reglas.
- Definir Reglas.
- Cargar desde Fichero.
- Seleccionar proceso para obtener resultados.
- Obtener Resultados.
- Eliminar Proceso.
- Menú principal Experto.
- Valoración experto abierta y pendiente Numérica, Lingüística, 2-Tupla, Gr. Creencias.
- Valoración experto cerrada Numérica, Lingüística, 2-Tupla, Gr. Creencias.

A continuación se mostraran algunas pantallas que se han construido:

**Página principal de acceso:** Como se puede observar, en la parte superior de la pantalla tenemos el logotipo de la Universidad y el del departamento de Informática (recordamos que estos diseños en papel no serán definitivos y es muy probable que su aspecto cambie en sucesivas etapas). Se puede observar fácilmente que nos encontramos en la página principal de acceso, en la que hay que autenticarse como usuario *Experto* o *Administrador* ( Figura 3.16).

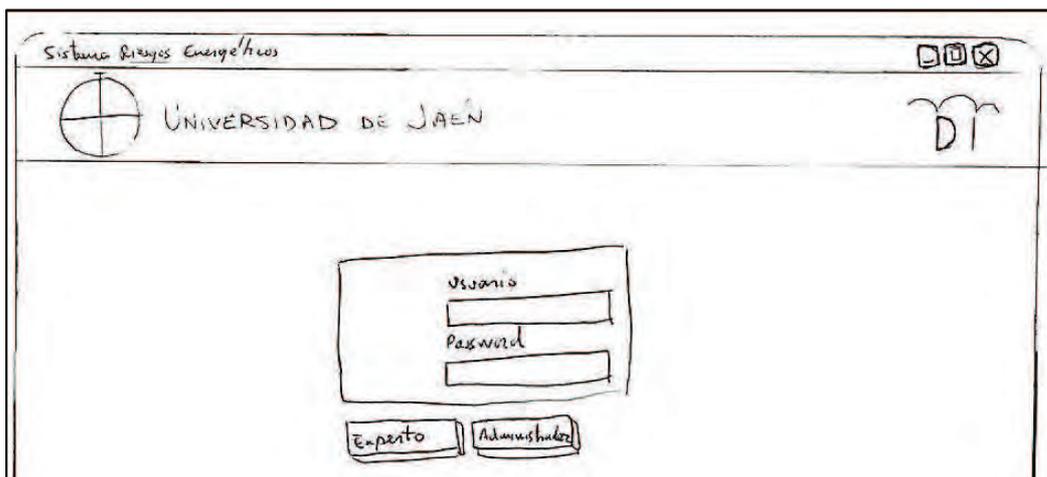


Figura 3.16: Pantalla principal de acceso

**Menú principal del Administrador:** En esta página se pueden apreciar las distintas opciones a las que el Administrador puede acceder (ver Figura 3.17).

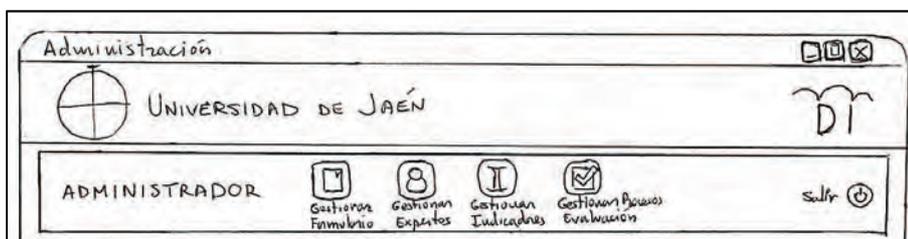


Figura 3.17: Menú principal del Administrador

**Submenús del Administrador:** Dependiendo de la opción elegida gestionar formularios, gestionar expertos, gestionar indicadores o gestión de procesos de evaluación, aparecerá un grupo de botones debajo del menú principal con las distintas acciones que el Administrador puede realizar dentro de esa opción. Además en cualquier momento puede cambiar de opción con los 4 botones de la parte superior (ver Figura 3.18, Figura 3.19, Figura 3.20, Figura 3.21).

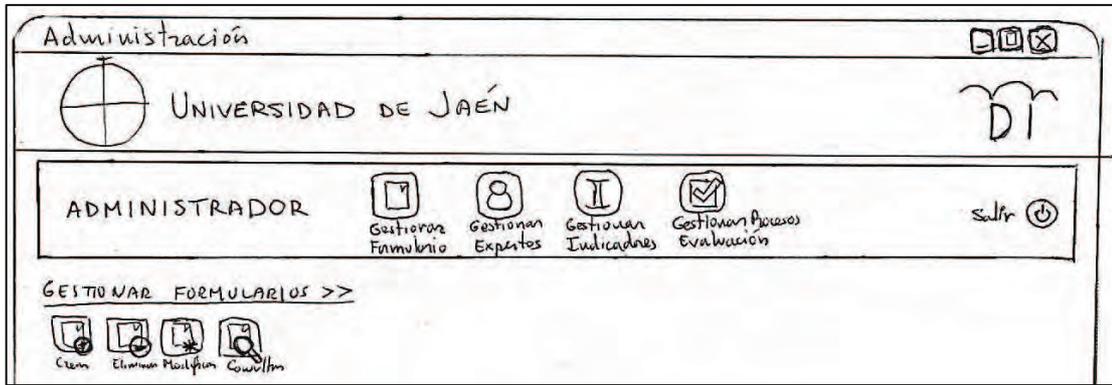


Figura 3.18: Submenú gestionar formularios.

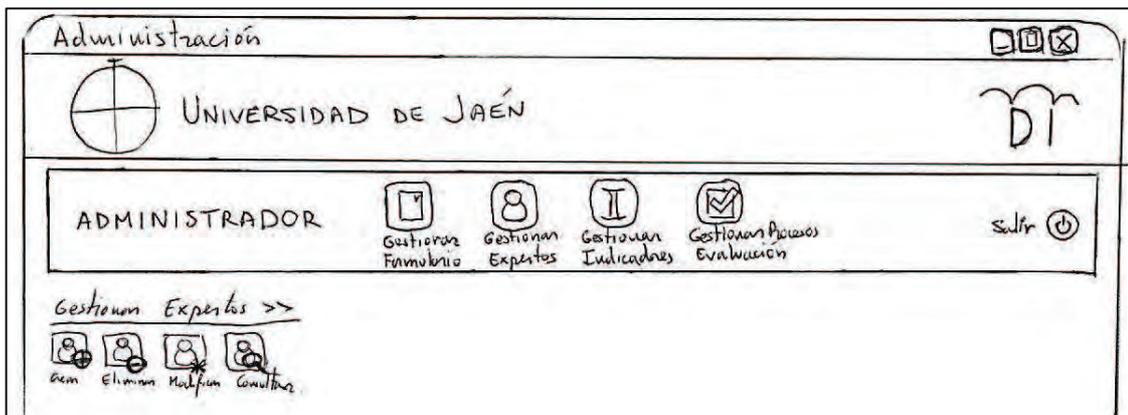


Figura 3.19: Submenú gestionar expertos

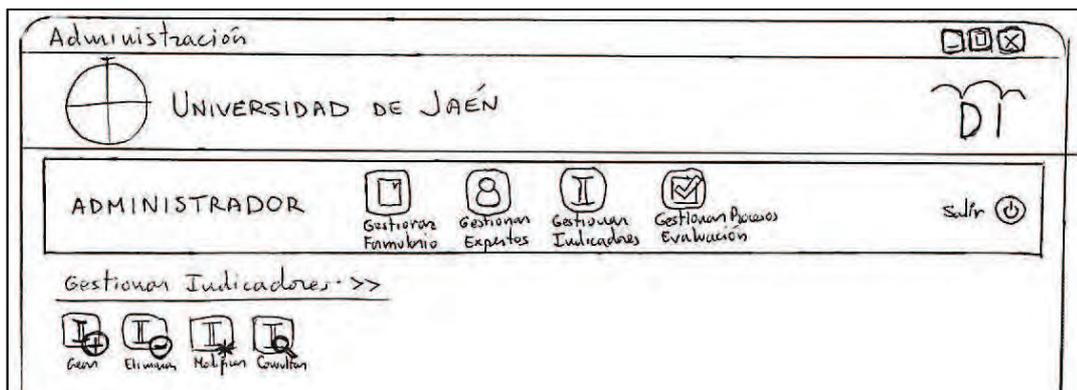


Figura 3.20: Submenú gestionar indicadores



Figura 3.21: Pantalla gestionar procesos de evaluación.

**Crear Formulario:** Esta pantalla nos muestra los indicadores que se van agregando al formulario de evaluación así como un campo de texto para introducir el nombre de nuevo formulario (ver Figura 3.22).

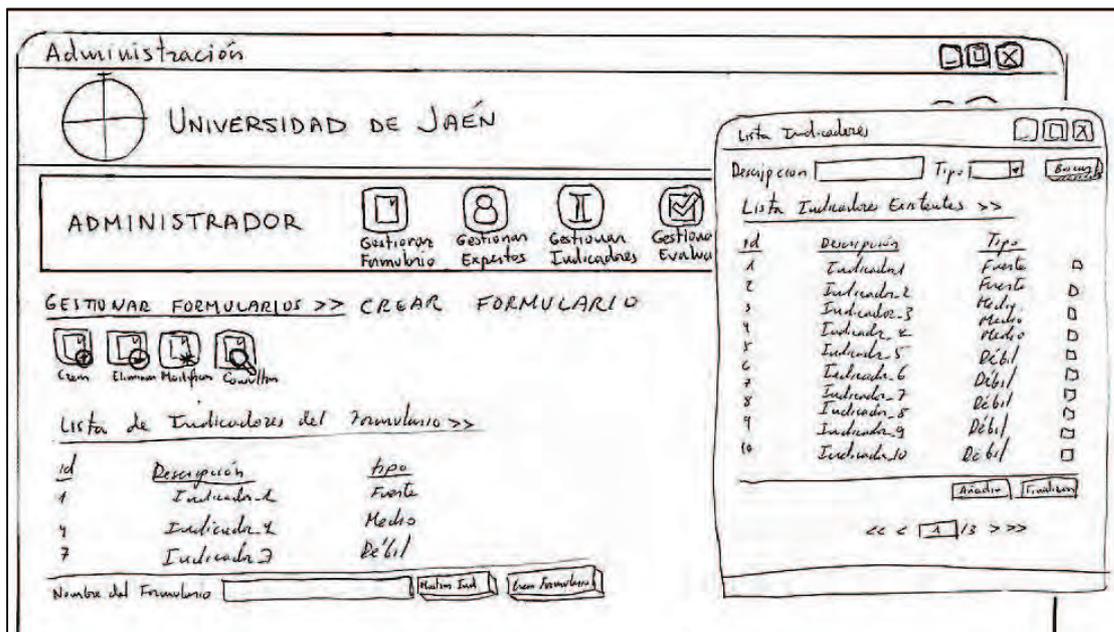


Figura 3.22: Pantalla crear formulario.

**Crear Experto:** Esta pantalla nos muestra un formulario donde podemos rellenar la información referente a un nuevo experto (ver Figura 3.23).

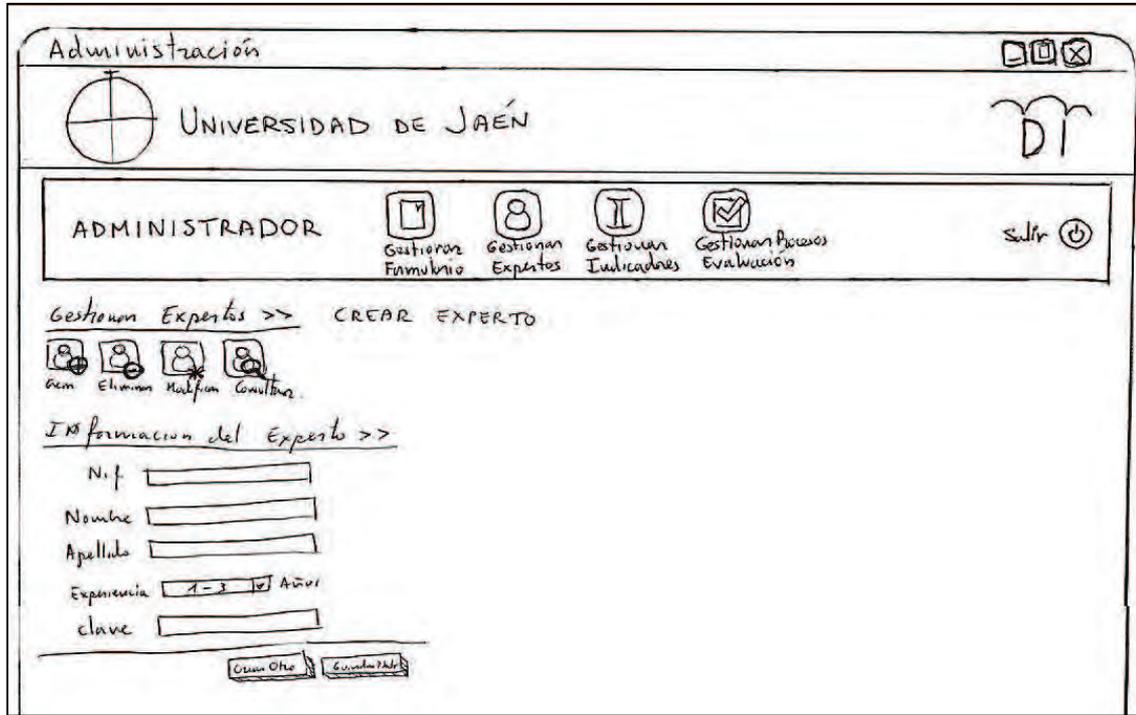


Figura 3.23: Pantalla crear experto.

**Crear Indicador:** Esta página muestra la información requerida por parte del administrador para crear un nuevo indicador (ver Figura 3.24).

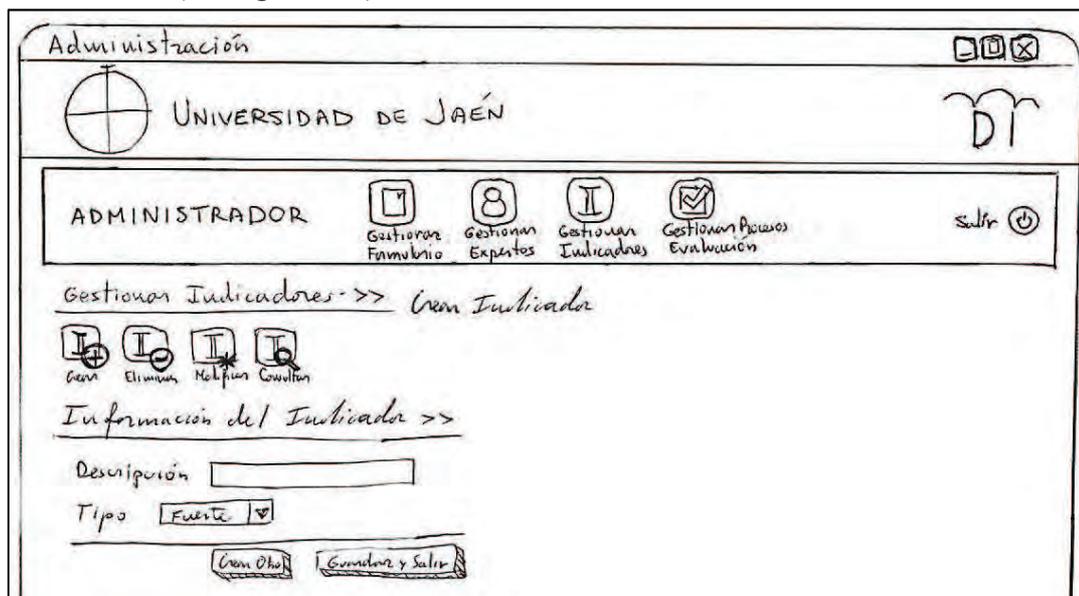


Figura 3.24: Pantalla crear un indicador.

**Eliminar Expertos:** En esta pantalla se muestra la información de los expertos del sistema y la opción de poder seleccionarlos para ser eliminados (ver Figura 3.25).

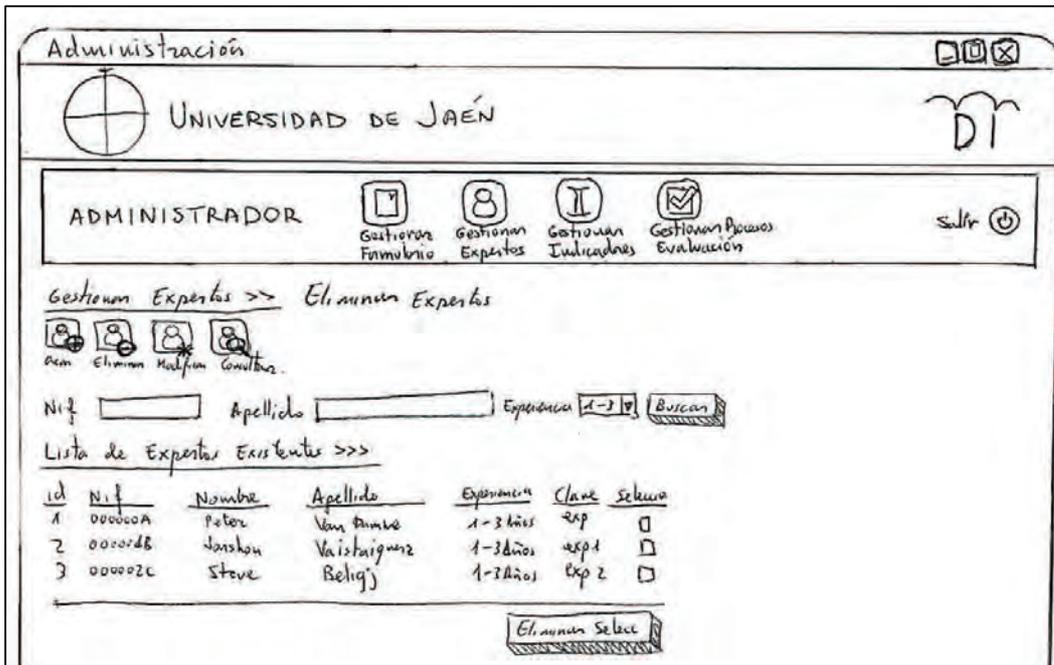


Figura 3.25: Pantalla eliminar expertos

**Modificar Indicadores:** En esta página se muestra la información de los indicadores seleccionados para que pueda ser modificada (ver Figura 3.26).

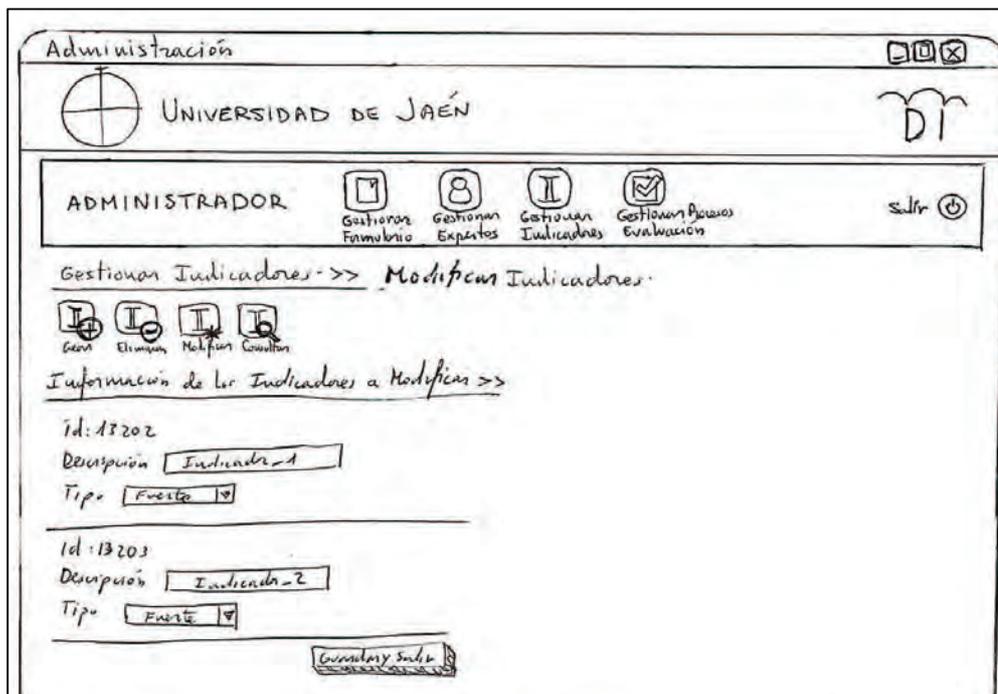


Figura 3.26: Pantalla modificar indicador

**Consultar Expertos:** En esta pantalla se muestra la información de los expertos que cumplen los criterios de búsqueda y el índice para poder acceder a los resultados por páginas (ver Figura 3.27).

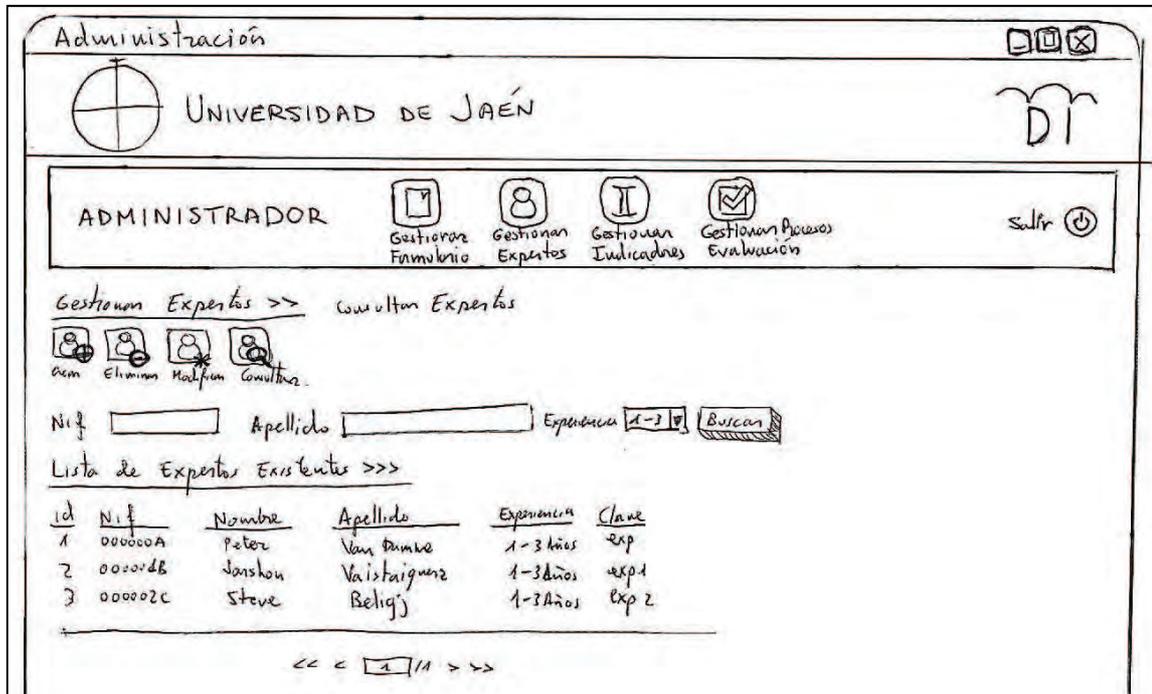


Figura 3.27: Pantalla consultar expertos

**Modificar formulario (Seleccionar):** En esta ventana podemos ver el buscador con dos criterios, el id del formulario y el nombre del mismo, para seleccionar aquel proceso que deseamos modificar (ver Figura 3.28).

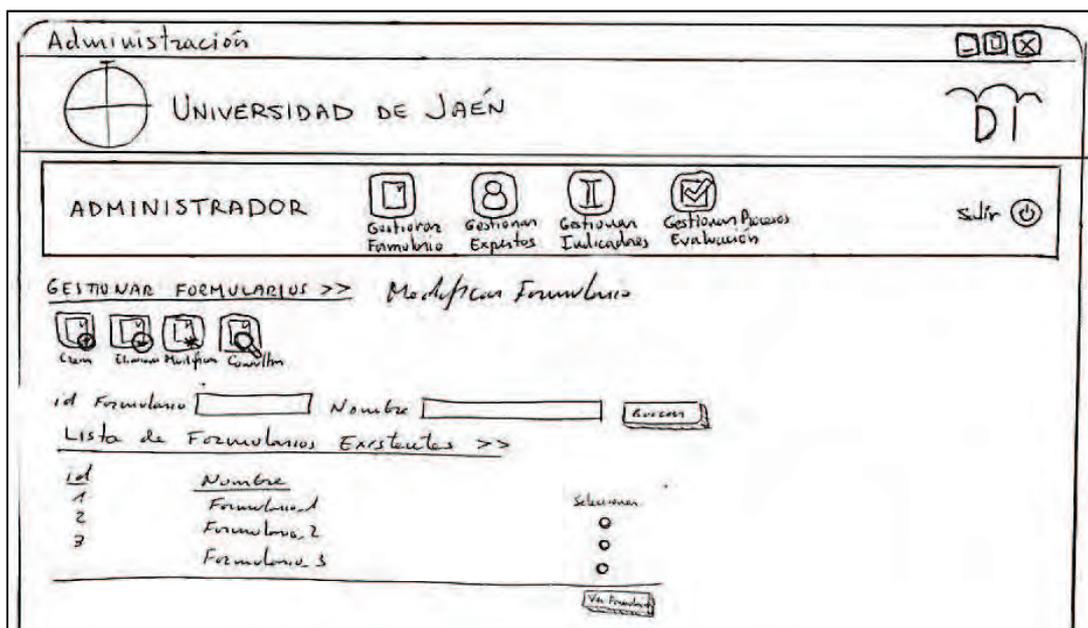


Figura 3.28: pantalla modificar formulario (Seleccionar formulario)

**Crear Proceso:** En esta página se pide la selección de un formulario y el nombre de un proceso para poder completar la creación de un proceso de evaluación (ver Figura 3.29).

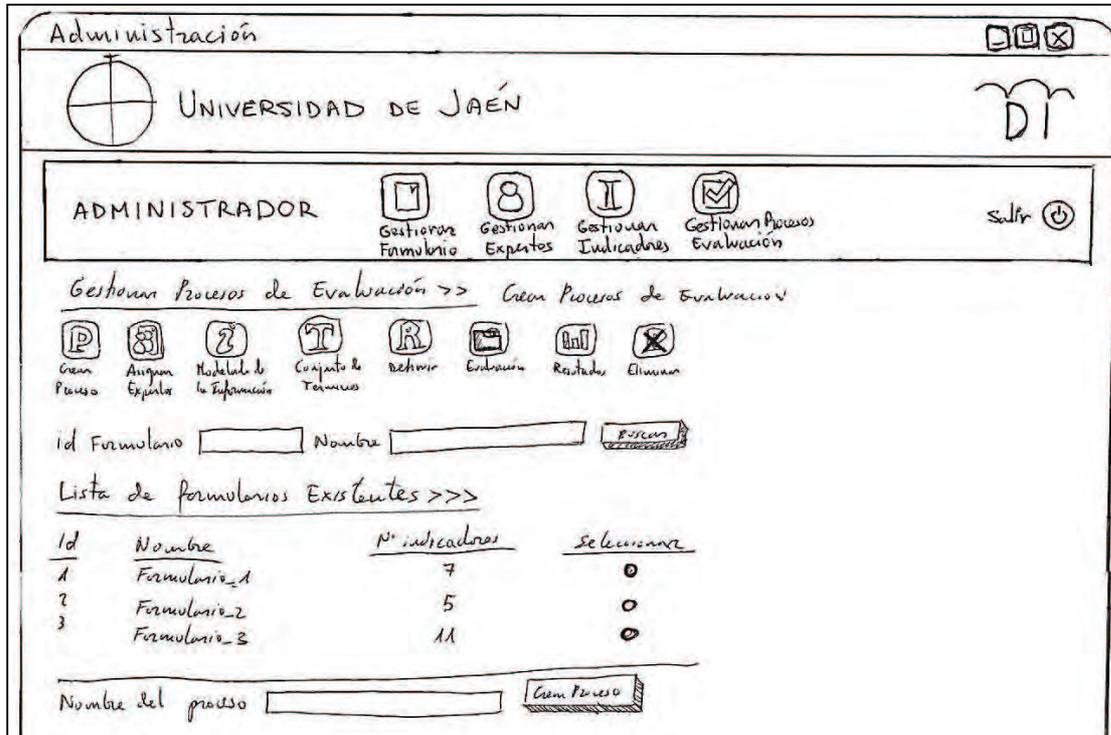


Figura 3.29: Pantalla crear proceso de evaluación

**Asignar Expertos:** En esta página hay dos ventanas, una la principal que contiene la información del proceso y su formulario de evaluación y la lista de expertos que están asignados al mismo, y la secundaria que contiene la lista de expertos existentes en el sistema (ver Figura 3.30).

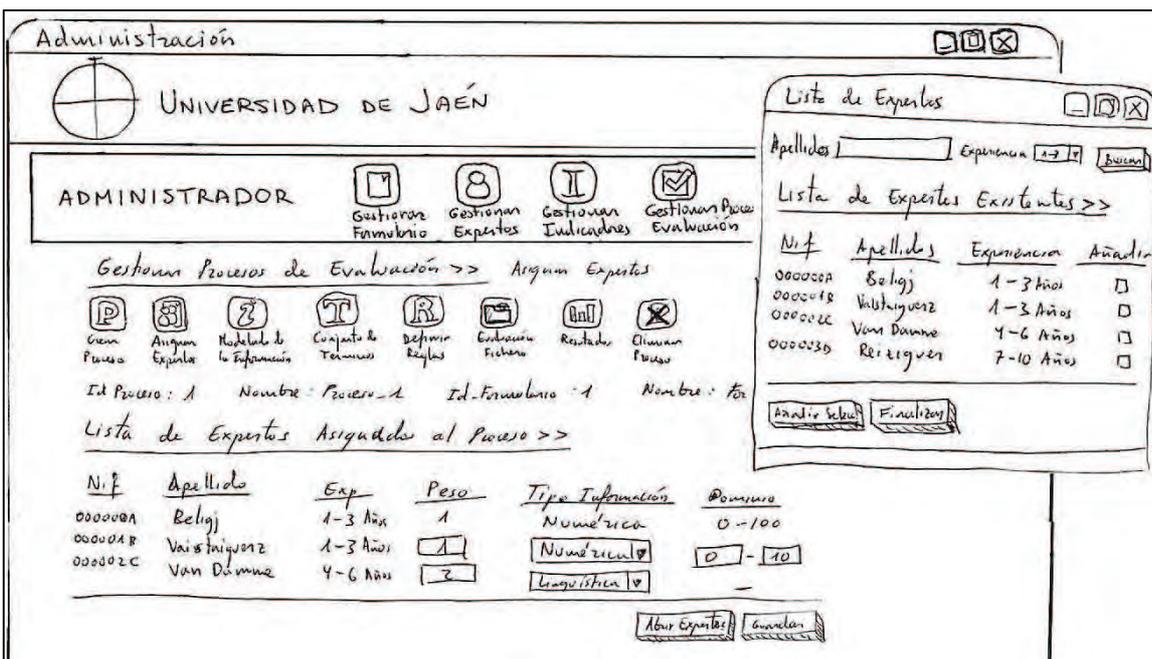


Figura 3.30: Pantalla asignar expertos

**Modelado de la Información:** En esta pantalla aparecen dos listas despegables, la primera selecciona el proceso de evaluación y la segunda el conjunto de términos lingüísticos que se le desea asignar al proceso seleccionado. A la derecha aparece la sintaxis de las etiquetas del conjunto que se ha seleccionado en la lista despegable de los conjuntos (ver Figura 3.31).

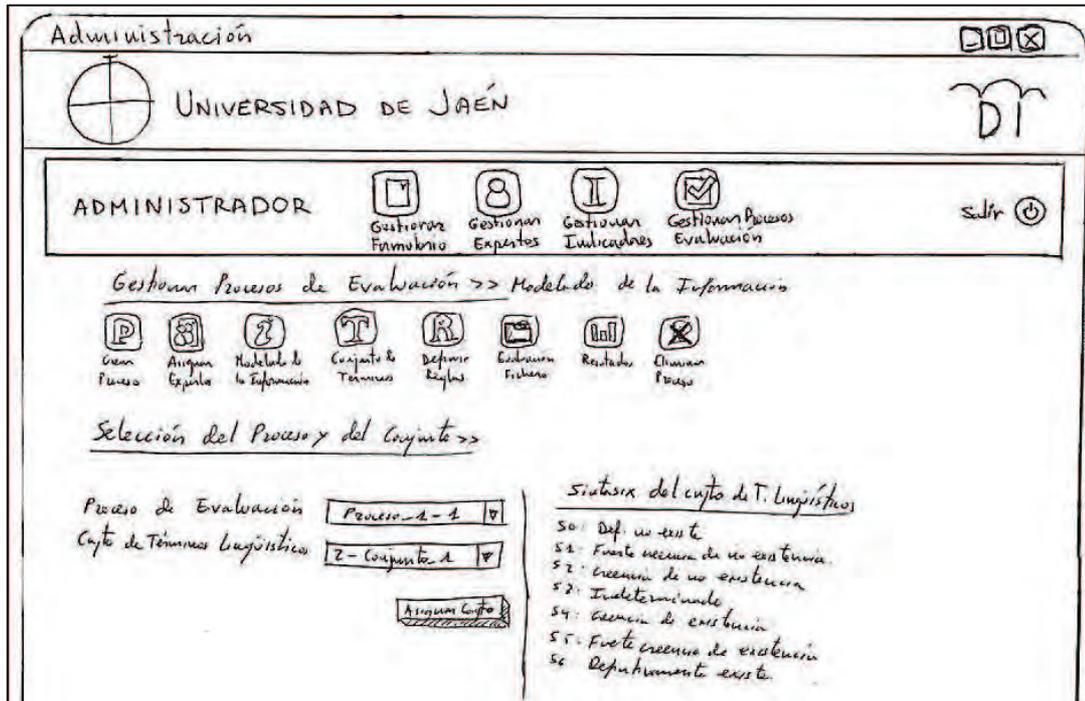


Figura 3.31: Modelado de la Información

**Crear Conjunto:** En esta pantalla aparecen los campos de texto para rellenarlos con la sintaxis de cada etiqueta del conjunto (ver Figura 3.32).

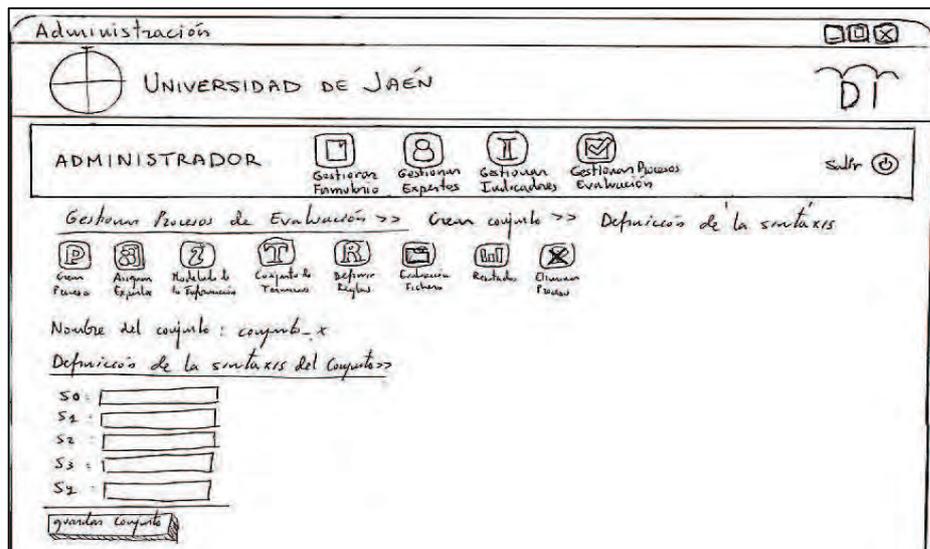


Figura 3.32: Pantalla definición de la sintaxis de un conjunto

**Evaluación desde fichero:** En esta página aparecen dos botones uno para seleccionar el fichero y otro para ejecutar la acción de subida al servidor (ver Figura 3.33).

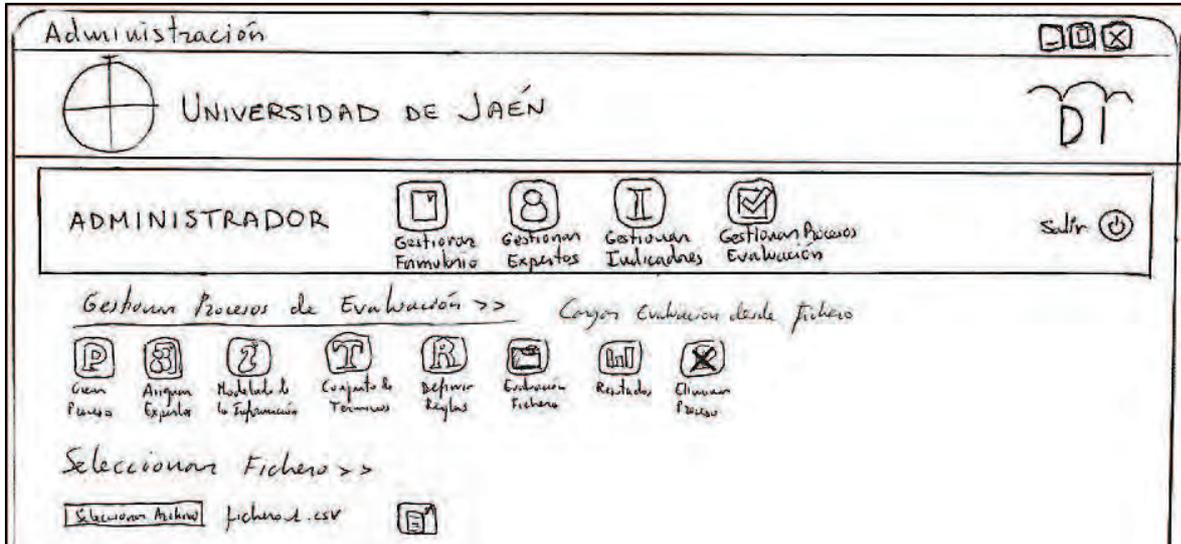


Figura 3.33: Evaluación desde fichero

**Resultados:** En esta pantalla se observa un diagrama de barras para mostrar los resultados tras el procesamiento de los datos (ver Figura 3.34).

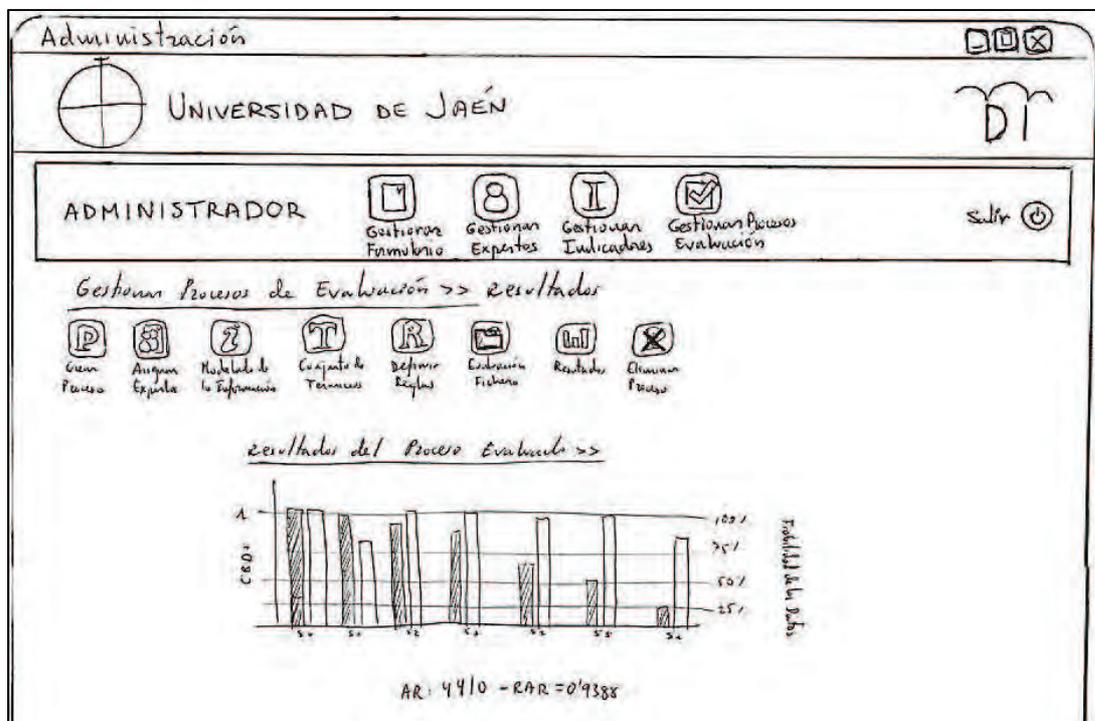


Figura 3.34: Pantalla resultados

**Eliminar Proceso:** En esta página aparecen los procesos existentes en el sistema y la opción de seleccionarlos para eliminarlos del sistema (ver Figura 3.35).

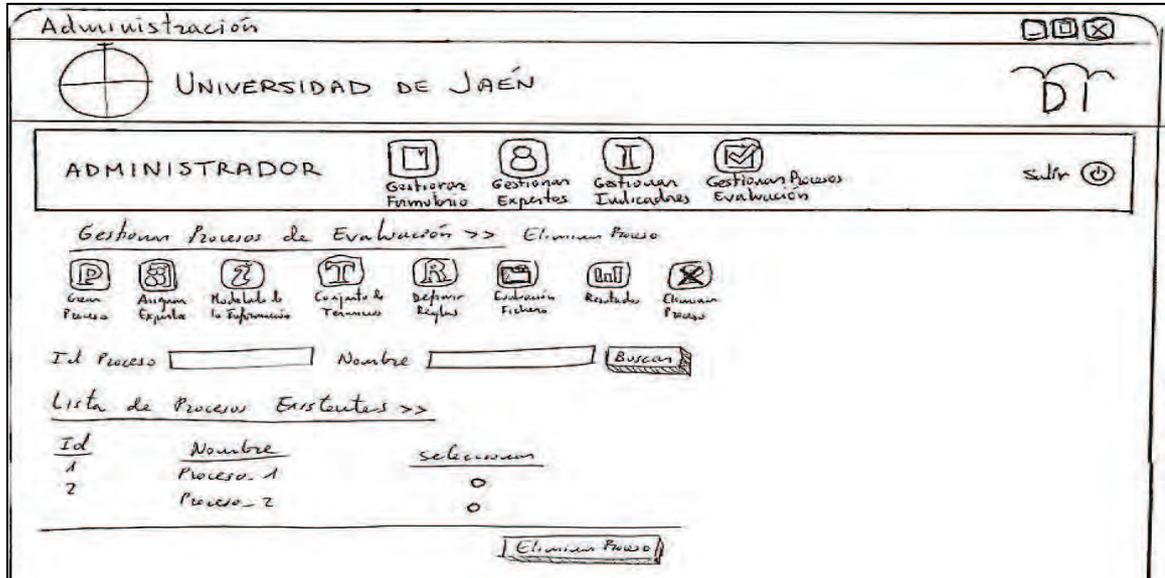


Figura 3.35: Pantalla eliminar proceso

**Evaluación Numérica abierta:** En esta pantalla aparece el apellido del experto, para saber que usuario realiza la evaluación, la información del proceso, el id, descripción del formulario y el conjunto de términos lingüísticos sobre el que se realiza la evaluación, también aparece la lista de indicadores y unas barras deslizantes para hacer las valoraciones correspondientes, pudiendo marcar si se diera el caso la posibilidad “Sin información” (ver Figura 3.36).

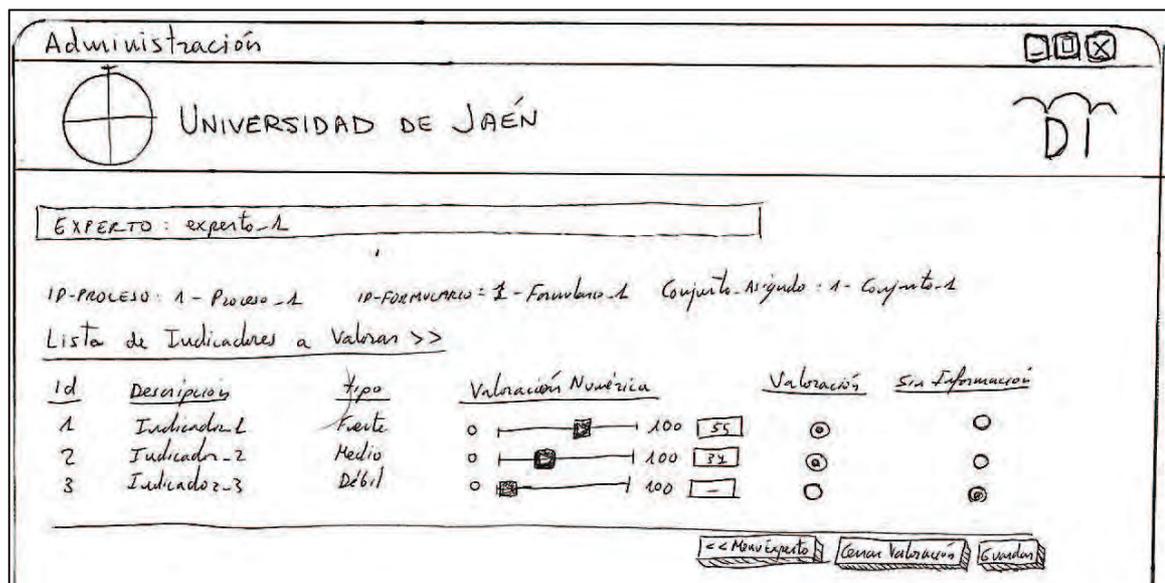


Figura 3.36: Pantalla evaluación numérica abierta y pendiente

**Valoración Lingüística abierta:** en esta página nuevamente vuelve aparecer el usuario u experto, la información del proceso, formulario y la lista de indicadores, pero ahora la valoración se realiza a través de una lista desplegable que contiene todas las etiquetas del conjunto para su selección por parte del experto (ver Figura 3.37).

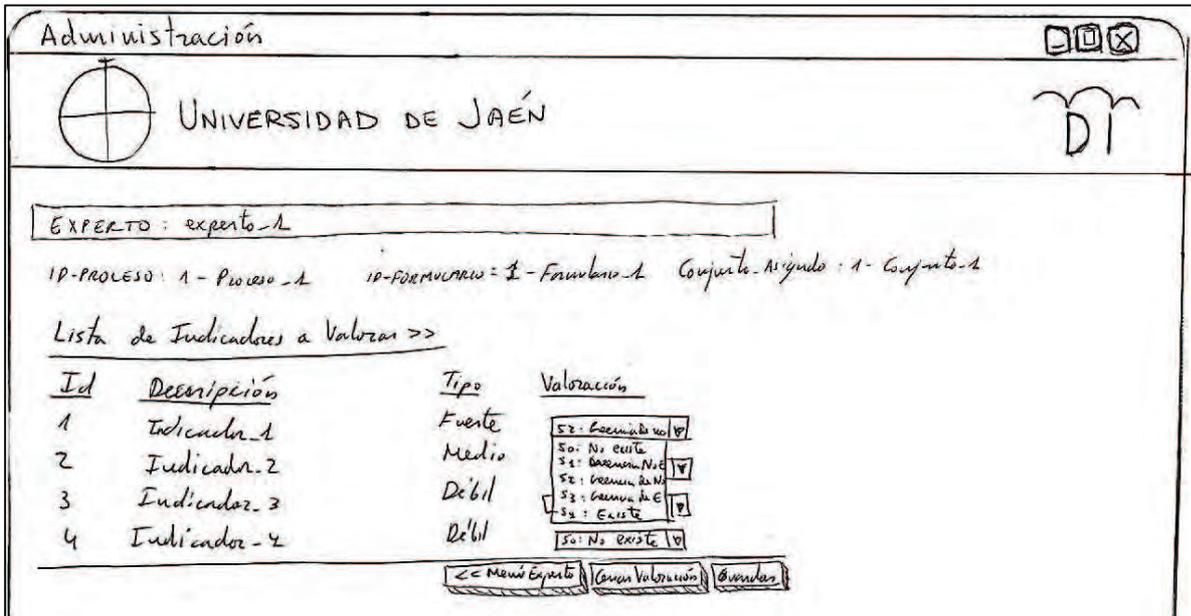


Figura 3.37: Pantalla evaluación lingüística abierta y pendiente

**Evaluación 2-Tupla abierta:** En este caso la variación respecto a las anteriores está en la aparición de una barra deslizante para seleccionar el valor de la traslación simbólica del término seleccionado en la lista desplegable y la incorporación de la opciones sin información ni conocimiento para cuando sea necesario reflejar dichas situaciones (ver Figura 3.38).

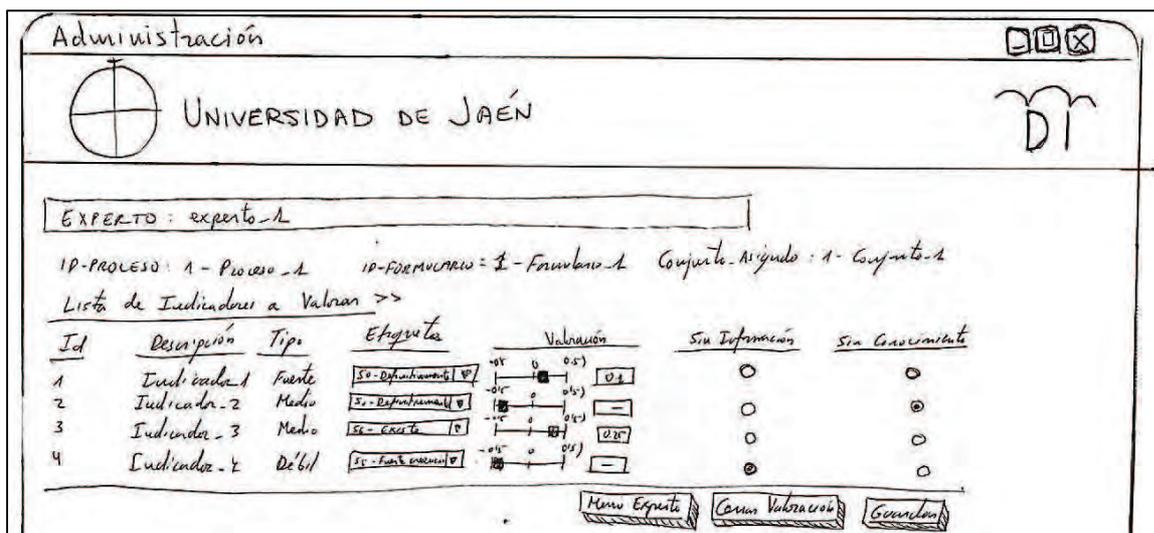


Figura 3.38: Pantalla evaluación 2-Tupla abierta y pendiente

**Evaluación Grado de Creencias abierta:** En este tipo de evaluación al tener que hacer la valoración de cada una de las etiquetas se ha optado por agrupar la información del indicador a la izquierda, en el centro incorporar barras deslizantes para indicar el valor asignado a cada etiqueta y a la derecha incorporar la opciones de “valoración”, “sin información” y “sin conocimiento” (ver Figura 3.39).

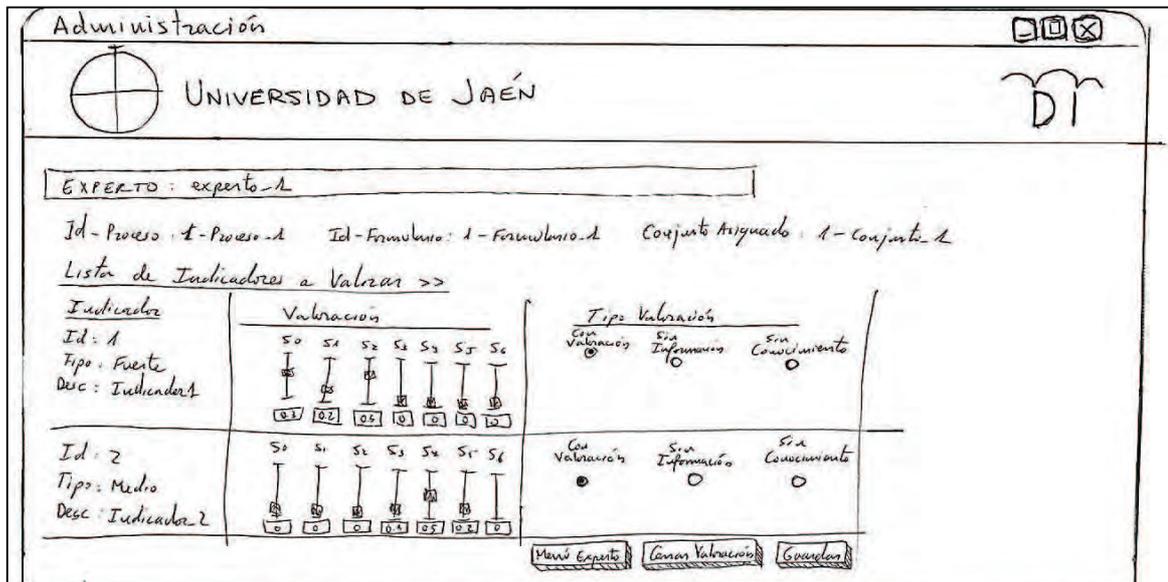


Figura 3.39: Pantalla evaluación Grado de Creencias abierta

**Consultar Evaluación grado de creencias cerrada:** la información en esta ventana se distribuye de forma similar a cuando la evaluación está abierta, pero en este caso se sustituyen las barras deslizantes por la información definitiva, igual ocurre en la columna derecha (ver Figura 3.40).

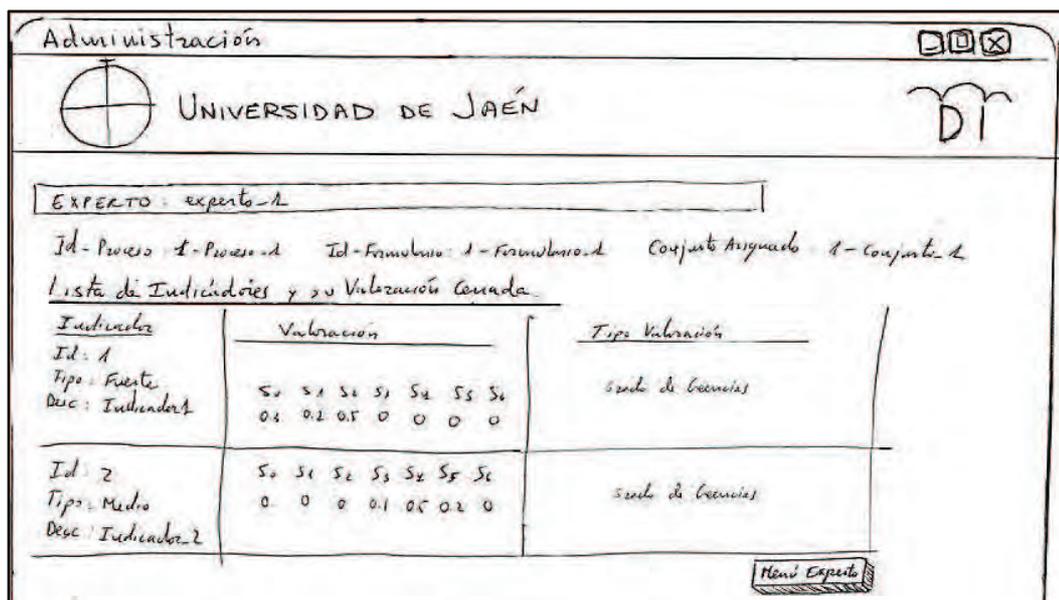


Figura 3.40: Consultar evaluación Grado de Creencias cerrada.

#### 3.4.3.4. Caminos de navegación

Lo realizado hasta el momento sobre el diseño visual de la interfaz tiene un comportamiento estático, tenemos distintas pantallas aisladas pero no sabemos nada del conjunto de la interacción, si la acción va a transcurrir de forma comprensible para el usuario. Para ello, se va a diseñar la interfaz y la secuencia de acciones que se desencadenan al realizar las distintas operaciones disponibles de modo que podamos comprobar como de usable es nuestra interfaz.

Para el estudio de los caminos de interacción se empleará una herramienta llamada *storyboard*, que consiste en mostrar en cierto modo la secuencia de las distintas pantallas con las que el usuario se va encontrando cuando avanza en la interacción de alguna acción con la aplicación. El empleo de flechas nos ayudará a entender cuál es el elemento que ha desencadenado el paso de una pantalla a otra.

La técnica del *Storyboarding* nos resultará altamente útil para describir los escenarios de situaciones concretas que ayuden a entender partes del sistema. Con los *storyboards* se consigue dotar al escenario descrito en lenguaje natural de la componente gráfica que facilita la comprensión y el detalle. Además, podemos analizar las pantallas de este escenario para ver si los pasos que se dan son los correctos y si la acción se entiende bien, de forma que podría ser necesario añadir más pantallas intermedias o, por el contrario, podría convenir fusionar algunas pantallas. Los *storyboards* nos facilitan esta tarea ya que nos permiten ver juntas todas las pantallas asociadas a una tarea o escenario.

Para construir los *storyboards* utilizaremos las pantallas diseñadas, y lo haremos de la manera más rápida y económica posible empleando lápiz y papel.

No se han desarrollado *storyboards* para todas las acciones de nuestro sistema por lo que los que se muestran a continuación son los que se han considerado más importantes:

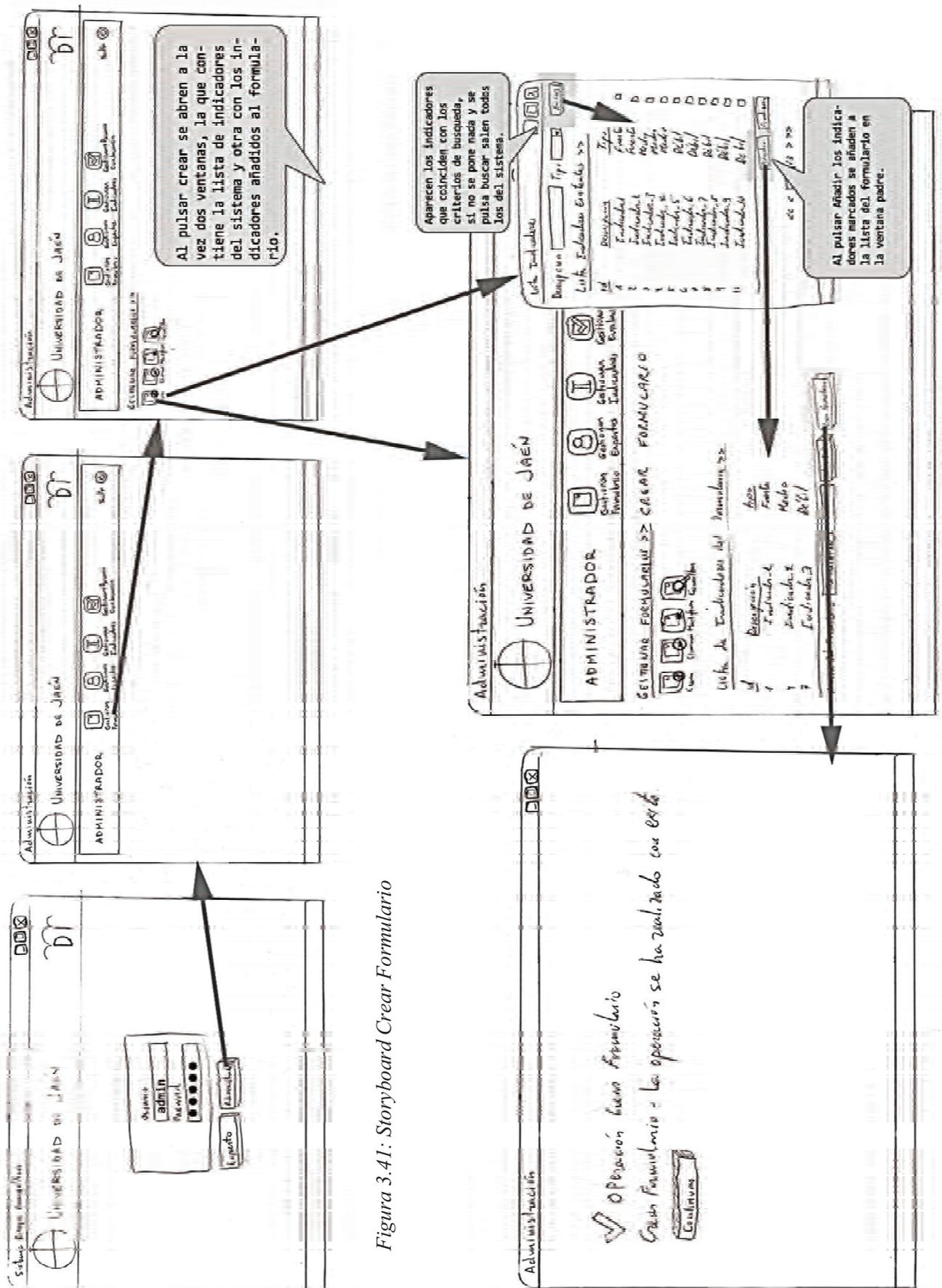


Figura 3.41: Storyboard Crear Formulario

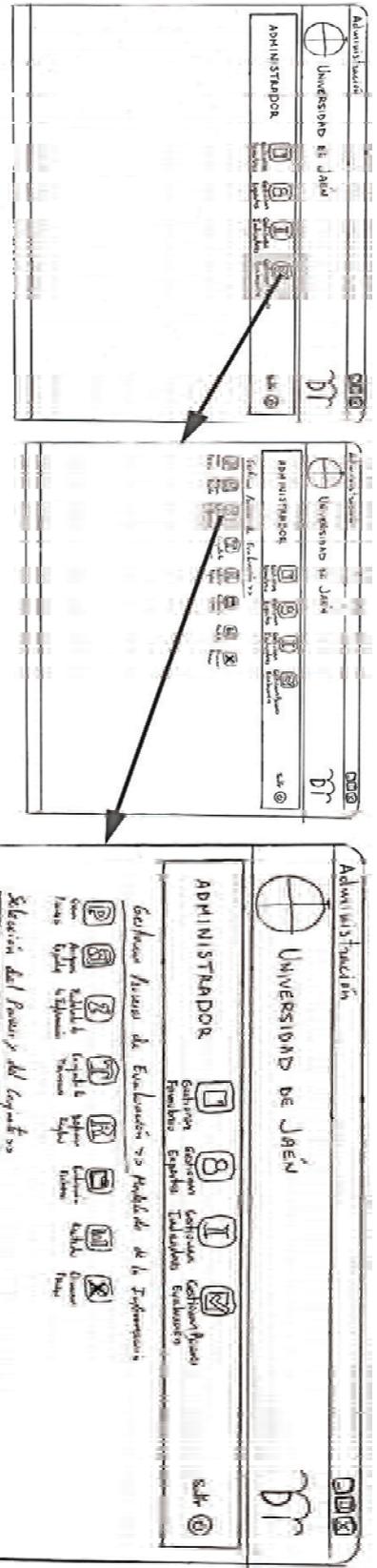
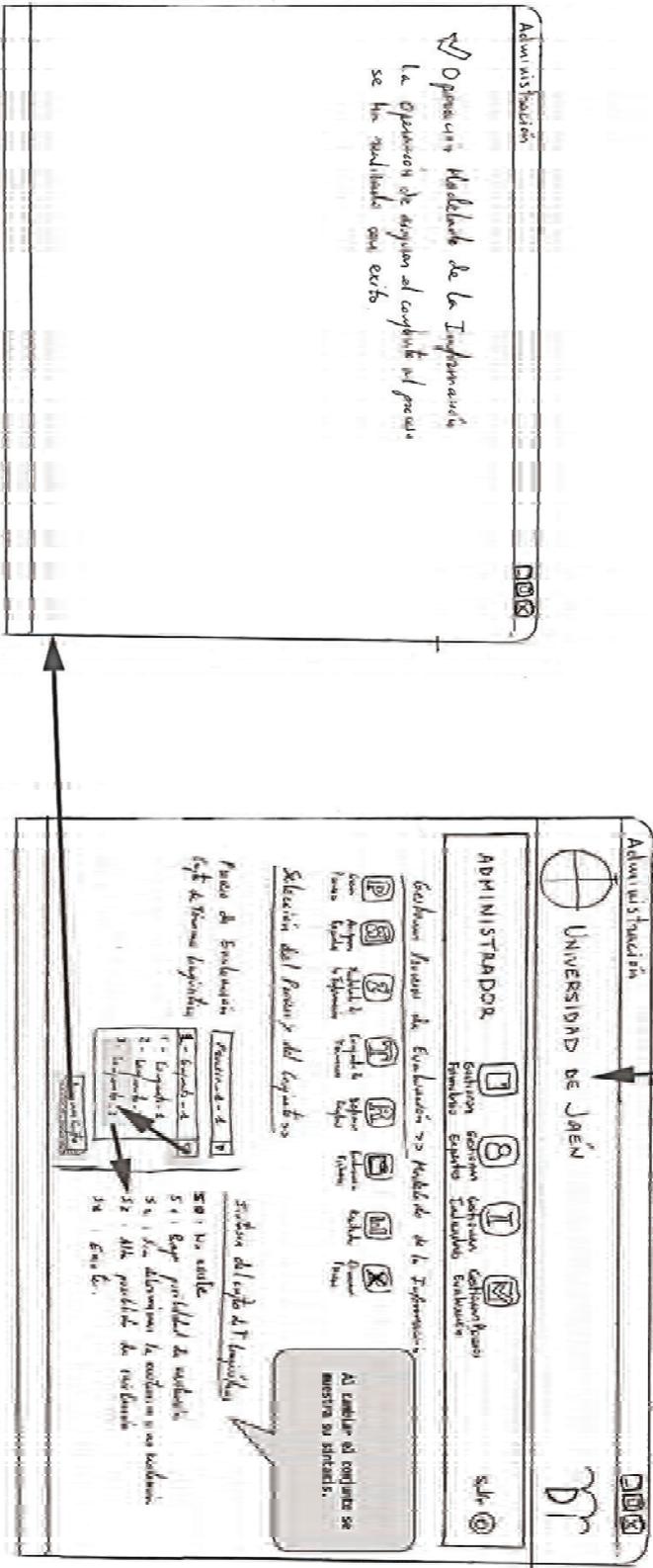


Figura 3.42: Storyboard Modelado de la Información



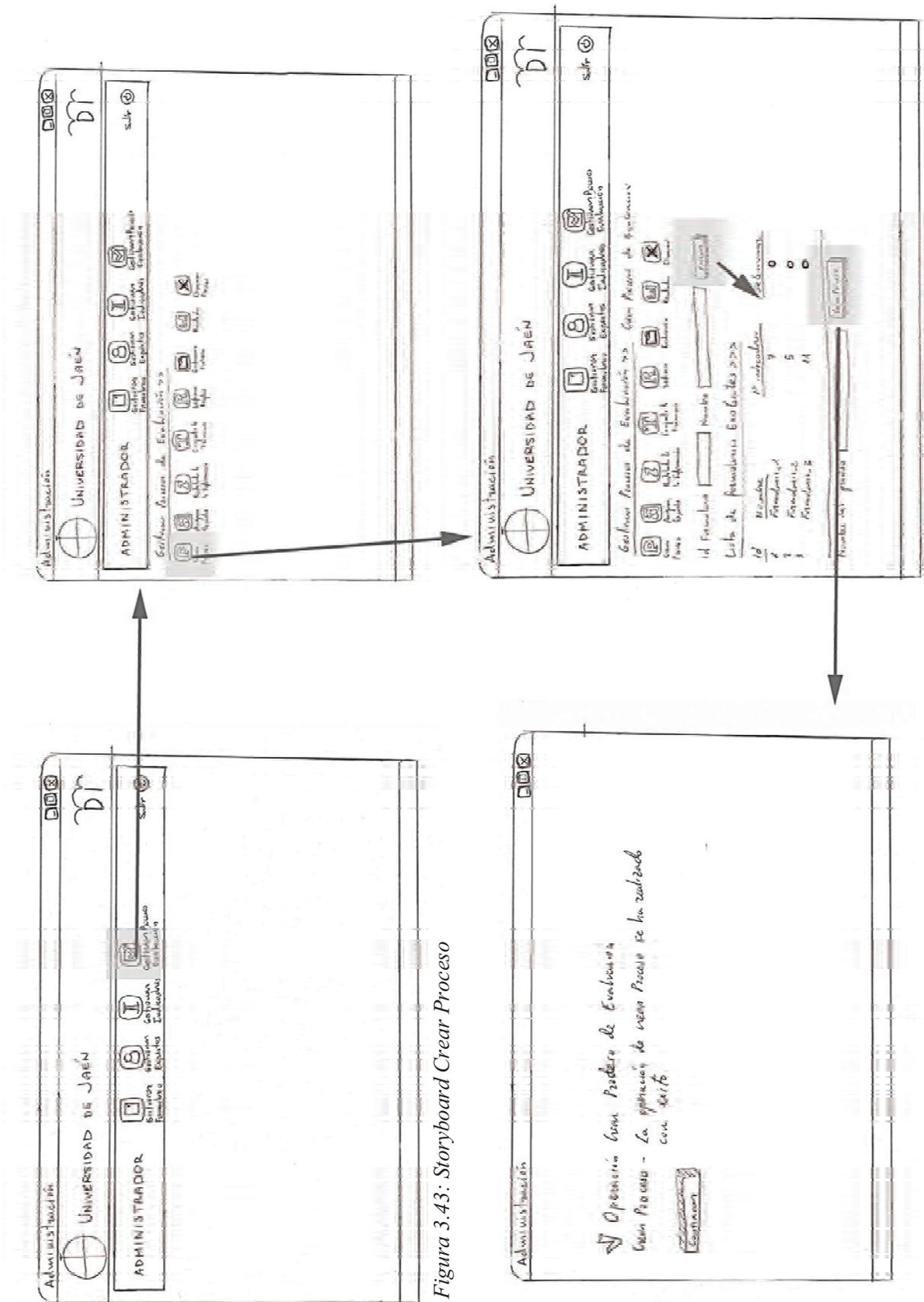


Figura 3.43: Storyboard Crear Proceso

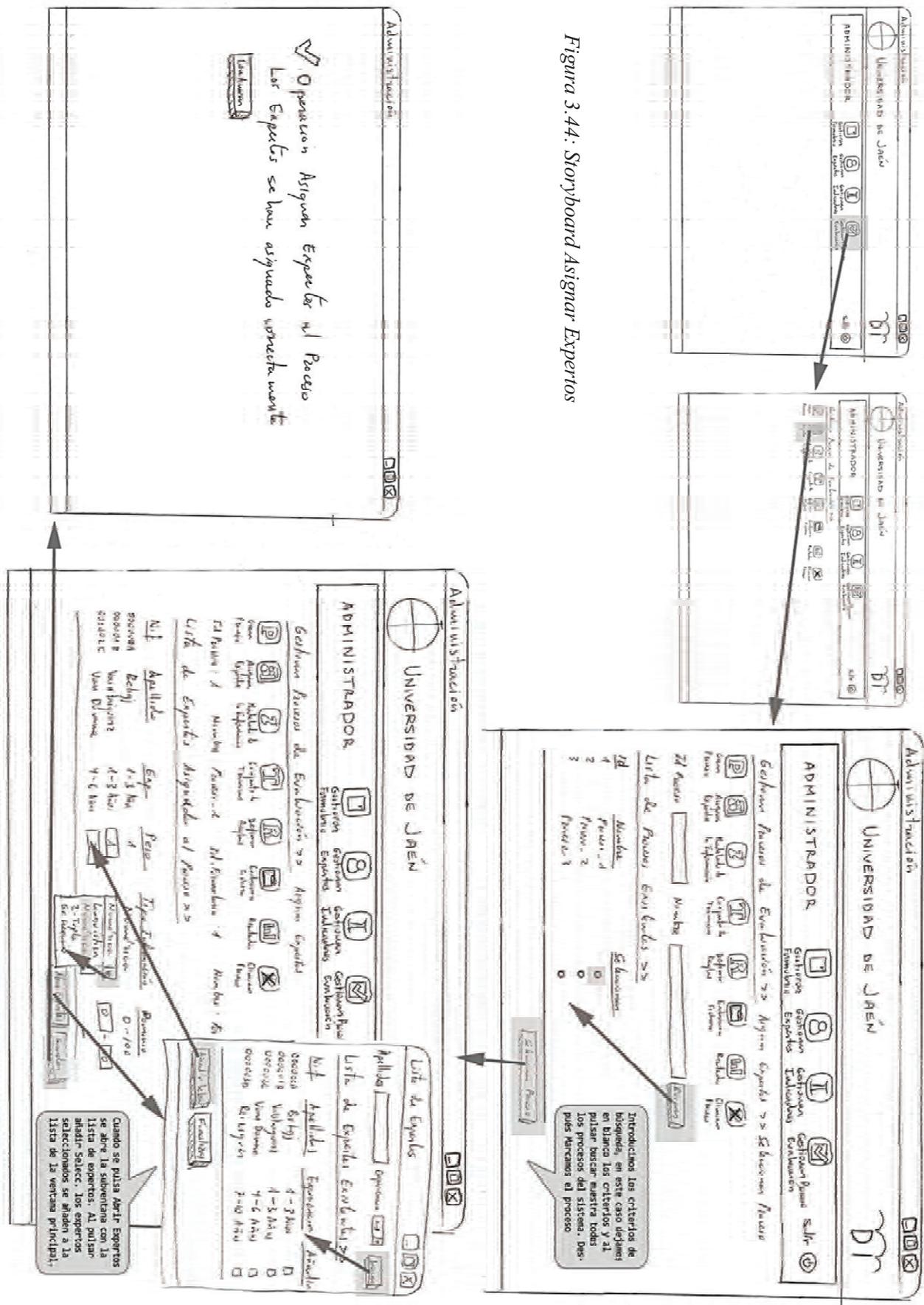


Figura 3.44: Storyboard Asignar Expertos

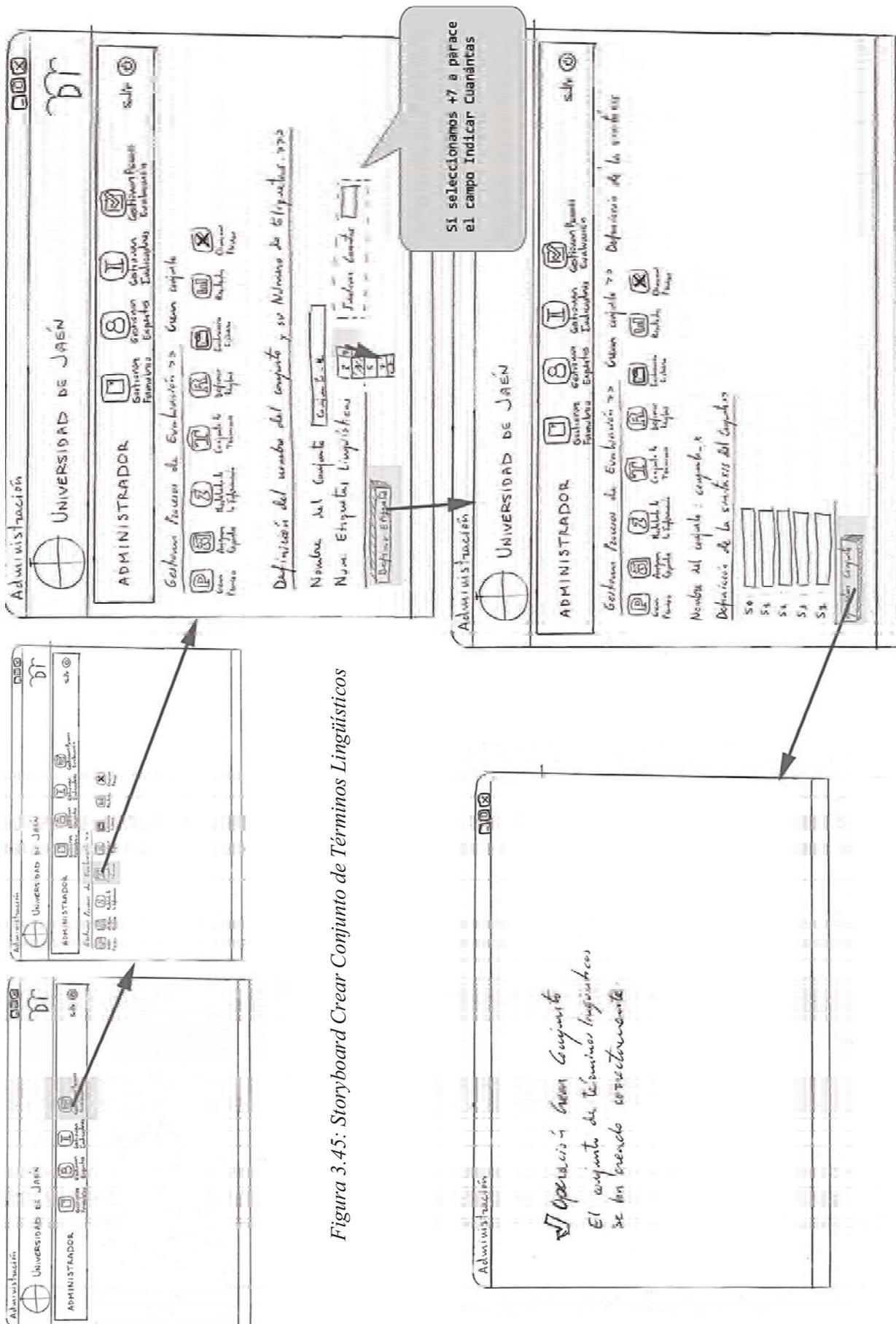


Figura 3.45: Storyboard Crear Conjunto de Términos Lingüísticos

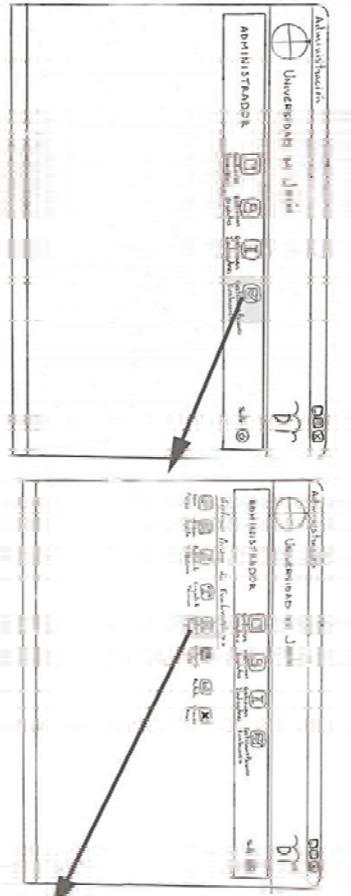
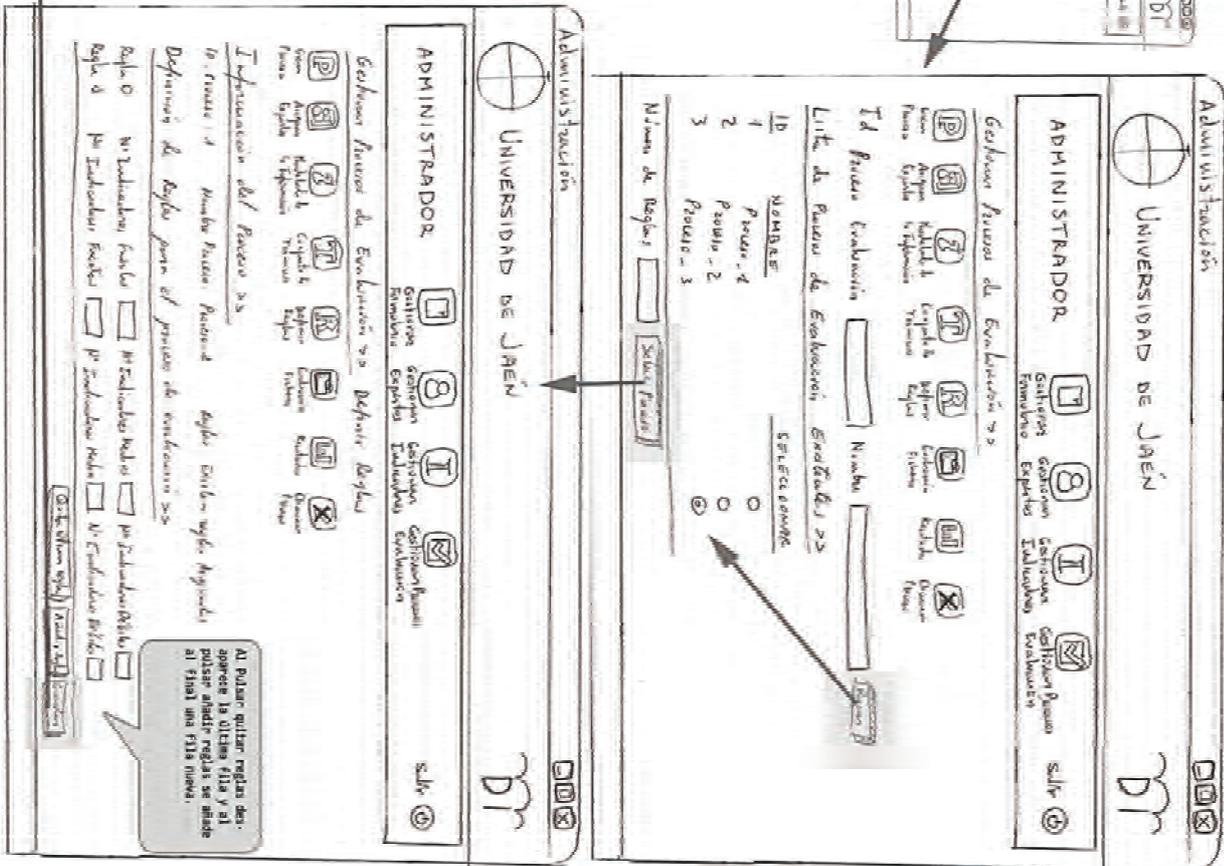
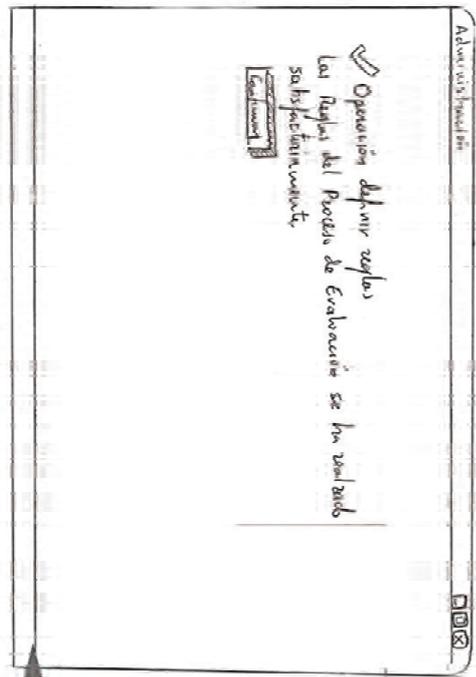


Figura 3.46: Storyboard Definir Reglas



Una vez diseñados deberían ser validados para comprobar que realmente la aplicación es usable.

### 3.4.3.5. Mensajes de error

Una vez diseñadas las pantallas, los caminos de navegación y las secuencias de diálogo, se tiene una idea bastante clara de cómo se va a desarrollar físicamente la interacción entre usuario y ordenador, y por tanto de las posibles situaciones de error que pueden darse en esa interacción. Por ello ahora es el momento de diseñar los mensajes de error.

Los mensajes de error son el medio por el que el sistema comunica al usuario que se ha producido un error en la interacción. Los errores se producen por falta de conocimiento sobre la interfaz, porque no se ha entendido correctamente el estado del sistema o bien por actos inadvertidos (por ejemplo se pulsa un botón cuando se intentaba pulsar otro). Ello lleva al usuario a sentirse confuso y aumenta su ansiedad, sobre todo en usuarios noveles, en los que su falta de conocimiento y confianza en el uso de la interfaz lleva a amplificar el stress, lo que puede llevarles a una experiencia de uso de la interfaz frustrante. Esto es muy peligroso, ya que a menudo, una interfaz se recuerda más por lo que pasó en una situación de error que por lo que pasó cuando las cosas fueron bien. Eso puede llevar a una mala valoración de la calidad de la interfaz por los usuarios.

Los mensajes de error son muy importantes de cara a la usabilidad, ya que bien diseñados, permiten aumentar la confianza del usuario en el uso de la interfaz y que pueda seguir con su tarea. Por ello hay que diseñarlos con cuidado. A la hora de diseñar mensajes de error se deberían seguir las siguientes reglas:

- **Ser breves:** el usuario es una persona ocupada tratando de llevar a cabo una tarea. Si se le presenta un mensaje de error muy largo, lo normal es que no lo lea ya que no tendrá tiempo para hacerlo. Por ello hay que diseñar mensajes de error claros, pero breves.
- **Ser específico:** los mensajes demasiado generales no son adecuados ya que dicen al usuario que algo ha ido mal, pero no le indican claramente qué. Por lo tanto, el usuario no sabrá qué hacer para impedir que se produzca el error y su sensación de frustración aumentará
- **Usar un tono positivo y guía constructiva:** nunca recriminar al usuario lo que ha hecho mal, en su lugar siempre que sea posible indicarle que debe hacer para eliminar el error.
- **Usar un formato físico apropiado:** la mayoría de usuarios encuentran más fácil leer un mensaje donde se mezclan letras mayúsculas y minúsculas de la forma habitual, por tanto este formato es siempre preferible. Los mensajes escritos únicamente en mayúsculas deberían reservarse para avisos breves y graves. Si el mensaje de error debe contener un código numérico, éste debería figurar al final del mensaje y entre paréntesis.

Los mensajes de error detectados son los siguientes:

**Autenticación:** Existe la posibilidad de que un administrador se identifique de forma incorrecta. Si esto ocurre el mensaje que se muestra es el siguiente: *“Error en la autenticación. No existe ningún administrador registrado con ese nombre y contraseña”*.

De forma similar ocurre con los expertos, el mensaje que se muestra es el siguiente: *“Error en la autenticación. No existe ningún experto registrado con ese nombre y contraseña”*.

**Eliminar Formulario:** Cuando queremos eliminar un formulario que forma parte de un proceso de evaluación, no se podrá eliminar dicho formulario hasta que no se elimine primero el proceso, por tanto, el sistema dará el siguiente error *“Operación Eliminar Formulario – El formulario con Id (Id del formulario), no ha podido ser eliminado porque forma parte de un proceso de evaluación”*.

**Modificar Formulario:** Si intentamos modificar un formulario que ya ha sido evaluado, podría darse el caso de que al quitar algún indicador del formulario una valoración asociada a dicho indicador quedara suelta, por lo que habría una incongruencia en nuestro sistema, por tanto, si intentamos ejecutar una modificación sobre un formulario que ya ha sido evaluado nos aparecerá el siguiente mensaje de error: *“Error de Actualización del Formulario. El formulario no puede ser actualizado porque pertenece a un proceso evaluado”*.

**Crear Experto:** Si al intentar crear un experto introducimos un NIF que ya existe en el sistema, el sistema informará del siguiente error: *“Operación crear experto – Error – El NIF introducido para el experto ya existe”*.

**Eliminar Experto:** Cuando queremos eliminar un experto que forma parte de un proceso de evaluación no se podrá eliminar dicho experto hasta que no se elimine primero el proceso, por tanto el sistema dará el siguiente error *“Operación Eliminar Experto – Error - No se han eliminado los expertos seleccionados porque forman parte de un proceso de evaluación”*.

**Modificar Experto:** Si modificamos el NIF de un experto y ya existe otro usuario con ese NIF el sistema mostrará un mensaje de error: *“Operación Modificar Experto – Error – El NIF introducido para el experto ya existe”*.

**Eliminar Indicador:** Si intentamos eliminar un indicador que está asignado a un formulario de evaluación, el sistema dará el siguiente mensaje de error: *“Operación Eliminar Indicadores - Error - Los indicadores seleccionados no han podido ser eliminados por formar parte de un formulario de evaluación asignado a un proceso”*.

**Modelado de la Información:** Si se intenta asignar un conjunto de etiquetas lingüísticas a un proceso que ya tiene asignado un conjunto, el sistema dará el siguiente mensaje: *“Operación Modelado de la Información. Error – El proceso ya tiene asignado un conjunto”*.

**Cargar desde Fichero:** Cuando el nombre dado al formulario es vacío o no tiene un valor correcto el sistema informará con el siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero –*

*Error - Ha habido un error a la hora de obtener el nombre del formulario de evaluación. Asegúrese de que el nombre del formulario existe y es correcto”.*

A la hora de cargar los indicadores si los Ids de estos son incorrectos o no existen en el sistema se mostrará el siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de obtener los indicadores del formulario. Asegúrese de que los Ids de los indicadores son correctos y éstos existen en el sistema”.*

A la hora de cargar una evaluación desde fichero, si el id del conjunto no está en su celda correspondiente o este no existe en el sistema, este informará del siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero - Error- Ha habido un error a la hora de cargar el conjunto de términos lingüísticos. Asegúrese de que el Id del conjunto existe y está en un formato válido”.*

Si el nombre del proceso no está en la celda que le corresponde y este no tiene un formato válido el sistema mostrará el siguiente mensaje de error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error- Ha habido un error a la hora de cargar el nombre del proceso de evaluación del fichero seleccionado. Asegúrese de que el nombre del proceso está en su celda correspondiente o este no es vacío”.*

Si el tipo de alguna de las valoraciones no se corresponde con el formato “Num:Num\_entero\_inf:Num\_entero\_sup”, “2 Tupla”, “Grado Creencias” o “Lingüística” o los Ids de los expertos no se corresponden con los existentes en el sistema este informará del siguiente error: *”Operación Cargar Evaluación desde Fichero - Error - Ha habido un error a la hora de cargar los expertos . Asegúrese de que aparece el id:apellido:peso y el tipo de las valoraciones se corresponde con Num:Dom\_inf:Dom\_sup, Linguitica, Grado Creencias o 2-Tupla”.*

Si en nuestra evaluación del fichero existe una valoración numérica y el dominio de esta no está en la celda correspondiente y con el formato adecuado, el sistema informará del siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de obtener el dominio de unas de las valoraciones numéricas. Asegúrese de que aparece en la celda correspondiente y este es correcto”.*

Cuando una de las valoraciones numéricas no es correcta por no ser un valor entero el sistema muestra el siguiente mensaje de error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una evaluación numérica. Asegúrese de que la valoración es un valor entero mayor que cero y que está dentro del rango establecido”.*

Si una valoración numérica no está dentro de su dominio el sistema mostrará el siguiente mensaje: *” Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una valoración numérica. Asegúrese que la valoración está dentro del dominio establecido”.*

Si a la hora de cargar el fichero tenemos una valoración lingüística y ésta no tiene el formato establecido para la plantilla Snum\_etiqueta el sistema informará del siguiente error: *“Operación*

*Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una valoración lingüística. Asegúrese que el formato de la etiqueta es: Snum\_etiqueta”.*

Si el formato del valor alpha de una valoración 2-Tupla no es un valor real dentro del rango  $[-0.5, 0.5]$  separando la parte decimal de la parte entera por una coma, el sistema informará del siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar el valor alpha de alguna de las valoraciones. Asegúrese de que alpha esté dentro del rango  $[-0.5, 0.5]$ ”.*

Cuando nos encontramos ante una valoración 2-Tupla para un indicador cuya etiqueta es  $s_0$ , si el valor de alpha es menor que 0 el sistema informará del siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero - Error - Ha habido un error a la hora de cargar el valor alpha de alguna de las valoraciones. El valor de alpha para la etiqueta  $s_0$  tiene que ser mayor o igual a 0”.*

Si la etiqueta lingüística en una valoración 2-Tupla es la mayor del conjunto, entonces el valor de alpha no podrá tomar valores mayores que 0, si el archivo contiene este error el sistema mostrará el siguiente mensaje: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar el valor alpha de alguna de las valoraciones. La etiqueta  $s_{\text{numeroetiquetas}-1}$  tiene que ser menor a 0”.*

Si por el contrario tenemos en el fichero a cargar un error de formato en las valoraciones Grado de Creencias el sistema mostrará el siguiente mensaje: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una valoración grado de creencias. Asegúrese de que éstas está en el formato correcto”.*

Cuando una valoración para una de las etiquetas del conjunto en una evaluación grado de creencias está fuera del rango  $[0,1]$  se producirá el siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una de las valoraciones de tipo Grado de Creencias. La valoración para el grado de creencias no está dentro del rango  $[0,1]$ ”.*

Si sumamos los valores de cada etiqueta en una valoración grado de creencia para un indicador concreto y este suma más de uno, el sistema informará del siguiente error: *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero – Error - Ha habido un error a la hora de cargar una de las valoraciones de tipo Grado de Creencias. Una valoración de distribución de creencias suma más de uno: suma\_total\_valoración”.*

#### **3.4.3.6. Mensajes de éxito**

Los mensajes de éxito son también muy importantes de cara a la usabilidad, ya que bien diseñados, permiten aumentar la confianza del usuario en el uso de la interfaz cuando una determinada acción ha finalizado correctamente.

En nuestra aplicación mostraremos los siguientes mensajes de éxito:

**Crear formulario:** En este caso, será necesario mostrar un mensaje de éxito, ya que de lo contrario el Administrador no sabría si el formulario se ha creado correctamente. El mensaje será el siguiente *"Operación Crear Formulario – El formulario se ha creado correctamente"*.

**Eliminar formulario:** Cuando el Administrador elimina uno o varios formularios debe de aparecer un mensaje de éxito, ya que de lo contrario no sabría si la operación se ha realizado satisfactoriamente, por tanto, el mensaje será el siguiente *"Eliminar Formulario - Los formularios seleccionados han sido eliminados correctamente"*.

**Modificar formulario:** Una vez que el Administrador ha modificado un formulario, debe de aparecer el mensaje *"Modificar Formulario - La información del formulario se ha modificado correctamente"*.

**Crear Experto:** Es necesario mostrar un mensaje de éxito, ya que de lo contrario el Administrador no sabría si el experto se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente *"Operación Crear Experto – El experto se ha creado correctamente"*.

**Crear Otro Experto:** Cuando creamos un experto y se elige la opción de crear otro el sistema muestra directamente un nuevo formulario para introducir la información del experto, en este caso es necesario mostrar un mensaje de éxito para que el Administrador sea consciente de que el experto anterior se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente *"Operación Crear Experto - El experto anterior se ha creado correctamente"*.

**Eliminar Expertos:** Cuando el Administrador elimina uno o varios expertos debe de aparecer un mensaje de éxito, ya que de lo contrario no sabría si la operación se ha realizado satisfactoriamente, por tanto, el mensaje será el siguiente *"Operación Eliminar Expertos - Los expertos seleccionados han sido eliminados correctamente"*.

**Modificar Experto:** Una vez que el Administrador ha modificado un experto, debe confirmar la operación al Administrador y por tanto debe aparecer el mensaje siguiente *"Operación Modificar Experto – El experto ha sido modificado correctamente"*.

**Crear Indicador:** Será necesario mostrar un mensaje de éxito, ya que de lo contrario el Administrador no sabría si el indicador se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente *"Crear Indicador - Se ha insertado el indicador correctamente"*.

**Crear Otro Indicador:** Cuando creamos un indicador y se elige la opción de crear otro el sistema muestra directamente un nuevo formulario para introducir la información del nuevo indicador, en este caso es necesario mostrar un mensaje de éxito para que Administrador sea consciente de que el indicador anterior se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente *"Operación Crear Indicador - El indicador anterior se ha creado correctamente"*.

**Eliminar Indicador:** Cuando el Administrador elimina uno o varios indicadores debe de aparecer un mensaje de éxito, ya que de lo contrario no sabría si la operación se ha realizado

satisfactoriamente, por tanto, el mensaje será el siguiente *“Operación Eliminar Indicador - Los indicadores seleccionados han sido eliminados correctamente”*.

**Modificar Indicador:** Una vez que el Administrador ha modificado uno o varios indicadores, debe de aparecer el mensaje siguiente: *“Operación Modificar Indicador - Los indicadores seleccionados han sido modificados correctamente”*.

**Crear Proceso:** Es necesario mostrar un mensaje de éxito, ya que de lo contrario el Administrador no sabría si el proceso se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente: *“Operación Crear Proceso - El proceso de evaluación se ha creado correctamente”*.

**Asignar Expertos:** Una vez que el Administrador ha asignado los expertos al proceso y la información ha sido guardada el sistema debe mostrar el mensaje siguiente: *“Operación Asignar Expertos al Proceso- Los expertos se han asignado correctamente”*.

**Modelado de la Información:** Cuando asignamos un conjunto de términos lingüísticos al proceso el sistema debe mostrar un mensaje para confirmar al Administrador que la asignación se ha realizado con éxito, por tanto se mostrará el siguiente mensaje *“Operación Modelado de la Información - La asignación del conjunto al proceso se ha realizado correctamente”*.

**Crear Conjunto de Términos:** Es necesario mostrar un mensaje de éxito, ya que de lo contrario el Administrador no sabría si el conjunto de términos se ha creado correctamente, el mensaje de éxito sería el siguiente *“Operación Crear Conjunto - El conjunto de términos lingüísticos se ha creado correctamente”*.

**Definir Reglas:** Una vez introducidas el conjunto de reglas de nuestro proceso el sistema debe confirmárselo al usuario con el siguiente mensaje: *“Operación Definir Reglas - Las reglas se han asignado correctamente al proceso”*.

**Cargar desde Fichero:** Cuando el sistema consigue cargar una evaluación desde un fichero debe informar al Administrador con el siguiente mensaje *“Operación Cargar Evaluación desde Fichero - se ha cargado el fichero correctamente”*.

**Eliminar Proceso:** Cuando el Administrador elimina un proceso debe de aparecer un mensaje de éxito, ya que de lo contrario no sabría si la operación se ha realizado satisfactoriamente, por tanto, el mensaje será el siguiente *“Operación Eliminar Proceso - El proceso ha sido eliminado correctamente”*.

**Realizar Valoración:** Al realizar una valoración, el sistema debe informar al Administrador que la operación se ha realizado con éxito por ello mostrará el siguiente mensaje *“Realizar Valoración - Se ha guardado su valoración correctamente”*.

**Cerrar Valoración:** Cuando el Administrador cierra una evaluación el sistema debe mostrar un mensaje al Administrador para confirmarle que se ha realizado con éxito, para ello mostrará el siguiente mensaje *“Cerrar Valoración - Se ha cerrado su valoración correctamente”*.

### 3.4.3.7. Mensajes de advertencia

En nuestro caso hemos diferenciando entre mensajes de error y mensajes de advertencia. Los mensajes de advertencia es información que muestra el sistema antes de realizar una operación debido a que se ha detectado algún elemento que no es correcto, por tanto se advierte al usuario antes de poder continuar en la operación.

Los mensajes de advertencia detectados son los siguientes:

**Crear Formulario:** Cuando añadimos al formulario indicadores que ya han sido asignados a través de la subventana de indicadores se informa al Administrador qué indicadores no han vuelto a ser añadidos con el siguiente mensaje: *” Operación Añadir Indicador – Los siguientes indicadores no se han añadido porque ya pertenecen al formulario ”*.

Si a la hora de crear el formulario de evaluación olvidamos rellenar el nombre, el sistema advertirá de este hecho al Administrador con la siguiente información: *“¡ATENCIÓN! – El nombre del formulario de evaluación no puede ser vacío”*.

**Eliminar Formulario:** Cuando se seleccionan varios formularios para ser eliminados, pero alguno de ellos pertenece a un proceso de evaluación, se eliminarán todos aquellos que no pertenezcan a ningún proceso de evaluación y por tanto el sistema informa al Administrador de todos los que ha seleccionado cuáles son aquellos formularios que no han podido ser borrados, por tanto el mensaje será el siguiente: *“Operación Eliminar Formulario – El formulario con Id: (lista de Ids de los formularios que no han sido borrados), no han podido ser eliminados porque forman parte de un proceso de evaluación, el resto de formularios seleccionados han sido eliminados correctamente”*.

Si intentamos eliminar un formulario sin haber seleccionado ninguno, el sistema advertirá al Administrador con el siguiente mensaje: *“¡ATENCIÓN! – Debe seleccionar al menos un formulario para poder continuar”*.

**Modificar Formulario:** Cuando se quiere seleccionar un formulario para ser modificado, si pulsamos el botón *“Ver Formulario”* sin seleccionar ninguno de la lista nos dará el siguiente mensaje: *“¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar un formulario para poder continuar”*.

Si al intentar modificar el formulario, borramos su nombre y dejamos el campo de texto vacío, el sistema dará el siguiente mensaje: *“¡ATENCIÓN! – El nombre del formulario no puede ser vacío”*.

**Consultar Formulario:** A la hora de seleccionar un formulario para ser modificado, si pulsamos el botón *“Ver Formulario”* sin seleccionar ninguno de la lista nos dará el siguiente mensaje: *“¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar un formulario para poder continuar”*.

**Crear Experto:** Cuando creamos un experto si dejamos en blanco alguno de los campos como son NIF, nombre, apellido o clave, el sistema mostrará un mensaje como sigue: *“¡ATENCIÓN! – El (NIF, nombre, apellido, clave, según corresponda) del formulario no puede ser vacío”*.

**Eliminar Experto:** Si no se selecciona ningún experto de la lista de expertos buscados y se pulsa el botón ‘Eliminar Selecc.’ El sistema dará el siguiente mensaje de error “*¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar al menos un experto para poder continuar*”.

**Modificar Experto:** Cuando se va a seleccionar un Experto para ser modificado, si pulsamos el botón “*Modificar Seleccionados*” sin que se haya seleccionado ninguno de la lista nos dará el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar un experto al menos para poder continuar*”.

Si modificamos un experto y dejamos en blanco alguno de los campos como son NIF, nombre, apellido o clave, el sistema mostrará un mensaje como sigue: “*¡ATENCIÓN! – El (NIF, nombre, apellido, clave, según corresponda) del formulario no puede ser vacío*”.

**Crear Indicador:** Al crear un indicador, si no se rellena el campo descripción el sistema mostrará el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! – la descripción del indicador no puede ser vacía*”.

**Eliminar Indicador:** Si no se selecciona ningún indicador de la lista de indicadores buscados y se pulsa el botón ‘Eliminar Selecc.’, el sistema dará el siguiente mensaje de error “*¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar al menos un indicador para poder continuar*”.

**Modificar Indicador:** Cuando se va a seleccionar un indicador para ser modificado, si pulsamos el botón “*Modificar Seleccionados*” sin que se haya seleccionado ninguno de la lista nos dará el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar un indicador al menos para poder continuar*”.

**Crear Proceso:** Si no se introduce ningún nombre cuando pulsamos el botón “Crear Proceso” el sistema dará un mensaje con el siguiente texto: “*¡ATENCIÓN! – No se ha rellenado el nombre del proceso*”.

Si no se selecciona ningún formulario entonces el mensaje será el siguiente: “*¡ATENCIÓN! – Debe seleccionar un formulario*”.

**Asignar Expertos:** Cuando se quiere seleccionar un proceso para asignarle una lista de expertos, si pulsamos el botón “*Seleccionar Proceso*” sin haber marcado ninguno de la lista nos dará el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar un proceso para poder continuar.*”

Si introducimos un valor que no sea numérico en el campo destinado a introducir el peso del experto y pulsamos “*guardar*” el sistema mostrara el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! - Alguno de los valores introducidos para alguno de los pesos no es un valor numérico*”.

Cuando estemos ante una valoración numérica en el que aparecerán los campos para introducir el dominio, si introducimos un valor que no sea un número entero para el límite superior o si es un valor entero negativo o 0, el sistema dará el siguiente mensaje: “*¡ATENCIÓN! - El límite superior del dominio de alguna valoración numérica no es un valor válido. Introduzca un valor entero mayor 0*”.

Siguiendo en el caso de elegir una valoración numérica si dejásemos el límite superior del dominio vacío el sistema informará del siguiente error: “¡ATENCIÓN! - El límite superior del dominio de alguna valoración numérica es vacío. Introduzca un valor entero mayor 0”.

Cuando asignamos expertos al proceso, si un experto ya ha sido añadido y se vuelve a incluir en la ventana hija de indicadores dará el siguiente mensaje: “Operación Añadir Expertos. Los siguientes expertos no se han añadido porque ya se han asignado al proceso.” justo debajo aparecerá una lista con el NIF y apellidos de los expertos que se han detectado ya asignados.

**Crear Conjunto de Términos:** A la hora de crear un conjunto, si se deja vacío el campo de texto destinado al nombre del proceso el sistema muestra el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - No ha indicado el nombre del conjunto”.

Si al definir la sintaxis del conjunto de términos lingüísticos, dejamos algún campo de texto vacío correspondiente a cada una de las etiquetas, el sistema mostrará el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - La definición de la sintaxis de las etiquetas del conjunto no puede ser vacía”.

**Definir reglas:** Cuando se deja el campo de texto correspondiente al número de reglas vacío el sistema muestra el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - no ha indicado el número de reglas del proceso”.

Si no se selecciona ningún proceso de la lista disponible, el sistema informará con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - no ha seleccionado ningún proceso”.

A la hora de rellenar el número de indicadores de cada tipo para cada regla, si se introducen todas las componentes a 0, el sistema informará con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - Todas las componentes de la regla nº (Regla cuyas componentes valen 0) no pueden valer 0”.

Si por el contrario alguna de las componentes de una regla es vacía, el sistema mostrará: “¡ATENCIÓN! - la Regla nº (Regla que contiene alguna componente vacía) no puede Contener una componente vacía”.

Si a la hora de definir una regla introducimos para alguna de sus componentes un valor que no sea un número entero mayor que 0, el sistema informará con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - alguna componente de la regla nº (regla cuya componente tiene un valor no entero mayor que 0) no es un número entero mayor o igual que 0”.

Si el número de indicadores de un tipo insertado en la definición de una regla supera el número de indicadores disponibles en el formulario asignado al proceso, el sistema dará el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - la Regla (Número de la regla que provoca el mensaje) no puede contener una componente (Fuerte, Media o Débil según corresponda) mayor que (número de indicadores del tipo Fuerte, Medio o Débil según corresponda que existen en el proceso)”.

Si cuando tenemos una sola regla intentamos quitarla con el botón quitar última regla, el sistema informará con la siguiente advertencia: “¡ATENCIÓN! - No se puede quitar la última regla, debe haber al menos una regla”.

**Cargar Evaluación desde Fichero:** Si pulsamos el botón de subir archivo sin haber seleccionado previamente uno, el sistema dará la siguiente advertencia: “¡ATENCIÓN! – Debe seleccionar algún archivo para poder continuar”.

**Resultados:** Si no se selecciona ningún proceso para obtener los resultados y se pulsa el botón “Seleccionar Proceso”, entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje de advertencia: “¡ATENCIÓN! - Debe seleccionar al menos un proceso para poder continuar”.

**Eliminar Proceso:** Si no se selecciona ningún proceso y se pulsa el botón “Eliminar Proceso”, entonces el sistema mostrará el siguiente mensaje de error: “¡ATENCIÓN! – no se ha seleccionado ningún proceso”.

**Evaluación numérica abierta y pendiente:** Cuando realizamos las valoraciones, si dejamos algún campo de texto vacío correspondiente a un indicador, el sistema advertirá con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - El valor introducido para el indicador con el id: (Id Indicador) del proceso a evaluar no puede ser vacío”.

Si introducimos un valor numérico, pero éste no es un valor entero mayor que 0, el sistema informará de lo siguiente: “¡ATENCIÓN! - El valor introducido para el indicador con el id: (Id Indicador) del proceso a evaluar debe ser un número entero mayor que 0”.

Si marcamos la opción “Sin Información” y luego cambiamos el valor establecido para el campo de texto del indicador por otro valor distinto de -1, estaremos ante una valoración y por tanto el sistema dará el mensaje: “¡ATENCIÓN! - El valor introducido para el indicador con el id: (Id Indicador) debe ser -1 cuando tiene marcada la opción de valoración SIN INFORMACIÓN”.

Cuando introducimos un valor entero, pero éste no está dentro del rango permitido en el proceso, el sistema lanzará el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - El valor introducido para el indicador con el id: (Id Indicador) no está dentro del rango 0 – (valor del límite superior según el caso) permitido para dicha valoración”.

**Evaluación 2-Tupla abierta y pendiente:** Cuando no se inserta una valoración para un indicador o ésta se deja vacía el sistema informará al usuario con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - No se ha realizado la valoración para el indicador con id (Id del indicador) o ésta es vacía”.

Si introducimos un valor que no sea numérico en el campo de texto destinado a la traslación simbólica, el sistema mostrará el siguiente error: “¡ATENCIÓN! - El valor del indicador con id (Id del indicador) no es un valor numérico”.

Cuando el valor de alpha no está dentro del rango  $[-0.5, 0.5)$  este no será válido, y por tanto, el sistema informará al usuario con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - El valor de alpha del indicador con id (Id del indicador) no está dentro del rango  $[-0.5, 0.5)$ ”.

Si el usuario elige la etiqueta  $s_0$ , el rango válido para la traslación simbólica para dicha etiqueta tiene que ser mayor o igual a 0 y por tanto si el usuario introduce un valor inferior a 0 el sistema mostrará: “¡ATENCIÓN! - El valor de alpha para  $s_0$  no puede ser menor que 0”.

Lo mismo ocurre con la etiqueta del otro extremo del conjunto de términos lingüísticos, pero en este caso debe ser menor o igual que 0, y ante esta situación el sistema mostrará: “¡ATENCIÓN! El indicador con id (Id indicador), el valor de alpha para  $s$  (índice superior del conjunto) no puede ser mayor que 0”.

**Grado de Creencias:** Si dejamos un campo de texto vacío para alguna etiqueta de un indicador, el sistema advertirá al usuario con el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - La valoración de la etiqueta (Etiqueta en la que se da el error) del indicador con id (Id del indicador donde está el error) no puede ser vacío”.

Cuando el valor introducido en un campo de texto de una etiqueta correspondiente a un indicador no es un valor numérico comprendido entre 0 y 1 el sistema dará el siguiente error: “¡ATENCIÓN! - La valoración de la etiqueta (Etiqueta en la que se da el error) del indicador con id= (Id del indicador donde está el error) no es un valor válido”.

Cuando las valoraciones realizadas por el experto para cada indicador suman más de 1, que se corresponde con el valor máximo que puede alcanzar la suma de todos los valores de las etiquetas de ese indicador, el sistema informará como sigue: “¡ATENCIÓN! - Las valoraciones del indicador con id= (Id del indicador donde está el error) suma= (Valor que suman las valoraciones) y no pueden sumar más de 1”.

#### 3.4.3.8. Mensajes de confirmación

Los mensajes de confirmación son también muy importantes, se utilizan para indicar al usuario si está seguro de que desea realizar la operación que ha indicado.

Los mensajes de confirmación que vamos a utilizar en nuestra aplicación son los siguientes:

**Eliminar Formulario:** Antes de proceder a eliminar un formulario de la aplicación se requiere una confirmación por parte del Administrador para reforzar su intención de eliminar y que esta no se haya producido por una confusión, el sistema mostrará el siguiente mensaje: “¡ATENCIÓN! - ¿Está seguro de que desea eliminar los formularios seleccionados?”

**Eliminar Experto:** lo mismo ocurre a la hora de eliminar un experto y por tanto el mensaje que mostrará el sistema será el siguiente “¡ATENCIÓN! - ¿Está seguro que desea eliminar los expertos seleccionados?”.

**Eliminar Indicador:** De la misma manera para los indicadores, “¡ATENCIÓN! - ¿Está seguro que desea eliminar los indicadores seleccionados?”.

**Eliminar Proceso:** Seguimos el mismo procedimiento a la hora de eliminar un proceso, “¡ATENCIÓN! - ¿Está seguro que desea eliminar el proceso seleccionado?”.

**Cerrar Evaluación:** Cuando vamos a cerrar una evaluación ya sea numérica, lingüística, 2-tupla o distribución de creencias, como ésta ya no podrá ser modificada habrá que confirmar que realmente se quiere cerrar la evaluación, por tanto el sistema mostrará el siguiente mensaje “¡ATENCIÓN! - ¿Está seguro de querer cerrar la evaluación?”.

### 3.5. Implementación

La implementación es la actividad final de la Ingeniería del Software, aquella en la que el modelo obtenido en las actividades anteriores se deben transformar en código fuente. Para ello hay que ser cuidadoso en la elección del lenguaje de programación empleado para la codificación y de la herramienta utilizada para generarla.

En nuestro caso la elección del lenguaje de programación así como el de la herramienta utilizada para su desarrollo viene dado desde la definición del proyecto.

#### 3.5.1. Tipo de la arquitectura de la aplicación

Vamos a desarrollar un sistema con una arquitectura cliente/servidor (ver Figura 3.47) y una interfaz Web de comunicación con los usuarios. El funcionamiento de las arquitecturas de este tipo es sencilla: la aplicación se encuentra en un servidor central al que los usuarios acceden a través de un software cliente, en nuestro caso un navegador Web. Una vez que ha accedido a la aplicación, el usuario realiza peticiones que el servidor tiene que atender para generar una respuesta comprensible para el cliente.

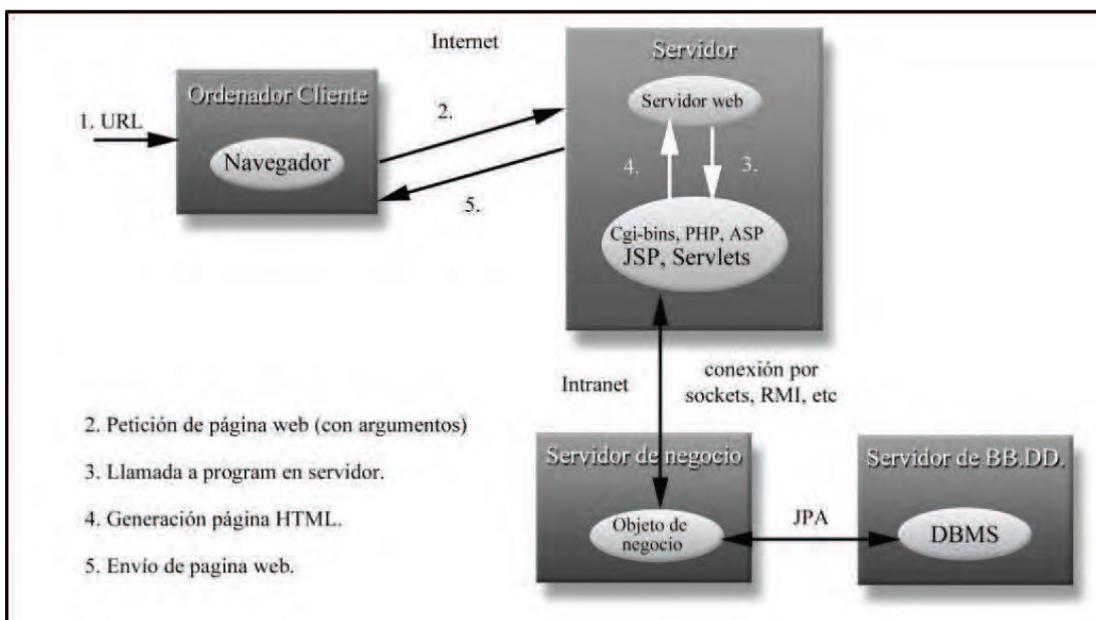


Figura 3.47: Arquitectura cliente/servidor

Una arquitectura cliente/servidor Web libera, por lo tanto, al usuario final de la aplicación de tener que instalarla en su máquina. Consigue que cada usuario sólo pueda acceder a la información que le corresponde. Además, este tipo de arquitectura, gracias a su diseño modular, es fácilmente escalable y ampliable tanto en nuevos clientes como en servidores añadidos.

### 3.5.2. Lenguajes de programación utilizados

Resulta obvio ante la arquitectura y el funcionamiento previsto de nuestra aplicación que el uso de HTML simple y llano no es adecuado sino que, se necesita otro lenguaje capaz de generar contenido dinámico desde el servidor de manera transparente al usuario final. Para este fin hemos utilizado JSP.

Java Server Pages (JSP) es una tecnología Java que permite generar contenido dinámico para web, en forma de documentos HTML, XML o de otro tipo. Los JSP's permiten la utilización de código Java mediante scripts. Además es posible utilizar algunas acciones JSP predefinidas mediante etiquetas. Estas etiquetas pueden ser enriquecidas mediante la utilización de Librerías de Etiquetas (TagLibs o Tag Libraries) externas e incluso personalizadas.

JSP no se puede considerar un script al 100%, ya que antes de ejecutarse el Servidor de Aplicaciones compila el contenido del documento JSP (script y etiquetas), y genera una clase Servlet. Por lo tanto, se puede decir que aunque este proceso sea transparente para el programador no deja de ser una tecnología compilada.

La principal ventaja de JSP frente a otros lenguajes es que permite integrarse con clases Java (.class) lo que permite separar en niveles las aplicaciones web, almacenando en clases java las partes que consumen más recursos (así como las que requieren más seguridad) y dejando la parte encargada de formatear el documento HTML en el archivo JSP. La idea fundamental detrás de este criterio es el de separar la lógica del negocio de la presentación de la información.

Para realizar una interfaz web adecuada se hace necesario el uso de otros dos lenguajes de programación: *CSS* y *Javascript*.

**CSS**, acrónimo de Cascade Style Sheets, es un lenguaje formal que ayuda a separar la estructura interna de un documento de su presentación externa. Las etiquetas de estilo CSS pueden presentarse tanto dentro de un documento HTML (encerradas dentro de las etiquetas `<style type="text/css"></style>` en la cabecera) como en un documento aparte (con extensión .css) al que el documento HTML se encarga de llamar cuando es necesario. De esta última manera no sólo, se consigue separar la estructura de la presentación sino que se consigue la centralización del estilo. Debido a que una sola hoja de estilos CSS puede ser invocada por distintas páginas de la aplicación web, lo que ayuda de manera muy importante al mantenimiento de la coherencia y consistencia del diseño de la aplicación.

Por su parte, **Javascript**, lenguaje interpretado de sintaxis similar a lenguajes como Java o C que se ejecuta del lado del cliente, ayuda a comprobar si los datos que introduce el cliente son erróneos informando de su error mediante mensajes de error o alerta.

Al igual que ocurre con CSS, el código Javascript puede ir incrustado dentro del documento HTML (entre las etiquetas `<script type="text/javascript"></script>` en el cuerpo o la cabecera) o estar almacenado en ficheros aparte (con extensión .js) y ser invocados por el documento. Para nuestra aplicación, para los estilos CSS nos hemos decantado por la segunda opción, mientras que para el código Javascript, al ser utilizado muy pocas veces lo hemos incrustado dentro del documento HTML.

Como ya se vio al comienzo de esta memoria, para la lógica de negocio del sistema se va a utilizar tecnología Servlets de JAVA.

### 3.5.3. Herramienta de desarrollo

La herramienta escogida para desarrollar todo el código ha sido NetBeans (versión 6.9.1)

## 3.6. Implementación y Pruebas

Esta fase de implantación junto con la del mantenimiento del software son partes muy importantes de la Ingeniería del software. Consisten en desplegar el software realizado y tratar de mejorar u optimizar cualquier problema encontrado.

El mantenimiento de software involucra cualquier tipo de pruebas del software realizadas, las cuales son un elemento crítico para la garantía de calidad del software y representan una revisión final de las especificaciones, del diseño y de la codificación.

### 3.6.1. Pruebas y validación

El objetivo de esta fase es realizar un conjunto de pruebas sobre el sistema. Con esto intentaremos conseguir llegar a un sistema sin errores garantizando, como hemos dicho, la calidad del software. Para comprobar esto realizaremos unas pruebas de sistema.

#### 3.6.1.1. Casos de Test

Los test diseñados son los siguientes:

**Test 1:** Autenticación de usuario

Requisitos testeados	RF-01
Acción	Un usuario, ya sea Administrador o Experto, introduce su nombre de usuario y contraseña y pulsa el botón ' <i>Administrador</i> ' o ' <i>Experto</i> ' correspondiente.

Checkpoint 1	El sistema debe mostrar el menú principal de dicho usuario.
--------------	---

**Test 2:** Autenticación de usuario incorrecta

Requisitos testeados	RF-01
Acción	Un usuario, ya sea Administrador o Experto, introduce un nombre de usuario o/y contraseña errónea y pulsa el botón ‘ <i>Administrador</i> ’ o ‘ <i>Experto</i> ’ correspondiente.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un mensaje de error informando de que el nombre de usuario o la contraseña o ambos son incorrectos.

**Test 3:** Crear un nuevo formulario de evaluación.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios de evaluación.
Acción	Acceder a ‘Crear’
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar una tabla donde aparecerán los indicadores asignados al formulario de evaluación y un campo de texto para rellenar el nombre. Al mismo tiempo se debe abrir una subventana con los indicadores disponibles en el sistema.
Acción	Marcar los indicadores deseados y pulsar el botón ‘Añadir Selecc.’ en la subventana.
Checkpoint 3	El sistema actualiza la Tabla de indicadores asignados al formulario de evaluación en la ventana principal.
Acción	Pulsar el botón ‘Finalizar’ en la subventana.
Checkpoint 4	El sistema cierra la subventana de indicadores.
Acción	Introducir el nombre del formulario de evaluación y pulsar ‘Crear’.
Checkpoint 5	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 4:** Crear nuevo formulario de evaluación intentado añadir indicadores que ya están insertados.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios.
Acción	Acceder a ‘Crear’
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar una lista de los indicadores asignados al formulario de evaluación y un campo de texto para rellenar el nombre del formulario. Al mismo tiempo se debe abrir una subventana con los indicadores disponibles en el sistema.
Acción	Marcar los indicadores deseados y pulsar el botón ‘Añadir Selecc.’ en la subventana.
Checkpoint 3	El sistema actualiza la lista de indicadores de la ventana principal y muestra un mensaje de advertencia en la subventana indicando aquellos indicadores que no han sido asignados por estar ya incluidos en el formulario de evaluación.

**Test 5:** Crear un formulario de evaluación dejando el campo “Nombre del Formulario” en blanco.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios de evaluación.
Acción	Acceder a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar una lista de los indicadores asignados al formulario de evaluación y un campo de texto para rellenar el nombre al mismo tiempo que se debe abrir una subventana con los indicadores disponibles en el sistema.
Acción	Marcar los indicadores deseados y pulsar el botón ‘Añadir Selecc.’ en la subventana.
Checkpoint 3	El sistema actualiza la lista de indicadores asignados al Formulario de Evaluación en la ventana principal.
Acción	Pulsar el botón ‘Finalizar’.

Checkpoint 4	El sistema cierra la subventana de indicadores.
Acción	Pulsar ‘Crear’.
Checkpoint 5	El sistema debe mostrar un mensaje de advertencia de que no se ha rellenado el campo ‘Nombre del Formulario’.

**Test 6:** Eliminar un formulario de evaluación que no está asignado a ningún proceso.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios de evaluación.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario de búsqueda para localizar los formularios de evaluación disponibles en el sistema.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra la lista de formularios de evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda y la posibilidad de marcarlos.
Acción	Marcar uno o varios formularios que no estén asignados a ningún proceso y pulsar “Eliminar Seleccionados”.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de confirmación preguntando si realmente queremos eliminar los formularios de evaluación seleccionados.
Acción	Pulsar en ‘Aceptar’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de éxito de que el problema se ha eliminado correctamente.

**Test 7:** Eliminar un formulario de evaluación sin haber seleccionado ninguno.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.

Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios de evaluación.
Acción	Acceder a 'Eliminar'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario de búsqueda para localizar los formularios disponibles en el sistema.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda y pulsar el botón 'Buscar'
Checkpoint 3	El sistema muestra la lista de formularios de evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda y la posibilidad de marcarlos.
Acción	Pulsar el botón 'Eliminar Selecc.' sin haber marcado ningún formulario de evaluación.
Checkpoint 4	El sistema cierra la subventana de indicadores.
Acción	Introducir el nombre del formulario de evaluación y pulsar 'Eliminar Selecc.'.
Checkpoint 5	El sistema debe mostrar un mensaje de advertencia de que no se ha seleccionado ningún formulario de evaluación para que pueda ser eliminado.

**Test 8:** Eliminar un formulario de evaluación que forma parte de un proceso.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Gestionar Formularios'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios de evaluación.
Acción	Acceder a 'Eliminar'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario de búsqueda para localizar los formularios disponibles en el sistema.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda y pulsar el botón 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra la lista de formularios de evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda y la posibilidad de marcarlos.
Acción	Marcar uno o varios formularios de evaluación que formen parte de un proceso y pulsar el botón 'Eliminar Selecc.'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de confirmación preguntando si realmente queremos eliminar los formularios de evaluación seleccionados.
Acción	Pulsar en 'Aceptar'.

Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia si al eliminar los formularios seleccionados hay alguno que pertenece a un proceso de evaluación y muestra un mensaje de error cuando todos están asignados a un proceso de evaluación.
--------------	--

**Test 9:** Modificar un formulario de evaluación.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los formularios.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario de búsqueda para localizar los formularios de evaluación disponibles en el sistema.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra la lista de formularios de evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda y la posibilidad de marcarlos.
Acción	Marcar el formulario que deseemos modificar y pulsar el botón ‘Ver Formulario’.
Checkpoint 4	El sistema muestra la información del formulario de evaluación y la lista de indicadores asignados al mismo hasta el momento.
Acción	Pulsar el botón de añadir indicador o seleccionar los indicadores que deseemos quitar del formulario y pulsar el botón quitar indicador o cambiar el nombre del formulario de evaluación.
Checkpoint 5	El sistema abre la subventana de indicadores en caso de que se haya pulsado añadir. Quita de la lista de indicadores aquellos que se hayan seleccionado cuando se pulsó quitar indicadores.
Acción	Pulsar el botón de ‘Guardar Formulario’.
Checkpoint 6	El sistema muestra un mensaje de que la operación de modificación se ha llevado con éxito.

**Test 10:** Modificar un formulario de evaluación que forma parte de un proceso de evaluación.

Requisitos testeados	RF-03
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.

Acción	Acceder a ‘Gestionar Formularios’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los Formularios de Evaluación.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario de búsqueda para localizar los formularios de evaluación disponibles en el sistema.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’
Checkpoint 3	El sistema muestra la lista de formularios que cumplen con los criterios de búsqueda y la posibilidad de marcarlos.
Acción	Marcar el formulario de evaluación que deseamos modificar y pulsar el botón ‘Ver Formulario’.
Checkpoint 4	El sistema muestra la información del formulario de evaluación y la lista de indicadores asignados al mismo hasta el momento.
Acción	Pulsar el botón de añadir indicador o seleccionar los indicadores que deseamos quitar del formulario y pulsar el botón quitar indicador o cambiar el nombre del formulario.
Checkpoint 5	El sistema abre la subventana de indicadores en caso de que se haya pulsado añadir. Quita de la lista de indicadores aquellos que se hayan seleccionado cuando se pulsó quitar indicadores.
Acción	Pulsar el botón de ‘Guardar Formulario’.
Checkpoint 6	El sistema muestra un mensaje de error informando de que el formulario está asignado a un proceso de evaluación y que por tanto no puede ser modificado.

**Test 11:** Crear un experto

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir el NIF, nombre, apellido, experiencia y clave del experto.
Acción	Introducir todos los datos del experto y pulsa ‘Guardar y Salir’.

Checkpoint 3	El sistema muestra un mensaje de que la creación del experto se ha llevado a cabo con éxito.
--------------	--

**Test 12:** Crear un experto dejando en blanco el campo NIF

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir el NIF nombre, apellido, experiencia y clave del experto.
Acción	Introduce todos los datos menos el NIF y pulsa ‘ <i>Guardar y Salir</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que el NIF no puede ser vacío.

**Test 13:** Crear un experto introduciendo un NIF ya existente.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Accede a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Accede a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario con varios campos para introducir el NIF, nombre, apellido, experiencia y clave del experto.
Acción	Introduce todos los datos con un NIF que ya existe en el sistema y pulsa ‘ <i>Guardar y Salir</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra un mensaje de error de que el NIF ya existe en el sistema.

**Test 14:** Eliminar expertos

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda de expertos, el NIF y apellido.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar ‘ <i>Buscar</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	Marcar aquellos expertos que deseamos eliminar y pulsar ‘Eliminar Selecc.’
Checkpoint 4	El sistema muestra un cuadro de éxito preguntando si realmente se desea eliminar los expertos seleccionados
Acción	Pulsar en ‘Aceptar’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de confirmación de que la operación se ha llevado a cabo con éxito.

**Test 15:** Eliminar un experto sin seleccionar ningún experto.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda de expertos, el NIF y el apellido.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar ‘ <i>Buscar</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	No marcar ningún experto y pulsar ‘Eliminar Selecc.’

Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia informando de que no se ha seleccionado ningún experto.
--------------	--

**Test 16:** Eliminar expertos que están asignados a un Proceso de Evaluación.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda de expertos, el NIF y el apellido.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar ‘ <i>Buscar</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	Marcar aquellos expertos que deseamos eliminar y pulsar ‘Eliminar Selecc.’
Checkpoint 4	El sistema muestra un cuadro de confirmación preguntando si realmente se desean eliminar los expertos seleccionados
Acción	Pulsar en ‘Aceptar’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de advertencia informando que los expertos han sido eliminados del sistema salvo los que han sido asignados a un proceso de evaluación, o mostrará un mensaje de error si no se ha eliminado ningún experto por pertenecer todos a un proceso de evaluación.

**Test 17:** Modificar un Experto.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Accede a ‘Modificar’.

Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda para localizar el experto a modificar.
Acción	Introduce los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	Marcar aquel experto que deseemos modificar y pulsar 'Modificar Seleccionar'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con la información del experto para que pueda ser modificada.
Acción	Modificar la información que sea necesaria y pulsar 'Guardar y Salir'.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 18:** Modificar un Experto introduciendo un NIF ya existente.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Gestionar Expertos'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a 'Modificar'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda para localizar los expertos a modificar.
Acción	Introduce los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	Marcar aquel experto que deseemos modificar y pulsar 'Modificar Seleccionar'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con la información del experto para que pueda ser modificada.
Acción	Modificar la información que sea necesaria y modificar el NIF por otro que ya exista en el sistema y pulsar 'Guardar y Salir'.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de error advirtiendo de que el NIF introducido ya existe para otro experto.

**Test 19:** Modificar un Experto dejando en blanco uno de los campos de información.

Requisitos testeados	RF-04
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Expertos’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los expertos.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir los criterios de búsqueda para localizar los expertos a modificar.
Acción	Introduce los criterios de búsqueda que sean necesarios y pulsar ‘ <i>Buscar</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de expertos que coinciden con los criterios introducidos.
Acción	Marcar aquel experto que deseemos modificar y pulsar ‘Modificar Seleccionado’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con la información del experto para que pueda ser modificada.
Acción	Modificar la información que sea necesaria, dejar alguno vacío y pulsar ‘Guardar y Salir’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de advertencia informando de que ningún campo puede dejarse sin rellenar.

**Test 20:** Crear un indicador

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir la descripción y el tipo del indicador.
Acción	Introducir los datos del formulario del indicador y pulsar ‘ <i>Guardar y Salir</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra un mensaje de que la creación del indicador se ha llevado a cabo con éxito.

**Test 21:** Crear un indicador sin introducir la descripción.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Crear’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir la descripción y el tipo del indicador.
Acción	Pulsar ‘ <i>Guardar y Salir</i> ’.
Checkpoint 3	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que la descripción no puede ser vacía.

**Test 22:** Eliminar indicadores.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondiente y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Marcar los indicadores que se desean eliminar del sistema y pulsar el botón ‘Eliminar’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un cuadro de confirmación preguntando si realmente se desean eliminar los indicadores seleccionados.
Acción	Pulsar en ‘Aceptar’.
Checkpoint 5	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 23:** Eliminar un indicador que está asignado a un Formulario de Evaluación.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondiente y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Marcar de entre los deseados al menos un indicador que esté asignado a un Formulario de Evaluación y pulsar el botón ‘Eliminar’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un cuadro de confirmación preguntando si realmente desea eliminar los indicadores seleccionados.
Acción	Pulsar en ‘Aceptar’.
Checkpoint 5	El sistema debe mostrar un mensaje de advertencia informando de que los indicadores seleccionados han sido eliminados salvo los que forman parte de un formulario de evaluación, o un mensaje de error si no se ha eliminado ningún formulario.

**Test 24:** Eliminar un indicador sin seleccionar ninguno.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Eliminar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondientes y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar el botón ‘Eliminar’.
Checkpoint 4	El sistema debe mostrar un mensaje de advertencia informando de que no se ha seleccionado ningún indicador para eliminar.

**Test 25:** Modificar un indicador.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondientes y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Marcar los indicadores que queremos modificar y pulsar el botón ‘Modifica Selecc’.
Checkpoint 4	El sistema debe mostrar la información de los indicadores para que pueda ser modificada.

Acción	Modificar los campos ‘Descripción’ y ‘Tipo’ de cada indicador que deseamos modificar y pulsar ‘Guardar y Salir’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 26:** Modificar un indicador sin seleccionar ninguno.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondientes y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar el botón ‘Modifica Seleccionados’.
Checkpoint 4	El sistema debe mostrar un mensaje de advertencia informando de que no se ha seleccionado ningún indicador.

**Test 27:** Modificar un indicador dejando vacío el campo ‘Descripción’ de alguno de los indicadores.

Requisitos testeados	RF-05
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Indicadores’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los indicadores.
Acción	Acceder a ‘Modificar’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para introducir unos criterios de búsqueda para localizar los indicadores.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda correspondientes y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista con los indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda.

Acción	Marcar aquellos indicadores que deseemos modificar y pulsar el botón 'Modifica Selecc'.
Checkpoint 4	El sistema debe mostrar un formulario con la información de cada uno de los indicadores que han sido marcados previamente.
Acción	Dejar en blanco algún campo descripción para alguno de los indicadores disponibles.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de error advirtiendo que el campo descripción del indicador no puede ser vacío.

**Test 28:** Crear un proceso

Requisitos testeados	RF-06
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Gestionar Procesos de Evaluación'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a 'Crear Proceso'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del formulario.
Acción	Introducir parte de la descripción o el id del formulario que deseamos asignar al proceso de evaluación y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra los formularios de evaluación que coinciden con los criterios de búsqueda y un campo de texto para introducir el nombre del proceso.
Acción	Seleccionar el formulario de evaluación que deseamos asignar al proceso, introducir un nombre y pulsar el botón 'Crear Proceso'
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de éxito de que el proceso se ha creado correctamente.

**Test 29:** Crear un proceso sin introducir el nombre del proceso.

Requisitos testeados	RF-06
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Gestionar Procesos de Evaluación'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a 'Crear Proceso'.

Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del formulario de evaluación.
Acción	Introducir parte de la descripción o el id del formulario evaluación que deseamos asignar al proceso y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra los formularios de evaluación que coinciden con los criterios de búsqueda y un campo de texto para introducir el nombre del proceso.
Acción	Seleccionar el formulario de evaluación que deseamos asignar al proceso, sin introducir un nombre y pulsar el botón 'Crear Proceso'
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia informando de que este no puede ser vacío.

**Test 30:** Crear un proceso sin seleccionar ningún formulario.

Requisitos testeados	RF-06
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Gestionar Procesos de Evaluación'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a 'Crear Proceso'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del formulario.
Acción	Introducir parte de la descripción o el id del formulario que deseamos asignar al proceso de evaluación y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra los formularios de evaluación que coinciden con los criterios de búsqueda y un campo de texto para introducir el nombre del proceso.
Acción	Introducir un nombre y pulsar el botón 'Crear Proceso'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que no se ha seleccionado ningún formulario de evaluación para asignarlo al proceso.

**Test 31:** Seleccionar el proceso para asignar posteriormente los expertos

Requisitos testeados	RF-07
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Accede a 'Gestionar Procesos de Evaluación'.

Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Accede a 'Asignar Expertos'.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del proceso de evaluación.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda de los procesos de evaluación y pulsar 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra los procesos de evaluación que coinciden con los criterios de búsqueda.
Acción	Seleccionar un proceso y pulsar el botón 'Sel. Proceso'.
Checkpoint 4	El sistema muestra una lista de expertos asignados al proceso si los hubiese, con un campo de texto para introducir el peso, un botón para abrir la lista de expertos y el botón para guardar los cambios.

**Test 32:** Asignar expertos a un proceso seleccionado previamente.

Requisitos testeados	RF-07
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en la sección asignar expertos del menú gestionar procesos de evaluación del administrador, teniendo ya seleccionado un proceso de evaluación a partir de los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar el botón 'abrir Expertos'
Checkpoint 1	El sistema debe abrir una subventana con los expertos del sistema.
Acción	Seleccionar los expertos que deseamos asignar al proceso y pulsar el botón 'Añadir Selecc.' en la subventana.
Checkpoint 2	El sistema debe actualizar la lista de expertos asignados al proceso, mostrando un campo para introducir el peso del experto y una lista despegable para seleccionar el tipo de información, todo ello en la ventana principal.
Acción	Pulsar el botón finalizar de la subventana que contiene la lista de expertos.
Checkpoint 3	El sistema cierra la subventana de expertos.
Acción	Seleccionar el tipo de información para la evaluación, y el peso del experto y pulsar 'Guardar'
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de éxito para informar al Administrador de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 33:** Asignar un nuevo experto que había sido asignado previamente al proceso.

Requisitos testeados	RF-07
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en la sección asignar expertos del menú gestionar procesos de evaluación del administrador, teniendo ya seleccionado un proceso de evaluación previamente a partir de los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar el botón ‘abrir Expertos’
Checkpoint 1	El sistema debe abrir una subventana con los expertos del sistema.
Acción	Seleccionar los expertos que deseamos asignar al proceso incluyendo entre ellos alguno que pertenezca a un proceso de evaluación y pulsar el botón ‘Añadir Selecc.’ de la subventana.
Checkpoint 2	El sistema debe actualizar la lista de expertos asignados al proceso en la ventana principal con los nuevos que han sido asignados, salvo que ya estuviesen incluidos previamente, mostrando un mensaje de advertencia en la subventana de que estos no han sido añadidos nuevamente por estar ya incluidos.

**Test 34:** Asignar expertos a un proceso seleccionado previamente y dejar sin rellenar alguno de los pesos.

Requisitos testeados	RF-07
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en la sección asignar expertos del menú gestionar procesos de evaluación del administrador, teniendo ya seleccionado un proceso de evaluación a partir de los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar el botón ‘abrir Expertos’
Checkpoint 1	El sistema debe abrir una subventana con los expertos del sistema.
Acción	Seleccionar los expertos que deseamos asignar al proceso y pulsar el botón ‘Añadir Selecc.’ en la subventana.
Checkpoint 2	El sistema debe actualizar la lista de expertos asignados al proceso, mostrando un campo para introducir el peso del experto y una lista despegable para seleccionar el tipo de información, todo ello en la ventana principal.
Acción	Pulsar el botón finalizar de la subventana que contiene la lista de expertos.
Checkpoint 3	El sistema cierra la subventana de expertos.
Acción	Seleccionar el tipo de información para la evaluación, y el peso de cada experto salvo uno y pulsar ‘Guardar’

Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que uno de los pesos está sin rellenar.
--------------	---

**Test 35:** Dejar sin rellenar el dominio de una valoración numérica a la hora de asignar expertos a un proceso de evaluación.

Requisitos testeados	RF-07
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en la sección asignar expertos del menú gestionar procesos de evaluación del administrador, teniendo ya seleccionado un proceso de evaluación a partir de los criterios de búsqueda y habiendo añadido a la lista del proceso algún experto con el tipo de información numérica.
Acción	Pulsar el botón ‘Guardar’ sin introducir un valor para el límite superior del dominio de la valoración numérica.
Checkpoint 1	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que el límite superior de una valoración numérica está incompleto.

**Test 36:** Crear conjunto de términos lingüísticos.

Requisitos testeados	RF-08
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Crear Cnjtos Términos’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un campo de texto para introducir el nombre del conjunto y una lista despegable para indicar el número de etiquetas.
Acción	Introducir un nombre para el conjunto, seleccionar el número de etiquetas y pulsar el botón ‘Definir Etiquetas’.
Checkpoint 3	El sistema debe mostrar un formulario con tantos campos de texto como etiquetas hayamos definido en el paso anterior para poder definir la sintaxis del conjunto.
Acción	Definir la sintaxis de cada etiqueta y pulsar el botón ‘Guardar Conjunto’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de que la operación se ha llevado a cabo con éxito.

**Test 37:** Crear Conjunto de términos Lingüísticos sin rellenar el campo ‘Nombre’ del conjunto.

Requisitos testeados	RF-08
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Crear Cnjtos Términos’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un campo de texto para introducir el nombre del conjunto y una lista despegable para indicar el número de etiquetas.
Acción	Seleccionar el número de etiquetas y pulsar el botón ‘Definir Etiquetas’.
Checkpoint 3	El sistema debe mostrar un mensaje de error informando de que el nombre del conjunto no puede ser vacío.

**Test 38:** Crear Conjunto de términos Lingüísticos sin rellenar la sintaxis de una de las etiquetas.

Requisitos testeados	RF-08
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Crear Cnjtos Términos’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un campo de texto para introducir el nombre del conjunto y una lista despegable para indicar el número de etiquetas.
Acción	Introducir un nombre para el conjunto, seleccionar el número de etiquetas y pulsar el botón ‘Definir Etiquetas’.
Checkpoint 3	El sistema debe mostrar un formulario con tantos campos de texto como etiquetas hayamos definido en el paso anterior para poder definir la sintaxis del conjunto.
Acción	Definir la sintaxis de cada etiqueta menos una que se deja sin rellenar y pulsar el botón ‘Guardar Conjunto’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de error informando de que la sintaxis de la etiqueta no ha sido rellenada.

**Test 39:** Asignar un conjunto de términos lingüísticos a un proceso de evaluación (Modelado de la Información).

Requisitos testeados	RF-09
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Modelado Información’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar dos listas desplegables, una contendrá los procesos y la otra los conjuntos de términos lingüísticos existentes en el sistema.
Acción	Seleccionar un proceso, seleccionar un conjunto de términos lingüísticos.
Checkpoint 3	El sistema debe mostrar la sintaxis del conjunto que está seleccionado en la lista despegable de los conjuntos.
Acción	Pulsar el botón ‘Asignar Conjunto’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de éxito informando de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 40:** Asignar un conjunto de términos lingüísticos a un proceso de evaluación que ya tiene asignado un conjunto de términos lingüísticos.

Requisitos testeados	RF-09
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Accede a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Accede a ‘Modelado Información’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar dos listas desplegables, una contendrá los procesos y la otra los conjuntos de términos lingüísticos existentes en el sistema.
Acción	Seleccionar un proceso, seleccionar un conjunto de términos lingüísticos.
Checkpoint 3	El sistema debe mostrar la sintaxis del conjunto que está seleccionado en la lista despegable de los conjuntos.

Acción	Pulsar el botón ‘Asignar Conjunto’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de error informando de que la operación no se ha realizado porque el proceso ya tiene asignado un conjunto de términos lingüísticos.

**Test 41:** Definir reglas de un Proceso de Evaluación.

Requisitos testeados	RF-10
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Definir Reglas’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del proceso.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda para encontrar el proceso deseado y pulsar ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos que cumplen con los criterios de búsqueda, y la posibilidad de marcar uno de ellos, así como un campo de texto para introducir un número de reglas.
Acción	Marcar un proceso de evaluación e introducir el número de reglas y pulsar ‘Selecc. Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con tres campos para cada regla, el correspondiente a los indicadores fuertes, medios y débiles.
Acción 4	Definir las reglas y pulsar el botón ‘Guardar’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje indicando que las reglas se han creado y asignado correctamente al proceso.

**Test 42:** Definir reglas de un Proceso de Evaluación e introducir un valor no entero en el campo número de reglas.

Requisitos testeados	RF-10
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación

Acción	Acceder a ‘Definir Reglas’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del proceso.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda para encontrar el proceso deseado y pulsar ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos que cumplen con los criterios de búsqueda, y la posibilidad de marcar uno de ellos, así como un campo de texto para introducir un número de reglas.
Acción	Marcar un proceso de evaluación e introducir para el número de reglas un carácter no numérico o dejarlo sin rellenar y pulsar ‘Selecc. Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que no se ha indicado el número de reglas o que el valor introducido no es un valor entero mayor que 0.

**Test 43:** Definir reglas de un Proceso de Evaluación y añadir o quitar reglas.

Requisitos testeados	RF-10
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Definir Reglas’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del proceso.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda para encontrar el proceso deseado y pulsar ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos que cumplen con los criterios de búsqueda, y la posibilidad de marcar uno de ellos, así como un campo de texto para introducir un número de reglas.
Acción	Marcar un proceso de evaluación e introducir el número de reglas que deseamos definir para el proceso y pulsar ‘Selecc. Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con tres campos para cada regla, el correspondiente a los indicadores fuertes, medios y débiles con la posibilidad de añadir y quitar reglas a partir de los botones ‘Añadir Regla’ y ‘Quitar Última Regla’.
Acción	Pulsar el botón ‘Añadir Regla’ o ‘Quitar Última Regla’ cuantas veces sean necesarias para establecer el número de reglas deseadas.
Checkpoint 5	El sistema añadirá una regla o quitará la última Regla según se vayan pulsando los botones de añadir y quitar reglas, salvo cuando

	solo quede una que no dejará quitarla.
Acción 4	Definir las reglas y pulsar el botón ‘Guardar’.
Checkpoint 6	El sistema muestra un mensaje de que las reglas se han creado y asignado correctamente al proceso.

**Test 44:** Definir reglas de un Proceso de Evaluación e introducir un valor no válido en alguna de las componentes de una regla.

Requisitos testeados	RF-10
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Definir Reglas’.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un formulario para realizar la búsqueda del proceso.
Acción	Rellenar los criterios de búsqueda para encontrar el proceso deseado y pulsar ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos que cumplen con los criterios de búsqueda, y la posibilidad de marcar uno de ellos, así como un campo de texto para introducir un número de reglas.
Acción	Marcar un proceso de evaluación e introducir el número de reglas y pulsar ‘Selecc. Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un formulario con tres campos para cada regla, el correspondiente a los indicadores fuertes, medios y débiles.
Acción 4	Introducir un número mayor de indicadores para esa componente que las que existen en el sistema o introducir un valor que no sea entero mayor que cero o simplemente dejar una componente vacía y pulsar el botón ‘Guardar’.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de advertencia indicando que el valor introducido no es correcto según el caso correspondiente.

**Test 45:** Realizar una Evaluación desde Fichero.

Requisitos testeados	RF-11
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.

Acción	Acceder a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Evaluación Fichero’.
Checkpoint 2	El sistema muestra un botón para seleccionar un archivo local y un botón para enviar el archivo a la aplicación
Acción	Pulsar el botón ‘Seleccionar Archivo’.
Checkpoint 3	El sistema abre el explorador del sistema para seleccionar el fichero a cargar.
Acción	Seleccionar el fichero a cargar y pulsar el botón ‘enviar’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 46:** Realizar una Evaluación desde fichero cargando un fichero con el formato incorrecto.

Requisitos testeados	RF-11
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Accede a ‘Gestionar Procesos de Evaluación’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Accede a ‘Evaluación Fichero’.
Checkpoint 2	El sistema muestra un botón para seleccionar un archivo local y un botón para enviar el archivo a la aplicación
Acción	Pulsar el botón ‘Seleccionar Archivo’.
Checkpoint 3	El sistema abre el explorador del sistema para seleccionar el fichero a cargar.
Acción	Seleccionar el fichero con formato distinto al exigido por el sistema y pulsar el botón ‘enviar’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de error indicando que no se ha podido cargar el fichero por no tener un formato válido.

**Test 47:** Obtener los resultados de un proceso de evaluación.

Requisitos testeados	RF-12, RF-13
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a ‘Resultados’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a ‘Evaluación Fichero’.
Checkpoint 2	El sistema muestra un formulario de búsqueda para localizar los procesos deseados.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos de Evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Marcar aquel proceso del que deseemos obtener los resultados, que tenga asignado su conjunto de etiquetas lingüísticas, reglas y además los expertos asignados al mismo hayan cerrado sus evaluaciones. Marcar también el tipo de operador MaxMin o MinMax según convenga y pulsar ‘Sel. Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un diagrama de barras con los resultados obtenidos.

**Test 48:** Obtener los resultados de un proceso de evaluación sin seleccionar ningún proceso de evaluación.

Requisitos testeados	RF-12, RF-13
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Accede a ‘Resultados’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Accede a ‘Evaluación Fichero’.
Checkpoint 2	El sistema muestra un formulario de búsqueda para localizar los procesos deseados.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’.

Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos de Evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar 'Sel. Proceso'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que no se puede continuar por no haber seleccionado ningún proceso de evaluación.

**Test 49:** Eliminar un proceso de evaluación.

Requisitos testeados	RF-06
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Resultados'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación
Acción	Acceder a 'Eliminar Proceso'.
Checkpoint 2	El sistema muestra un formulario de búsqueda para localizar los procesos deseados.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda y pulsar el botón 'Buscar'.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos de Evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Marcar aquel proceso que deseamos eliminar del sistema y pulsar 'Eliminar Proceso'.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de confirmación avisando de que el proceso evaluado será eliminado del sistema.
Acción	Aceptar la operación.
Checkpoint 5	El sistema muestra un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado correctamente.

**Test 50:** Eliminar un proceso de evaluación sin marcar ningún proceso.

Requisitos testeados	RF-06
Precondiciones	Un usuario Administrador identificado, se encuentra en el menú principal del administrador.
Acción	Acceder a 'Resultados'.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar un submenú con las operaciones disponibles para los procesos de evaluación

Acción	Acceder a ‘Eliminar Proceso’.
Checkpoint 2	El sistema muestra un formulario de búsqueda para localizar los procesos deseados.
Acción	Introducir los criterios de búsqueda y pulsar el botón ‘Buscar’.
Checkpoint 3	El sistema muestra una lista de procesos de Evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda.
Acción	Pulsar ‘Eliminar Proceso’.
Checkpoint 4	El sistema muestra un mensaje de advertencia de que no es posible continuar si no se selecciona ningún proceso.

**Test 51:** Realizar una valoración Numérica

Requisitos testeados	RF-14
Precondiciones	Un usuario Experto identificado, se encuentra en el menú principal del Experto.
Acción	Seleccionar un proceso abierto o pendiente de entre los existentes en la lista de procesos asignados al experto y pulsar el botón aceptar o continuar según proceda. Si es abierto también podrá seleccionar el tipo de información en este caso numérica e introducimos un valor para el límite superior.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar la lista de indicadores del formulario asignado al proceso, así como una barra deslizante para hacer las valoraciones acompañado de un campo de texto para introducir la valoración de forma manual si es preciso. También aparecen dos opciones la de valoración y la de sin información.
Acción	Realizar la valoración y pulsar el botón ‘Guardar’ o ‘Cerrar valoración’ según proceda.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 52:** Realizar una valoración Lingüística.

Requisitos testeados	RF-14
Precondiciones	Un usuario Experto identificado, se encuentra en el menú principal del Experto.
Acción	Seleccionar un proceso abierto o pendiente de entre los existentes en la lista de procesos asignados al experto y pulsar el botón aceptar o continuar según proceda. Si es abierto también podrá seleccionar el tipo de información en este caso Lingüística e

	introducimos un valor para el límite superior.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar la lista de indicadores del formulario asignado al proceso, junto a una lista despegable con las etiquetas del conjunto asignado al proceso. También mostrará las opciones de 'Sin información' y 'Sin Conocimiento'.
Acción	Realizar la valoración y pulsar el botón 'Guardar' o 'Cerrar valoración' según proceda.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 53:** Realizar una valoración 2-tupla.

Requisitos testeados	RF-14
Precondiciones	Un usuario Experto identificado, se encuentra en el menú principal del Experto.
Acción	Seleccionar un proceso abierto o pendiente de entre los existentes en la lista de procesos asignados al experto y pulsar el botón aceptar o continuar según proceda. Si es abierto también podrá seleccionar el tipo de información en este caso 2-tupla.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar la lista de indicadores del formulario asignado al proceso, junto a una lista despegable con las etiquetas del conjunto asignado al proceso, una barra deslizante para indicar la traslación simbólica y un campo de texto para hacer lo mismo pero de forma manual. También visualizará las opciones de 'sin información' y 'sin conocimiento'
Acción	Realizar la valoración y pulsar el botón 'Guardar' o 'Cerrar valoración' según proceda.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 54:** Realizar una valoración Grado de Creencias.

Requisitos testeados	RF-14
Precondiciones	Un usuario Experto identificado, se encuentra en el menú principal del Experto.
Acción	Seleccionar un proceso abierto o pendiente de entre los existentes en la lista de procesos asignados al experto y pulsar el botón aceptar o continuar según proceda. Si es abierto también podrá seleccionar el tipo de información en este caso Distribución de Creencias.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar la lista de indicadores del formulario asignado al proceso, una barra deslizante para cada etiqueta del conjunto asignado al proceso, con un campo de texto para

	introducir el valor de forma manual. También visualizará las opciones de ‘valoración’ marcada por defecto y ‘sin información’ y ‘sin conocimiento’
Acción	Realizar la valoración y pulsar el botón ‘Guardar’ o ‘Cerrar valoración’ según proceda.
Checkpoint 2	El sistema debe mostrar un mensaje de éxito de que la operación se ha realizado con éxito.

**Test 55: Mostrar Valoraciones**

Requisitos testeados	RF-14
Precondiciones	Un usuario Experto identificado, se encuentra en el menú principal del Experto.
Acción	Seleccionar un proceso cuyo estado sea cerrado de entre los existentes en la lista de procesos asignados al experto y pulsar el botón ‘Mostrar’.
Checkpoint 1	El sistema debe mostrar la lista de indicadores del formulario asignado al proceso, con la valoración correspondiente según el tipo de información.

**3.6.1.2. Resultados obtenidos**

A continuación mostramos una tabla con los resultados obtenidos, después de realizar los test diseñados sobre nuestra aplicación.

<b>Test 1</b>	
Checkpoint 1	OK
<b>Test 2</b>	
Checkpoint 1	OK
<b>Test 3</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 4</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 5</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK

Checkpoint 5	OK
<b>Test 6</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 7</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 8</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 9</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
Checkpoint 6	OK
<b>Test 10</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
Checkpoint 6	OK
<b>Test 11</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 12</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 13</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 14</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK

Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 15</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 16</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 17</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 18</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 19</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 20</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 21</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 22</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK

<b>Test 23</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 24</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 25</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 26</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 27</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 28</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 29</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 30</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 31</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK

Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 32</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 33</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
<b>Test 34</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 35</b>	
Checkpoint 1	OK
<b>Test 36</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 37</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 38</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 39</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
<b>Test 40</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 41</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK

Checkpoint 5	OK
<b>Test 42</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 43</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
Checkpoint 6	OK
<b>Test 44</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK
<b>Test 45</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 46</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 47</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 48</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 49</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
Checkpoint 5	OK

<b>Test 50</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
Checkpoint 3	OK
Checkpoint 4	OK
<b>Test 51</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
<b>Test 52</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
<b>Test 53</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
<b>Test 54</b>	
Checkpoint 1	OK
Checkpoint 2	OK
<b>Test 55</b>	
Checkpoint 1	OK



---

# CAPÍTULO 4

## Conclusiones

---





## 4.1. Conclusiones finales

El propósito de este proyecto era realizar una aplicación web capaz de automatizar el proceso de *Nuclear Safeguards*, es decir, que sea capaz de llevar a cabo procesos de evaluación donde los expertos expresen sus preferencias usando diferentes dominios de información (numérica, lingüística, 2-tupla y grado de creencias) y generar un resultado agregado y su fiabilidad que permita establecer si determinadas actividades suponen un riesgo de seguridad.

Hay que destacar, la importancia que tiene implantar un sistema como este, pues permite que los expertos puedan dar su valoración desde su puesto de trabajo sin necesidad de realizar reuniones presenciales. El sistema presentado intenta que se tengan en cuenta las valoraciones de todos los expertos, para obtener un resultado que os alerte de una actividad de riesgo. Estas valoraciones serán expresadas en el dominio de expresión más adecuado para cada experto y que podrá ser numérico, lingüístico, 2-tupla y grado de creencias. Además, permite trabajar en situaciones de incertidumbre cuando la información es vaga o imprecisa, independientemente del dominio de expresión utilizado por los expertos, y quedando obviamente reflejado en el resultado final.

Podemos decir, que el propósito del proyecto y los objetivos indicados en el capítulo 1, se han alcanzado con el software desarrollado.

Por otro lado, no debemos olvidar que para diseñar y desarrollar este sistema hemos seguido detenidamente los pasos de la Ingeniería del Software. Para ello hemos comprendido los objetivos de cada etapa y se han puesto en práctica cada una de ellas, observando que todo lo estudiado en la Ingeniería del Software ha dado su fruto.

He adquirido conocimientos para afrontar problemas relacionados con la toma de decisiones, que manejan información heterogénea, para después, agregar esa información y obtener un resultado que permita tomar decisiones, apoyadas en una fiabilidad y que nos permite trabajar en situaciones con información vaga e imprecisa.

Finalmente, comentar que, la realización de este proyecto ha servido para poner en práctica muchas de las metodologías y habilidades adquiridas durante los años de formación académica y otras muchas que he tenido que adquirir durante su desarrollo, como es la importancia de crear aplicaciones cada vez más dinámicas y más próximas a las aplicaciones de escritorio, al mismo tiempo que son cercanas al usuario final y que éste conoce.



---

# BIBLIOGRAFÍA

---





## Bibliografía

- [1] IAEA, 2009. [En línea]. Available: <http://www.iaea.org/OurWork/SV/Safeguards/what.html>.
- [2] IAEA, *Physical Model*, IAEA Departamento of Safeguards, SRT-314, 1999.
- [3] J. Liu, D. Ruan y R. Carchon, «Synthesis and Evaluation Analysis of the Indicator Information in Nuclear Safeguards applications by Computing with Words,» *International Journal of Applied Matematics and Computer Science*, vol. 12, n° 3, pp. 229-462, 2002.
- [4] J. Liu, D. Ruan, H. Wang y L. Martínez, «Improving nuclear safeguards evaluation through enhanced belief rule-based inference methodology,» *International Journal of Nuclear Knowledge Management*, vol. 3, n° 3, pp. 312 - 339, 2009.
- [5] L. Zadeh, «The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning,» *Information Sciences*, vol. 8, n° 1, pp. 199-249; vol. 8, n° 2, pp. 301-357; vol. 9, n° 1, pp. 42-80, 1975.
- [6] IAEA, «La declaración de misión de la AIEA,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.iaea.org/About/mission.html>.
- [7] IAEA, «Estatuto de la Agencia Internacional de la Energía Atómica (A.I.E.A.),» 1989. [En línea]. Available: [http://www.iaea.org/About/statute\\_sp.pdf](http://www.iaea.org/About/statute_sp.pdf).
- [8] I. Maschio, «A decision-support system for safeguards information analysis,» *International Journal of Nuclear Knowledge Management*, vol. 2, n° 4, pp. 410-421, 2007.
- [9] F. Herrera y L. Martínez, «A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision making,» *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Part B: Cybernetics*, vol. 31, n° 2, pp. 227-234, 2001.
- [10] A. Dempster, «"Upper and lower probabilities induced by a multivalued mapping",» *Ann. Math Statist.*, vol. 38, pp. 325-339, 1967.
- [11] G. SHAFER, *A Mathematical Theory Of Evidence*, Princeton University Press, 1976.
- [12] L. Zadeh, «Fuzzy sets,» *Information and Control*, vol. 8, n° 3, pp. 338-353, 1965.
- [13] H. Chernoff, *Elementary decision theory*, New York: Dover Publications, 1987.
- [14] S. Hansson, «Decision theory: A brief introduction,» *Technical report*, Royal Institute of

Technology, 1994.

- [15] R. Duncan y H. Raiffa, *Games and decision: Introduction and Critical Survey*, New York: Dover Publications, 1985.
- [16] E. Triantaphyllou, *Multi-criteria decision making methods: a comparative study*, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [17] D. Choi, B. Ahn y S. Kim, «Multicriteria group decision making under incomplete preference judgments: using fuzzy logic with a linguistic quantifier,» *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 22, nº 6, pp. 641-660, 2007.
- [18] J. Fodor y M. Roubens, *Fuzzy preference modelling and multicriteria decision support*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- [19] R. Gheorghe, A. Bufardi y P. Xirouchakis, «Fuzzy multicriteria decision aid method for conceptual design,» *Cirp Annals-Manufacturing Technology*, vol. 54, nº 1, pp. 151-154, 2005.
- [20] A. Jiménez, S. Ríos-Insúa y A. Mateos, «A decision support system for multiattribute utility evaluation based on imprecise assignments,» *Decision*, vol. 36, nº 1, pp. 65-79, 2003.
- [21] J. Lu, G. Zhang y D. Ruan, «Intelligent multi-criteria fuzzy group decision-making for situation assessments,» *Soft Computing*, vol. 12, nº 3, pp. 289-299, 2008.
- [22] C. Romero, *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones*, Madrid: Alianza Universidad, 1993.
- [23] D. Dubois y H. Prade, *Fuzzy sets and systems: theory and applications.*, New York: Academic Press, Inc., 1980.
- [24] D. Dubois y H. Prade, «Rough fuzzy-sets and fuzzy rough sets,» *International*, vol. 13, nº 2-3, pp. 191-209, 1990.
- [25] S. Greco, B. Matarazzo y R. Slowinski, «Rough sets theory for multicriteria decision analysis,» *European Journal of Operational Research*, vol. 129, nº 1, pp. 1-47, 2001.
- [26] M. Inuiguchi, «Generalizations of rough sets: from crisp to fuzzy cases.,» *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, vol. 4, nº 3066, pp. 26-37, 2004.
- [27] K. Atanassov y G. Gargov, «Interval valued intuitionistic fuzzy-sets,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 31, nº 3, pp. 343-349, 1989.

- [28] J. Kacprzyk y M. Roubens, *Non-conventional preference relations in decision making*, Berlin: Springer-Verlag, 1988.
- [29] T. Tanino, «Fuzzy preference orderings in group decision making,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 12, n° 2, pp. 117-131, 1984.
- [30] T. Tanino, «On Group Decision Making Under Fuzzy Preferences,» *Multiperson Decision Making Using Fuzzy Sets and Possibility Theory*, pp. 172-185, 1990.
- [31] M. Roubens y P. Vincke, *Preference modelling*, Berlín/Heidelberg: Springer-Verlag, 1985.
- [32] J. Kacprzyk, «Group decision making with a fuzzy linguistic majority,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 18, n° 2, pp. 105-118, 1986.
- [33] S. Orlovski, «Decision-making with fuzzy preference relations,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 1, n° 3, pp. 155-167, 1978.
- [34] R. Clemen, *Making Hard Decisions. An Introduction to Decision Analysis*, Belmont, CA: Duxbury Press, 1995.
- [35] M. Roubens, «Fuzzy sets and decision analysis,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 90, n° 2, pp. 199-206, 1997.
- [36] G. Beliakov, R. Mesiar y L. Valaskova, «aggregation operators to empirical data,» *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, vol. 12, n° 2, pp. 219-236, 2004.
- [37] G. Beliakov y J. Warren, «Appropriate choice of aggregation operators in fuzzy,» *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 9, n° 6, pp. 773-784, 2001.
- [38] T. Calvo, R. Mesiar y R. Yager, «Quantitative weight and aggregation,» *IEEE*, vol. 12, n° 1, pp. 62-69, 2004.
- [39] V. Cutello y J. Montero, «Hierarchies of aggregation operators,» *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 9, n° 11, pp. 1025-1045, 1994.
- [40] D. Gómez y J. Montero, «A discussion on aggregation operators,» *Kybernetika*, vol. 40, n° 1, pp. 107-120, 2004.
- [41] J. Montero, «Arrow's theorem under fuzzy rationality,» *Behavioral Science*, vol. 32, n° 4, pp. 267-273, 1987.

- [42] R. Yager, «On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making,» *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 18, n° 1, pp. 183-190, 1988.
- [43] R. Yager, «Aggregation operators and fuzzy system modelling,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 67, n° 2, pp. 129-145, 1993.
- [44] R. Yager, «Aggregation of ordinal information,» *Fuzzy Optimization and Decision Making*, vol. 6, n° 3, pp. 199-2007, 2007.
- [45] K. Arrow, *Social choice and individual values*, New York, London, Sydney: John Wiley & Sons, 1963.
- [46] F. Herrera y E. Herrera-Viedma, «Choice functions and mechanisms for linguistic preference relations,» *European Journal of Operational Research*, vol. 120, n° 1, pp. 144-161, 2000.
- [47] M. Roubens, «Some properties of choice functions based on valued binary relations,» *European Journal of Operational Research*, vol. 40, n° 3, pp. 309-321, 1989.
- [48] R. Keeney y H. Raiffa, *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*, Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- [49] A. Bechara, D. Tranel y H. Damasio, «Characterization of the decision-making deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions,» *Brain*, n° 123, pp. 2189-2202, 2005.
- [50] M. Hsu, M. Baht, R. Adolfs, D. Tranel y C. Camarero, «Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making,» *Science*, vol. 310, n° 5754, pp. 1680-1683, 2005.
- [51] J. Antes, L. Campen, U. Derigs, C. Titze y G. Wolle, «A model-based decision support system for the evaluation of flight schedules for cargo airlines,» *Decision Support Systems*, vol. 22, n° 4, pp. 307-323, 1998.
- [52] D. Bouyssou, T. Marchant, M. Pirlot, P. Perny y A. Tsoukiàs, *Evaluation and Decision Models: A Critical Perspective*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [53] A. Marquez y C. Blanchar, «A decision support system for evaluating,» *Decision Support Systems*, vol. 41, n° 2, pp. 472-487, 2006.
- [54] Ö. Kabak y D. Ruan, «A Cumulative Belief Degree-Based Approach for Missing Values in Nuclear Safeguards Evaluation,» *IEEE Transactions on Knowledge & Data Engineering*, vol. 23, n° 10, pp. 1441-1454, 2009.
- [55] R. Yager, «An approach to ordinal decision making,» *International Journal of Approximate*

*Reasoning*, vol. 12, n° 3-4, pp. 37-261, 1995.

- [56] G. A. Miller, «The Magical Number Seven Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity of Processing Information,» *Psychological Review*, vol. 63, n° 2, pp. 81-97, 1956.
- [57] J. Yang, «Rule and utility based evidential reasoning approach for multiattributte decision analysis under uncertainties",» *Euroean Journal of Operational Research*, vol. 131, n° 2001, pp. 31-61, 1999.
- [58] L. Martinez, J. Liu, D. Ruan y J.-B. Yang, «Dealing with heterogeneous information in engineering evaluation processes,» *Information Sciences*, vol. 177, n° 7, pp. 1533-1542, 2007.
- [59] A. Soyer, O. Kabak y U. Asan, «A fuzzy approach to value and culture assessment and an application,» *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 44, n° 2007, p. 182–196, 2006.
- [60] J. Rumbaugh, I. Jacobson y G. Booch, *The Unified Modeling Language Reference Manual*, Massachusetts: Addison Wesley, 1999.
- [61] E. Cood, «A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks,» *Communications of the ACM*, vol. 13, n° 6, pp. 377-387, 1970.



---

# ANEXO I

## Manual de instalación del servidor

---





Este anexo está dedicado a realizar las configuraciones necesarias para poner en marcha nuestra aplicación.

Las únicas consideraciones previas que han de tenerse en cuenta son que durante todo este manual se ha supuesto que la unidad principal de disco duro es C: y que la unidad principal de disco óptico es D:.

Hemos de decir que nuestro sistema trabajará con un servidor basado en la plataforma Microsoft Windows, por lo que todas estas instalaciones y configuraciones hay que realizarlas teniendo en cuenta dicho Sistema Operativo.

Todo el material necesario para instalar y dejar operativo el servidor se encuentra disponible en el DVD que acompaña a esta memoria. Sitúese en el dispositivo de DVD D:\SistemaWebERE y compruebe que se encuentran los siguientes archivos:

- jdk-7u2-windows-i586-p.exe
- glassfish-3.0.1-web-windows-ml.exe
- mysql-5.1.60-win32.msi
- mysql-gui-tools-5.0-r17-win32
- SistemaRiesgosEnergeticos.war
- Fichero *.sql*

Si es así podemos proceder a la instalación de nuestro servidor inmediatamente. Si falta algún archivo o alguno de ellos se encuentra dañado póngase en contacto con el responsable de la aplicación para subsanar el problema.

### **Paso 1: Instalar la base de datos *MySQL*.**

El primer paso consiste en instalar tanto el Administrador como el cliente de la Base de Datos, pero antes, instalaremos el servidor de la Base de Datos MySQL. Para ello ejecutamos el fichero *mysql-5.1.60-win3.msi* y ejecutamos el fichero *Setup.exe*. En ese momento el asistente nos mostrará la siguiente ventana, Figura I.1.

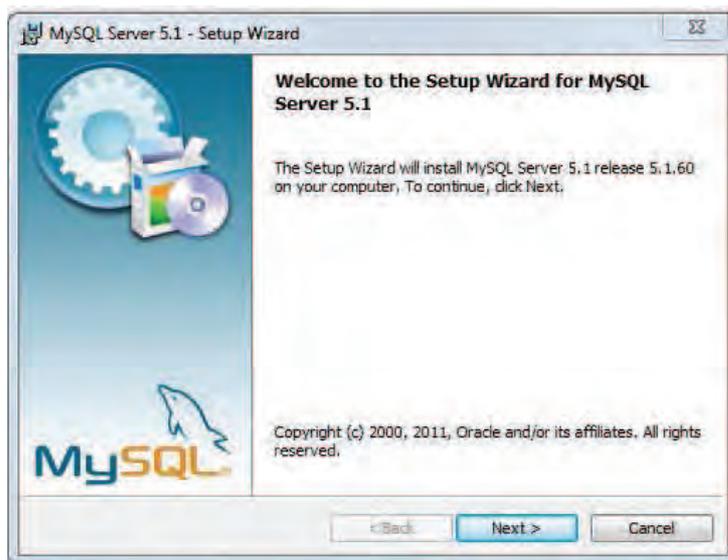


Figura I.1: Ventana principal del asistente de instalación de MySQL

Pulsamos *Next* y el asistente nos preguntará por el tipo de instalación que deseamos, Figura I.2. Seleccionamos la opción *Typical* y pulsamos *Next*.



Figura I.2 Ventana de selección del tipo de instalación

A continuación, el asistente nos informará del tipo seleccionado y del directorio donde se va a instalar el servidor MySQL, Figura I.3. Pulsamos *Install* para comenzar la instalación.

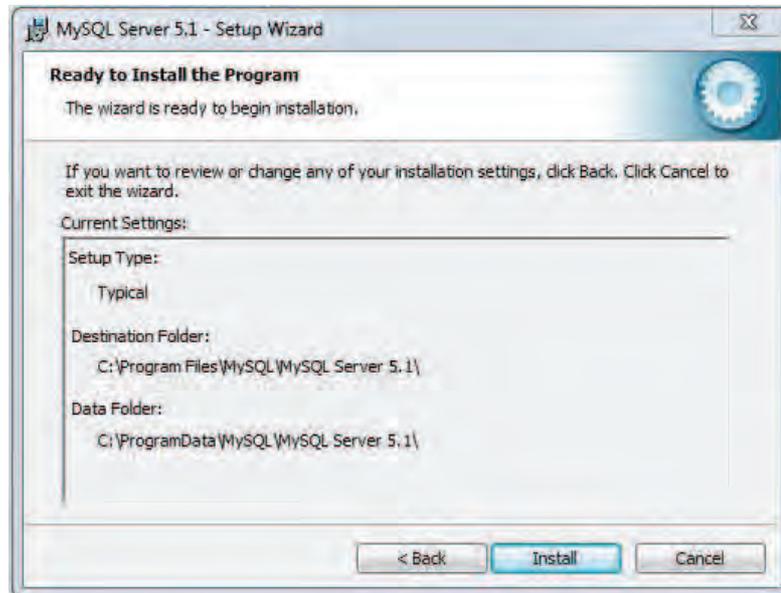


Figura I.3: Ventana de iniciación de instalación del servidor MySQL

Una vez concluida la instalación, el asistente mostrará una ventana indicando que la instalación ha concluido con éxito, Figura I.4. Pulse *Finish* para terminar.



Figura I.4: Ventana de finalización de instalación

Una vez instalado el servidor de Base de Datos MySQL, hay que configurarlo. En la siguiente ventana, Figura I.5, pulsamos *Next*, en ese momento se iniciará el asistente de configuración del servidor MySQL.



Figura I.5: Ventana principal del asistente de configuración

A continuación seleccionamos el tipo de configuración *Reconfigure Instance* y pulsemos *Next*, Figura I.6.



Figura I.6: Ventana de selección del tipo de configuración

En la siguiente ventana, Figura I.7, seleccionamos el tipo de servidor *Server Machine* y pulsamos *Next*.

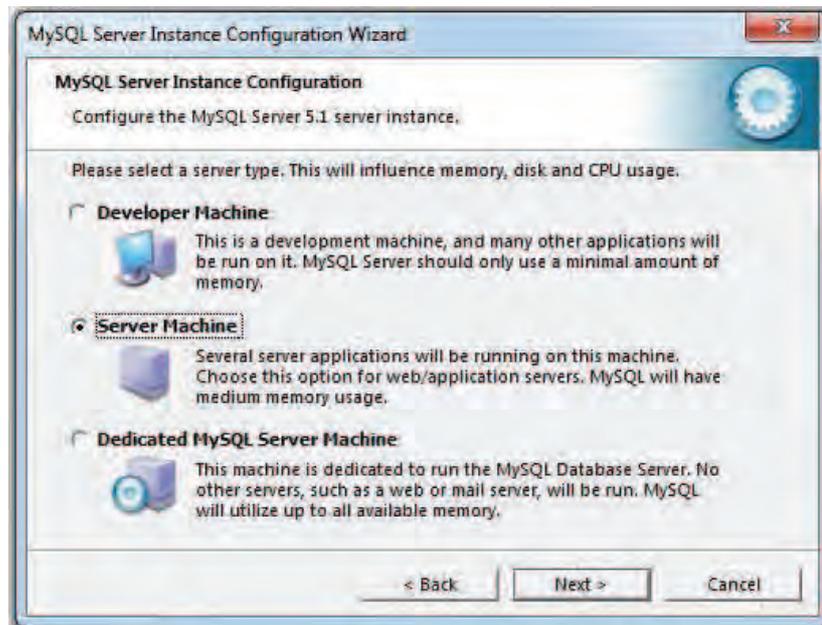


Figura I.7: Ventana de selección del tipo de servidor MySQL

El asistente nos preguntará por el tipo de uso de la base de datos, seleccionamos *Multifunctional Database*, para que nos permita tener accesos concurrentes a la Base de Datos, Figura I.8, y pulsemos *Next*.



Figura I.8: Ventana de selección del tipo de uso de la Base de Datos

En ese momento el asistente nos mostrará una ventana, Figura I.9, donde nos pide el directorio donde van a residir las tablas en el servidor. Dejamos la que viene por defecto y pulsamos *Next*.

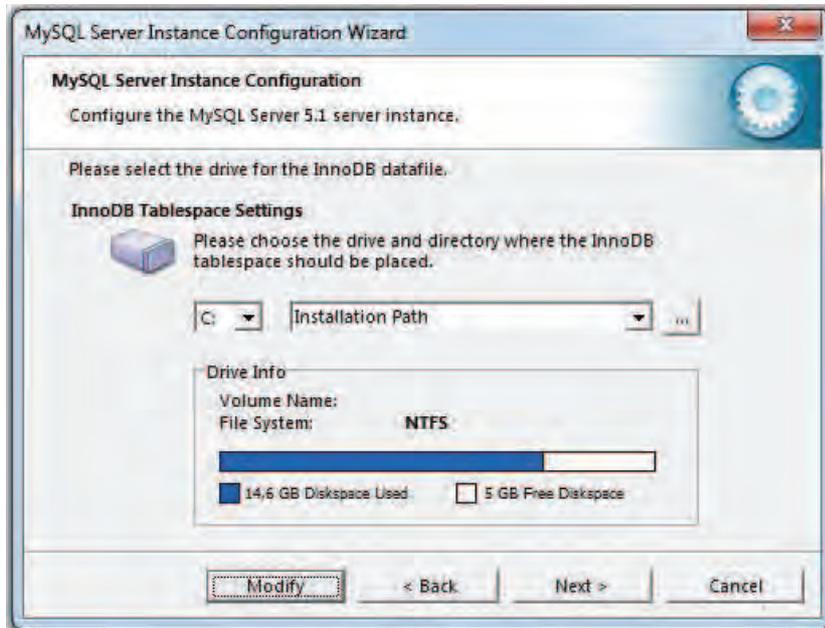


Figura I.9: Ventana de selección del directorio de la Base de Datos

En la siguiente ventana, Figura I.10, seleccionamos la primera o tercera opción y pulsamos *Next*.

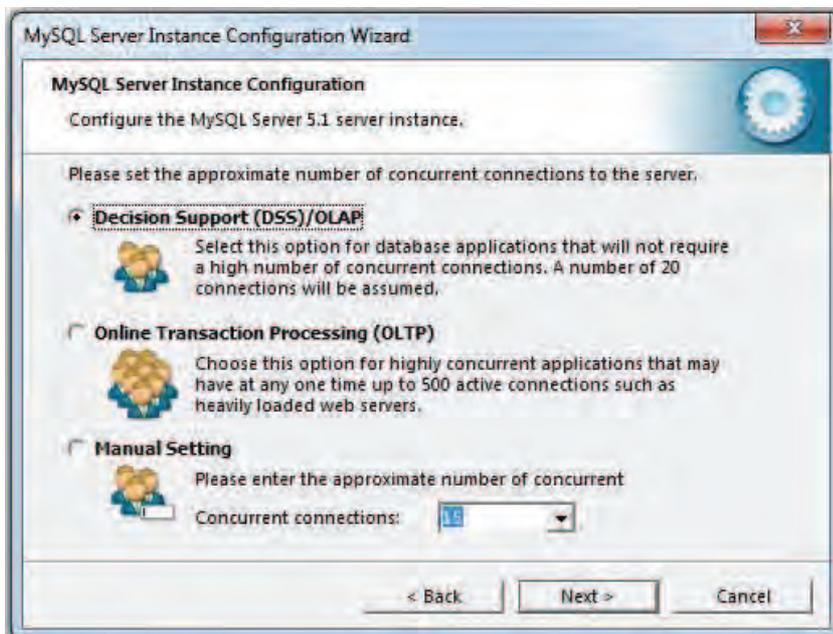


Figura I.10: Ventana de selección del número de conexiones simultáneas

A continuación, debemos indicar el puerto que vamos a usar para conectarnos con el servidor de la Base de Datos MySQL, Figura I.11. Es recomendable que dejemos el que viene por defecto 3306, y pulsamos *Next*.

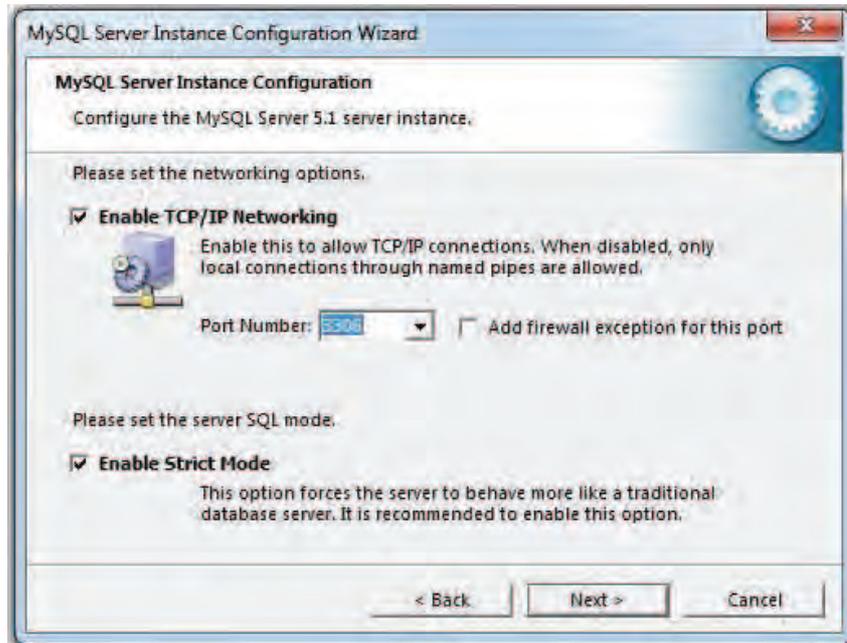


Figura I.11: Ventana de selección del puerto de conexión

Seleccionamos el conjunto de caracteres para representar la información de la Base de Datos. Dejamos la que viene por defecto, Figura I.12, y pulsamos *Next*.

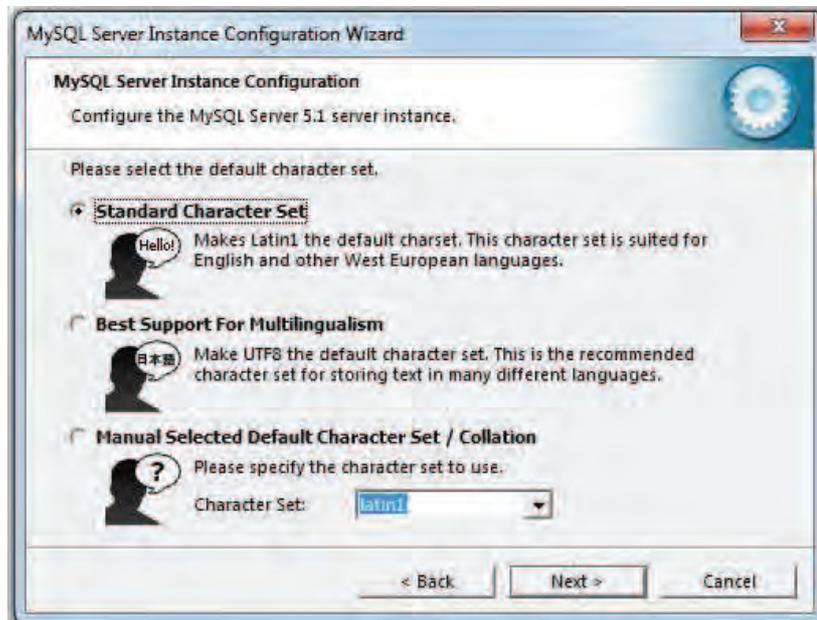


Figura I.12: Ventana de selección del conjunto de caracteres

En la siguiente ventana, Figura I.13, el asistente nos preguntará por el tipo de servicio. Podemos seleccionar las dos opciones o sólo la primera y pulsamos *Next*.



Figura I.13: Ventana de selección del tipo de servicio

Después tenemos que introducir la clave del usuario root del servidor como se muestra en la siguiente ventana, Figura I.14, y pulsemos *Next*.



Figura I.14: Ventana para introducir la contraseña

Finalmente pulsemos *Execute*, Figura I.15.

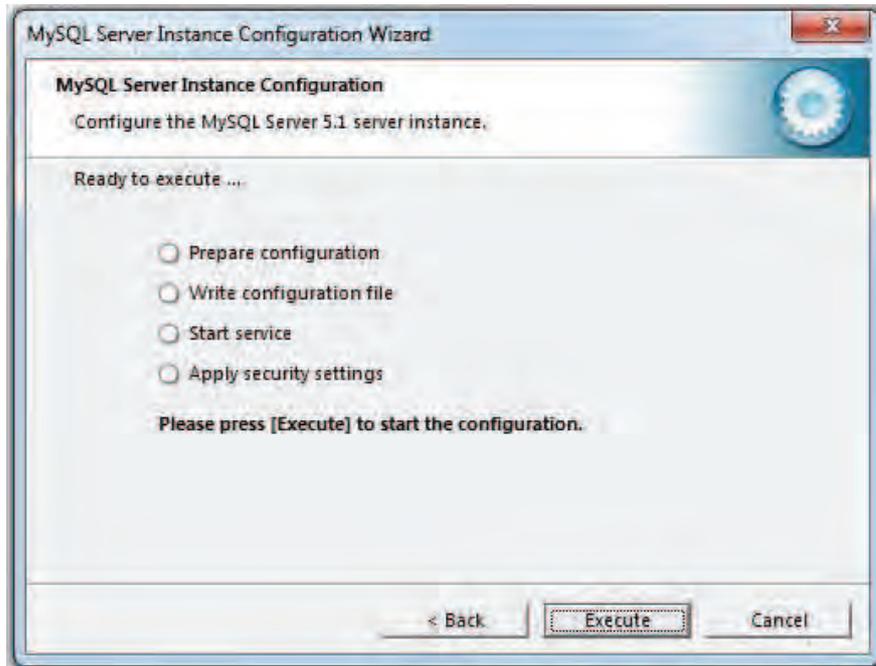


Figura I.15: Ventana de preparación para ejecutar la configuración

El asistente mostrará una ventana indicando que la configuración se ha realizado con éxito, Figura I.16. Pulsamos *Finish* para terminar.

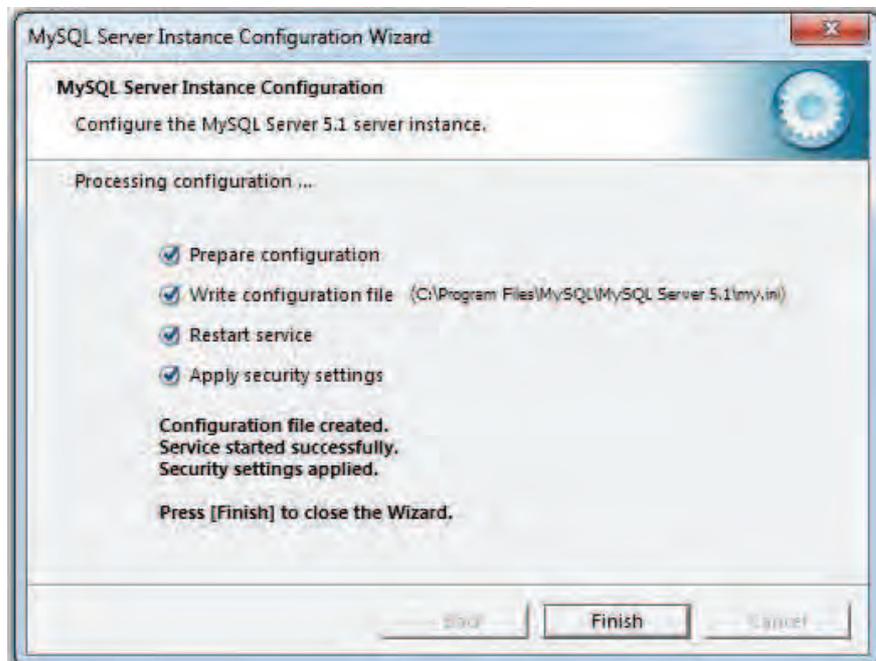


Figura I.16: Ventana de finalización de la configuración del servidor MySQL

**Paso 2: Instalación del *administrador y cliente de MySQL*.**

Utilizaremos un paquete de herramientas de MySQL que contiene los siguientes componentes:

- MySQL Administrator.
- MySQL Query-Browser.
- MySQL Migration Toolkit.

En nuestro caso, únicamente instalaremos los dos primeros.

Para comenzar con la instalación ejecutamos el fichero *mysql-gui-tools-5.0-r17-win32.msi* y nos aparecerá la siguiente ventana, Figura I.17.

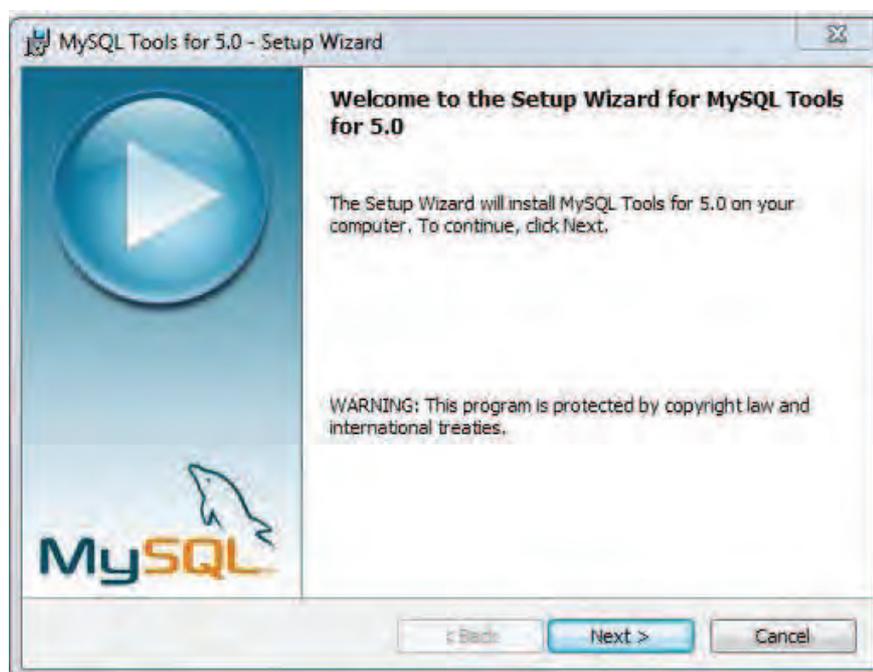


Figura I.17: Ventana principal de instalación de MySQL Tools

Pulsamos *Next* y el asistente nos mostrará una ventana de conformidad con la licencia de software, Figura I.18. Seleccionamos *I accept the terms in the license agreement* y pulsamos *Next*.

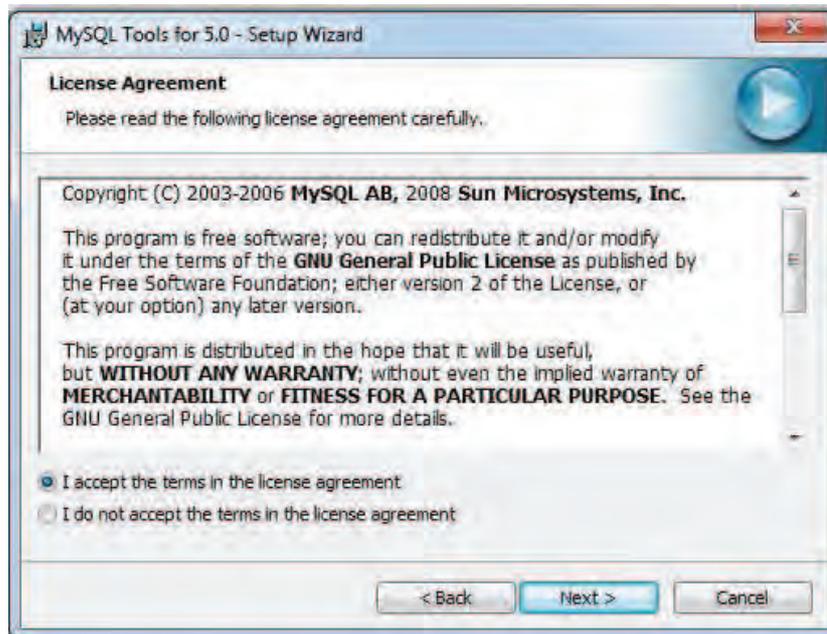


Figura I.18: Ventana de licencia MySQL Tools

A continuación el asistente mostrará una ventana, Figura I.19, indicando el directorio donde se va a instalar MySQL Tools.

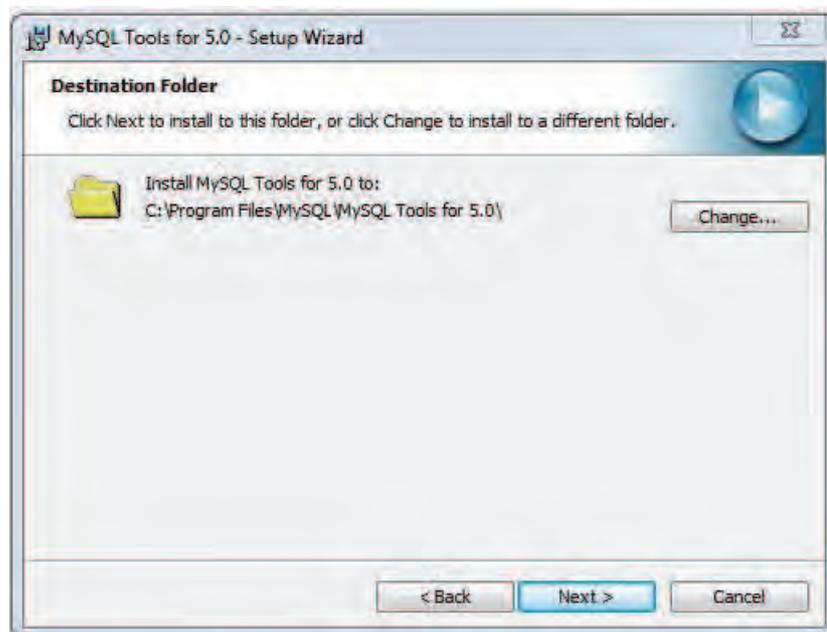


Figura I.19: Ventana de selección del directorio de instalación

Pulsamos *Next* y nos aparecerá una ventana, Figura I.20, donde debemos indicar el tipo de instalación. Seleccionamos la opción *Custom*.

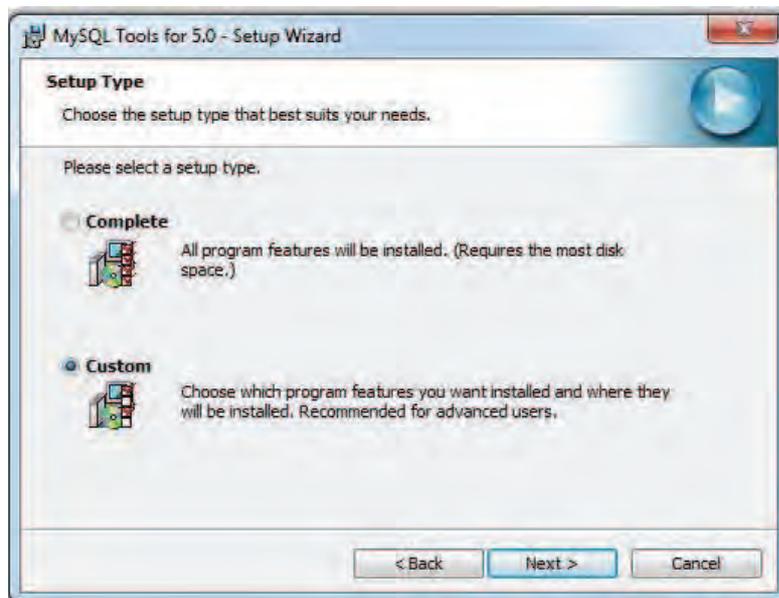


Figura I.20: Ventana de selección del tipo de instalación de MySQL Tools

Pulsemos *Next* y el asistente nos mostrará una ventana, Figura I.21, con todos los componentes que se instalarán.

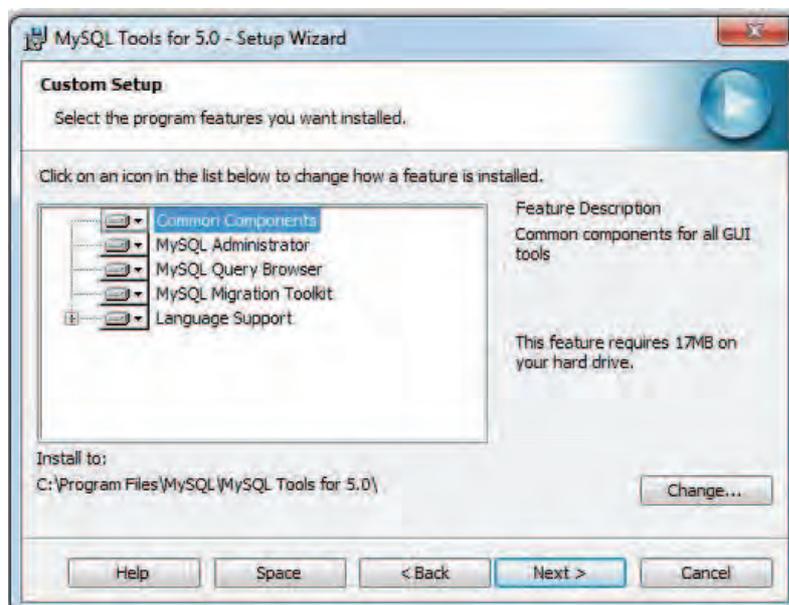


Figura I.21: Ventana con los componentes disponibles

Hacemos click en *MySQL Migration Toolkit* y seleccionamos *This feature will not be available* Figura I.22, para que no se instale este componente. A continuación pulsamos *Next*.

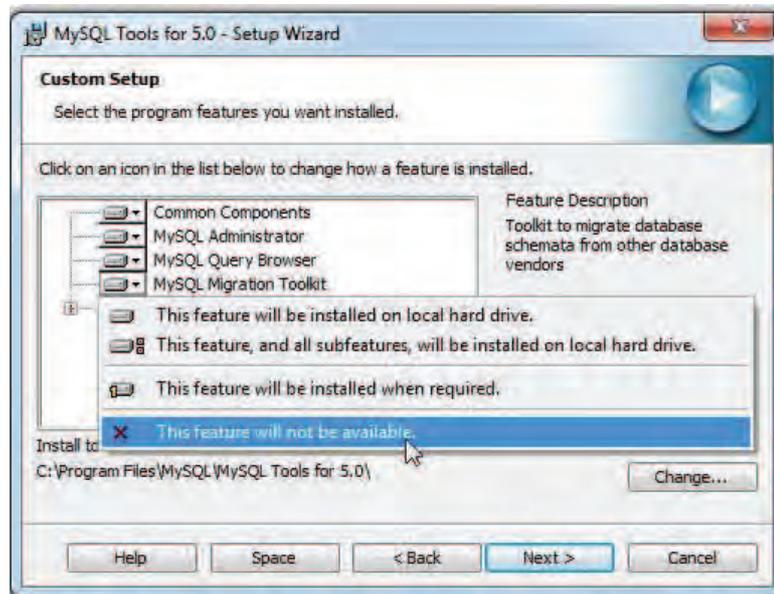


Figura I.22: Ventana para no instalar MySQL Migration Toolkit

El asistente nos mostrará una ventana para comenzar la instalación, Figura I.23. Pulsamos *Install* y la instalación dará comienzo.

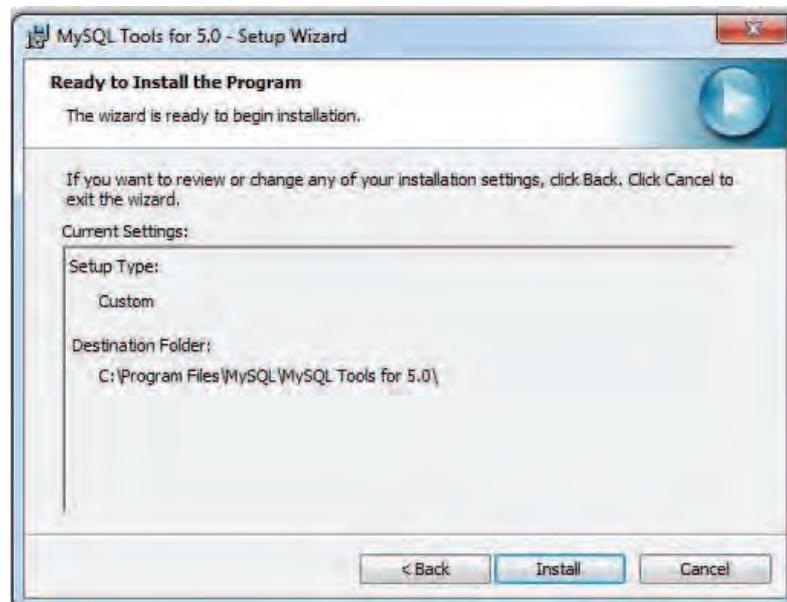


Figura I.23: Ventana para comenzar la instalación

Una vez finalizada la instalación el asistente nos mostrará la siguiente ventana, Figura I.24. Pulsamos *Finish* y la instalación terminará.



Figura I.24: Ventana de finalización de la instalación

### **Paso 3: Crear la Base de Datos de la aplicación.**

Una vez que tenemos instalados los programas que forman la Base de Datos MySQL, el siguiente paso consiste en crear las tablas que formarán la base de datos de la aplicación Sistema de Riesgos Energéticos.

Para ello tenemos dos opciones:

- Crear las tablas manualmente, utilizando MySQL Administrator o MySQL Query-Browser.
- Utilizar el fichero *.sql*

Si decidimos utilizar el fichero *.sql*, tenemos que seguir los siguientes pasos:

Accedemos a MySQL Administrator y pulsamos la opción *Restore*, como podemos ver en la Figura I.25.

A continuación, pulsamos *Open Backup File*, cargamos el archivo *.sql* y pulsamos *Abrir*. Chequeamos la opción *Create DataBase(s) if they don't exist*. Pulsamos *Start Restore* y seguidamente se mostrará un mensaje de éxito.

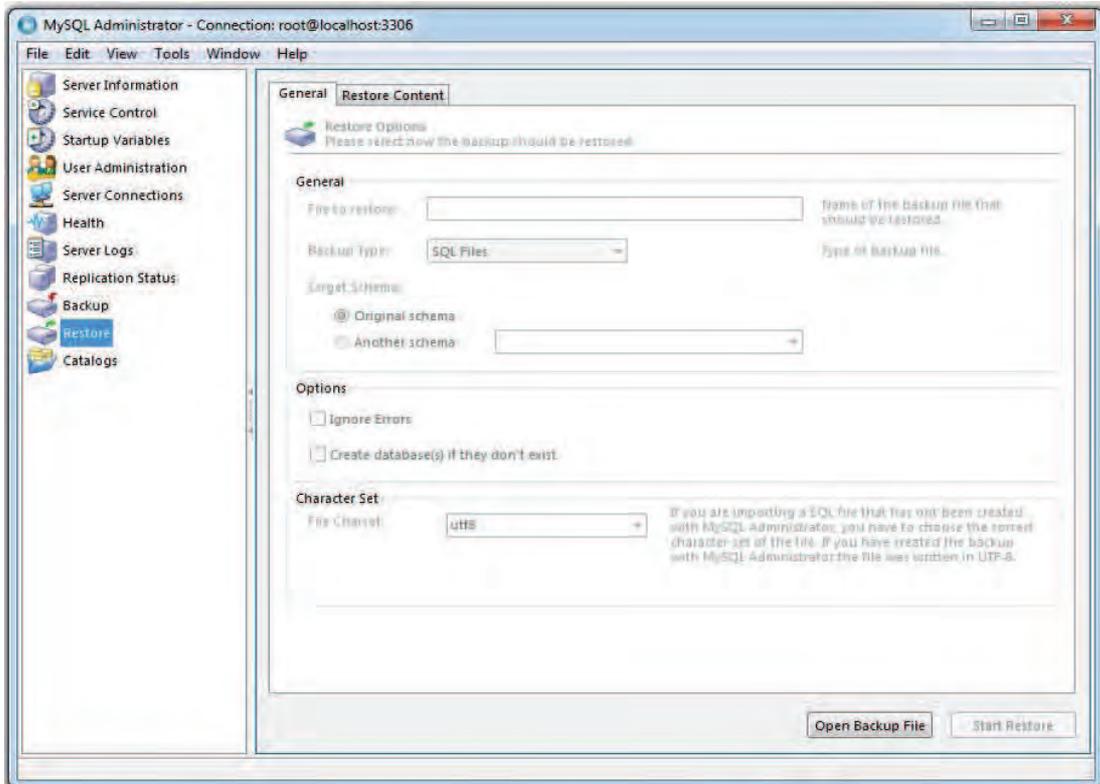


Figura I.25: MySQL Administrator

**Paso 4: Instalar jdk**

Para instalar la JVM (Java Virtual Machine) ejecutamos el archivo que encontraremos en el dvd que acompaña esta memoria llamado *jdk-7u2-windows-i586.exe* y pulsamos *Next* en la ventana de bienvenida Figura I.26.



Figura I.26: Ventana de bienvenida instalación jdk

Una vez finalizada la instalación el asistente nos mostrará la siguiente ventana, Figura I.27. Pulsamos *Continue* y la instalación terminará.



Figura I.27: *jdk* instalado

### **Paso 5: Instalar Glassfish**

Al tratarse nuestro proyecto de una aplicación Web, es lógico necesitar un servidor Web para que proporcione los servicios o responda a las peticiones realizadas por cualquier cliente que se quiera conectar al sistema. Para ello utilizaremos el servidor Web GlassFish.

Para instalar el servidor GlassFish, ejecutamos el fichero de instalación: *glassfish-3.0.1-web-windows-ml* que acompaña al DVD de la memoria. Éste nos mostrará la siguiente ventana, Figura I.28:



Figura I.28: Ventana principal de instalación de GlassFish

Pulsamos *Siguiente*, para comenzar la instalación de GlassFish. Acto seguido, éste nos mostrará la ventana de conformidad con la licencia, Figura I.29.

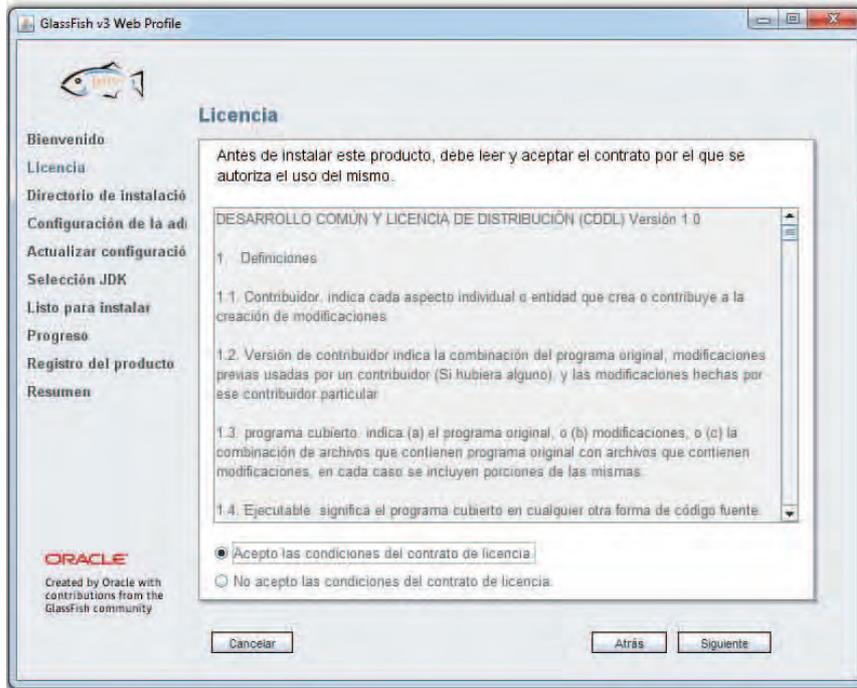


Figura I.29: Ventana de licencia de GlassFish

Seleccionamos *Acepto las condiciones del contrato de licencia* y el asistente nos muestra el directorio donde se va a realizar la instalación, Figura I.30. Pulsamos entonces el botón *Siguiente*.



Figura I.30: Ventana de selección del directorio de instalación

Pulsamos *Siguiente* y el asistente nos mostrará la siguiente ventana de configuración, Figura I.31. En ella nos pedirá el puerto para la conexión http, el puerto del administrador, el nombre de usuario y la contraseña del administrador.



Figura I.31: Ventana de configuración

Dejamos la configuración por defecto e introducimos una contraseña y pulsamos *Siguiente*, el asistente nos pide si queremos actualizar la herramienta de actualización, Figura I.32.

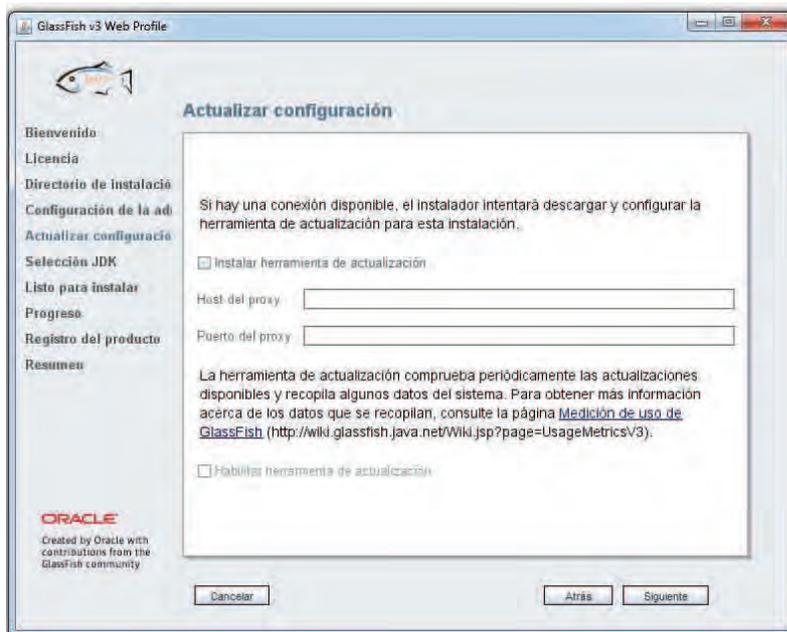


Figura I.32: Ventana de herramienta de actualización

En este caso no la instalaremos y pulsamos *Siguiente*, el asistente nos muestra en la siguiente ventana la selección del directorio donde tengamos instalada el jdk (instalada en el paso anterior), Figura I.33.

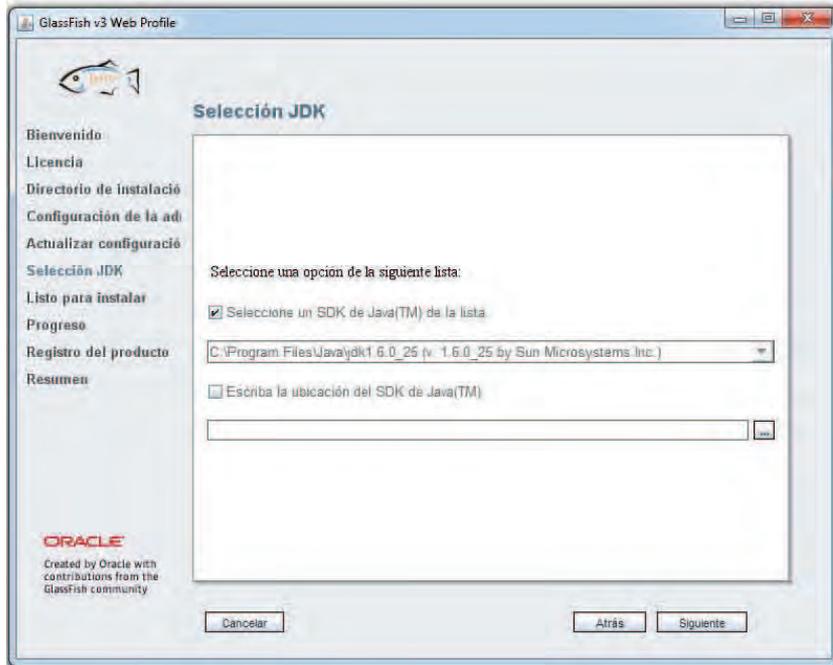


Figura I.33: Ventana de selección del directorio de jdk

Pulsamos el botón *Siguiente*, y en la sucesiva ventana pulsamos *Instalar* para comenzar con la instalación, Figura I.34.

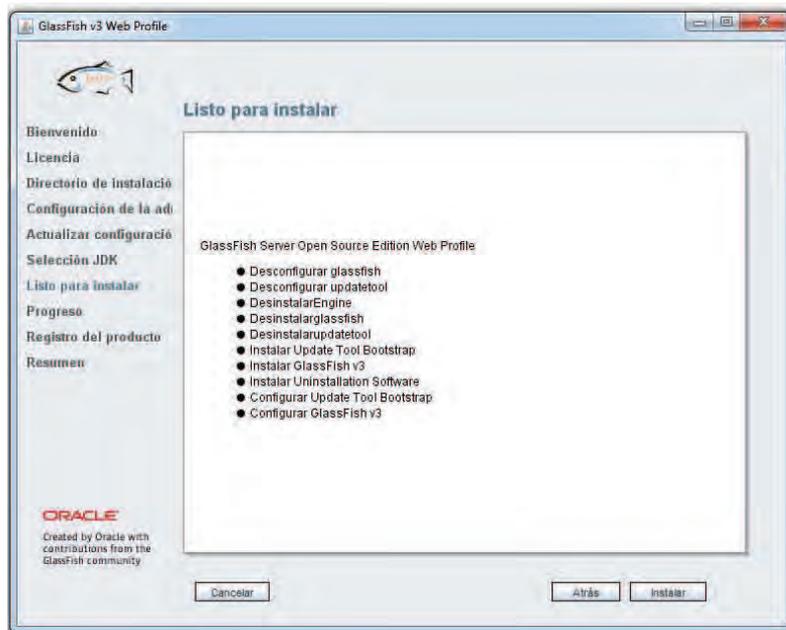


Figura I.34: Ventana Listo para Instalar

Una vez instalado el asistente nos pedirá si deseamos registrarnos, en este caso pulsamos *Omitir registro* y pulsamos el botón *Siguiente*, Figura I.35.

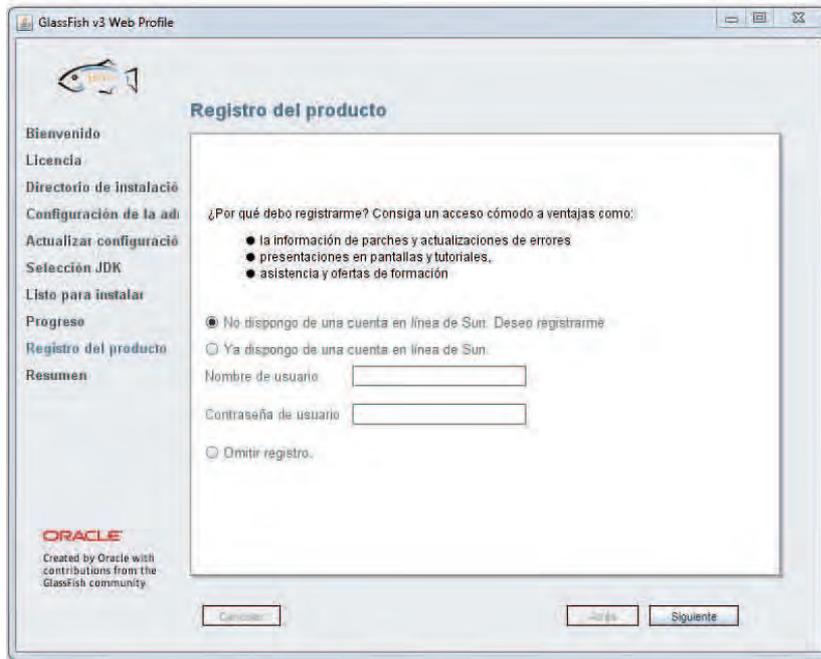


Figura I.35: Ventana registro del producto

El asistente muestra un resumen de la instalación y Pulsamos *Salir* y habremos terminado con la instalación de GlassFish, Figura I.36.

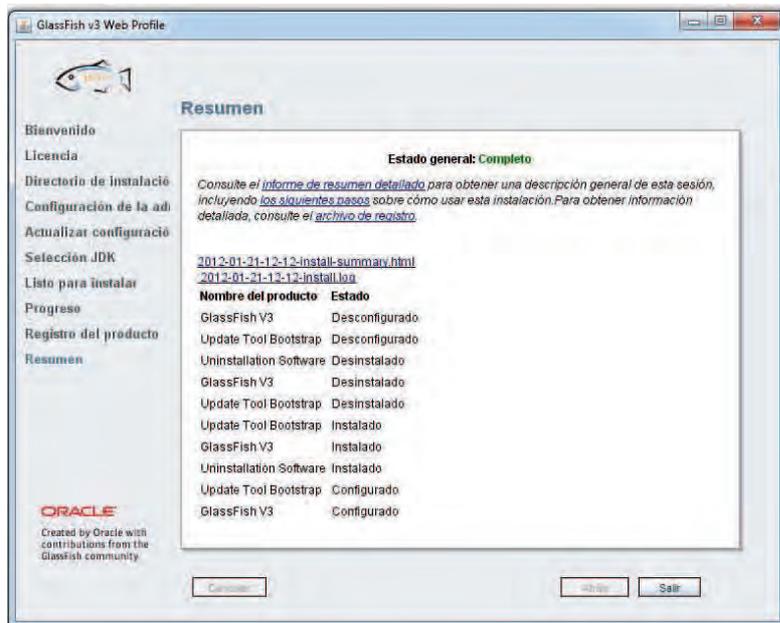


Figura I.36: Resumen de la instalación completada

**Paso 6: Instalación de la aplicación**

Si ya disponemos de un servidor GlassFish sólo tendremos que copiar el archivo SistemaRiesgosEnergeticos.war en el directorio *docroot* donde tengamos instalado el servidor. Una vez hecho esto, podremos acceder a la aplicación tecleando en la barra de direcciones de un navegador [http://www.ip\\_del\\_servidor/SistemasRiesgosEnergeticos/index.jsp](http://www.ip_del_servidor/SistemasRiesgosEnergeticos/index.jsp). En caso contrario, sigamos los pasos 4 y 5.



---

# ANEXO II

## Manual de usuario del Administrador

---





Este manual de usuario está organizado como una visita guiada por la aplicación, cuando accedemos a la misma como Administrador.

El primer paso para utilizar la aplicación es abrir el Navegador (Mozilla Firefox) y teclear la dirección en la que tenemos alojada ésta, que en nuestro caso será:

<http://localhost:8080/SistemaRiesgosEnergeticos/index.jsp>.

Al introducir dicha dirección, nos encontramos con la página de inicio de la aplicación, tal y como se ve en la Figura II.1.



Figura II.1: Entrada al sistema

Para entrar como Administrador debemos introducir el nombre de usuario y contraseña del administrador. Si alguno de estos datos (o los dos) no son correctos, el sistema nos muestra un mensaje de error como se observa en la Figura II.2.



Figura II.2: Mensaje de error en la autenticación

En el caso de una autenticación correcta nos aparece el menú principal del Administrador, como podemos observar en la Figura II.3.



Figura II.3: menú principal del Administrador

En este menú principal podemos encontrar las 4 opciones principales que tiene el Administrador. A continuación veremos cada una de ellas con más detalle.

### 1. Gestión Formularios.

Si hacemos clic en el enlace *Gestionar Formularios* que aparece bajo el icono con un formulario, entraremos en el submenú de *Gestionar Formulario* (Figura II.4).

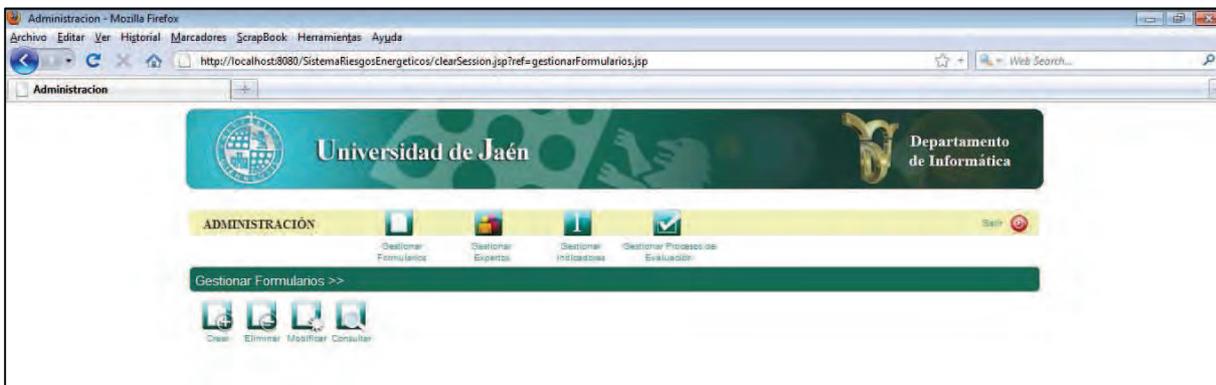


Figura II.4: Submenú Gestionar Formularios

En este submenú aparecen todas las acciones que el Administrador puede realizar sobre los formularios de evaluación. Destacar que en cualquier momento el Administrador puede cambiar de opción y dirigirse a cualquiera de las opciones de su menú principal.

Veamos cada una de las posibles acciones de Gestionar Formularios.

#### Crear

Para crear un formulario de evaluación pulsamos el botón Crear y se abrirá una subventana que contiene los indicadores existentes en el sistema, como se muestra en la Figura II.5. El

Administrador podrá usar el buscador para localizar los indicadores que desea añadir al formulario de evaluación, podrá buscar por coincidencia en los caracteres de la descripción o por el tipo de indicador. Para ello, una vez rellenados los criterios de búsqueda deberá pulsar el botón Buscar.

Para añadir indicadores al formulario de evaluación marcamos las casillas correspondiente a los indicadores que se desean añadir y se pulsa el botón *Añadir Seleccionados*, automáticamente el sistema actualiza la lista de indicadores asignados al formulario de evaluación en la ventana principal. Una vez que se hayan añadido los indicadores se puede pulsar el botón *Finalizar*, para cerrar la ventana de indicadores. Una vez cerrada la subventana de indicadores podemos rellenar el campo *Nombre del Formulario* y crear el nuevo formulario pulsando el botón *Crear Formulario*. Para volver abrir la lista de indicadores solamente habrá que pulsar el botón *Mostrar Indicadores*. Si se ha rellenado correctamente el campo del nombre del formulario evaluación el sistema mostrará el mensaje de éxito reflejado en la Figura II.6.

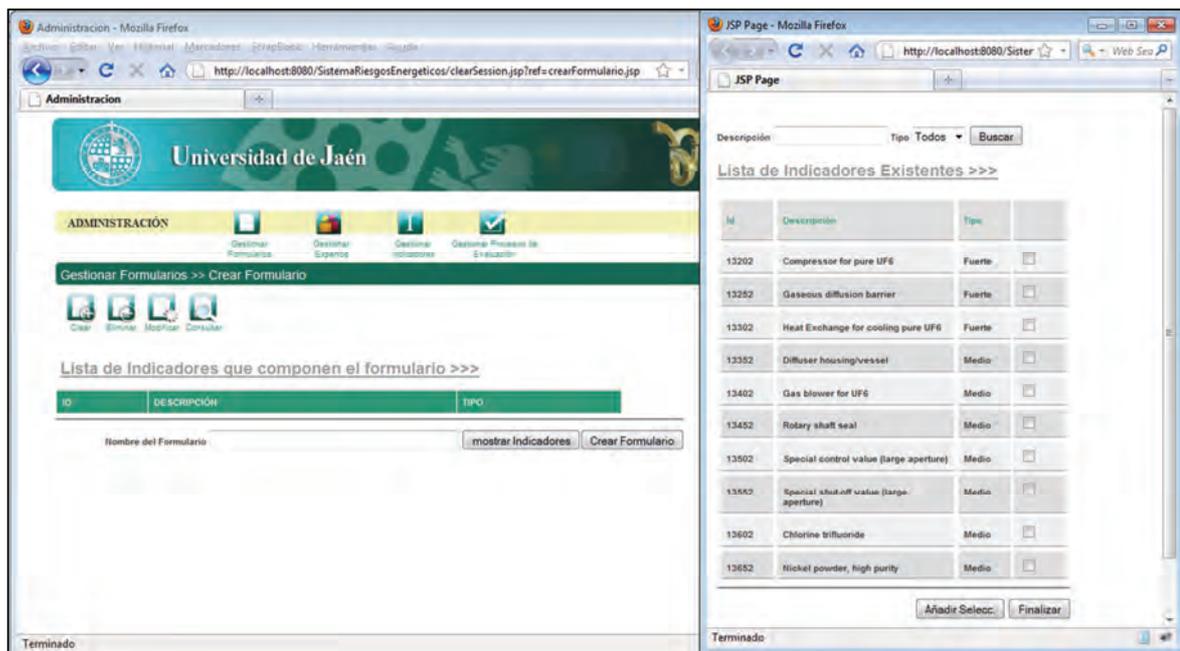


Figura II.5: Crear formulario de evaluación



Figura II.6: Mensaje éxito de la creación de un formulario de evaluación

Si no rellenamos el campo del nombre del formulario de evaluación y pulsamos el botón guardar el sistema informará de este hecho. Podemos visualizarlo en la Figura II.7.

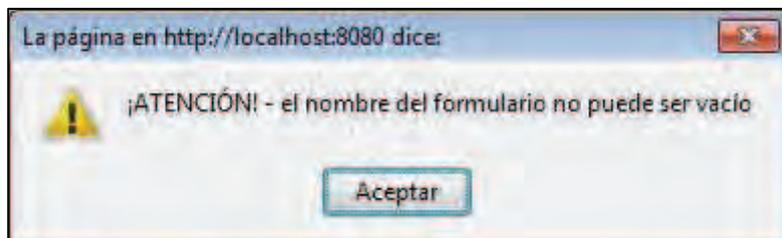


Figura II.7. Mensaje de advertencia de campo Nombre del Formulario vacío

Cuando intentamos añadir un indicador que ya ha sido añadido previamente el sistema informará al Administrador como indica la Figura II.8.

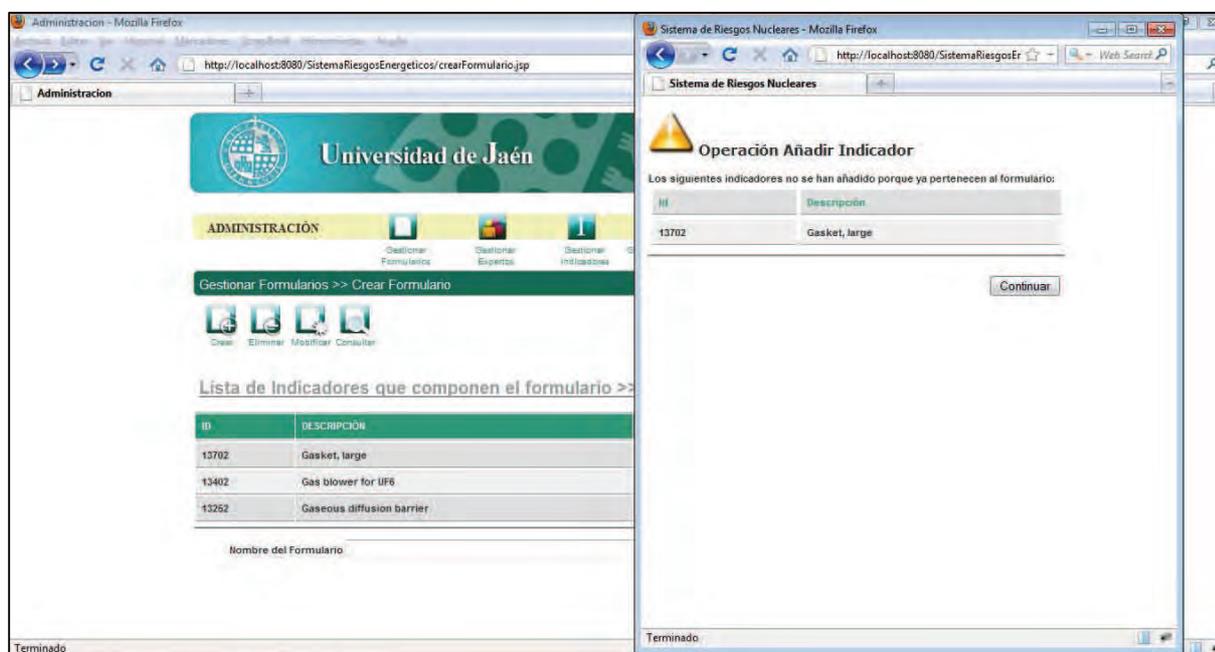


Figura II.8: Advertencia de indicador añadido

## Eliminar

Para eliminar un problema, tenemos que pulsar en el enlace *Eliminar* y el sistema nos muestra un buscador para localizar los formularios que deseamos eliminar, como se puede ver en la Figura II.9.

Una vez seleccionados los formularios de evaluación a eliminar, pulsamos el botón *Eliminar Seleccionados*, el sistema mostrará el mensaje de confirmación que se puede observar en la Figura II.10.

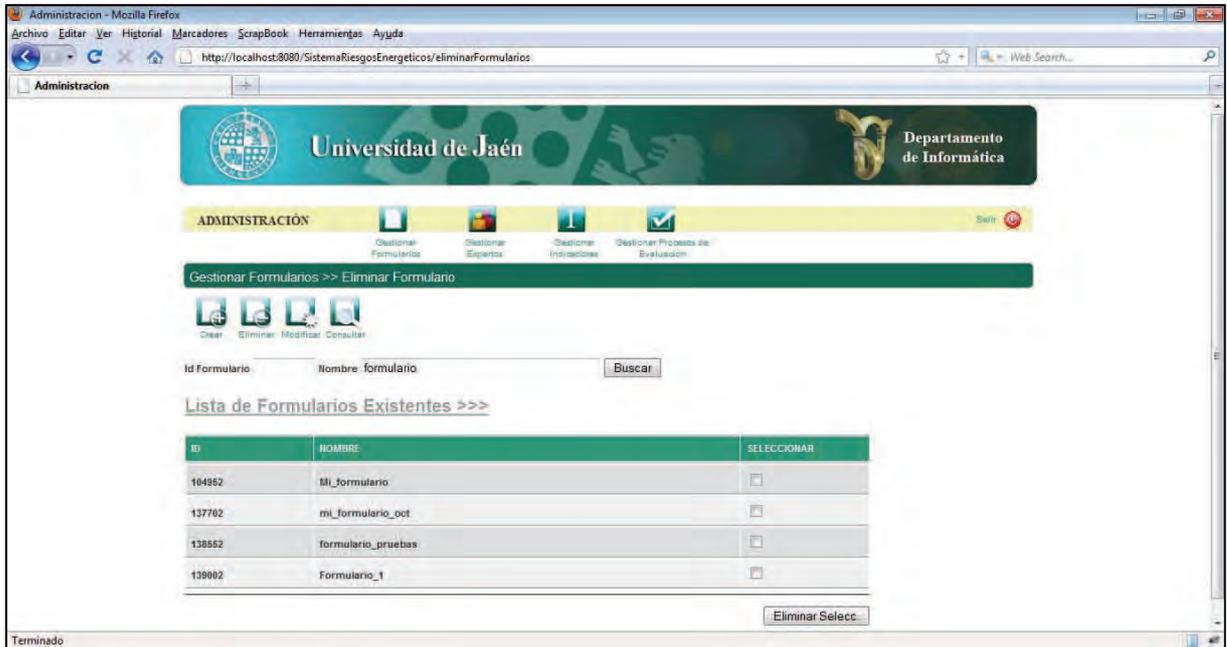


Figura II.9: selección de los formularios de evaluación a eliminar

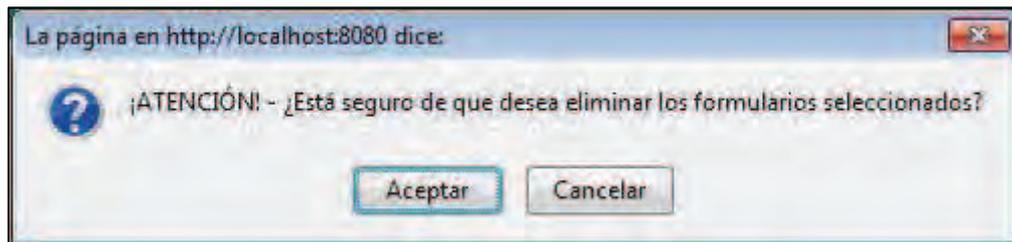


Figura II.10: Mensaje de confirmación ante el borrado de uno o varios formularios de evaluación

Si no se selecciona ningún formulario y se pulsa el botón Eliminar Seleccionado, el sistema dará la advertencia de la Figura II.11:

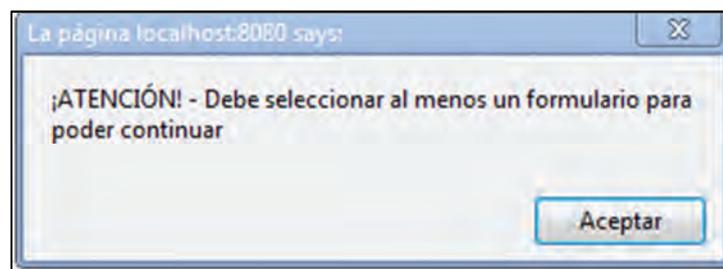


Figura II.11: Mensaje de advertencia cuando no se selecciona ningún formulario y se pulsa el botón "Eliminar Seleccionado."

Cuando no todos los formularios de evaluación seleccionados se eliminan por pertenecer alguno de ellos a un proceso de evaluación, el sistema muestra el mensaje de la Figura II.12. Si no se elimina ninguno mostrará el mensaje de la Figura II.13. Si todos los formularios de evaluación seleccionados son eliminados el sistema muestra el mensaje de la Figura II.14.



Figura II.12: Advertencia al Administrador de los formularios que no han podido ser eliminados



Figura II.13: Error informado cuando no se ha podido eliminar ningún formulario de evaluación



Figura II.14: Mensaje de éxito cuando se han eliminado todos los formularios de evaluación seleccionados

**Modificar**

Para modificar un problema, tenemos que pulsar en el enlace *Modificar* y el sistema muestra nuevamente un buscador para localizar los formularios de evaluación que deseamos modificar. Los criterios de búsqueda volverán a ser el id del formulario y su nombre. Una vez rellenados los criterios de búsqueda pulsamos el botón *Buscar* y el sistema busca los formularios de evaluación que cumplen con los criterios de búsqueda (Figura II.15). Para visualizar la información del formulario de evaluación lo marcamos y pulsamos el botón *Ver Formulario*.

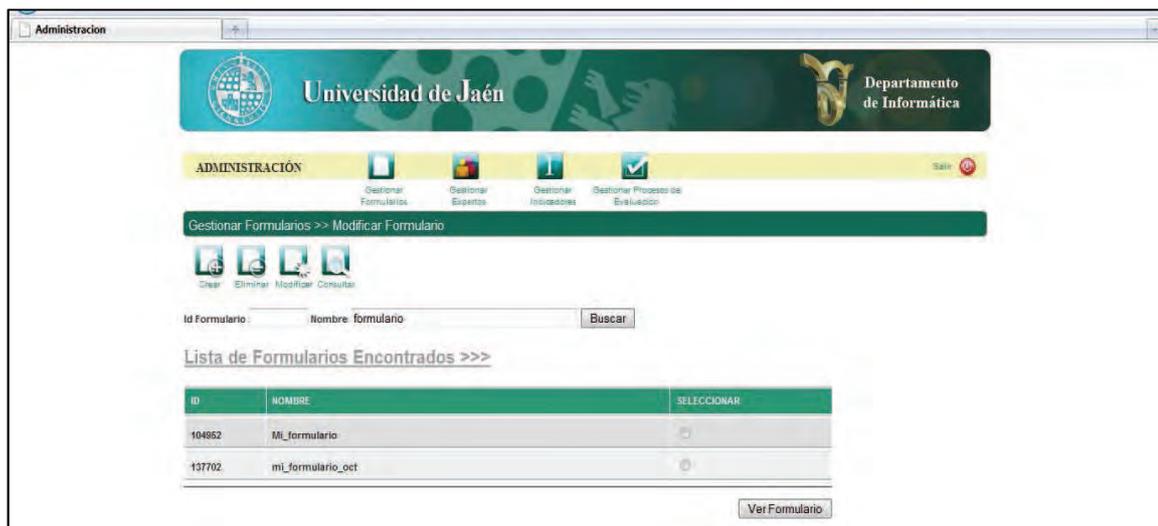


Figura II.15: Seleccionar formulario de evaluación para ser modificado

El sistema nos muestra la información del formulario, y nos permite modificar su nombre y añadir o quitar indicadores, ver Figura II.16. Para añadir indicadores pulsaremos sobre el botón de Indicador con el símbolo + dentro de un círculo. Nos aparece entonces una subventana con los indicadores existentes en el sistema con el mismo funcionamiento que en la operación crear (ver Figura II.5 ). Por el contrario, si se desea quitar indicadores, primero marcaremos los indicadores haciendo clic en los recuadros de la columna *Quitar*. Una vez seleccionados pulsaremos el botón de Indicador con el signo – dentro de un círculo. Para guardar los cambios pulsaremos el botón Guardar Formulario y si todo ha ido correctamente el sistema mostrará un mensaje de éxito (ver Figura II.17).

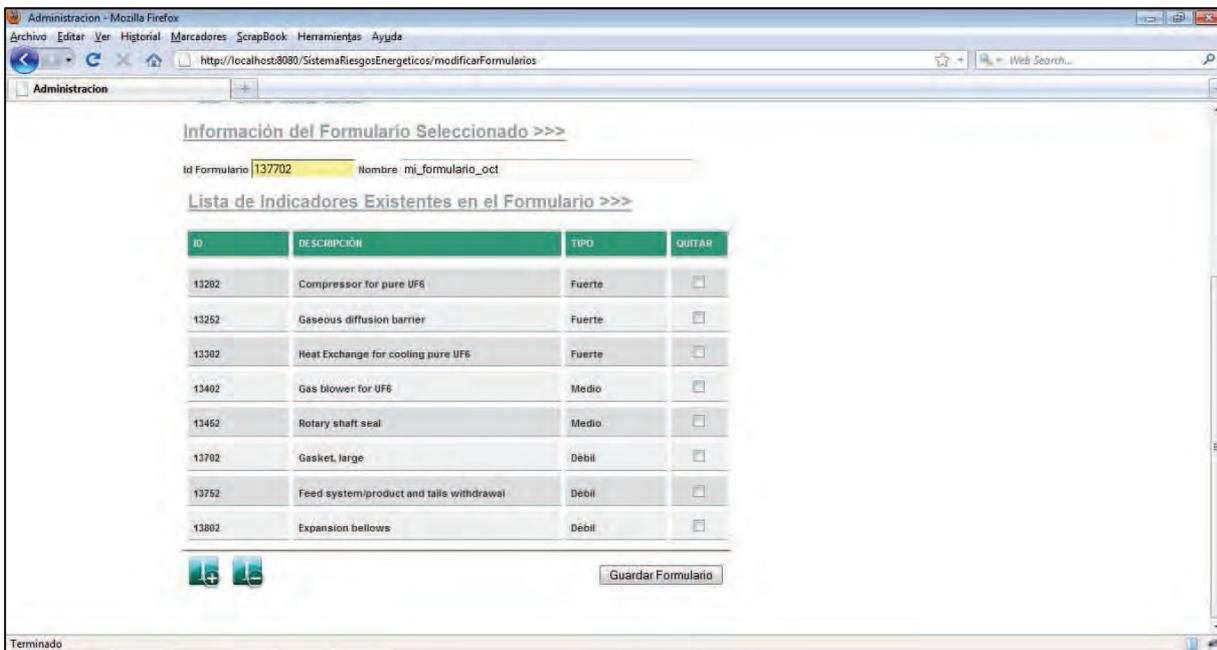


Figura II.16: Visualización del formulario de evaluación para su modificación



Figura II.17: Mensaje de éxito de la operación modificar formulario de evaluación

Si a la hora de guardar el formulario de evaluación, éste está siendo utilizado en un proceso de evaluación, no se debe dejar modificar porque puede haber valoraciones asignadas a los indicadores de dicho formulario de evaluación, por tanto, en el sistema informará del error de la Figura II.18.



Figura II.18: Error a la hora de modificar un formulario de evaluación

**Consultar**

Para consultar la información de un formulario pulsamos el enlace que hay debajo del botón que contiene una lupa dentro del submenú de la gestión de formularios. Nuevamente nos encontraremos con un buscador que nos permitirá acceder a los formularios deseados. Rellenando los criterios de búsqueda como en casos anteriores y pulsando el botón *Buscar* obtendremos los formularios deseados. Una vez efectuada la búsqueda marcaremos aquel formulario que deseamos consultar y pulsaremos el botón *Ver Formulario*. El sistema muestra la información del formulario de evaluación como se muestra en la Figura II.19.

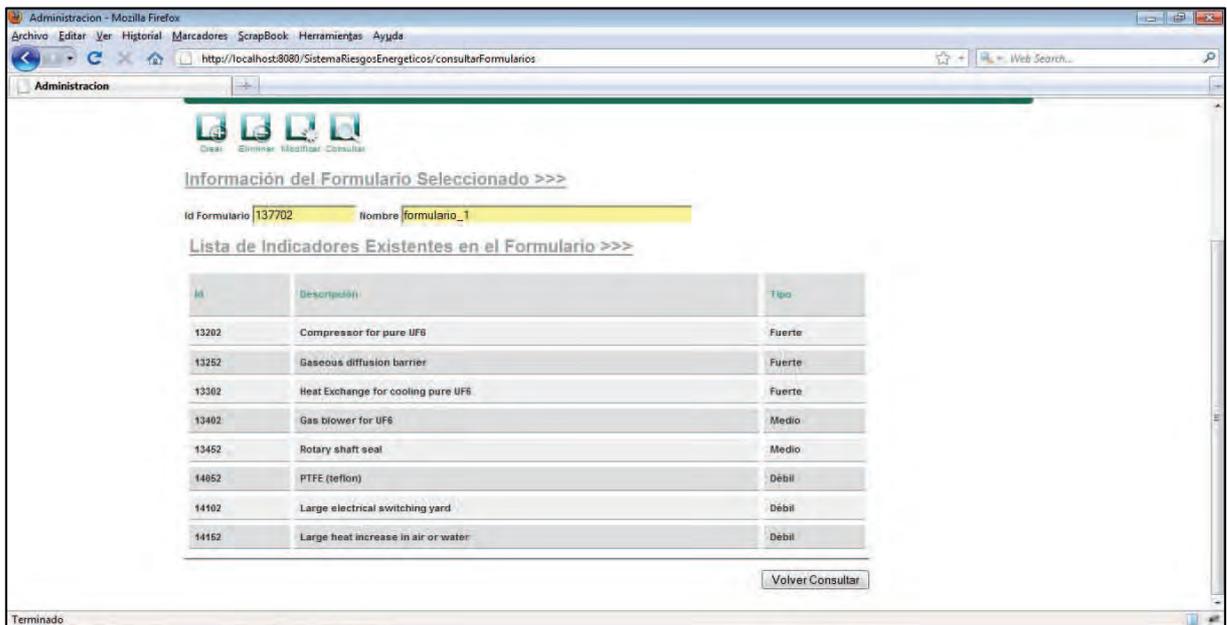


Figura II.19: Consultar formularios de evaluación

## 2. Gestión de Expertos

Si hacemos clic en el enlace *Gestionar Expertos* que aparece bajo el icono con dos siluetas de personas, entraremos en el submenú de *Gestionar Expertos* (Figura II.20).

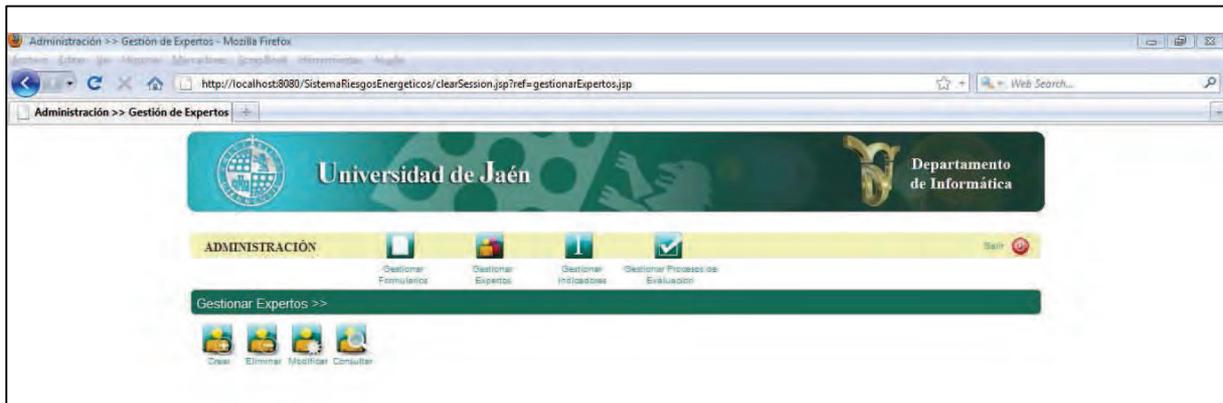


Figura II.20: submenú *Gestionar Expertos*

En este submenú aparecen todas las acciones que el Administrador puede realizar sobre los expertos de evaluación. Destacar que en cualquier momento el Administrador puede cambiar de opción y dirigirse a cualquiera de las opciones de su menú principal.

Veamos cada una de las posibles acciones de Gestionar Expertos.

### Crear

Para crear un Experto pulsamos el botón *Crear* y nos aparecerá un formulario para introducir los datos del experto, *Nif*, *Nombre*, *Apellido*, *Experiencia* y *Clave* como se muestra en la Figura II.21.



Figura II.21: *Crear Experto*

Una vez rellenos todos los campos tenemos dos opciones, si pulsamos *Crear Otro*, se creará el nuevo experto y nos volverá aparecer un nuevo formulario para introducir otro experto con un mensaje que indica que el anterior experto se ha creado con éxito (ver Figura II.22), si por el contrario se pulsa *Guardar y Salir*, el sistema mostrará un mensaje de éxito (ver Figura II.23).



Figura II.22: ventana que se muestra al pulsar el botón "Crear Otro"



Figura II.23: Mensaje de éxito de la creación de un experto.

Cuando se deja un campo vacío, éste informará del error con un mensaje de advertencia, no permitiendo por tanto crear un experto salvo que los datos sean correctos.

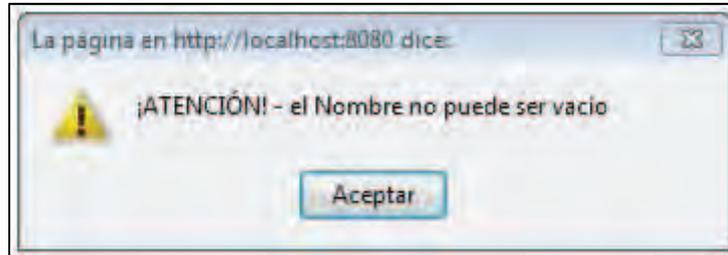


Figura II.24: Tipo de mensaje de advertencia que se muestra cuando se deja un campo vacío

Si la información introducida en el campo Nif ya existe en el sistema para otro usuario experto del sistema el sistema mostrará el siguiente mensaje de error:



Figura II.25: Mensaje de error que se muestra cuando se introduce un Nif que ya existe para otro experto del sistema.

## Eliminar

Para eliminar un experto, tenemos que pulsar en el enlace *Eliminar* del submenú *Gestionar Expertos* (Figura II.20), entonces el sistema nos muestra un buscador para localizar los expertos que deseamos eliminar, como se puede ver en la Figura II.26. Los criterios de búsqueda en este caso son el *Nif*, *Apellido* y *Experiencia*. Si pulsamos el botón *Buscar* el sistema mostrará aquellos expertos que cumplen los criterios de búsqueda introducidos. Si se dejan los campos *Nif* y *Apellido* en blanco y está marcada en la *Experiencia* la opción *Todos* y se pulsa el botón *Buscar*, se muestran todos los expertos del sistema.

Una vez que tenemos la lista de expertos, marcamos aquellos que deseamos eliminar haciendo clic en el recuadro correspondiente al experto de la columna *SELECCIONAR*, y pulsamos el botón *Eliminar*. El sistema nos pide confirmación para poder realizar la operación, para llevar a cabo la operación, por tanto, pulsaremos el botón *Aceptar* o *Cancelar* si queremos evitar el borrado de los expertos seleccionados (ver Figura II.27).

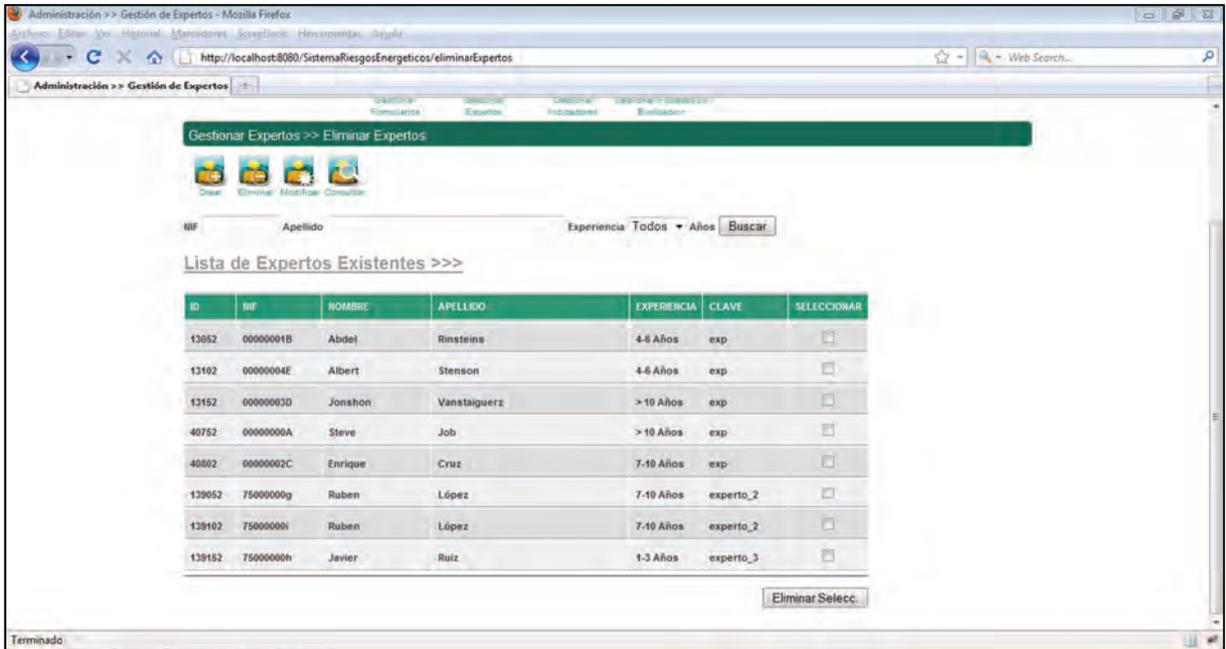


Figura II.26: eliminar expertos

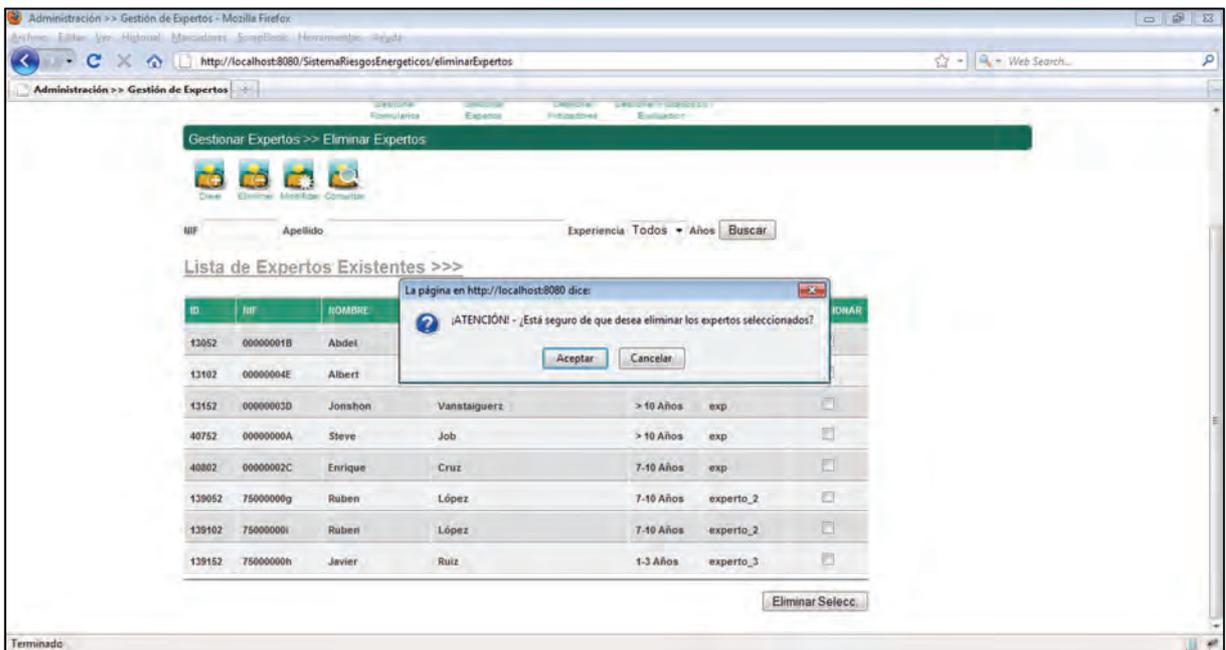


Figura II.27: Cuadro de confirmación antes de eliminar un experto

Si todo ha ido bien el sistema mostrará un mensaje de que la operación se ha realizado con éxito (ver Figura II.28).



Figura II.28: Mensaje de éxito al eliminar expertos del sistema

Por el contrario, si se ha pulsado el botón *Eliminar Seleccionados* sin haber marcado ningún indicador el sistema muestra el mensaje de advertencia de la Figura II.29

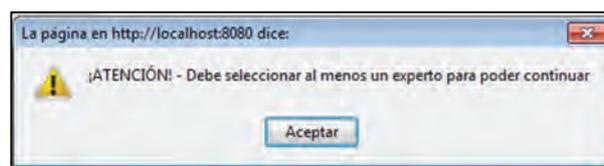


Figura II.29: Mensaje de advertencia cuando no se ha seleccionado ningún experto y se ha pulsado el botón "Eliminar Seleccionados".

Si hay expertos de los seleccionados que forman parte de un proceso de evaluación el sistema no podrá eliminarlos, por tanto, si no es posible eliminar ninguno de los expertos seleccionados se mostrará el mensaje de la Figura II.30, si se eliminan solo aquellos que no pertenecen a ningún proceso de evaluación se mostrará el mensaje de la Figura II.31, y si se eliminan todos los expertos seleccionados el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.32.



Figura II.30: mensaje de error cuando no es posible eliminar ningún experto de los seleccionados por el Administrador



Figura II.31: Mensaje de advertencia que informa de que solo algunos expertos han sido eliminados de los seleccionados



Figura II.32: Mensaje de éxito de la operación eliminar expertos.

## Modificar

Para modificar un experto pulsaremos en el enlace *Modificar* del submenú de *Gestionar Expertos* (ver Figura II.20). Como en ocasiones anteriores nos aparecerá un buscador para localizar los expertos deseados (ver Figura II.33). Marcamos en la columna *Seleccionar* aquel que deseamos modificar y pulsamos el botón *Modificar Seleccionado*. Nos aparecerá un formulario con la información del experto. Como en la operación crear no debemos dejar ningún campo vacío, en caso contrario el sistema mostrará un mensaje de advertencia como el de la Figura II.24. Si se modifica el Nif y este ya existe el sistema mostrará un mensaje de error como la Figura II.34. Si hemos rellenado correctamente la información del experto y pulsamos Guardar y Salir el sistema muestra el mensaje de la Figura II.35.

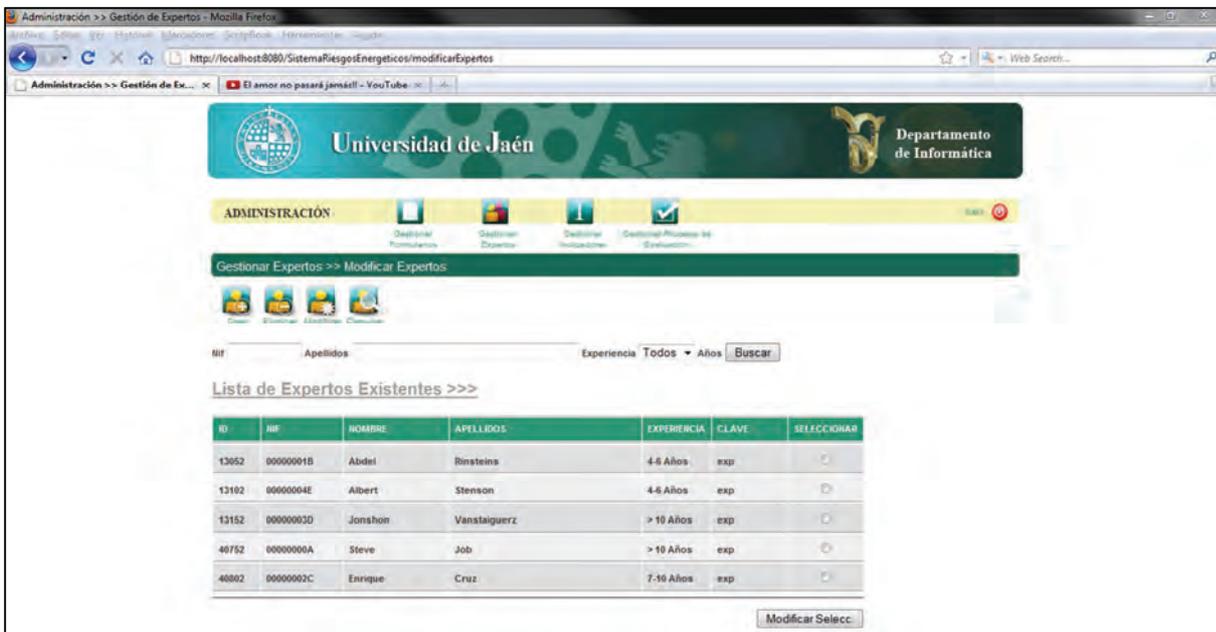


Figura II.33: Selección del experto en la operación Modificar Expertos.



Figura II.34: Error de Nif existente a la hora de modificar un experto.



Figura II.35: Mensaje de éxito de la operación modificar experto.

### Consultar

Para consultar los expertos del sistema debemos pulsar en el enlace *Consultar* del submenú *Gestionar Expertos*. Nuevamente nos vuelve aparecer el buscador para localizar el experto que deseamos consultar. Introducimos los criterios de búsqueda y pulsamos el botón *Buscar*. El sistema mostrará una lista con la información de los expertos que cumplen con los criterios de búsqueda establecidos, como puede verse en la Figura II.36.

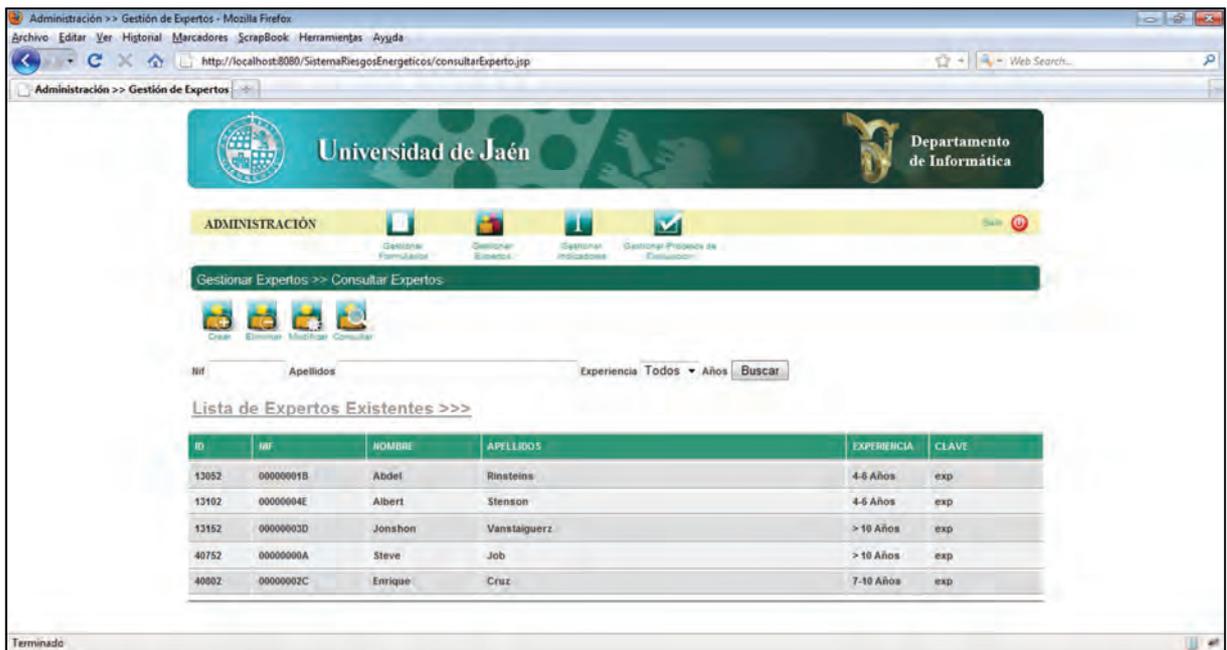


Figura II.36: Operación consultar expertos.

### 3. Gestionar Indicadores

El procedimiento para la gestión de indicadores es muy similar al utilizado en la gestión de expertos. Para acceder, pulsaremos el enlace *Gestionar Indicadores* del menú principal del Administrador (ver Figura II.3) y nos aparecerá el submenú de *Gestionar Indicadores* Figura II.37.



Figura II.37: Submenú Gestionar Indicadores.

Pasaremos a detallar las operaciones disponibles en este submenú relativo a los indicadores.

## Crear

Para crear un nuevo indicador, pulsaremos en el enlace *Crear* del submenú Gestionar Indicadores (ver Figura II.37). El sistema mostrará un campo para introducir la descripción del indicador y una lista desplegable para seleccionar el tipo del indicador (Figura II.38).



Figura II.38: Pantalla que aparece cuando pulsamos "Crear" en el submenú Gestionar Indicadores

Evitaremos dejar vacío el campo descripción para que el sistema no muestre el mensaje de advertencia de la Figura II.39.

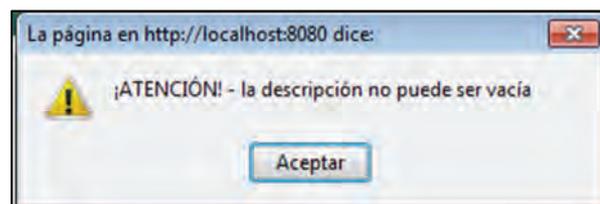


Figura II.39: Mensaje de advertencia que da el sistema cuando no se rellena el campo "Descripción" de un indicador.

Una vez introducida la descripción y seleccionado el tipo del indicador tenemos dos opciones, *Crear Otro* y *Guardar y Salir*. Si pulsamos el botón *Crear Otro* el sistema creará el indicador y volverá a mostrar nuevamente el formulario de crear indicador, con un mensaje de éxito si el indicador se ha creado correctamente como puede observarse en la figura. Si se pulsa *Guardar y Salir* el sistema mostrará el mensaje de éxito de la Figura II.40.



Figura II.40: Pantalla que se muestra cuando se crea un indicador habiendo pulsado el botón "Crear Otro"



Figura II.41: Mensaje de éxito cuando se ha creado correctamente un indicador pulsando el botón "Guardar y Salir"

## Eliminar

Para eliminar un indicador debemos pulsar el botón *Eliminar* del submenú *Gestionar Indicadores* (ver Figura II.37). El sistema muestra entonces como en opciones anteriores un buscador para localizar los indicadores que deseamos eliminar. Para ello los criterios de búsqueda en esta ocasión serán: *Id Indicador*, *Descripción* y *Tipo* del indicador. Si pulsamos el botón *Buscar*, nos aparecerán aquellos indicadores que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos. Si dejamos en blanco los campos *Id Indicador*, *Descripción* y está seleccionada en *Tipo* la opción *Todos*, se mostrarán entonces todos los indicadores del sistema (ver Figura II.42).

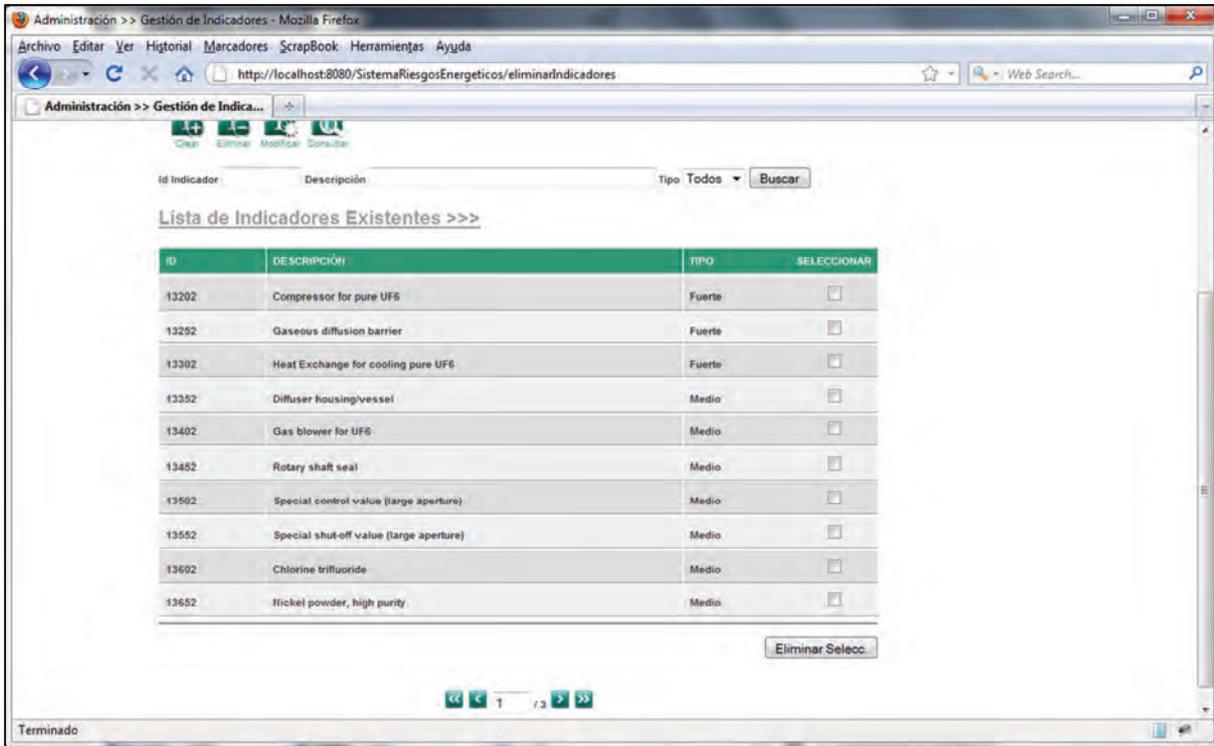


Figura II.42: Buscador de la operación eliminar indicador.

Una vez que tenemos localizados los indicadores que deseamos eliminar deberemos marcarlos haciendo clic en su recuadro correspondiente en la columna SELECCIONAR y pulsar el botón Eliminar Selecc. . Si no se ha seleccionado ningún indicador y se pulsa el botón Eliminar Selecc. , el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.43 .

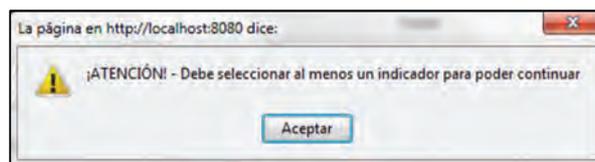


Figura II.43: Mensaje de advertencia cuando no se selecciona ningún indicador y se pulsa el botón "Eliminar Selecc.".

Si nos encontramos en la situación de que tenemos indicadores seleccionados al pulsar el botón *Eliminar Selecc.*, el sistema mostrará un mensaje de confirmación de la operación como se muestra en la Figura II.44.

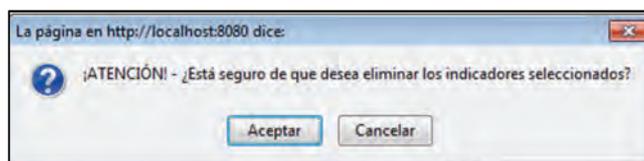


Figura II.44: Mensaje de confirmación de la operación de eliminar indicadores.

Si se eliminan todos los indicadores correctamente el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.45. Si solo pueden ser eliminados algunos debido a que el resto pertenecen a un formulario de evaluación el sistema informará con el mensaje de la Figura II.46. Si todos los indicadores pertenecen a un formulario de evaluación no se podrán eliminar y por tanto el sistema informará del error con el mensaje de la Figura II.47.



Figura II.45: Mensaje de éxito a la hora de eliminar uno o varios indicadores



Figura II.46: Advertencia cuando solo son eliminados algunos de los indicadores seleccionados



Figura II.47: Error cuando no se elimina ningún indicador de entre los seleccionados.

## Modificar

Para Modificar un conjunto de indicadores pulsaremos en el enlace Modificar del submenú Gestionar Indicadores (ver Figura II.37). De nuevo nos encontramos un buscador para localizar los indicadores que deseamos modificar. Introducimos los criterios de búsqueda y pulsamos el botón Buscar, nos aparece entonces una lista con los indicadores que cumplen los criterios de búsqueda (ver Figura II.48).

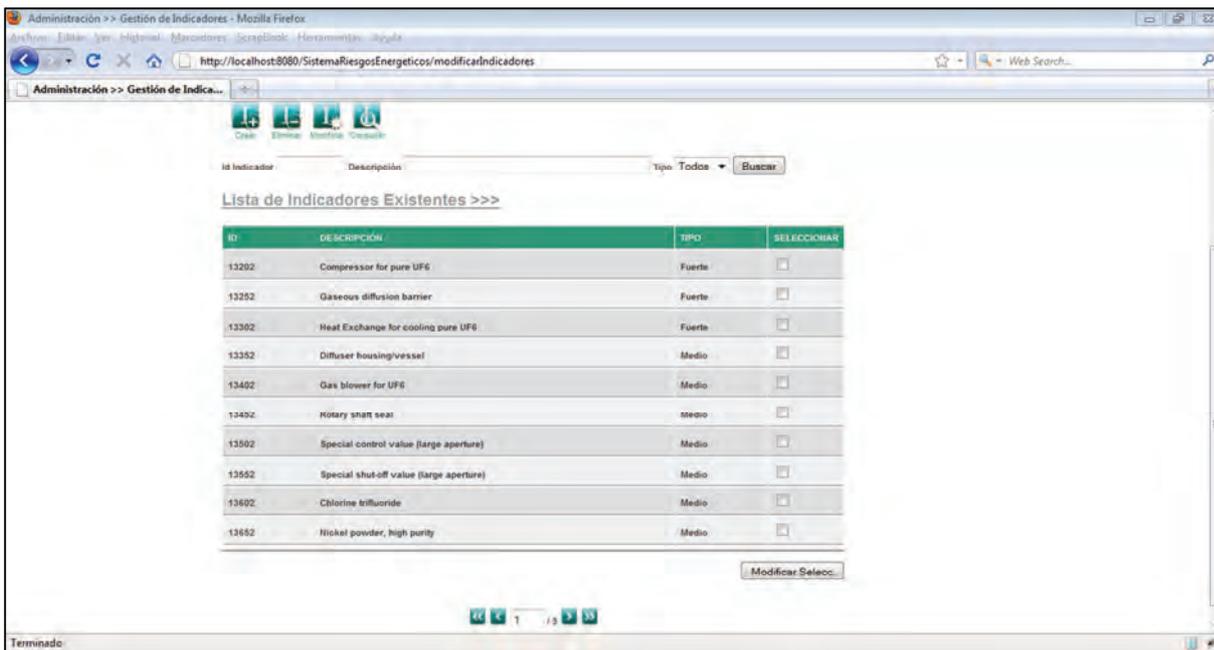


Figura II.48: Lista de indicadores obtenidos a partir del buscador

Ahora marcamos como en ocasiones anteriores los indicadores que deseamos modificar haciendo clic en el recuadro correspondiente a cada indicador de la columna *SELECCIONAR*, y pulsamos el botón *Modificar Seleccion.* Si no se selecciona ningún indicador y se pulsa el botón Modificar aparecerá el mensaje de la Figura II.49.

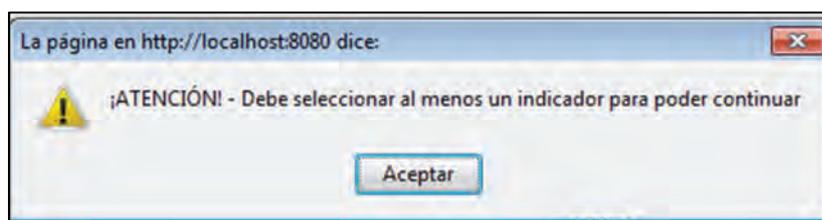


Figura II.49: Mensaje de advertencia cuando no se ha seleccionado ningún indicador y se pulsa el botón "Modificar Seleccion."

Una vez seleccionados y pulsado el botón Modificar Selecc. el sistema muestra un formulario por cada indicador seleccionado con la información almacenada para que pueda ser modificada (ver Figura II.50).

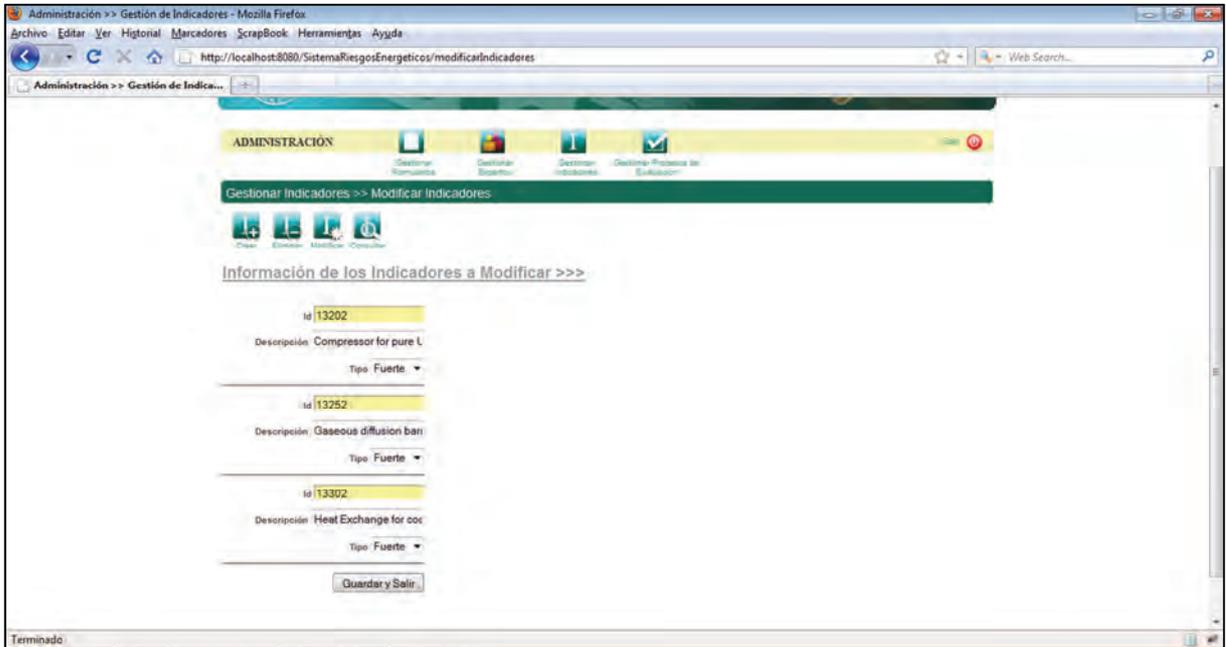


Figura II.50: Formularios para la modificación de los indicadores seleccionados

Evitaremos dejar campos en blanco, de lo contrario, el sistema mostrará un mensaje del tipo de la Figura II.51.

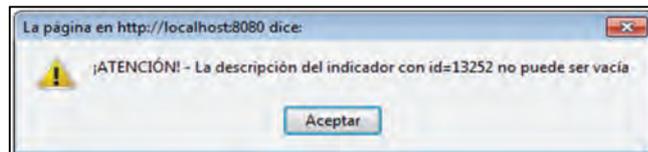


Figura II.51: Mensaje de advertencia que muestras el sistema cuando se deja alguna descripción vacía.

Si todo ha ido correcto el sistema mostrará el siguiente mensaje de éxito (Figura II.52):

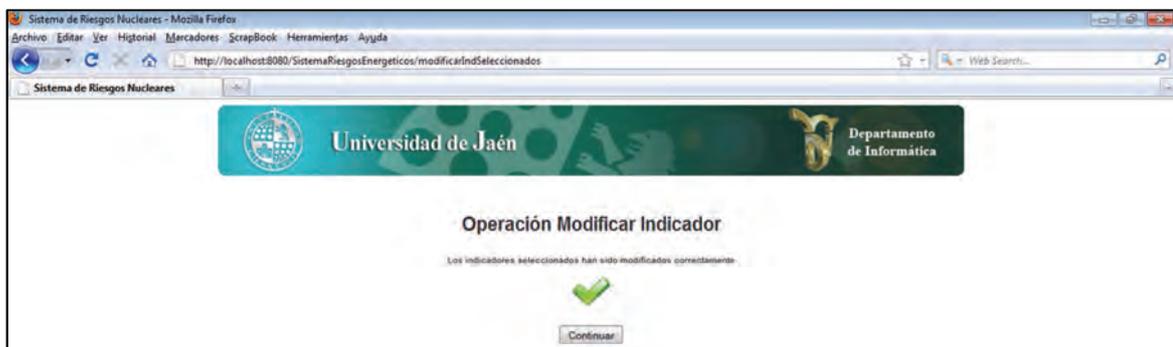


Figura II.52: Mensaje de éxito de la operación modificar indicadores.

## Consultar

Para Consultar un conjunto de indicadores pulsaremos en el enlace Consultar del submenú Gestionar Indicadores (ver Figura II.37). Como en otros casos nos aparece nuestro buscador para localizar los indicadores por los criterios de búsqueda citados anteriormente en el apartado *Eliminar*. Una vez introducidos los criterios de búsqueda pulsamos el botón *Buscar* y debajo nos aparece una lista con aquellos indicadores que cumplen los criterios de búsqueda introducidos (Figura II.53).

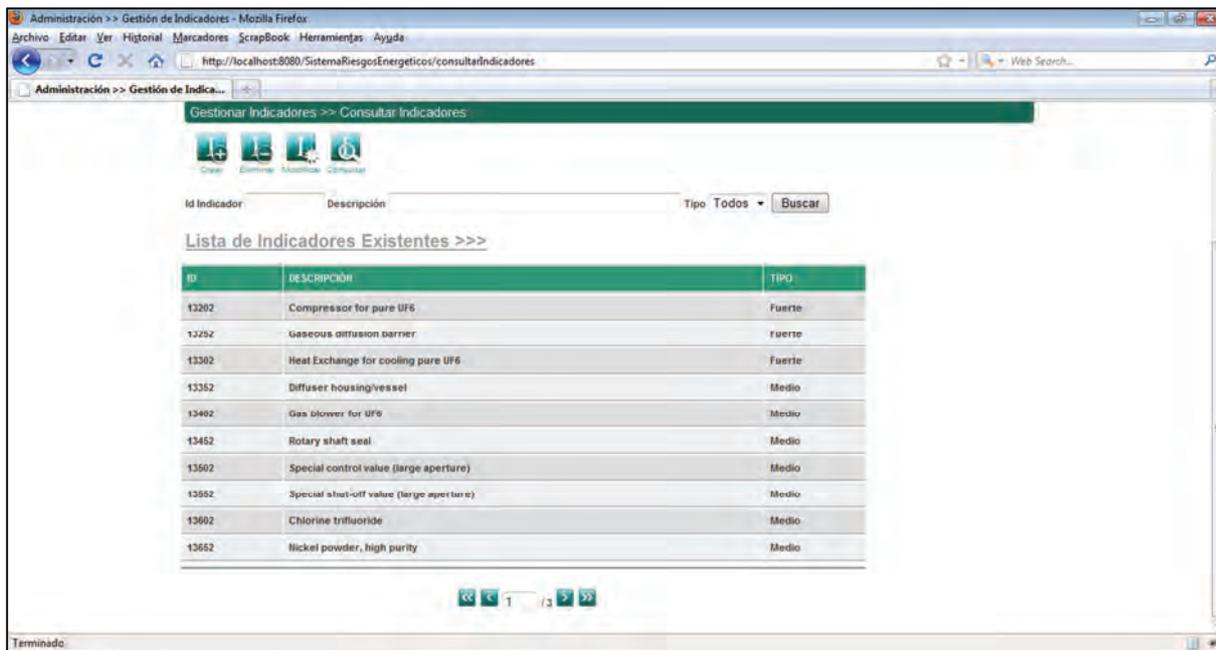


Figura II.53: Pantalla que muestra la consulta de indicadores.

Si deseamos mostrar todos los indicadores del sistema, dejaremos vacíos los campos *Id Indicador* y *Descripción*, seleccionaremos la opción *Todos* en el *Tipo* y pulsaremos el botón *Buscar*.

## 4. Gestionar Procesos de Evaluación

Si hacemos clic en el enlace *Gestionar Procesos de Evaluación* que aparece bajo el icono con un checkbox marcado, entraremos en el submenú de *Gestionar Procesos de Evaluación* (ver Figura II.54). En él aparecen las distintas operaciones disponibles para el Administrador sobre los procesos de evaluación, como pueden ser, la creación de un proceso de evaluación (*Crear Proceso*), asignar los expertos que evaluarán dicho proceso de evaluación (*Asignar Expertos*), determinar la granularidad con la que se realizarán las evaluaciones por parte de los expertos (*Modelado Información*), crear nuevos conjuntos de términos lingüísticos y definir su sintaxis (*Crear Conjtos Términos*), definir el conjunto de reglas que nos advierten de una actividad de riesgo (*Definir Reglas*), realización de evaluaciones cargadas desde un fichero externo (*Evaluación Fichero*), obtención de los resultados de un proceso de evaluación (*Resultados*) y por último la posibilidad de eliminar procesos de evaluación de nuestro sistema (*Eliminar Proceso*). Pasamos a detallar cada una de las operaciones citadas:



Figura II.54: Submenú Gestionar Procesos de Evaluación

**Crear Proceso.**

Para crear un proceso de evaluación haremos clic en el enlace que hay debajo del icono con una P que hace referencia a un proceso de evaluación (ver Figura II.54). Se muestra un buscador con dos criterios de búsqueda, Id Formulario y Nombre, estos campos sirven para localizar el formulario que evaluarán los expertos durante el proceso de evaluación. Para ello rellenamos los criterios de búsqueda y pulsamos el botón Buscar. Se muestra entonces un listado con los formularios de evaluación disponibles en el sistema. Si no se rellenan los criterios de búsqueda se mostrarán todos los formularios almacenados en el sistema ( Figura II.55).

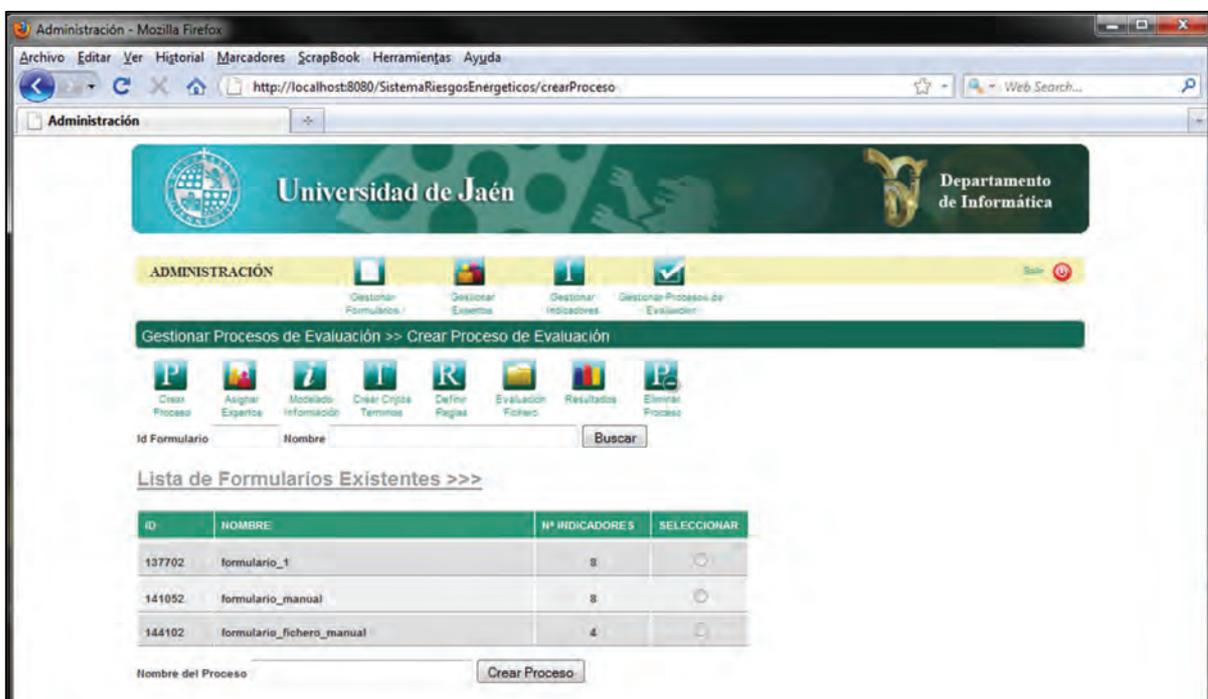


Figura II.55: Selección del formulario de evaluación que se asignará al proceso de evaluación.

Para seleccionar un formulario de evaluación marcaremos la opción correspondiente a éste en la columna *SELECCIONAR*. Si no se marca ningún formulario y se pulsa el botón *Crear Proceso*, el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.56 .

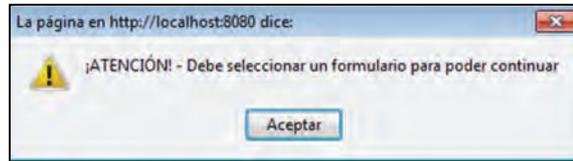


Figura II.56: Mensaje de advertencia que muestra el sistema cuando no se selecciona ningún formulario de evaluación y se pulsa el botón "Crear Proceso".

Una vez que hemos marcado el formulario debemos rellenar el campo Nombre del Proceso antes de pulsar el botón *Crear Proceso*, de lo contrario el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.57:

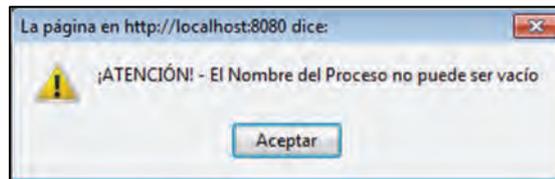


Figura II.57: Mensaje que muestra el sistema cuando no se rellena el campo "Nombre del Proceso" y se pulsa el botón "Crear Proceso".

Si tenemos seleccionado nuestro formulario y hemos introducido un nombre para nuestro proceso y pulsamos el botón *Crear Proceso*, se muestra un mensaje de éxito indicándonos que la operación se ha realizado con éxito (Figura II.58).



Figura II.58: Mensaje de éxito que muestra el sistema cuando se crea correctamente un proceso de evaluación.

### Asignar Expertos

Para la asignación de expertos al proceso de evaluación haremos clic en el enlace *Asignar Expertos* del submenú *Gestionar Proceso de Evaluación* (ver Figura II.54). Una vez más el sistema muestra un buscador, esta vez para localizar el proceso al que deseamos asignar los expertos. Los criterios de búsqueda en este caso son *Id Proceso* y *Nombre*. Para realizar la búsqueda rellenaremos los criterios de búsqueda y pulsaremos el botón *Buscar* (Figura II.59).

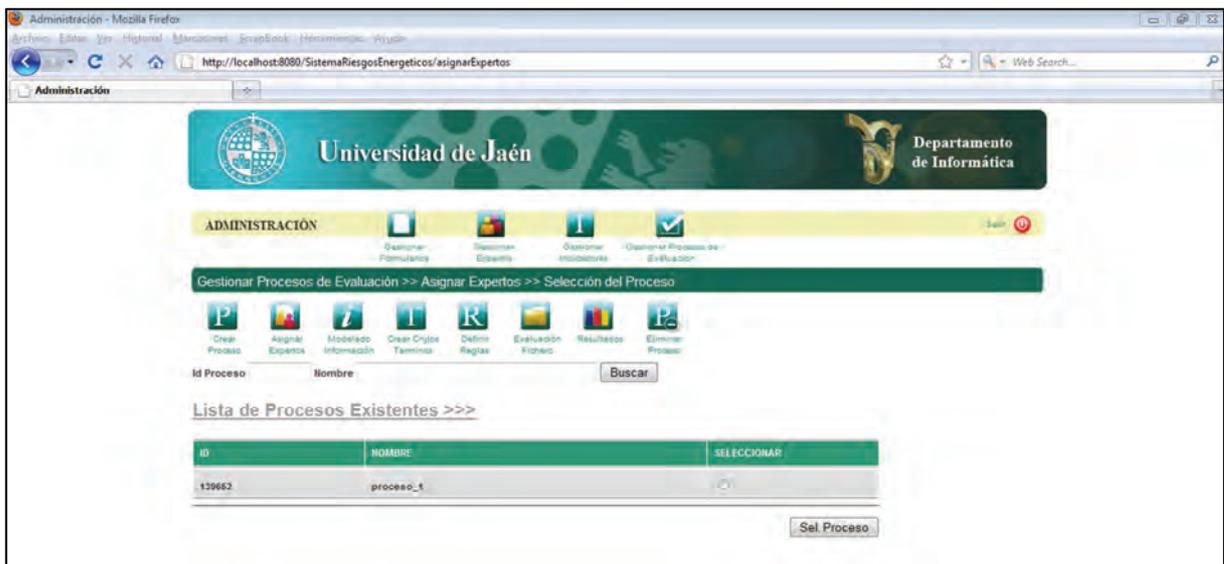


Figura II.59: Selección del proceso de evaluación previo a la asignación de expertos

Si no se rellenan los criterios de búsqueda y se pulsa el botón *Buscar* el sistema mostrará todos los procesos de evaluación almacenados en el sistema. Si no seleccionamos ningún proceso y pulsamos el botón *Sel. Proceso*, el sistema muestra el mensaje de la Figura II.60.

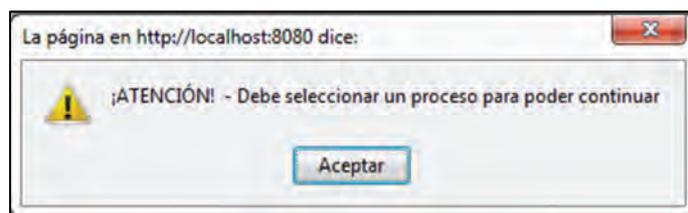


Figura II.60: Mensaje de advertencia cuando no se ha seleccionado ningún proceso y se ha pulsado el botón "Sel. Proceso"

Para seleccionar un proceso haremos clic en su botón correspondiente en la columna *SELECCIONAR* y pulsaremos el botón *Sel. Proceso*. El sistema ahora mostrará la información del proceso y el formulario asignado, así como una lista con parte de la información de los expertos asignados previamente al proceso si los hubiese (Figura II.61). La información de los expertos

mostrada será: NIF, Apellido, Experiencia, Peso, Tipo Información y Dominio (*el dominio se activará si el tipo de información elegida es numérica*).

Para asignar un nuevo experto debemos pulsar el botón *Mostrar Expertos*. A continuación se abrirá una subventana con un buscador y la lista de expertos existentes en el sistema. Los criterios de búsqueda disponibles serán: Apellido y la Experiencia. Rellenamos por tanto, los criterios de búsqueda y pulsamos el botón *Buscar*. El sistema muestra en la subventana los expertos que cumplen los criterios de búsqueda introducidos (Figura II.61). Procedemos ahora a marcar aquellos expertos que deseamos añadir al proceso de evaluación haciendo clic en el recuadro correspondiente a cada experto en la columna *Añadir* y pulsamos el botón *Añadir Selecc.*, automáticamente la ventana principal se actualiza con los nuevos expertos añadidos. Si al añadir un experto, éste ya se encontraba asignado en el proceso el sistema nos informará con un mensaje de advertencia que podemos observar en la Figura II.62Figura II.65.

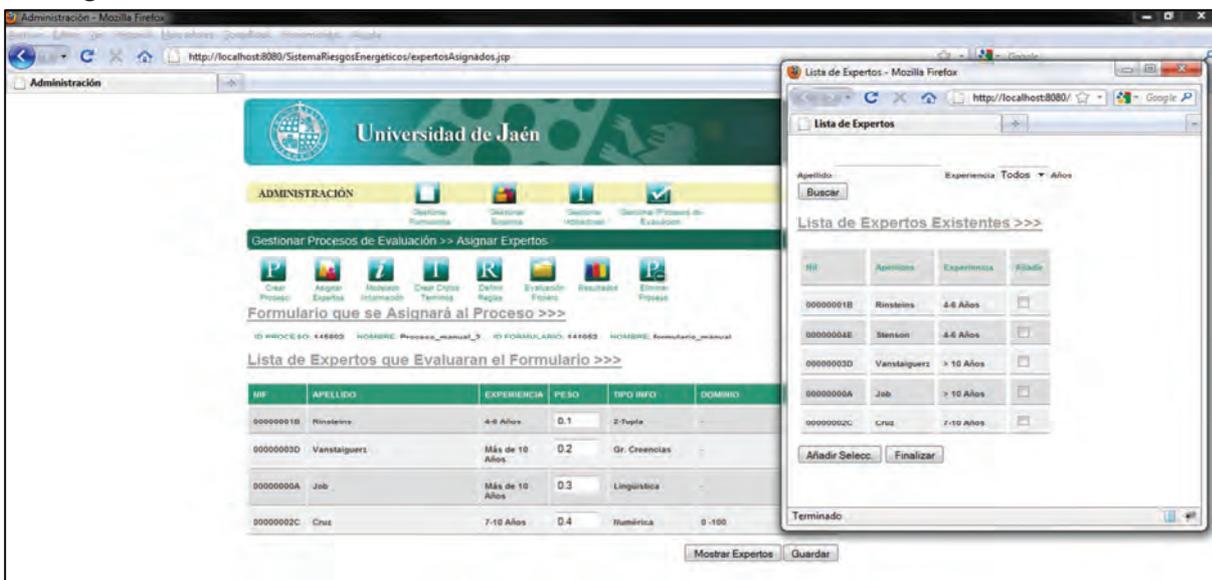


Figura II.61: Pantalla para la asignación de expertos a un proceso de evaluación.

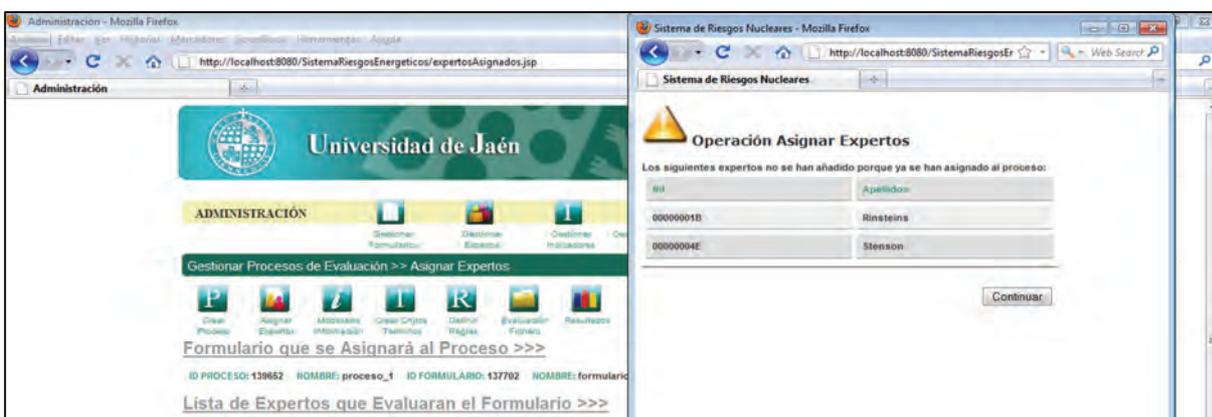


Figura II.62: Mensaje de advertencia cuando se intenta asignar a un proceso de evaluación uno o varios expertos que ya han sido previamente asignados

Una vez añadidos los expertos podemos proceder a cerrar la ventana de los expertos, para ello pulsamos en el botón *Finalizar* (Figura II.61).

Ahora nos centraremos en el tipo de información y el peso que se establecerán a los expertos asignados al proceso. A la hora de introducir el peso se podrá realizar tanto con valores enteros como decimales, ya que el sistema lo normalizará siempre al valor 1, valor máximo que tendrán la suma de los pesos de todos los expertos. Si se introduce un valor que no sea numérico y se pulsa el botón *Guardar*, el sistema dará el mensaje de error de la Figura II.63.

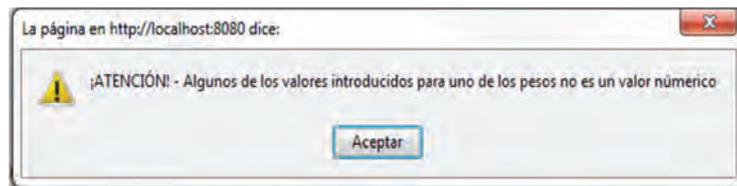


Figura II.63: Mensaje del sistema cuando no se introduce un valor numérico para algún peso del experto.

Si se deja algún peso sin rellenar y se pulsa el botón *Guardar*, el sistema informará del error con el mensaje de la Figura II.64, salvo que todos los campos del peso de los expertos estén sin rellenar, en cuyo caso se asignará automáticamente un peso proporcional al número de expertos asignados al proceso, es decir todos los expertos tendrán un peso equitativo.



Figura II.64: Mensaje de error del sistema cuando se deja un peso sin rellenar.

Se podrá elegir el tipo de información con la que cada experto realizará las evaluaciones, las cuatro opciones son: *Lingüística*, *Numérica*, *2-Tupla*, *Gr. Creencias*. Si la opción elegida es la *Numérica* se mostrará un nuevo campo en la columna *DOMINIO*, para introducir el límite superior de éste. El límite inferior es un campo de solo lectura porque siempre será 0 y por tanto no modificable (Figura II.65).

0000004E	Stenson	4-6 Años	a	Numérica	Inf 0	-	Sup	
							abrirExpertos	Guardar

Figura II.65: Visualización de los campos del dominio cuando el tipo de información es numérica.

Si se ha escogido el tipo numérico e introducimos en el dominio un valor que no sea un entero mayor que 0, el sistema dará un mensaje de advertencia como el de la Figura II.66.

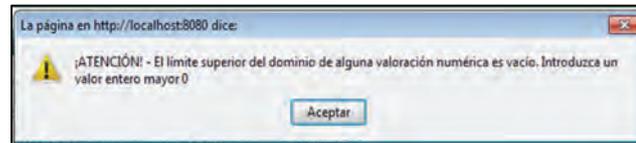


Figura II.66: Menaje de error cuando no se introduce un valor entero positivo para el dominio en una valoración de tipo numérico.

Una vez que hemos introducido los pesos y el tipo de información, solo nos quedará pulsar el botón Guardar para efectuar la operación, si todo ha ido correcto el sistema mostrará un mensaje de éxito como el de la Figura II.67.



Figura II.67: Mensaje de éxito de la operación Asignar Expertos

## Modelado de la Información

Para acceder al modelado de la información realizaremos un clic en el enlace *Modelado Información* del submenú *Gestionar Procesos de Evaluación* (ver Figura II.54).



Figura II.68: Pantalla del modelado de la Información

El sistema muestra dos listas despegables (Figura II.68), una contiene los procesos almacenados en el sistema y la segunda los conjuntos de términos lingüísticos. Para asignar un conjunto a un proceso seleccionaremos un proceso, después un conjunto (véase que cuando seleccionamos un conjunto su sintaxis aparecerá a la derecha de las listas desplegadas) y pulsamos el botón *Asignar Conjunto*.

Si el proceso ya tiene asignado un conjunto de términos el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.69. Si por el contrario todo ha ido bien el sistema muestra un mensaje de éxito de la operación como puede observarse en la Figura II.70.



Figura II.69: Mensaje de error que muestra el sistema cuando se pretende asignar a un proceso que ya tiene asignado un conjunto de términos otro conjunto.



Figura II.70: Mensaje de éxito que muestra el sistema cuando la asignación de un conjunto de términos a un proceso de evaluación se ha efectuado correctamente

### Crear Conjuntos de Términos

Para acceder a la creación de conjuntos de términos lingüísticos realizaremos clic sobre el enlace *Crear Cnjtos Términos* del submenú *Gestionar Proceso de Evaluación* (Figura II.54). El sistema muestra un campo para introducir el nombre del conjunto, y una lista desplegable para seleccionar el número de términos que tendrá el conjunto (Figura II.71).

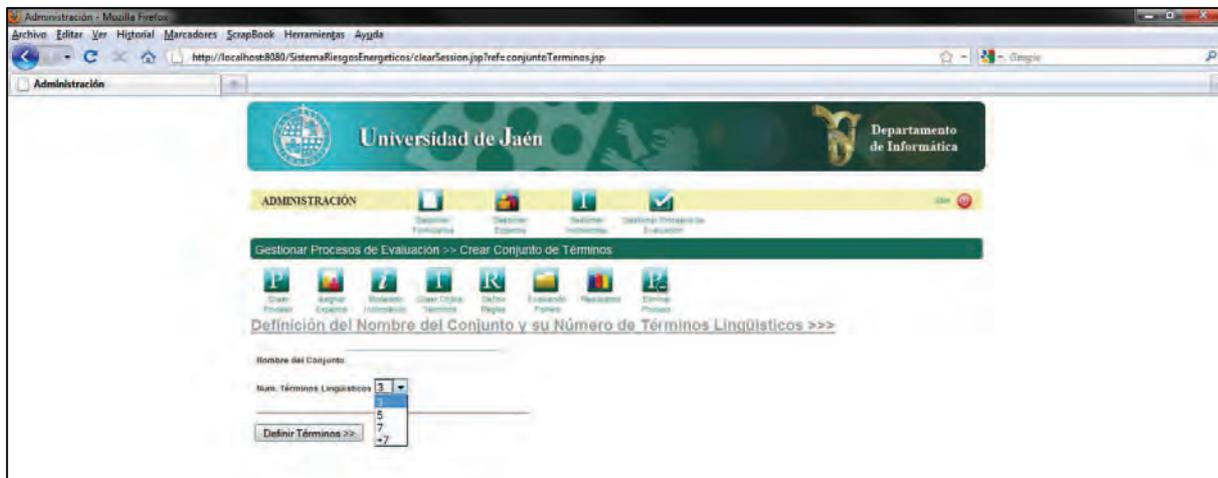


Figura II.71: Pantalla de la operación crear conjunto de términos lingüísticos

Si para *Num. Términos Lingüísticos* se escoge la opción +7, el sistema mostrará un nuevo campo para indicar cuantos términos (Figura II.72).

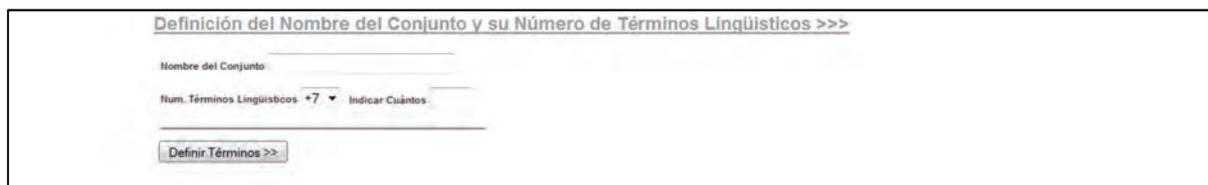


Figura II.72: Visualización de un nuevo campo para introducir el número de etiquetas cuando se seleccionan +7

Si no rellenamos el campo Nombre del Conjunto y pulsamos el botón Definir términos el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.73. Lo mismo ocurrirá si seleccionamos la opción +7 para el número de términos lingüísticos y no se rellena el campo para indicar cuantos.

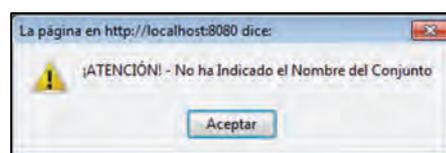


Figura II.73: Mensaje de error que da el sistema cuando no se rellena el campo "Nombre del Conjunto" y se pulsa el botón "Definir Términos".

Una vez introducido el nombre del conjunto y el número de términos lingüísticos, pasaremos a definir su sintaxis, para ello pulsaremos el botón *Definir Términos*. Nos aparece entonces, un formulario con tantos campos como etiquetas hayas indicado en el paso anterior (Figura II.74). Rellenaremos todos los campos con la sintaxis de cada término del conjunto sin dejar ninguno vacío, de lo contrario al pulsar el botón *Guardar Conjunto* el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.75. Si hemos rellenado todos los campos y pulsamos el botón *Guardar Conjunto* el sistema mostrará un mensaje de éxito de la operación (Figura II.76).



Figura II.74: definición de la sintaxis del conjunto de términos lingüísticos.

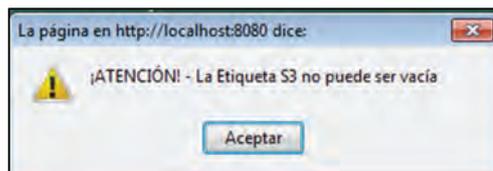


Figura II.75: Mensaje de error mostrado por el sistema cuando no se rellena alguno de los campos para definir la sintaxis de un término lingüístico del conjunto.



Figura II.76: Mensaje de éxito de la operación crear conjunto de términos lingüísticos.

### Definir Reglas

Para poder definir un conjunto de reglas para nuestro proceso de evaluación debemos hacer clic sobre el enlace Definir Reglas del submenú Gestionar Proceso de Evaluación (Figura II.54). El sistema muestra un buscador como en casos anteriores para localizar el proceso de evaluación al que deseamos asignar el conjunto de reglas. En este caso, cuando pulsamos el botón Buscar nos aparecen

los procesos que cumplen con los criterios de búsqueda introducidos y un campo para introducir el número de reglas que deseamos definir para el proceso marcado. Marcamos por tanto uno de los procesos, introducimos el número de reglas para el proceso en el campo *Número de Reglas* y pulsamos *Selecc. Proceso* (Figura II.77).

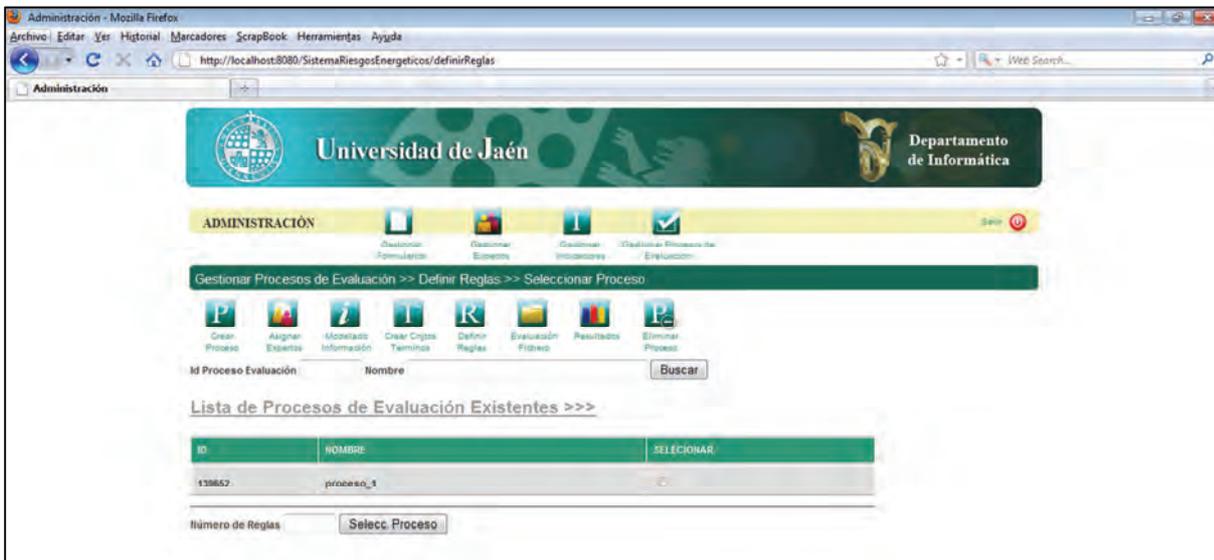


Figura II.77: Selección del proceso para la asignación de un conjunto de reglas

Si no seleccionamos ningún proceso y pulsamos el botón *Selecc. Proceso*, el sistema muestra un mensaje de advertencia como en la Figura II.78.

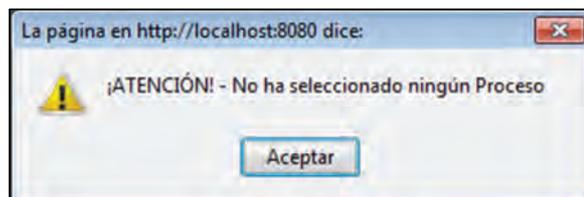


Figura II.78: Mensaje de advertencia cuando no se ha seleccionado ningún proceso y se pulsa el botón "Selecc. Proceso".

Si no se rellena el campo *Número de Reglas* y se pulsa el botón *Selecc. Proceso* nos aparece un mensaje de error por parte del sistema como puede observarse en la Figura II.79

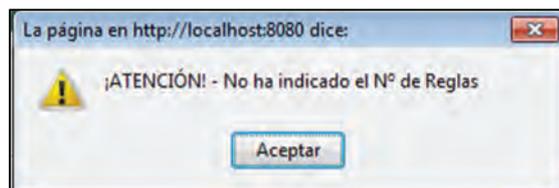


Figura II.79: Mensaje de error que muestra el sistema cuando no se rellena el campo "Número de Reglas" y se pulsa el botón "Selecc. Proceso".

Si no introducimos un valor que sea entero mayor que 0 como puede ser un carácter, el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.80:



Figura II.80: Mensaje de error dado por el sistema cuando no se introduce un valor entero mayor que 0 para el campo "Número de Reglas" y se pulsa el botón "Selecc. Proceso".

Si hemos seleccionado un proceso e introducimos un valor entero para el número de reglas cuyo valor sea mayor que 0 y pulsamos el botón *Selecc. Proceso*, el sistema muestra tres campos correspondientes al número de indicadores, fuertes, medios y débiles por cada una de las reglas indicadas en el paso anterior (Figura II.81).

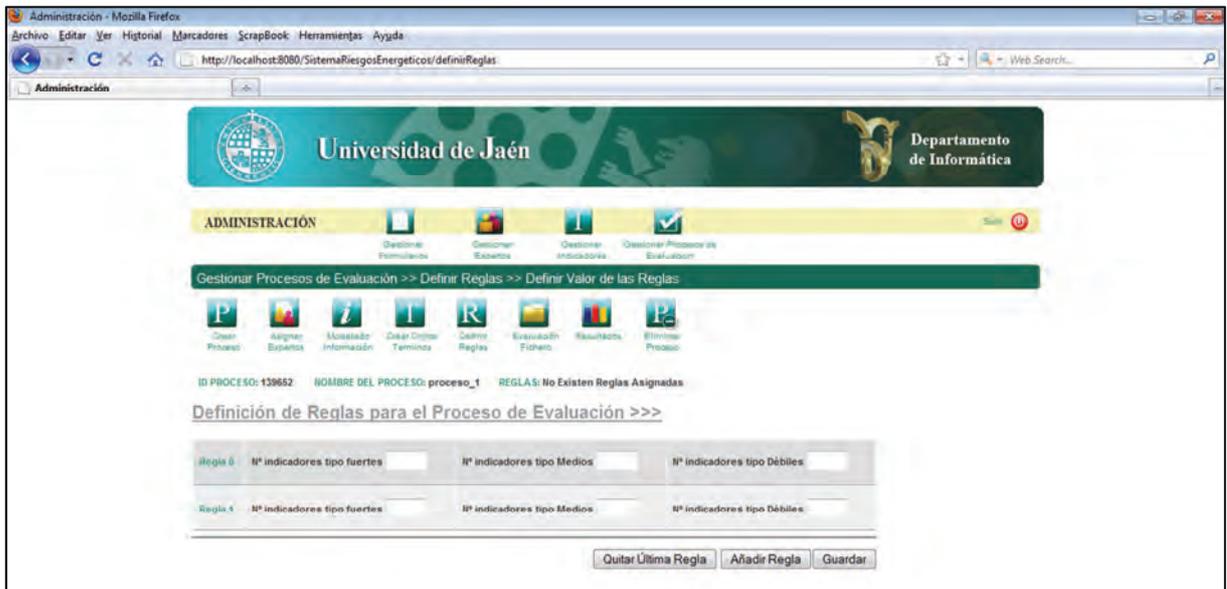


Figura II.81: Definición de las reglas del proceso de evaluación.

Con los botones *Quitar Última Regla* y *Añadir Regla* podremos variar el número de reglas definidas, salvo cuando solo quede una regla que no podrá ser eliminada, en este caso el sistema mostrará el mensaje de advertencia de la Figura II.82:

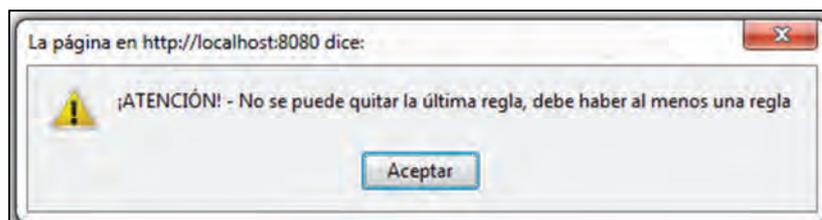


Figura II.82: Mensaje de advertencia cuando se intenta quitar la última regla.

Para completar las reglas introduciremos un valor entero mayor o igual a 0 para cada componente de cada regla, de lo contrario el sistema mostrará el mensaje de advertencia de la Figura II.83:

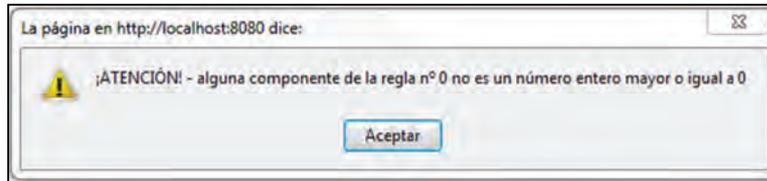


Figura II.83: Mensaje de advertencia cuando no se introduce un valor entero mayor o igual a 0 para una de las componentes de una regla.

Tampoco se permitirá dejar sin rellenar ninguna componente, de modo que el sistema advertirá con el mensaje de la Figura II.84:

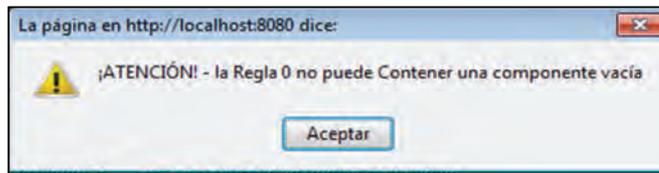


Figura II.84: Mensaje de advertencia dado por el sistema cuando no se rellena alguna componente de alguna regla.

No será válido rellenar todas las componentes con valor 0, en cuyo caso el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.85:



Figura II.85: Mensaje de advertencia cuando se introduce un valor 0 a cada componentes de una regla.

Si intentamos asignar a una componente de una regla un valor entero mayor que el número de indicadores del tipo de la componente existentes en el formulario de evaluación asignado al proceso, el sistema informará con el mensaje de la Figura II.86:

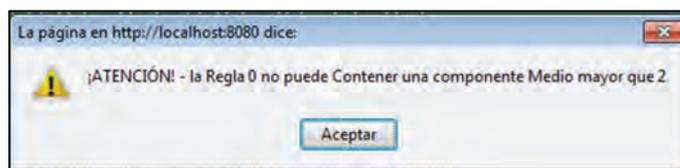


Figura II.86: Mensaje de advertencia que indica el número máximo que puede introducirse para una componente de una regla.

Una vez que hemos rellenado todas las componentes de cada regla con un valor entero mayor que 0, y éstos son menores o iguales al número de indicadores de cada tipo de indicador existentes en el formulario de evaluación asignado al proceso, podremos pulsar el botón *Guardar*, y el sistema mostrará un mensaje de que la operación se ha efectuado con éxito (Figura II.87).



Figura II.87: Mensaje de éxito de la operación de definición de reglas

### Evaluación Fichero

Para cargar una evaluación desde un fichero primeramente debemos contar con un fichero en formato CSV que pueda ser editado por una hoja de cálculo, en nuestro caso hemos utilizado la hoja de cálculo de Microsoft Excel por ser una de las más extendidas Figura II.88.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Nombre_Proceso: proceso_Fichero_1	Nombre_Formulario:Formulario_Fichero_1										
2	Id_Conjunto:40102	Num:0:100	Linguística	2-Tupla	Distribución de Creencias							
3	Indicadores	13052:Abdel:2	13102:Albert:2	40752:Javier:1	13152:Jonshon:5							
4	Id	valoración	Sn	Sn	alpha	S0	s1	s2	s3	s4	s5	s6
5		13322	s5 s2	s0	0,1	sin_informacion	0,5	0,2	0	0	0	0
6		13252	34 s3	sin_conocimiento	sin_conocimiento	0,9	0,1	0	0	0	0	0
7		13452	sin_informacion	s0	sin_informacion	0	0	0,5	0,4	0	0	0
8		13752	77 s1	s3	0,25	0,2	0,6	0	0	0	0	0

Figura II.88: Formato que ha de tener un fichero para poder ser cargado por el sistema

El fichero ha de contar con un nombre de proceso de evaluación, un nombre para el formulario de evaluación, Id del conjunto de términos lingüísticos a utilizar (debe existir en el sistema), el tipo de información de cada experto, el dominio en caso de que ésta sea numérica, Id del experto (Deben existir en el sistema), su apellido y peso, los Ids de los indicadores que componen el formulario (deben existir en el sistema), así como las valoraciones de cada uno de los expertos. A continuación detallaremos el formato que ha de tener el fichero para que el sistema pueda cargarlo sin problemas.

- **Nombre del Proceso:** se colocará en la celda A1, habrá que poner: **Nombre\_Proceso: nombre\_de\_nuestro\_proceso** (Figura II.89).

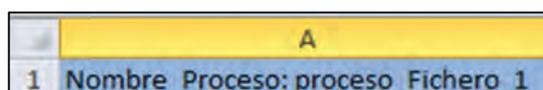


Figura II.89: Formato y celda en la que se ha de introducir el nombre del proceso de evaluación.

- **Nombre del Formulario:** se colocará en la celda B1 y deberá tener el siguiente formato: **Nombre\_Formulario:** *nombre\_de\_nuestro\_fichero* (Figura II.90).

	A	B	C
1	Nombre_Proceso: proceso_Fichero_1	Nombre_Formulario:Formulario_Fichero_1	

Figura II.90: Formato y celda en la que se ha introducir el nombre del formulario de evaluación.

- **Id del conjunto de Términos Lingüísticos:** irá colocado en la celda A2 con el siguiente formato, debe existir en el sistema: **Id Conjunto:** *Id\_de\_nuestro\_conjunto* (Figura II.91).

	A
1	Nombre_Proceso: proceso_Fichero_1
2	Id Conjunto:40102

Figura II.91: Formato y celda correspondiente al id del conjunto de términos lingüísticos.

- **Conjunto de indicadores del formulario de evaluación:** En la celda A3 deber ir la palabra **Indicadores**, en la celda A4 la palabra **Ids**, los Ids de los indicadores que conforma el formulario de evaluación irán en la misma columna A inmediatamente debajo, éstos deben existir en el sistema y cada uno irá en una celda distinta como se puede observar en la Figura II.92.

	A
1	Nombre_Proceso: proceso_Fichero_1
2	Id Conjunto:40102
3	Indicadores
4	Ids
5	13322
6	13252
7	13452
8	13752

Figura II.92: Formato del conjunto de indicadores que conforman el formulario de evaluación

- **Tipos de información, Expertos y Valoraciones:** a partir de la celda B2 en adelante vamos a introducir el tipo de información utilizada por cada experto, la información de éstos y sus valoraciones, para ello distribuiremos las celdas en columnas según el tipo de información utilizado por cada experto:
  - 1 Columna para la valoración numérica
  - 1 Columna para la valoración lingüística
  - 2 Columnas para la valoración 2-tupla
  - $m$  columnas para la valoración grado de Creencias, donde  $m$  es el número de términos lingüísticos del conjunto utilizado.

Pasamos ahora a detallar el formato de cada tipo de información que siempre irá en la primera columna de todas las que le correspondan:

- Numérica → **Num:0:valor\_max\_dominio**
- Lingüística → **Lingüística**
- 2-tupla → **2-Tupla**
- Gr. Creencias → **Distribución de Creencia**

En la fila 3 a partir de la columna B irán los expertos, también como ocurre con el tipo de información ocuparán la primera celda de entre todas las columnas que le corresponden al tipo de información utilizado. Los expertos deben existir en el sistema para que sean válidos. El formato es el siguiente: *Id\_del\_experto:apellido\_experto:peso\_experto* (Figura II.93).

B	C	D	E	F	G	H
Nombre_Formulario:Formulario_Fichero_1						
Num:0:100	Lingüística	2-Tupla	Distribución de Creencias			
13052:Abdel:2	13102:Albert:2	40752:Javier:1	13152:Jonshon:5			
valoración	Sn	Sn	alpha	S0	s1	s2

Figura II.93: Formato de los expertos

En la fila 4 pondremos los títulos de las valoraciones según el tipo de información como sigue:

- Numérica: **Valoración**
- Lingüística: **Sn**
- 2-Tupla: primera celda **Sn**, segunda celda **alpha**
- Gr. Creencias: **s0, s1,s2, ..., sm**, siendo *m* el número de etiquetas del conjunto de términos lingüísticos asignado que se pretende asignar al proceso.

En la fila 5 empezaremos a introducir las valoraciones, teniendo en cuenta que cuando queramos expresar que no se dispone de información suficiente para realizar la valoración se utilizará **sin\_informacion**, y cuando no sea capaz de distinguir entre la granularidad entre los términos lingüísticos del conjunto emplearemos **sin\_conocimiento**. En la siguiente lista se resumen el tipo de valoraciones según el tipo de información (Figura II.94):

- Numérica: *valor\_entero\_mayor\_que\_0* | **sin\_informacion**
- Lingüística: *s\_num\_etiqueta* | **sin\_informacion** | **sin\_conocimiento**
- 2-Tupla:
  - primera columna → *s\_num\_etiqueta*
  - segunda columna → *valor\_decimal* (dentro del rango [-0.5 , 0.5] separado parte entera y decimal por una coma ) | **sin\_informacion** | **sin\_conocimiento** | **0**
- Gr.Creencias: *valor\_decimal* (dentro del rango [0, 1], separando parte entera y decimal por una coma (un valor por cada etiqueta del conjunto establecido para el proceso) | **sin\_informacion** | **sin\_conocimiento** | **0**

valoración	13052:Abdel:2	13102:Albert:2	40752:Javier:1	13152:Jonshon:5	alpha	S0	s1	s2	s3	s4	s5	s6
	55 s2	s0		0,1 sin_informacion		0,5	0,2	0	0	0	0	0
	34 s3	sin_conocimiento		sin_conocimiento		0,9	0,1	0	0	0	0	0
sin_informacion	s0	sin_informacion			0	0	0,5	0,4	0	0	0	0
	77 s1	s3		0,25	0,2	0,6	0	0	0	0	0	0

Figura II.94: Formato de las valoraciones de un proceso de evaluación

Una vez que se ha detallado el formato de nuestro fichero ahora podremos cargarlo. Para ello haremos clic sobre el enlace *Evaluación Fichero* del submenú *Gestionar Procesos de Evaluación* Figura II.54. El sistema muestra un botón para seleccionar el fichero y otro para cargarlo y según el navegador mostrará en un campo de texto o sin campo de texto la ruta del fichero (Figura II.95).

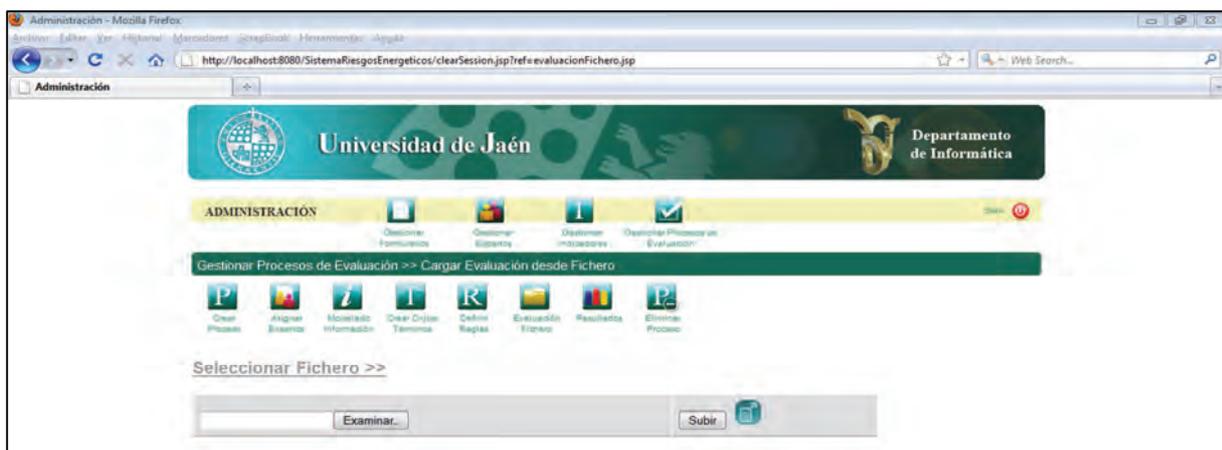


Figura II.95: Pantalla Evaluación Fichero

Para abrir el explorador de carpetas de nuestro sistema pulsamos el botón *Examinar*, y buscaremos nuestro fichero con extensión *.csv*, después pulsaremos el botón *Abrir* (Figura II.96).

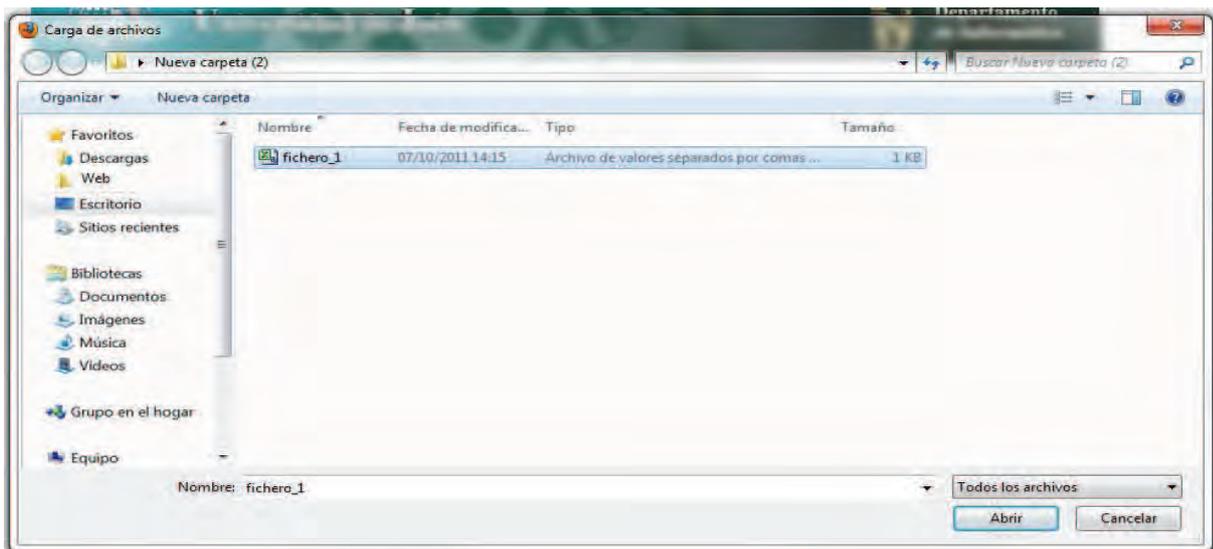


Figura II.96: Selección del fichero que contiene la evaluación del proceso.



Figura II.97: Ruta del fichero seleccionado

Una vez seleccionado el fichero para cargarlo pulsaremos el botón *Subir* (Figura II.97). Si el fichero sigue el formato establecido el sistema mostrará el mensaje de la Figura II.98.



Figura II.98: Mensaje de éxito de la operación cargar evaluación desde fichero

Si el fichero no cumple con un formato válido, el sistema mostrará distintos mensajes como el de la Figura II.99.



Figura II.99: Mensajes de error que muestra el sistema cuando no es correcto el formato del fichero seleccionado.

## Resultados

Para obtener los resultados de un proceso, realizaremos clic sobre el enlace *Resultados* del submenú *Gestionar Procesos Evaluación* (ver Figura II.54).

El sistema muestra un buscador para localizar los procesos de evaluación disponibles en el sistema. Los criterios de búsqueda son Id Proceso y Nombre. Si no se rellenan los criterios de búsqueda y se pulsa el botón *Buscar* el sistema muestra todos los procesos de evaluación existentes en el sistema. Si rellenos los criterios de búsqueda y pulsamos el botón *Buscar* el sistema muestra una lista con los procesos de evaluación que cumplen los criterios de búsqueda.

Si todos los expertos asignados al proceso de evaluación han cerrado sus valoraciones sobre el formulario de evaluación, entonces en la columna *ESTADO* aparecerá en color verde la palabra *CERRADO*, indicando que se pueden obtener los resultados, y por consiguiente en la columna *SELECCIONAR* aparecerá un botón que nos permitirá seleccionarlo, de lo contrario si hay algún experto que aún tiene pendiente o abierta la valoración del formulario de evaluación asignado al proceso, aparecerá la palabra *ABIERTO* en color rojo, y en la columna *SELECCIONAR* aparecerá un guion impidiendo que se pueda seleccionar (ver Figura II.100).

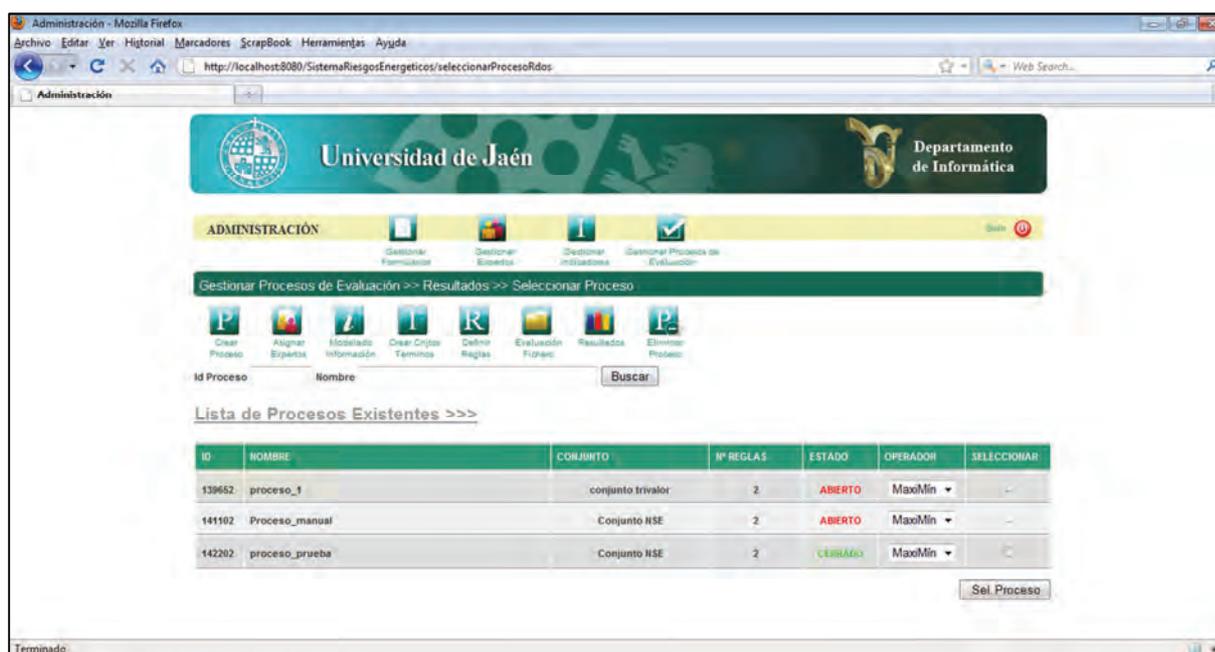


Figura II.100: Selección del proceso de evaluación para la obtención de los resultados

Para ver los resultados de un proceso de evaluación realizaremos clic sobre el botón de la columna *SELECCIONAR* que se corresponda con el proceso de evaluación deseado, y a continuación pulsar el botón *Sel. Proceso*. Si no se selecciona ningún proceso disponible y se pulsa el botón *Sel. Proceso*, el sistema mostrará un mensaje de advertencia como el de la Figura II.101.

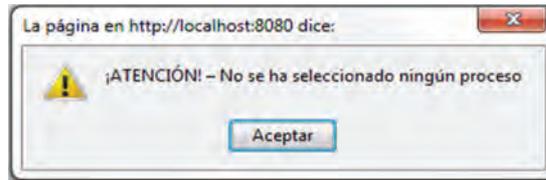


Figura II.101: Mensaje de advertencia cuando no se selecciona ningún proceso de evaluación y se pulsa el botón "Sel. Proceso".

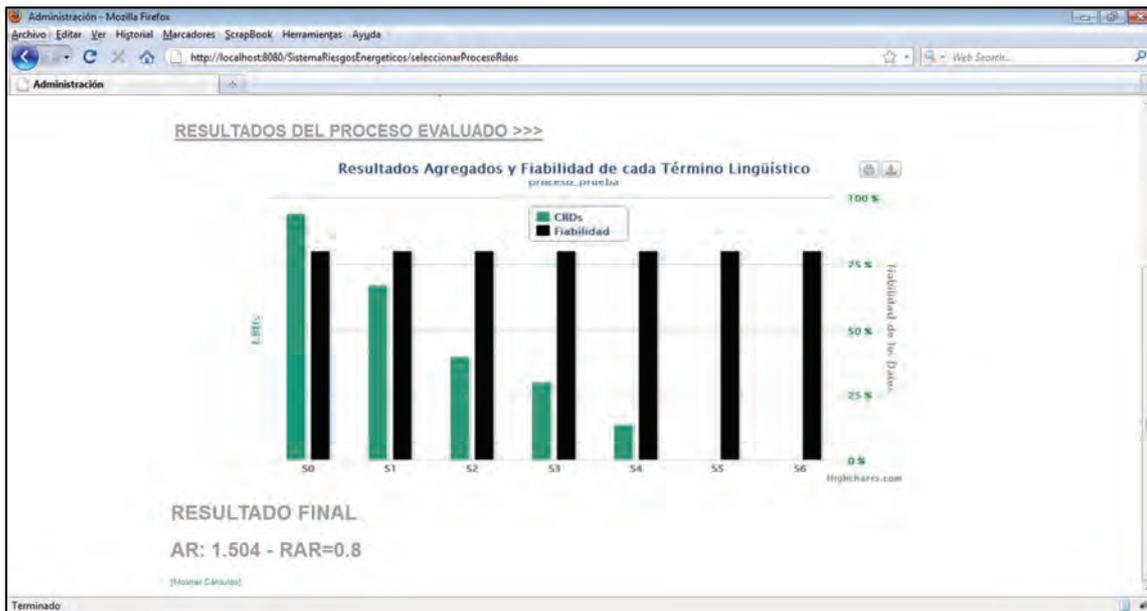


Figura II.102: Visualización de los resultados de un proceso de evaluación

En los resultados obtenidos podemos observar en color verde los CBDs por cada etiqueta lingüística, en negro su índice de fiabilidad (Figura II.102). Justo de bajo podemos observar los valores agregados para AR y RAR. También aparece un enlace para mostrar los distintos cálculos que se han realizado para la obtención del valor AR y RAR Figura II.103.



Figura II.103: Visualización de los cálculos realizados para la obtención del valor final AR y RAR

Si colocamos el cursor sobre cada una de las barras nos aparece un recuadro con el valor correspondiente a cada una de las etiquetas lingüísticas de conjunto Figura II.104.

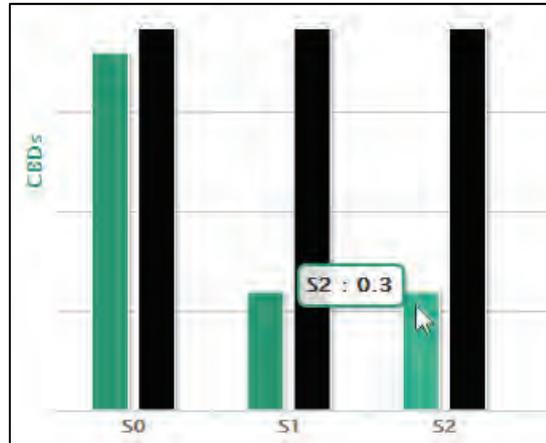


Figura II.104: Información que aparece cuando situamos el curso sobre las barras del diagrama

## Eliminar Proceso

Para eliminar un proceso de evaluación, debemos hacer clic en el enlace *Eliminar Proceso*, del submenú *Gestionar Procesos Evaluación* Figura II.54.

El sistema muestra un buscador para localizar los procesos de evaluación disponibles en el sistema. Los criterios de búsqueda son Id Proceso y Nombre. Si no se rellenan los criterios de búsqueda y se pulsa el botón *Buscar* el sistema muestra todos los procesos de evaluación existentes en el sistema. Si rellenamos los criterios de búsqueda y pulsamos el botón *Buscar* el sistema muestra una lista con los procesos de evaluación que cumplen los criterios de búsqueda Figura II.105.

The screenshot shows the web application interface. At the top, there is a navigation bar for 'Administración' with various menu items. Below this, there is a section for 'Gestionar Procesos de Evaluación' with a sub-menu item 'Eliminar Proceso'. Below the sub-menu, there is a search form with two input fields: 'Id Proceso' and 'Nombre', and a 'Buscar' button. Below the search form, there is a table titled 'Lista de Procesos Existentes >>>' with the following data:

ID	NOMBRE	SELECCIONAR
130652	proceso_1	<input type="checkbox"/>
141192	Proceso_manual	<input type="checkbox"/>
142202	proceso_prueba	<input type="checkbox"/>

At the bottom right of the table, there is an 'Eliminar Proceso' button.

Figura II.105: Selección del proceso de evaluación a eliminar

Marcamos el botón de la columna *SELECCIONAR* correspondiente al proceso que se desee eliminar y se pulsa el botón *Eliminar Proceso*. El sistema muestra un mensaje de confirmación preguntándonos si deseamos realmente eliminar el proceso de evaluación (Figura II.106).

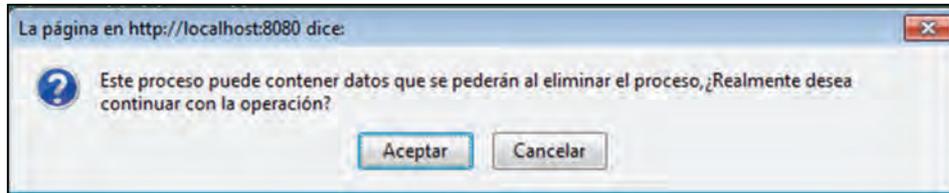


Figura II.106: Cuadro de confirmación de la operación *Eliminar Proceso de Evaluación*.

Si pulsamos el botón *Aceptar*, el proceso será eliminado del sistema informando al Administrador con el mensaje de la Figura II.107:



Figura II.107: Mensaje de éxito que muestra el sistema cuando se elimina un proceso de evaluación.

Si no se selecciona ningún proceso y se pulsa el botón *Eliminar Proceso* el sistema informará con el mensaje de advertencia de la Figura II.108:

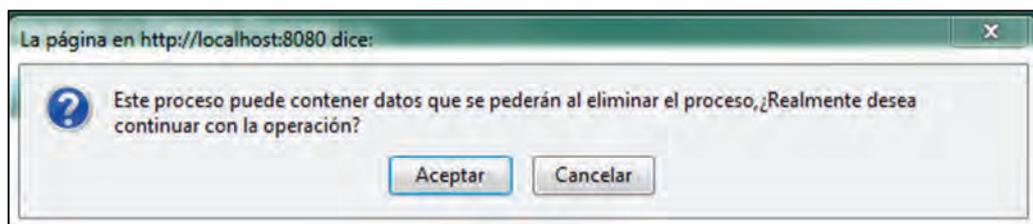


Figura II.108: Mensaje de advertencia cuando no se selecciona ningún proceso de evaluación y se pulsa el botón "Eliminar Proceso".



---

# ANEXO III

## Manual de usuario del Experto

---





Este manual de usuario está organizado como una visita guiada por la aplicación, cuando accedemos a la misma como Experto.

El primer paso para utilizar la aplicación es abrir el Navegador (Mozilla Firefox) y teclear la dirección en la que tenemos alojada ésta, que en nuestro caso será:

<http://localhost:8080/SistemaRiesgosEnergeticos/index.jsp>.

Al introducir dicha dirección, nos encontramos con la página de inicio de la aplicación, tal y como se ve en la Figura II.1.

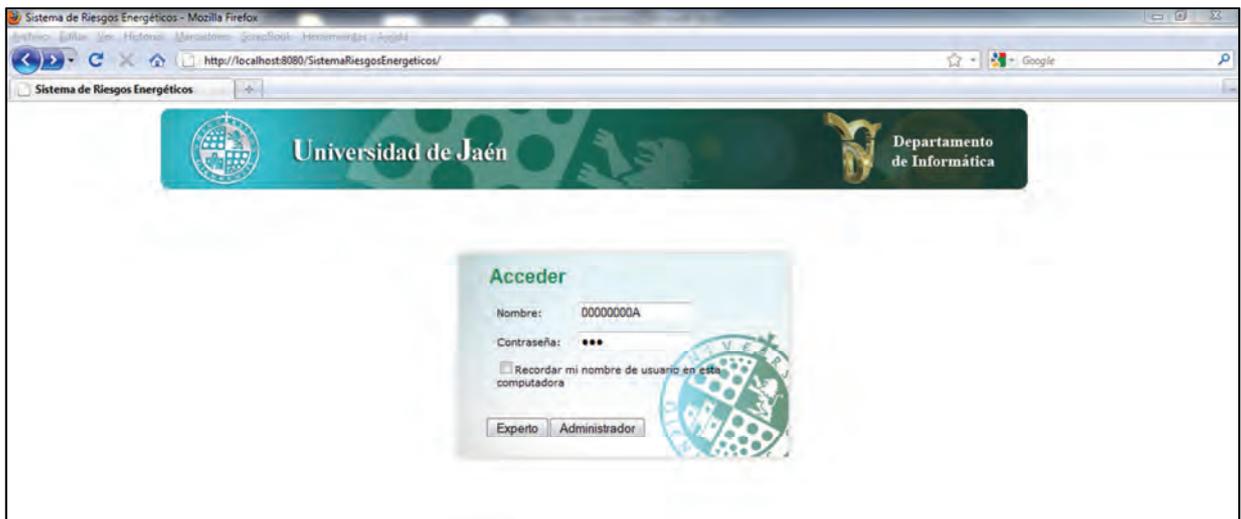


Figura III.1: Entrada al sistema

Para entrar como Experto debemos introducir el nombre de usuario y contraseña del Experto. Si alguno de estos datos (o los dos) no son correctos, el sistema nos muestra un mensaje de error como se observa en Figura III.2.



Figura III.2: Mensaje de error en la autenticación

En el caso de una autenticación correcta nos aparece el menú principal del Experto (ver Figura III.3).

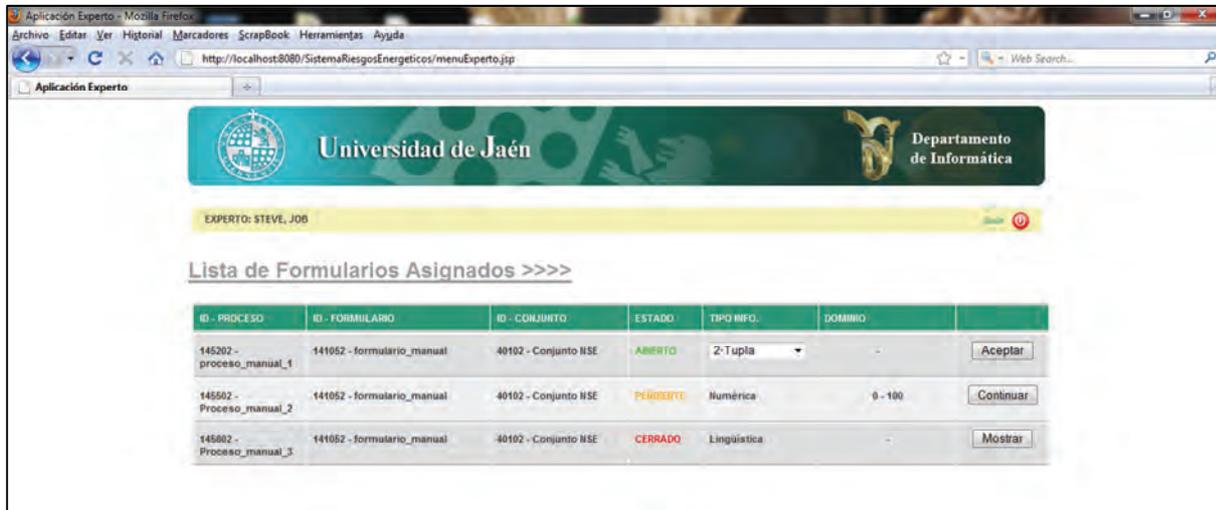


Figura III.3: Menú principal del Experto.

En este menú principal podemos encontrar los distintos procesos de evaluación asignados al Experto, identificado en la cabecera con el apellido y el nombre. La información que aparece sobre los procesos es la siguiente:

- *ID-PROCESO*: Id del proceso de evaluación y su nombre.
- *ID-FORMULARIO*: Id del formulario de evaluación asignado al proceso de evaluación y su nombre.
- *ID-COJUNTO*: Id del conjunto de etiquetas lingüísticas asignado al proceso de evaluación y su nombre.
- *ESTADO*: Nos indica el estado en el que se encuentra la valoración del formulario de evaluación por parte del experto.
  - *Abierto (Verde)*: Podremos elegir el tipo de Información con que se realizará la valoración.
  - *Pendiente (Amarillo)*: El formulario de evaluación ha sido valorado pero aún permite seguir realizando cambios sobre él.
  - *Cerrado (Rojo)*, El formulario de evaluación ha sido valorado y solo se permite su consulta, no permite ninguna modificación.
- *TIPO INFO*: Tipo de información a utilizar en el proceso de valoración. El experto podrá elegir entre Numérica, Lingüística, 2-Tupla y Gr. Creencias solo cuando el estado del proceso de evaluación sea *ABIERTO*.
- *DOMINIO*: Indica el dominio en el que se realizará la valoración. La información de esta columna solo estará disponible para valoraciones cuyo tipo de información sea *Numérica*.
- La última columna aparece un botón por cada proceso de evaluación, con la operación disponible sobre cada uno de ellos según su estado.

- *Abierto*: Aceptar.
- *Pendiente*: Continuar.
- *Cerrado*: Mostrar.

Explicaremos a continuación como realizar una valoración de cada tipo de información en sus diferentes estados.

### Valoración Numérica.

Para realizar una valoración numérica sobre un formulario de evaluación tendremos que tener en cuenta el estado de la valoración. Si está abierta entonces seleccionaremos el tipo de información *Númerica* en la columna *TIPO INFO* (Figura III.4). A continuación, nos aparecerá en la columna *DOMINIO* dos campos para definirlo. El primer campo será de solo lectura y con el valor 0, valor inicial de todo dominio para una valoración numérica. El segundo campo estará destinado al límite superior del dominio de la valoración. Rellenaremos éste campo con un valor entero mayor 0, de lo contrario el sistema advertirá con un mensaje del tipo de la Figura III.5.

TIPO INFO.	DOMINIO	
Lingüística	-	Continuar
Númerica	0 - 100	Aceptar

Figura III.4: Selección del tipo de Información Numérica cuando la valoración aún está abierta.

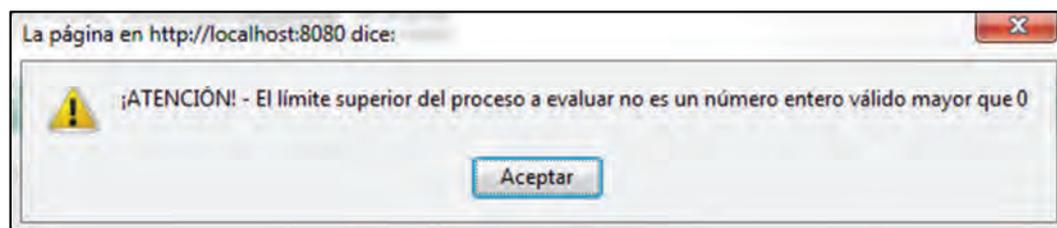


Figura III.5: Mensaje de advertencia cuando el valor introducido para el límite superior del dominio no es correcto.

Para comenzar la valoración numérica abierta por tanto pulsaremos el botón *Aceptar*. Si la valoración está en estado *Pendiente* el tipo de información ha sido elegido previamente y no podrá modificarse, por tanto pulsaremos el botón *Continuar*.

Tanto en el estado *Abierto* como en el estado *Pendiente*, el sistema muestra tras pulsar el botón *Aceptar* o *Continuar* respectivamente, la información Id del proceso de evaluación y su nombre, Id del formulario de evaluación y su nombre, Id del conjunto de términos lingüísticos y su nombre.

Debajo aparece la lista de indicadores con su Id, descripción y tipo que componen el formulario de evaluación (ver *Figura III.6*).

Para realizar la valoración nos iremos a la columna *VALORACIÓN NUMÉRICA*, podremos hacerla de dos formas, la primera consiste en desplazar el botón sobre la barra deslizante hasta el valor deseado, en el campo de texto que aparece tras el límite superior del dominio aparece el valor que va adoptando la valoración según el desplazamiento del botón sobre la barra disponible. La segunda forma consiste en la introducción manual en el campo de texto. En la columna *VALORACIÓN* aparecen unos botones que vienen marcados por defecto, indica al sistema que nuestra intención es realizar una valoración sobre el indicador. Si no tenemos suficiente información para realizar una valoración sobre el indicador marcaremos la opción de la columna *SIN INFORMACIÓN*, pasando a valer “-1” el campo de texto donde se muestra la valoración, como se muestra en la *Figura III.6*.

ID	DESCRIPCIÓN	TIPO	VALORACIÓN NUMÉRICA	VALORACIÓN	SIN INFORMACIÓN
13202	Compressor for pure UF6	Fuerte	59	59	<input checked="" type="radio"/>
13252	Gaseous diffusion barrier	Fuerte	34	34	<input checked="" type="radio"/>
13402	Gas blower for UF6	Medio	64	64	<input checked="" type="radio"/>
13452	Rotary shaft seal	Medio	54	54	<input checked="" type="radio"/>
13502	Special control valve (large aperture)	Medio	67	67	<input checked="" type="radio"/>
13702	Gasket, large	Débil	19	19	<input checked="" type="radio"/>
13752	Feed system/product and tails withdrawal	Débil	-1	-1	<input type="radio"/>
13802	Expansion bellows	Débil	7	7	<input checked="" type="radio"/>

*Figura III.6: valoración numérica abierta y pendiente*

Para guardar la valoración realizada pulsaremos el botón *Guardar*. Si los valores introducidos son correctos el sistema mostrará el mensaje de la *Figura III.7*:

*Figura III.7: Mensaje de éxito de la operación "Guardar Valoración"*

Si pulsamos el botón *Continuar* que aparece en la Figura III.7, el sistema mostrará de nuevo el menú del experto (Figura III.3), pero en esta ocasión observaremos que el estado del formulario estará en el estado *PENDIENTE* y pasará a ser de color Amarillo (Figura III.8).



Figura III.8: Visualización del estado pendiente de un proceso de evaluación numérica

Para Cerrar una valoración pulsaremos el botón *Cerrar Valoración* (Figura III.6). El sistema muestra un mensaje de confirmación preguntando si realmente deseamos cerrar la valoración (Figura III.9).

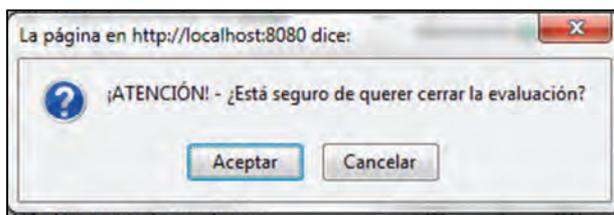


Figura III.9: Mensaje de confirmación antes de cerrar una evaluación

Si pulsamos el botón *Aceptar* el sistema muestra el mensaje de éxito de la operación cerrar valoración (Figura III.10).



Figura III.10: Mensaje de éxito de la operación cerrar valoración

Si pulsamos el botón continuar, el sistema vuelve a mostrar el menú principal del experto, pero ahora el campo *ESTADO* para el proceso aparecerá en Rojo con la palabra *CERRADO* (Figura III.11Figura III.11).



Figura III.11: Información del menú del experto cuando una valoración ha sido cerrada.

Si alguna valoración no es correcta, es decir, no es un valor entero dentro del rango, y pulsamos el botón *Guardar* o el botón *Cerrar Valoración*, el sistema informará con un mensaje de advertencia del indicador donde se haya el error, como se observa en la Figura III.12.

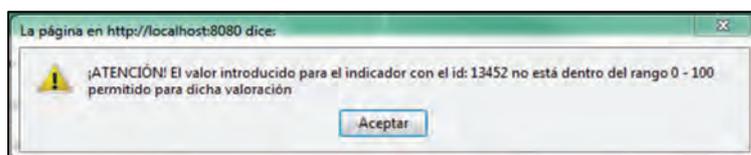


Figura III.12: Mensaje de advertencia cuando algún valor introducido no es correcto.

Además se marcará en rojo el recuadro del primer error encontrado (Figura III.13).



Figura III.13: Señalización del error en una valoración numérica.

### Valoración Lingüística.

Para realizar una valoración lingüística sobre un formulario de evaluación tendremos que tener en cuenta el estado de la valoración. Si está abierta entonces seleccionaremos el tipo de información Lingüística en la columna TIPO INFO.

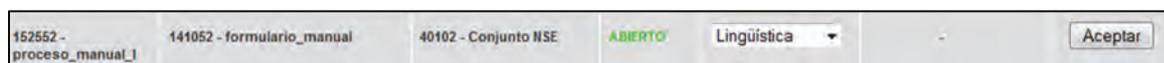


Figura III.14: Selección del tipo de información "Lingüística" en una valoración abierta

Para comenzar la valoración lingüística abierta por tanto pulsaremos el botón *Aceptar*. Si la valoración está en estado *Pendiente* el tipo de información ha sido elegido previamente y no podrá modificarse, por tanto pulsaremos el botón *Continuar*.

Tanto en el estado *Abierto* como en el estado *Pendiente*, el sistema muestra, tras pulsar el botón *Aceptar* o *Continuar* respectivamente, la información Id del proceso de evaluación y su nombre, Id del formulario de evaluación y su nombre, Id del conjunto de términos lingüísticos y su nombre. Justo debajo aparece la lista de indicadores que componen el formulario de evaluación (Figura III.15).

Cada fila se compone de la información ID del indicador, su descripción y tipo. La columna VALORACIÓN LINGÜÍSTICA, contiene un menú desplegable con las etiquetas lingüísticas del proceso de evaluación. Para realizar la valoración lingüística, seleccionar por cada indicador una de las etiquetas disponibles, o bien, la opción *Sin Información* o *Sin Conocimiento*, cuando no se dispone de información suficiente o no se consigue distinguir la granularidad de los términos del conjunto. Para guardar o cerrar la valoración pulsaremos el botón *Guardar* o *Cerrar Valoración* respectivamente.

Si se pulsa *Guardar* en una valoración en estado abierta o pendiente, el sistema mostrará un mensaje de éxito como en la Figura III.7. Si se pulsa el botón cerrar valoración, el sistema mostrará el mensaje de confirmación de la Figura III.9. Si pulsamos el botón *Aceptar* el sistema muestra un mensaje de éxito como aparece en la Figura III.10.

ID	DESCRIPCIÓN	TIPO	VALORACIÓN LINGÜÍSTICA
13202	Compressor for pure UF6	Fuerte	s0: Definitivamente no existe
13252	Gaseous diffusion barrier	Fuerte	s0: Definitivamente no existe
13402	Gas blower for UF6	Medio	s0: Definitivamente no existe s0: Definitivamente no existe s1: Fuerte creencia de no existencia s2: Creencia de no existencia s3: Indeterminado s4: Creencia de existencia s5: Fuerte creencia de existencia s6: Definitivamente existe Sin Información Sin Conocimiento
13452	Rotary shaft seal	Medio	
13502	Special control valve (large aperture)	Medio	
13702	Gasket, large	Débil	
13752	Feed system/product and tails withdrawal	Débil	
13802	Expansion bellows	Débil	s0: Definitivamente no existe

Figura III.15: Valoración Lingüística de un formulario de evaluación.

Si se pulsa el botón *Continuar* que aparece en la Figura III.7, el sistema mostrará de nuevo el menú del experto (Figura III.3), pero en esta ocasión observaremos que el estado del formulario estará en el estado *PENDIENTE* y pasará a ser de color Amarillo Figura III.8.

**Valoración 2-Tupla.**

Para realizar una valoración 2-Tupla sobre un formulario de evaluación tendremos que tener en cuenta el estado de la valoración. Si está abierta entonces seleccionaremos el tipo de información 2-Tupla en la columna *TIPO INFO* (Figura III.16).

Figura III.16: Selección del tipo de información 2-Tupla en una valoración en estado abierto.

Para comenzar la evaluación, en caso que estado sea abierto pulsaremos el botón *Aceptar* (Figura III.17). Si el estado es *Pendiente* pulsaremos el botón *Continuar*. Como en toda valoración que puede realizar un Experto, en primer lugar aparece Id del proceso de evaluación y su nombre, Id del formulario de evaluación y su nombre, Id del conjunto de términos lingüísticos y su nombre, y justo de bajo una lista con los indicadores que conforman el proceso de evaluación.

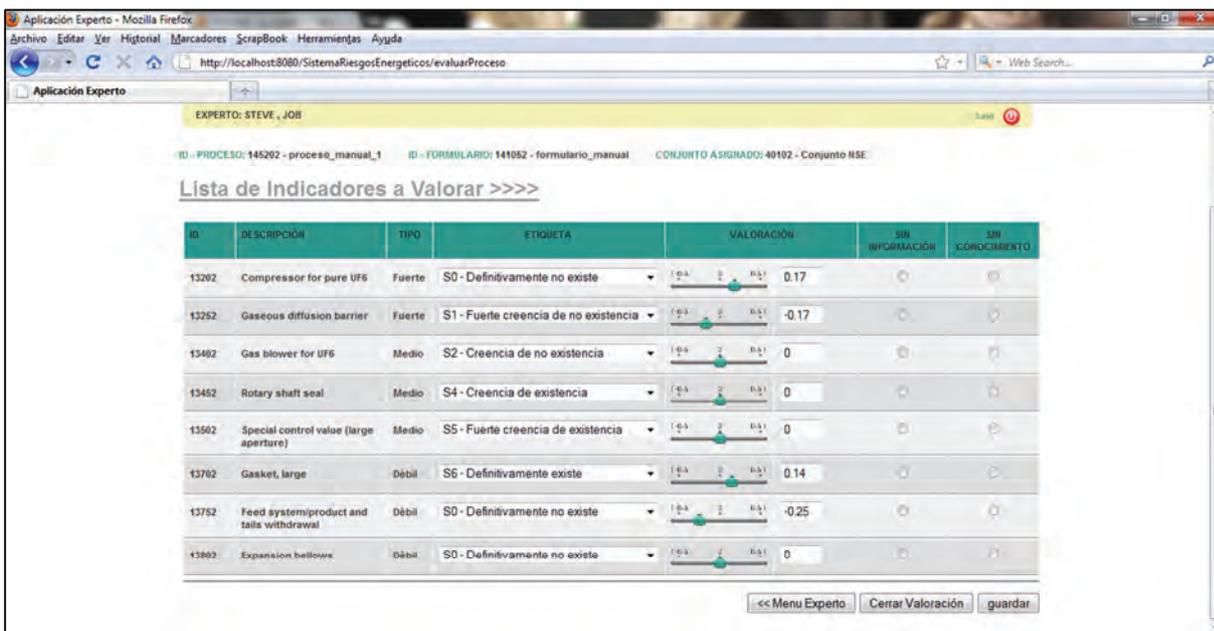


Figura III.17: Valoración abierta o pendiente de la valoración 2-Tupla de un proceso de evaluación

Para expresar la valoración primero debemos seleccionar una de las etiquetas del conjunto de términos lingüísticos de la columna ETIQUETA, a continuación nos situaremos en la columna VALORACIÓN, donde nos aparece una barra deslizante que se mueve dentro del dominio [0.5, 0.5) seguida de un campo de texto donde queda reflejada la traslación simbólica para la etiqueta seleccionada en formato numérico. Desplazaremos el botón de la barra hacia la derecha o izquierda según convenga (Figura III.18).

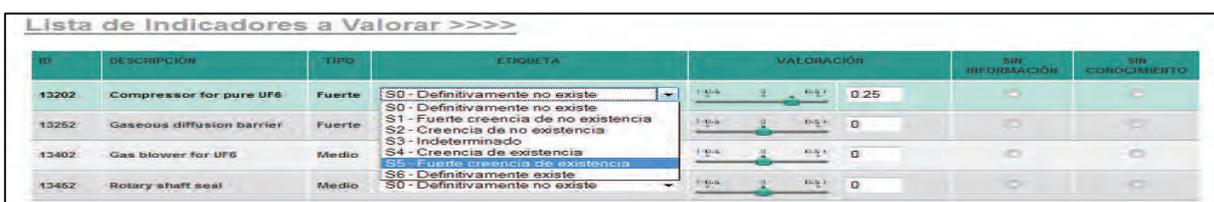


Figura III.18: Realización de una valoración 2-Tupla por un Experto.

A la hora de expresar la traslación simbólica, habrá que tener en cuenta que si estamos ante la primera etiqueta del conjunto su valor debe ser  $\geq 0$ , y para la última etiqueta del conjunto debe ser  $\leq 0$ , de lo contrario a la hora de guardar o cerrar la valoración el sistema mostrará un mensaje de advertencia como en la Figura III.19.

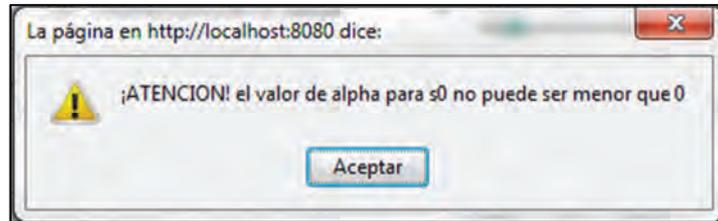


Figura III.19: Tipo de mensaje de advertencia que muestra el sistema cuando se introduce un valor  $\alpha < 0$  para la primera etiqueta del conjunto o  $> 0$  para la última etiqueta del conjunto

Además el sistema resaltará en rojo la valoración con el primer error encontrado, como se observa en la Figura III.20.



Figura III.20: El sistema resalta el primer error encontrado en la valoración 2-Tupla.

Si se desea expresar que no se dispone de información suficiente para realizar una valoración sobre un indicador, debemos marcar el botón de la columna SIN INFORMACIÓN, el recuadro que muestra el valor de alpha pasará a valer -1 (Figura III.21).

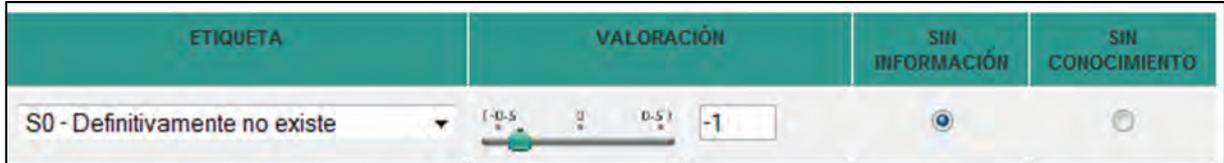


Figura III.21: Valoración 2-tupla cuando no se dispone de información suficiente para realizarla.

Si se desea expresar que no se es capaz de distinguir entre la granularidad de las etiquetas del conjunto, marcaremos la opción de la columna SIN CONOCIMIENTO, el campo alpha tomará el valor -2 (Figura III.22).



Figura III.22: Valoración 2-tupla cuando no se distingue la granularidad de los términos lingüísticos.

Para guardar la valoración pulsaremos el botón Guardar. El sistema muestra un mensaje de éxito de la operación como se puede ver en la Figura III.7.

Para cerrar la valoración pulsaremos el botón *Cerrar Valoración*. El sistema muestra un mensaje de confirmación de la operación como se muestra en la Figura III.9. Si no ha habido errores el sistema muestra la pantalla de la Figura III.10.

También podremos introducir directamente en el campo de texto de la columna VALORACIÓN, el valor de alpha, tendrá que ser un valor decimal separado por un punto como por ejemplo 0.25, -0.34. Téngase en cuenta que si es un decimal negativo, no podrá ver espacio entre el signo – y el número decimal. Si no se cumplen estos requerimientos o se introduce cualquier otro tipo de carácter el sistema dará un error como el que se puede ver en la Figura III.23:

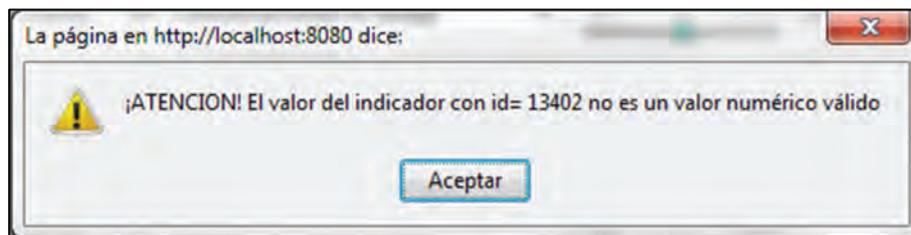


Figura III.23: Mensaje de advertencia cuando se ha introducido un valor alpha no válido

### Valoración Grado de Creencias.

Para realizar una valoración Grado de Creencias sobre un formulario de evaluación tendremos que tener en cuenta el estado de la valoración. Si está abierta entonces seleccionaremos el tipo de información *Gr. Creencias* en la columna *TIPO INFO* (Figura III.24).

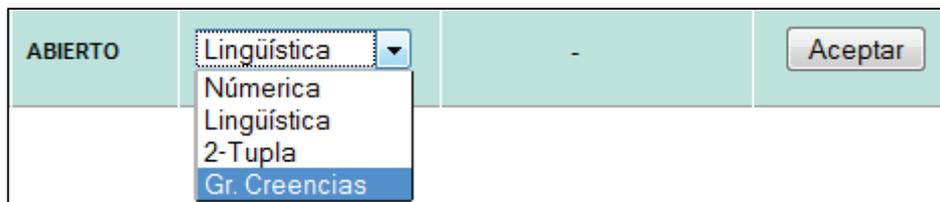


Figura III.24: Selección del tipo de información "Gr. Creencias" en una valoración abierta

Para comenzar la evaluación en caso que estado sea abierto pulsaremos el botón *Aceptar*. Si el estado está en estado *Pendiente* pulsaremos el botón *Continuar*. Como en toda valoración que puede realizar un Experto, en primer lugar aparece Id del proceso de evaluación y su nombre, Id del formulario de evaluación y su nombre, Id del conjunto de términos lingüísticos y su nombre, y justo de bajo una lista con los indicadores que conforman el proceso de evaluación.

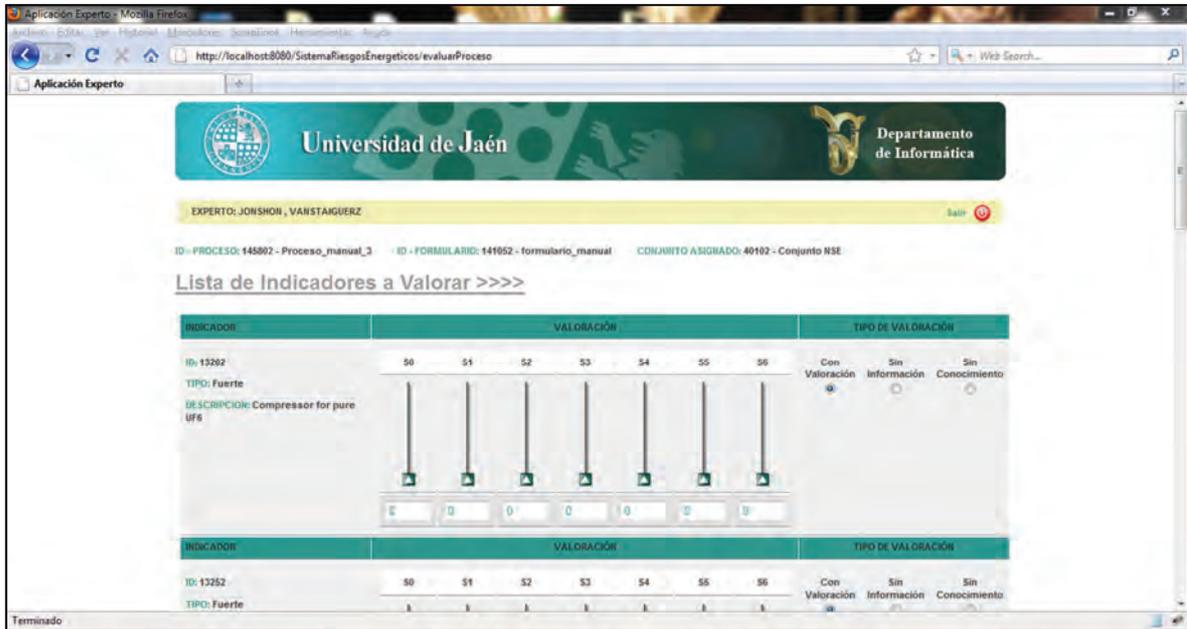


Figura III.25: Visualización del formulario de evaluación para una Valoración Gr. Creencia

Para expresar la valoración podremos hacerlo de dos formas. La primera consiste en utilizar las barras deslizantes para cada etiqueta lingüística del conjunto de evaluación en la Columna VALORACIÓN (Figura III.25). El valor asignado a la etiqueta lingüística quedará reflejado en el campo de texto que está justo debajo de la barra deslizante, dentro del intervalo [0, 1], según el desplazamiento realizado.

La otra forma de expresar la valoración será hacerlo de forma manual, introduciendo directamente los valores en el campo de texto de cada etiqueta lingüística. Habrá que tener en cuenta, que el valor máximo que puede alcanzar la suma de los valores asignados a las etiquetas del conjunto de términos lingüísticos será 1, y por tanto, en caso de sobrepasar este valor, cuando pulsemos el botón Guardar o Cerrar Valoración el sistema advertirá con el mensaje de la Figura III.26. Además, el sistema remarcará en rojo los campos de texto de la primera valoración que contenga un error, como se puede observar en la Figura III.27.

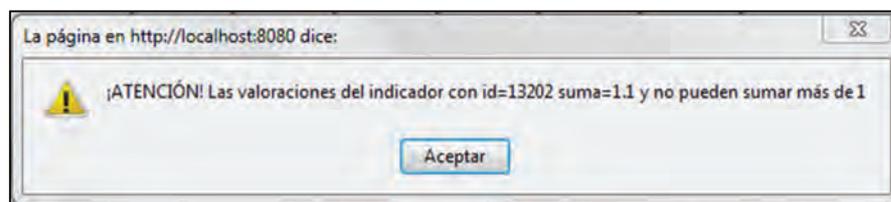


Figura III.26: Mensaje de advertencia del sistema cuando la suma de las valoraciones asignadas a las etiquetas del conjunto sobrepasa el valor máximo.

INDICADOR	VALORACIÓN							TIPO DE VALORACIÓN		
ID: 13802 TIPO: Débil DESCRIPCIÓN: Expansion bellows	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Con Valoración	Sin Información	Sin Conocimiento
	<input type="text" value="0.2"/>	<input type="text" value="0.5"/>	<input type="text" value="0.4"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
								<input type="button" value=" &lt;&lt; Menu Experto"/> <input type="button" value=" Cerrar Valoración"/> <input type="button" value=" Guardar"/>		

Figura III.27: Señalización de la primera valoración que contiene algún error.

Para indicar al sistema que nuestra intención es realizar una valoración, observaremos que en la columna TIPO DE VALORACIÓN, esté marcado el botón Con Valoración, si no se dispone de suficiente información para realizar la valoración marcaremos la opción Sin Información, inmediatamente todos los campos de texto de las etiquetas del conjunto para el indicador pasarán a valer -1 (Figura III.28). Si no se distingue entre la granularidad de los términos del conjunto marcaremos la opción Sin Conocimiento, inmediatamente todos los campos de texto de las etiquetas lingüísticas pasarán a valer -2 (Figura III.29).

INDICADOR	VALORACIÓN							TIPO DE VALORACIÓN		
ID: 13802 TIPO: Débil DESCRIPCIÓN: Expansion bellows	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Con Valoración	Sin Información	Sin Conocimiento
	<input type="text" value="-1"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>						

Figura III.28: Formato de la valoración de un indicador cuando está marcada la opción "Sin Información".

INDICADOR	VALORACIÓN							TIPO DE VALORACIÓN		
ID: 13802 TIPO: Débil DESCRIPCIÓN: Expansion bellows	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Con Valoración	Sin Información	Sin Conocimiento
	<input type="text" value="-2"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>						

Figura III.29: Formato de la valoración de un indicador cuando está marcada la opción "Sin Conocimiento"

Si introducimos un valor que no sea un valor numérico dentro del rango [0,1] en alguno de los campos de texto y pulsamos el botón *Guardar o Cerrar Valoración*, el sistema advertirá de que no es un valor válido con un mensaje de advertencia del tipo de la Figura III.30.



Figura III.30: Advertencia de que se ha introducido un valor que no es válido

Si una vez realizada la valoración de todos los indicadores deseamos guardar nuestra valoración pulsaremos el botón *Guardar*, si todos los valores introducidos son correctos el sistema muestra un mensaje de éxito (Figura III.7). Si por el contrario deseamos cerrar la valoración para que no se pueda modificar pulsaremos el botón *Cerrar Valoración*, mostrando el sistema entonces un mensaje para confirmar la operación como se puede ver en la Figura III.9. De nuevo si todo ha ido correcto el sistema muestra un mensaje de éxito de la operación (Figura III.10).