

Problema:

Una compañía está especializada en la construcción de ascensores para edificios. El departamento de diseño sufre de una escasez crónica de personal entrenado cualificado, por lo cual los diseños requieren largos periodos de tiempo para llevarse a cabo. Sin embargo, el 90% del diseño de un ascensor es realmente estándar, lo que significa que se basa en variaciones simples de un ascensor prototipo. Se propone construir un sistema software que sea capaz de proporcionar un diseño de ascensor en las situaciones estándar. Los diseñadores humanos podrían así concentrar sus esfuerzos en la dificultad del 10% de los diseños no estándar.

La tarea de diseñar un ascensor parte de un conjunto de especificaciones que contiene:

- una descripción técnica del edificio implicado, que especifique sus dimensiones, las características del hueco de ascensor, etc
- una lista de requisitos del cliente sobre el ascensor, tales como: número de personas a que puede dar cabida, velocidad, instalaciones de la cabina, preferencias estéticas, etc.

Los expertos utilizan un diseño estándar como base del proceso de diseño. Los diseños específicos se derivan de las particulares elecciones de componentes de ascensor que se lleven a cabo. La compañía dispone de una base de datos de componentes descritos por un cierto número de parámetros (p.e. peso, precio, dimensiones físicas). La satisfacción de los requisitos del cliente y la consideración de las circunstancias del edificio en que debe instalarse requieren una selección cuidadosa de componentes.

El diseño de un ascensor se resume en las siguientes etapas:

- 1) En consideración a las especificaciones del problema se comienza por seleccionar un conjunto de componentes básicos.
- 2) Consecuentemente a la elección anterior, la elección de otro cierto número de componentes queda prefijada, mediante la aplicación de ciertas fórmulas con frecuencia basadas en leyes físicas. Así p.e., el peso del contrapeso puede computarse a partir del peso del armazón más el peso del lastre.
- 3) Los componentes aún no determinados se seleccionan de acuerdo a un conjunto de preferencias preestablecidas por los diseñadores. Un ejemplo de preferencia es la “minimización de costes”. Las preferencias se hallan ordenadas en una escala, de modo que las que ocupen un orden superior sean consideradas en primer lugar.
- 4) Concluida la selección de componentes es preciso comprobar que ha dado lugar a un diseño válido, que no viole ciertas restricciones básicas generales (p.e., el

peso de la cabina del ascensor limita la elección del cable de ascensión). Si ninguna restricción es violada se pasa al punto 6.

- 5) En caso de un problema de diseño, es decir, si se ha detectado la violación de alguna restricción, el diseño se revisa. Para cada restricción violada, el diseñador tiene acceso a una documentación donde se establece el conjunto de operaciones ordenadas de modificación del diseño (p.e., sustitución de un componente). El nuevo diseño debe revisarse asimismo, es decir, se retrocede al punto 4.
- 6) Finalmente se calcula el coste de producción, que incluye el coste de los componentes, el coste de mano de obra y el coste de instalación en el edificio.”

Modelo de pericia:

El modelo que presentamos no es el único posible, se ha pretendido definir una ontología del dominio independiente de la tarea y del método (PSM) de resolución de la ésta. La definición de la tarea, por su parte, como definición de un objetivo es totalmente dependiente del dominio (*diseñar-valorar-ascensor*), pero no de su modelo, de su estructura. El PSM que resuelve el diseño se expresa también de forma independiente del dominio y de la tarea (podría seguirse el mismo esquema para diseñar otro tipo de artefacto), en términos no comprometidos con éstos.

1. Conocimiento del Dominio

Conceptos y asociaciones.

Lo primero que nombra el texto son las características del edificio y las requisitos del cliente sobre el ascensor. Para describir el edificio parece adecuado un concepto *Edificio* que recoja todas sus características. Los requisitos, tal y como se ejemplifican en el texto, parece que pueden describirse como características del ascensor y por tanto como valores de atributos del concepto *ascensor*. Este concepto, también siguiendo el texto, se compone de diferentes elementos que modelamos como conceptos herederos del concepto genérico *componente*. Se establece una asociación, por tanto, de tipo composicional entre estos y *ascensor*. El diseño estándar a que hace referencia el texto determina esta composición, esto es, el diseño del ascensor se compone de instancias (cabina-x en el ejemplo de la Fig. 1) de cada una de las clases herederas de *componente*.

“Elección de componentes” podría interpretarse como la elección directa de instancias de la clase *componente*, por ejemplo el modelo de cabina A-345. Pero también podría interpretarse como la determinación de las características o especificaciones precisas que, a su vez, determinan inequívocamente los componentes, mediante una búsqueda en la base de datos del primer registro que se ajuste a estas características. Esta es la opción que vamos a seguir en la resolución.

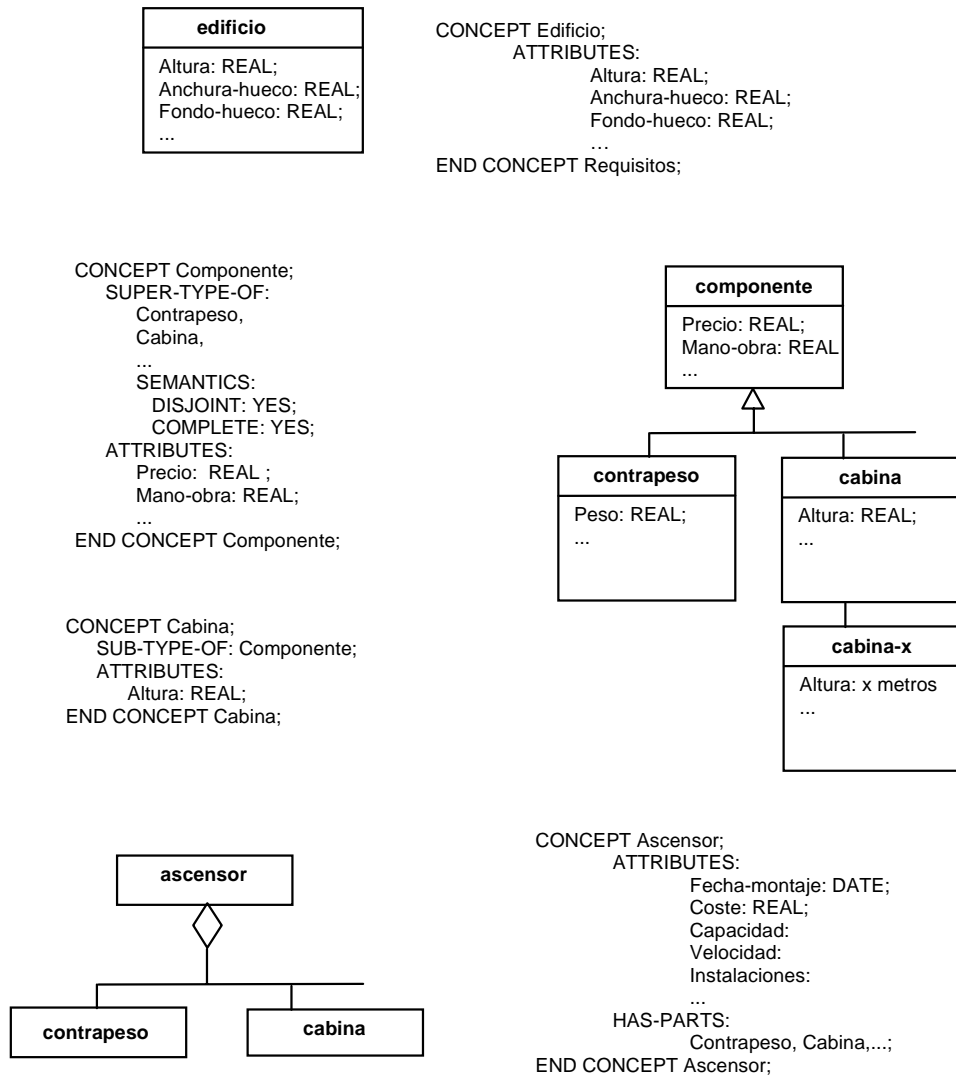


Fig. 1 Conceptos y sus asociaciones de particularización y de composición, evidentemente no en extenso, sino como bosquejo de la estructura definida en el texto. Se ha utilizado tanto la notación gráfica UML como el lenguaje KML (ver apuntes asignatura).

Relaciones entre expresiones

En las siguientes figuras se modelan gráfica y textualmente las relaciones entre expresiones. Todas ellas muestran algún ejemplo de instancia correspondiente, como perteneciente a la base de conocimientos.

En el texto se habla de la selección de unos componentes a partir de unas preferencias. Esto implica una asociación en el dominio entre estas preferencias y las características de los componentes que las satisfacen. Pero el término “preferencias” no se corresponde con una ontología del dominio independiente del diseño. Por ello modelamos estas preferencias como características globales del ascensor, por ejemplo, la “minimización

de costes” se modela como “característica-global-1= ‘coste mínimo’” (Fig. 4). En etapas posteriores habrá que tener en cuenta que *Ascensor.Cabina.Calidad* no tenga un valor previo para que pueda serle asignado el valor Baja, de acuerdo a esa preferencia.

Algo similar ocurre con la relación modelada en la Fig. 5. Las restricciones del diseño son soportadas por expresiones (que referenciamos como R1...) que el ascensor cumple o no cumple y por el mismo criterio de la relación anterior, son modeladas como características globales del ascensor.

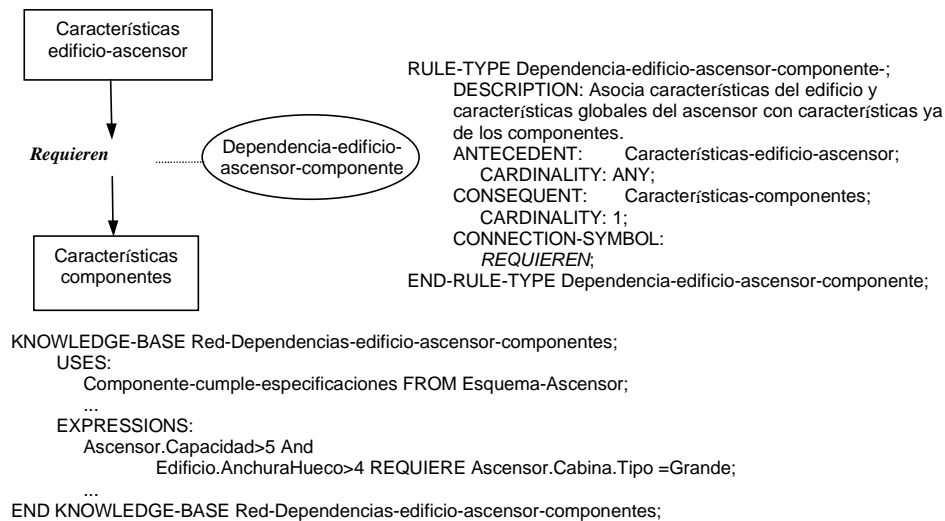


Fig. 2 El texto muestra la existencia de una relación entre las características del edificio y del ascensor con otras características derivadas ya en los componentes.

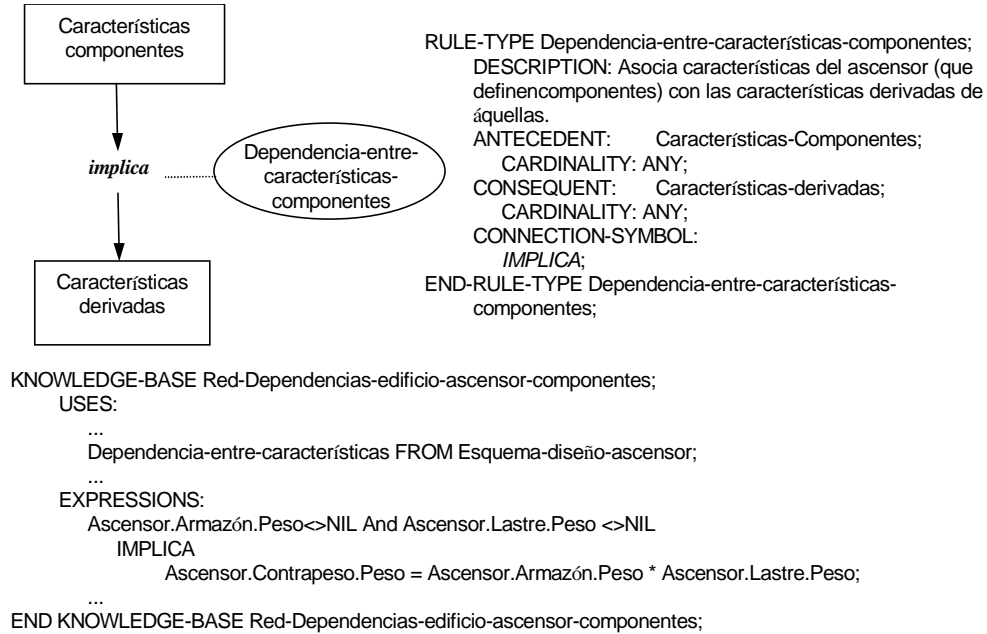


Fig. 3 El texto muestra también la existencia de una relación inmediata entre las características de unos componentes con las de otros componentes que hemos etiquetado como de implicación.

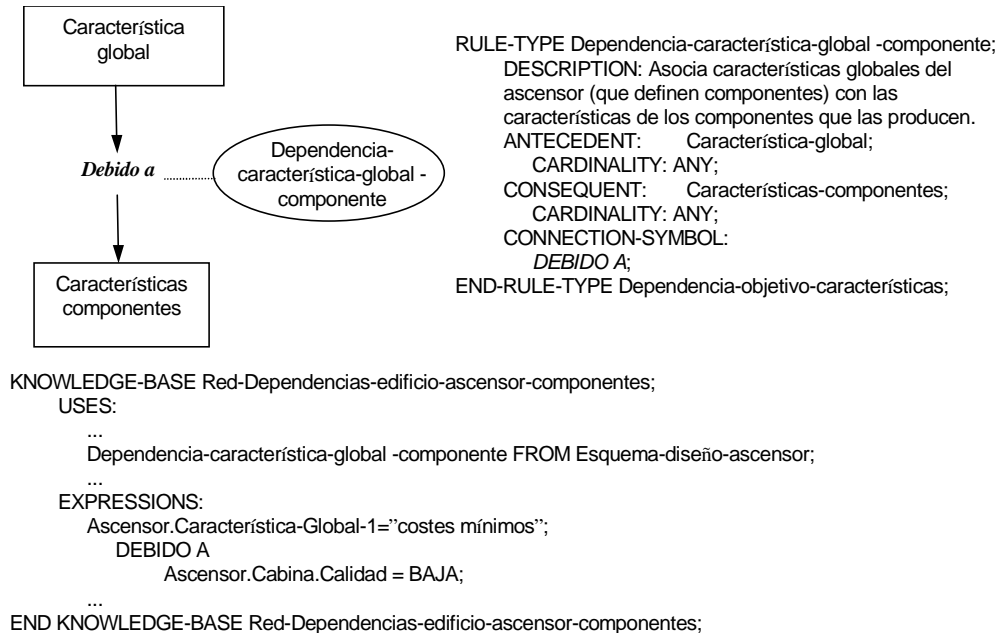


Fig. 4 Es una relación entre una característica global (así se modelarían las preferencias de una forma independiente del diseño, como una característica del ascensor) y las características de los componentes de las cuales es consecuencia.

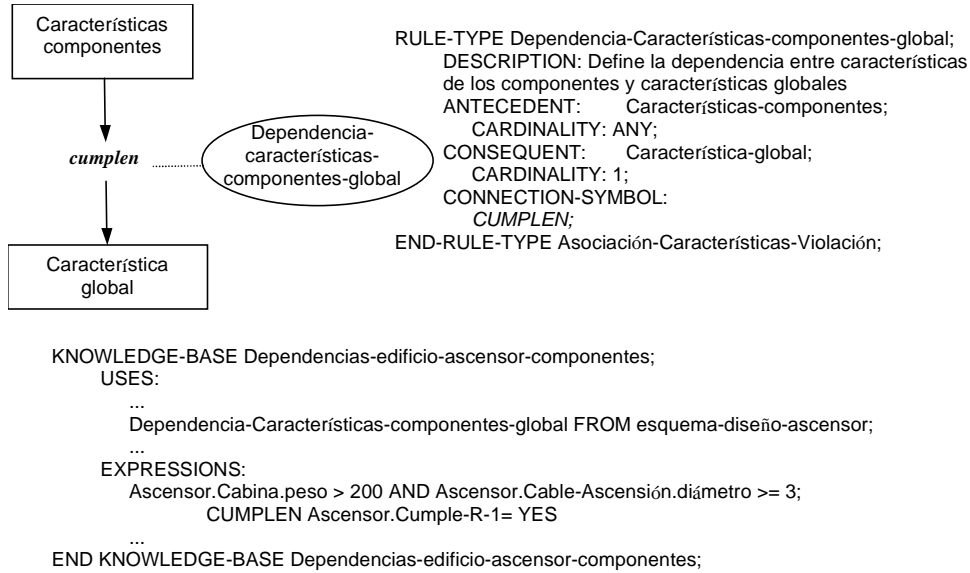


Fig. 5 Las restricciones del diseño se han modelado en el dominio como características globales (que referenciamos como R1...) del ascensor y que éste cumplirá o no.

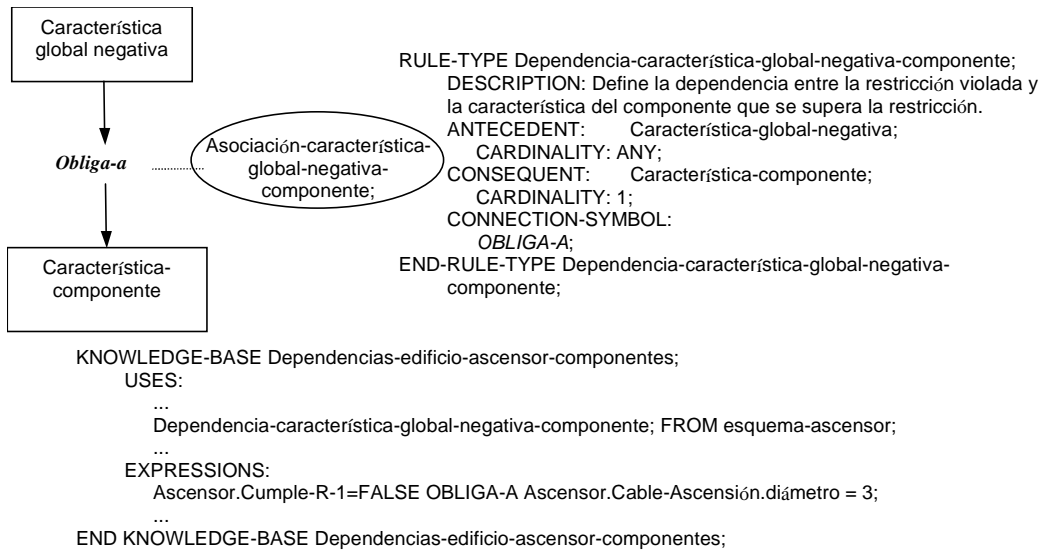


Fig. 6 Las características globales negativas (así se han considerado las restricciones del diseño R1...) del ascensor obligan o implican una cierta característica de un componente.

2. Conocimiento inferencial y de tareas.

Definimos inicialmente el objetivo del problema, la tarea, como diseño del ascensor:

Tarea:

```
TASK diseñar-valorar-ascensor;  
  GOAL:  
    "diseñar el ascensor más adecuado al edificio y a los requisitos del cliente y  
    calcula su coste";  
  ROLES:  
    INPUT:  
      especificaciones: "características del edificio y requisitos del cliente";  
    OUTPUT:  
      diseño-ascensor: "componentes del ascensor";  
      coste-ascensor: "coste de los componentes y de instalación";  
  ESPEC:  
    "encuentra los componentes del ascensor más adecuados y que cumplen con  
    las restricción propias del diseño y calcula el coste";  
END TASK diseño- valorar-ascensor;
```

Fig. 7 Definición de la tarea diseño y evaluación de ascensor a través de KML.

La tarea según el método:

Primeramente mostramos la estructura de descomposición de la tarea (Fig. 8). *Diseñar-valorar-ascensor* se descompone en *diseñar-ascensor* y *valorar-coste*. Nos centraremos en la primera puesto que la segunda es, en nuestro caso, un mero cálculo a partir de los componentes seleccionados. *Diseñar-ascensor* se resuelve, según el texto, por el método *propone-evalúa-revisa*, que la descompone en tres subtareas. Esta descomposición es habitualmente utiliza en tareas de diseño. En nuestro problema y según el texto, *proponer*, a su vez, se descompone en otras tres subtareas, ya inferencias.

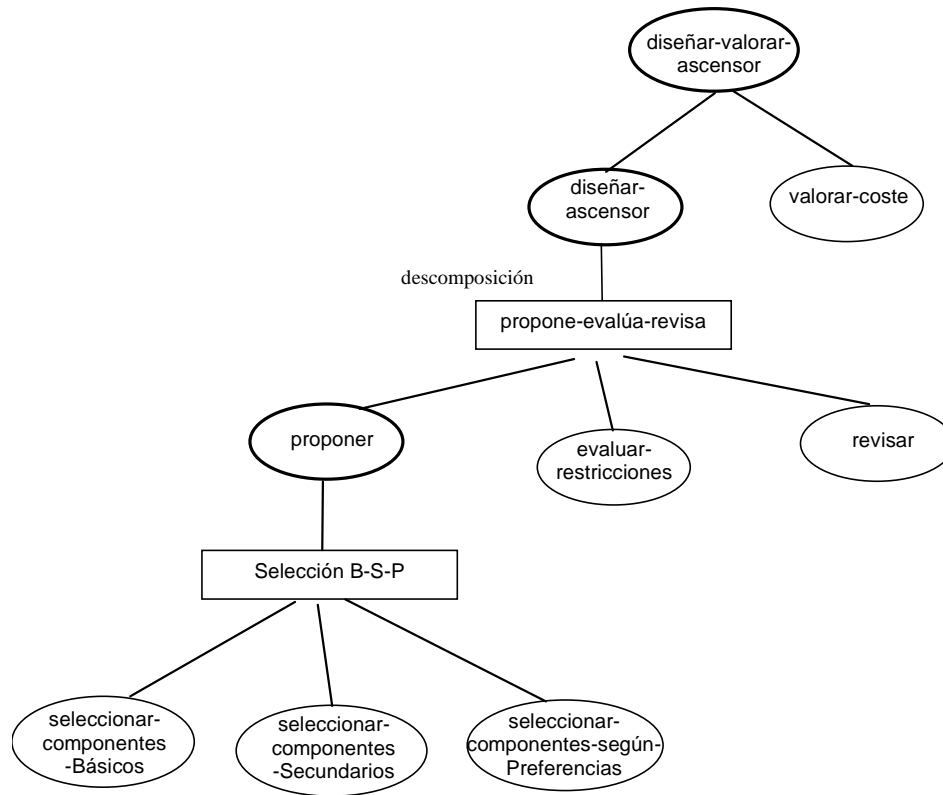


Fig. 8 Descomposición de la tarea *diseñar-valorar-ascensor*. *Diseñar-ascensor*, se descompone según el método *propone-evalúa-revisa*. Consideraremos como pasos elementales de razonamiento, inferencias, los óvalos no resaltados. Entre éstas se encuentran las inferencias de *proponer* según el método que hemos denominado *Selección-BSP* (Básicos, Secundarios, Preferencias).

En la Fig. 9 se describe el control de la tarea *diseñar-ascensor* según el método *propone-evalúa-revisa*. Para resumir incluiremos la descomposición de *proponer* dentro de la descripción de la asociación del método con la tarea *diseño-según-propone-evalúa-revisa* (Fig. 9). También para simplificar, consideremos el papel *diseño* como composición de los papeles *componentes-básicos*, *componentes-secundarios* y *componentes-según-preferencias*.


```

TASK-METHOD diseñar-ascensor-según-propone-evalúa-revisa;
REALIZES: diseño-ascensor;
DECOMPOSITION:
    INFERENCES: seleccionar-componentes-básicos, seleccionar-componentes-secundarios,
                seleccionar-componentes-según-preferencias, evaluar-restricciones, revisar-
                diseño;
    ROLES:
        INTERMEDIATE:
            especificaciones: "requerimientos del diseño";
            componentes-básicos: "componentes inferibles directamente de los requerimientos";
            componentes-secundarios : "componentes derivados de los básicos";
            preferencias: "criterios de preferencias para la selección de otros componentes";
            componentes-según-preferencias: "componentes derivados de criterios de preferencia";
            restricciones-violadas: "restricciones que violan los componentes seleccionados";
            diseño: conjunto de componentes del sistema;
        CONTROL-STRUCTURE:
            seleccionar-componentes-básicos (especificaciones ->componentes-básicos);
            seleccionar-componentes-secundarios (componentes-básicos -> componentes-secundarios);
            seleccionar-componentes-según-preferencias (componentes-básicos -> componentes-según-
            preferencias);
            WHILE NEW-SOLUTION evaluar-restricciones (diseño -> restricciones-violadas) DO
                revisar(restricciones -> diseño);
            ENDWHILE;
END TASK-METHOD diseñar-ascensor-según-propone-evalúa-revisa;
    
```

Fig. 9 Código en KML para definir la asociación tarea-método que hemos denominado *diseño-según-propone-evalúa-revisa*. Se incluye, para resumir, la descomposición de *proponer*.

Inferencias y conexión con el dominio:

Vemos en las siguientes figuras conjuntamente la definición de inferencias y la conexión de los papeles con el dominio.

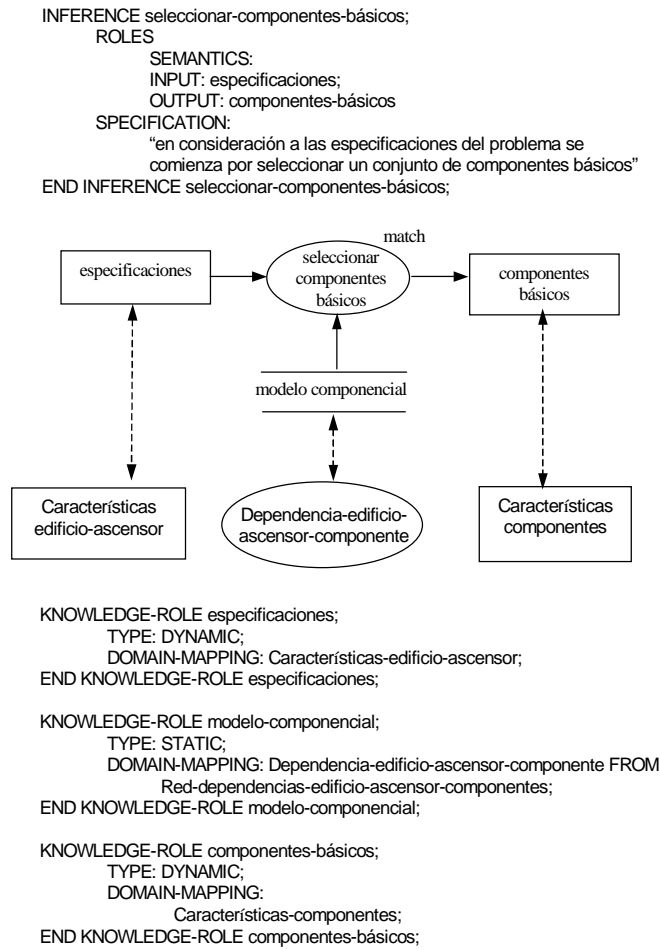


Fig. 10 Notación gráfica y textual (en KML) para la descripción de la inferencia *seleccionar-componentes-básicos* y su conexión con el dominio.

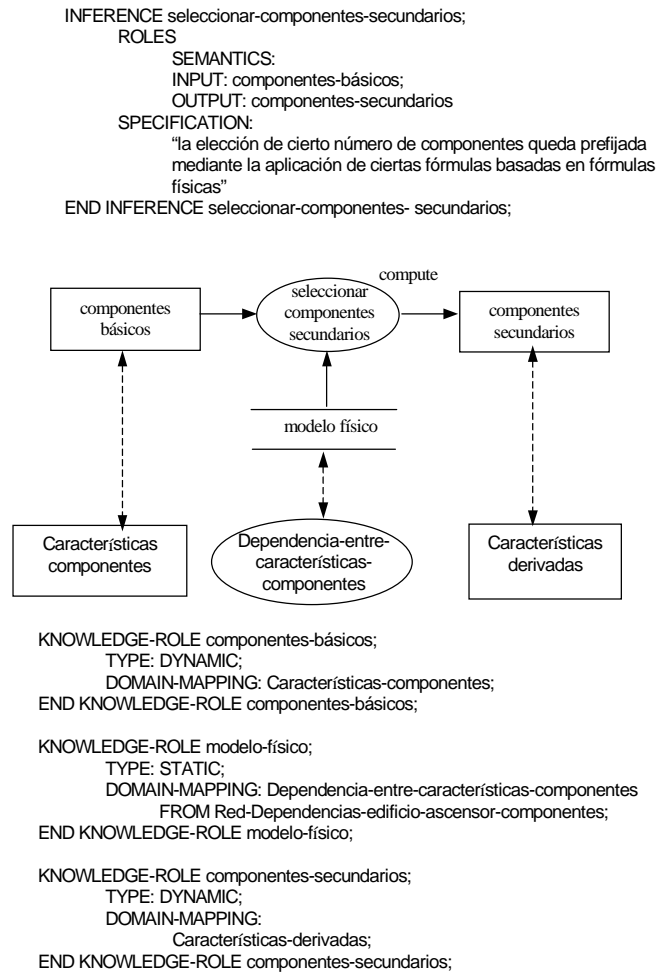


Fig. 11 Notación gráfica y textual (en KML) para la descripción de la inferencia *seleccionar-componentes-secundarios* y su conexión con el dominio.

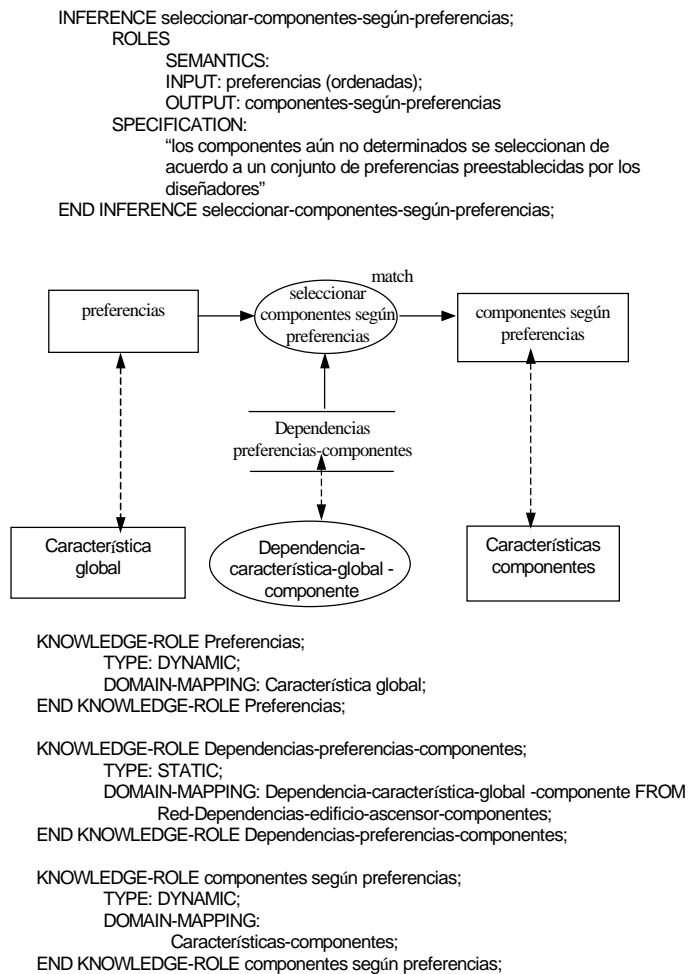


Fig. 12 Notación gráfica y textual (en KML) para la descripción de la inferencia *seleccionar-componentes-según-preferencias* y su conexión con el dominio.

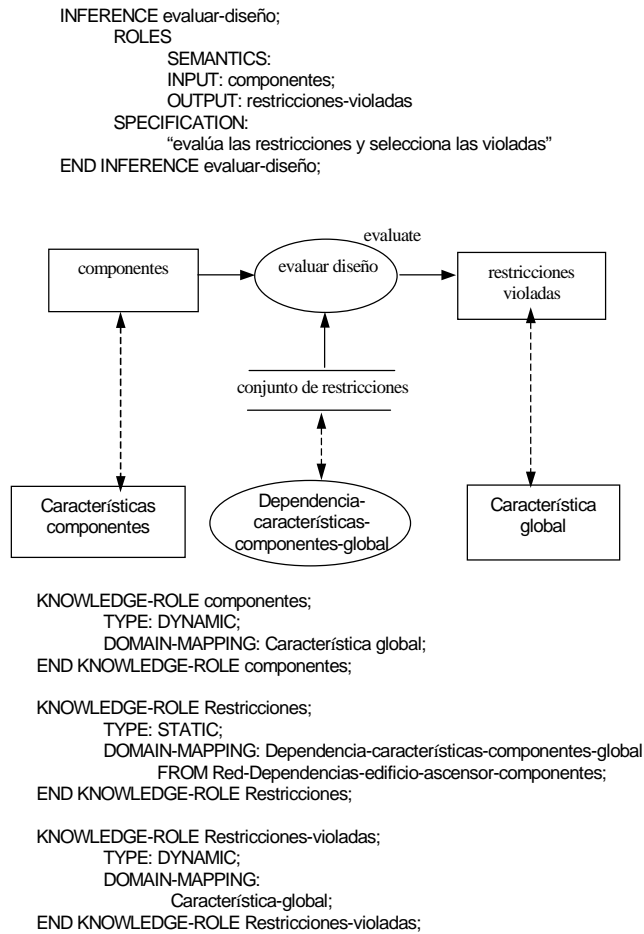


Fig. 13 Notación gráfica y textual (en KML) para la descripción de la inferencia *evaluar-diseño* y su conexión con el dominio.

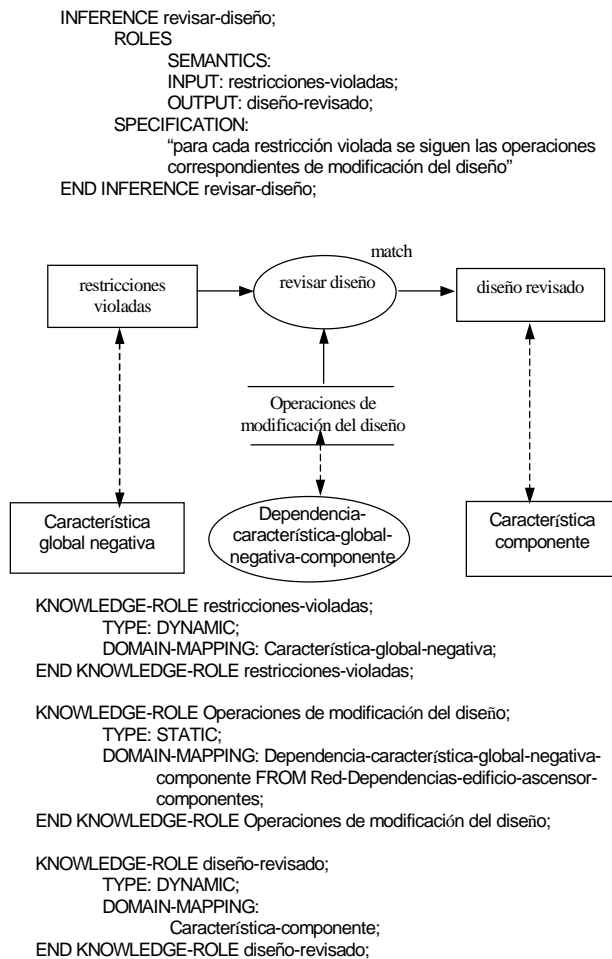


Fig. 14 Notación gráfica y textual (en KML) para la descripción de la inferencia *revisar-diseño* y su conexión con el dominio.