

DEPARTAMENTO DE SISTEMAS INFORMÁTICOS Y COMPUTACIÓN
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

P.O. Box: 22012 E-46071 Valencia (SPAIN)



Informe Técnico / Technical Report

Ref. No.:	DSIC-II/11/08	Pages: 70
Title:	GORMAS: Guía metodológica para el diseño de Sistemas Multi-agente abiertos basados en organizaciones	
Author(s):	E. Argente, V. Julian, V. Botti	
Date:	29th July 2008	
Keywords:	Multi-agent systems, Organizations, Open Systems	

V^o B^o

Leader of research Group

Author(s)

Resumen

En este trabajo se propone GORMAS (**G**uidelines for **OR**ganizational **M**ulti-**A**gent **S**ystems), una guía metodológica para el diseño de sistemas multiagente abiertos desde la perspectiva de las organizaciones humanas. Esta guía se basa en la Teoría de las Organizaciones, adaptando una guía específica de diseño de organizaciones humanas y transformando de forma apropiada cada una de sus fases al área de los sistemas multiagente.

La guía hace uso de un Modelo de Organización Virtual, definido también en este trabajo, que describe los factores más relevantes de una organización: su estructura, funcionalidad, dinamicidad, entorno y normalización.

La aplicabilidad de la guía metodológica propuesta se ha realizado sobre un caso de estudio concreto, un sistema de agencia de viajes, dando así soporte al proceso de análisis y diseño de un sistema multiagente abierto.

1. Introducción

Para el diseño y desarrollo de sistemas multiagentes (Multiagent Systems, MAS) se necesita de metodologías que den soporte a los diseñadores de una manera robusta y fiable. Muchas de las propuestas tradicionales detallan la estructura del MAS en términos de un modelo de roles. En este modelo se identifican los roles que los agentes juegan en el sistema, así como los protocolos de interacción en los que participan. La utilización de este modelo de roles supone la concepción de un MAS en el que los agentes son cooperativos y están claramente definidas sus tareas y habilidades. Se tratan, pues, de sistemas cerrados, en los que no se permite la participación de agentes con comportamientos interesados, egoístas o bien no autorizados. Estas metodologías se tipifican como *orientadas al agente*, pues asumen una perspectiva individualista, cuya entidad principal es el agente, el cual persigue sus propios objetivos individuales basándose en sus propias creencias y habilidades. Además, las estructuras sociales no se modelan de forma específica, sino que se supone que emergen como resultado de la interacción de los agentes. Ejemplos de estas metodologías son Gaia [1], Tropos [2], Prometheus [3], MaSE [4], MAS-CommonKADS [5] y MASSIVE [6]. En [7, 8, 9, 10, 11] se muestran diversas comparativas de metodologías orientadas al agente.

En los últimos años, los investigadores han llevado a cabo diversos estudios para ofrecer procedimientos y metodologías que permitan diseñar MAS abiertos, en los que los agentes con comportamientos interesados o egoístas puedan operar. Un sistema abierto es aquel que permite la entrada y salida dinámica de sus entidades. Los MAS abiertos deberían permitir también la participación de agentes heterogéneos, con arquitecturas e incluso lenguajes distintos [12]. Por tanto, no se puede confiar en el comportamiento de los agentes, siendo necesario establecer controles en base a normas o reglas sociales. Para ello, los desarrolladores

se han centrado en los aspectos organizativos de la sociedad de agentes, guiando el proceso de desarrollo del sistema mediante los conceptos de organización, normas, roles, etc.

Esto ha dado lugar a un nuevo enfoque denominado *metodologías orientadas a la organización*, con ejemplos como Agent-Group-Role [13], Tropos (nueva propuesta)[14], MOISE^{Inst} [15], OMNI [16], E-Institutions [17] e INGENIAS [18]. Estos métodos tratan de describir, en general, cuáles son los objetivos de la organización, su estructura organizativa (topología, jerarquía de roles e interacciones), su dinámica (cómo los agentes entran/salen de la organización, cómo adoptan roles, el ciclo de vida de los agentes y las normas sociales) y el entorno de la organización. No obstante, la mayoría de estos métodos no son completos, limitándose principalmente al análisis de requisitos, al diseño de los grupos, roles y, en algunos casos, a las normas que regulan el comportamiento. Además, las abstracciones y herramientas disponibles todavía son insuficientes para muchos tipos de sistemas multiagente abiertos que atacan problemas del mundo real.

En líneas generales, la investigación en organizaciones en el área de MAS comprende tanto el tratamiento de conceptos básicos de las organizaciones, por ejemplo los grupos, comunidades, roles [1, 19, 20, 21], el modelado de organizaciones [22, 23, 20, 16], la definición de estructuras topológicas [24, 25], el análisis de aspectos normativos, incluyendo la representación de las normas [26], la lógica deóntica [27, 28] y la gestión de instituciones electrónicas [29], así como el estudio de la denominada Teoría de la Organización [30] [31], que se encarga del estudio y análisis de las organizaciones humanas.

El concepto de organización se concibe como una solución prometedora para gestionar la coordinación de los agentes y controlar sus comportamientos, especialmente en los sistemas multiagente abiertos [32][33, 13] [34]. Las organizaciones permiten: (i) delimitar las interacciones de los agentes, mediante patrones [35]; (ii) definir los objetivos globales del sistema con un mayor nivel de abstracción; (iii) subdividir las tareas del sistema en posiciones organizativas (roles), cada uno de ellos responsable, de algún modo, del cumplimiento de cierto subconjunto de objetivos globales[32]; y (iv) la formación dinámica de grupos de agentes con fronteras de visibilidad [13], de modo que la estructura interna de ese grupo solamente es conocida por los miembros del mismo.

La Teoría de la Organización determina cuáles son los conceptos básicos, relaciones y características intrínsecas de cada tipo de organización existente. Las organizaciones humanas resultan muy eficientes para la gestión de la coordinación de sus miembros y la consecución de sus objetivos. Muchos de sus mecanismos de coordinación se han empleado también en distintas aplicaciones de sistemas multiagente [24], pero éstas se desarrollaron generalmente siguiendo una metodología orientada al agente y, por tanto, sin una correlación clara con los sistemas humanos ni con el comportamiento global esperado en el sistema. Por tanto, todavía no existe una metodología de desarrollo de sistemas multiagente que proporcione

una correspondencia directa entre las estructuras organizativas a nivel de sistemas humanos y su aplicabilidad a nivel de agente, ni que permita una especificación completa de la estructura social del sistema. La propuesta de este trabajo se focaliza en este aspecto, adaptando una guía específica de diseño de organizaciones humanas al área de los MAS.

Por tanto, atendiendo a los requisitos de las organizaciones, hemos desarrollado una guía metodológica o secuencia-guía en la que se aborda el diseño de sistemas multiagente desde la perspectiva de las organizaciones humanas, siguiendo las líneas de la Teoría de la Organización. Esta guía metodológica se basa en una guía específica de diseño de organizaciones humanas, que consta de diversas fases dentro del análisis y diseño de la organización. Dichas fases han sido transformadas de forma apropiada al área de los sistemas multiagente, para así captar todos los requisitos del diseño de una organización desde la perspectiva de los agentes. La secuencia-guía propuesta puede utilizarse de forma independiente para el análisis y diseño del sistema, o bien puede ser integrada en muchos de los métodos de desarrollo de sistemas multiagente, para así proporcionarles la perspectiva de las organizaciones y la orientación de sistema abierto. Esta guía se ha validado con un caso de estudio de un sistema de agencia de viajes, para el cual se realiza el análisis y diseño del sistema, atendiendo a aspectos de sistema abierto y basado en organizaciones.

En la siguiente sección se describe, brevemente, la motivación de este trabajo, que comprende el diseño y modelado de organizaciones. En la sección 3, se describe el modelo de organización virtual definido en este trabajo, que cubre todos los factores del diseño y comportamiento de una organización. En la sección 4 se detalla la guía metodológica GORMAS, describiendo cada una de las guías-fase que la componen, agrupadas en base a las fases de análisis del sistema, diseño de la estructura de la organización y diseño de la dinámica de la organización. En la sección 5 se muestra un ejemplo de aplicación de la guía metodológica al caso de estudio del sistema de agencia de viajes. Finalmente, en la sección 6 se indican las conclusiones de este trabajo.

2. Motivación

Para el desarrollo de una guía metodológica que permita diseñar sistemas multiagente abiertos basados en las organizaciones se ha tenido en cuenta, por un lado, cómo se lleva a cabo el análisis y diseño de las organizaciones humanas y, por otro lado, qué aspectos se deben cubrir al modelar una organización. A continuación se explican estos dos enfoques.

2.1. Guías de diseño de organizaciones humanas

En el diseño de organizaciones humanas existen varios trabajos en los que se definen cuáles son los parámetros a considerar en el análisis y diseño de una organización. Los tra-

bajos más representativos son los de Mintzberg y Galbraith. En la propuesta de Mintzberg [36] se define un total de nueve parámetros o variables de diseño, que abordan aspectos sobre el diseño de los puestos de trabajo, la estructura de la organización, las relaciones entre unidades y sobre el sistema de toma de decisiones. Por su parte, en la propuesta de Galbraith [37] se establecen cinco grupos de variables organizativas (tareas, estructura, personas, sistemas de incentivos y procesos de información y decisión). Estos grupos de variables se correlacionan con la estrategia de la organización, para así diseñar su estructura.

En nuestro caso, hemos adaptado la *secuencia-guía básica de diseño organizativo* [38], que integra los dos trabajos anteriores, ofreciendo un marco de trabajo adaptable a sistemas abiertos. El objetivo de la secuencia-guía consiste en “ayudar a comprender el orden secuencial básico sobre el que han de llevarse a cabo las diferentes formas de modelización y de aplicaciones operativas del diseño organizativo” [38]. Esta secuencia-guía consta de dos fases: la fase de ajuste a las circunstancias condicionantes de la empresa y a la estrategia; y la fase de aplicación del diseño.

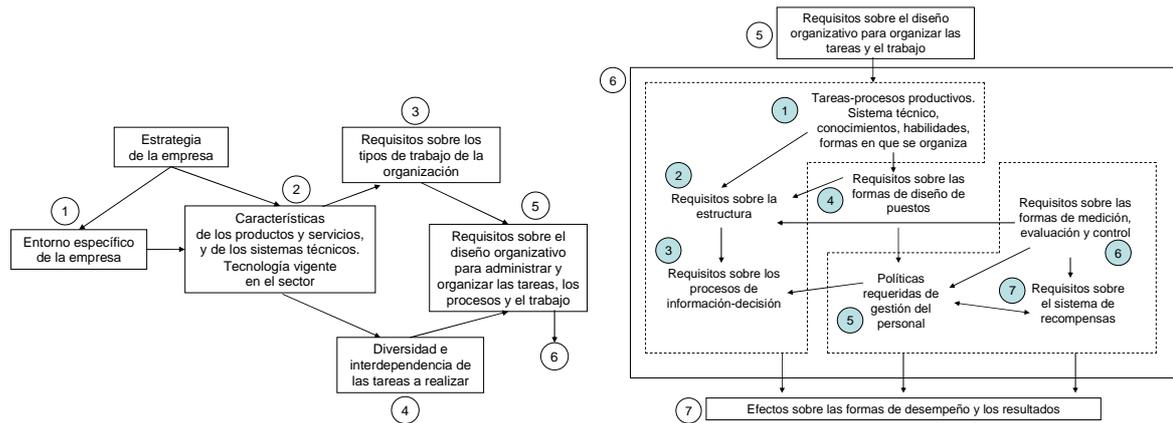


Figura 1: Secuencia-guía básica de diseño de organización propuesta por Moreno-Luzon.

En la fase de ajuste a las circunstancias condicionantes de la empresa y los requisitos de la estrategia (figura 1, pasos 1-5) se realiza el análisis de los requisitos del sistema, teniendo en cuenta tanto el entorno, los grupos de interés de la empresa, los productos y servicios a ofrecer, su funcionalidad, así como las interdependencias existentes entre las tareas.

En la fase de aplicación del diseño (figura 1, paso 6), se procede a la implementación de las tareas y procesos productivos, al diseño de la estructura y de los procesos de información-decisión, así como a la definición de los requisitos de los puestos, las políticas de gestión del personal, los mecanismos de control y el sistema de recompensas.

En nuestra propuesta, estas diferentes actividades se adaptan al área de los sistemas multi-agente, para así facilitar el análisis y diseño del sistema, especialmente desde el punto de vista de un sistema abierto. Para ello se ha elaborado un modelo de organización con el

cual describir las características que definen el diseño y comportamiento de una organización. El análisis de esas características se comenta a continuación.

2.2. Modelado de organizaciones

A partir del estudio de la Teoría de la Organización [30, 31], se ha identificado un conjunto de factores a considerar en el modelado de una organización:

- **Estructura:** comprende todos los elementos que persisten en la organización, independientemente de cuáles sean sus individuos finales en cada momento. Vendrá definida en base a los roles, sus agrupaciones, dependencias y sus patrones de interrelación.
- **Funcionalidad:** especifica cuáles son los objetivos globales de la organización; los servicios y funcionalidades que ofrece; los objetivos que persiguen los distintos componentes de la organización y qué tareas y planes deben seguir para alcanzarlos.
- **Normalización:** determina el conjunto de normas y acciones definidas para controlar los comportamientos de los miembros de la organización. Se incluyen aquí tanto las normas sobre la actuación (obligaciones, permisos y prohibiciones), como las sanciones y recompensas a efectuar sobre sus miembros.
- **Dinamicidad:** especifica cómo evoluciona la organización a lo largo del tiempo, indicando el modo en que los agentes entran y salen de la organización de forma dinámica; adoptan determinados roles en función de sus capacidades y habilidades; y participan en aquellas unidades o agrupaciones de la organización en las que sean admitidos.
- **Entorno:** comprende tanto los recursos de los que depende la organización, como los proveedores de dichos recursos y los clientes o beneficiarios de la existencia de la organización.

Existen distintas propuestas de modelado de organización, destacando AGR [13], AML [39], MOISE [15], OMNI [16] y OMACS [40], que cubren de forma parcial estos factores de la organización. Así, AGR se centra en la estructura (basada en agentes, grupos y roles) y la dinamicidad, limitada a descripción de cómo los agentes pueden pasar de un grupo a otro, en función de los roles que adopten. Su extensión al entorno (AGR-E) [41] permite describir los elementos que rodean al sistema. Por su parte, AML se centra en la estructura, funcionalidad y entorno, describiendo las unidades organizativas existentes, sus servicios, recursos a los que se acceden y el modo de acceso a los mismos. Sin embargo, no tiene en cuenta los aspectos normativos del sistema. En cambio, tanto en MOISE como en OMNI, se hace un especial énfasis al factor normativo de la organización, detallándose también los aspectos estructurales y funcionales. Asimismo, la dinámica del sistema se modela en OMNI a través

de contratos para adquirir roles y controlar las interacciones de los agentes. Pero ninguna de estas dos propuestas describe de forma detallada los elementos del entorno. Finalmente, OMACS define un meta-modelo para MAS que permite el diseño de la organización de forma dinámica. Se modelan las habilidades de los agentes, la asignación de los roles y las políticas de comportamiento, reorganización y reasignación, tanto de recursos como de roles.

En este trabajo se ha definido un Modelo de Organización Virtual (*Virtual Organization Model*, VOM) que tiene en cuenta todos los factores de la organización, permitiendo así describir el diseño y comportamiento de la organización de una manera lo más completa posible. Este modelo se explica en la siguiente sección.

3. Modelo de Organización Virtual

El Modelo de Organización Virtual (VOM) propuesto se compone de cuatro dimensiones: (i) Dimensión Estructural, que describe los componentes del sistema y sus relaciones; (ii) Dimensión Funcional, que detalla la funcionalidad concreta del sistema; (iii) Dimensión Normativa, que define los mecanismos empleados por una sociedad para controlar e influenciar en los comportamientos de sus miembros; y (iv) Dimensión del Entorno, que describe el entorno de la organización en base a sus recursos y a cómo los agentes perciben o actúan sobre dichos recursos.

La **Dimensión Estructural** (figura 2a) describe cuáles son los elementos del sistema (agentes y unidades organizativas) y cómo se relacionan entre sí. La Unidad Organizativa (UO) es una entidad social básica que representa a un conjunto de agentes que llevan a cabo actividades o tareas específicas y diferenciadas, siguiendo un patrón de cooperación y comunicación predefinido [25, 42]. Esta asociación puede verse desde fuera como una única entidad, en plan “caja negra”, que persigue objetivos, ofrece y solicita servicios e incluso juega roles al interactuar con otras entidades.

Una unidad organizativa está formada por diferentes entidades (relación *tiene_miembro*) durante su ciclo de vida, que pueden ser tanto agentes individuales como otras unidades. Incluye también un conjunto de roles o posiciones que pueden ser adquiridas por sus miembros (relación *tiene_rol*) y distintos tipos de relaciones posibles entre ellos (*tiene_relación*).

La **Dimensión Funcional** (figura 2b) detalla la funcionalidad específica del sistema, en base a servicios, tareas y objetivos. También define cuáles son las interacciones, activadas por la persecución de los objetivos o la ejecución de servicios. Los servicios, que pueden ser atómicos (tareas simples) o compuestos por diversas tareas, se describen a través de perfiles de servicios (*perfil*), que incluyen sus entradas, salidas, precondiciones y postcondiciones. Las entidades del sistema son capaces, por tanto, de ofrecer determinada funcionalidad (relación *ofrece*). Su comportamiento viene motivado por los objetivos que persiguen (relación *persigue*). Además, una unidad organizativa puede publicitar su solicitud de servicios (re-

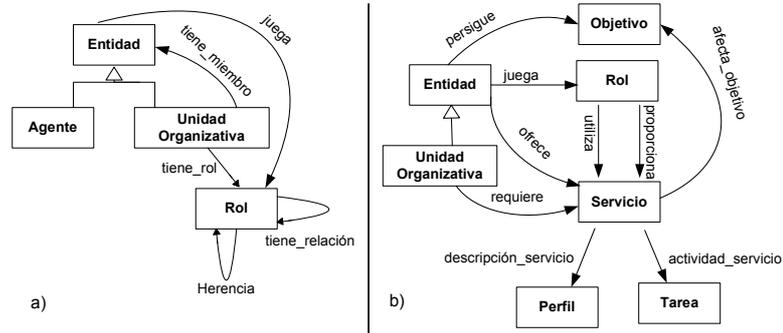


Figura 2: a) Dimensión Estructural b) Dimensión Funcional

lación *requiere*), es decir, su necesidad de que agentes externos entren a participar en dicha unidad y ofrezcan ahí ese conjunto de servicios requeridos. Para cualquier servicio se indica cuál es el rol o roles encargados de proporcionarlo (relación *proporciona*) y de consumirlo (relación *utiliza*). Además, la ejecución del servicio afectará a la consecución de los objetivos del sistema (relación *afecta_objetivo*)

La *Dimensión del Entorno* (figura 3a) define cada elemento del entorno como un recurso, que puede ser accedido a través de puertos del entorno (*Puerto Entorno*), mediante los procesos de percepción (relación *percibe*) y actuación (relación *actúa*). Además, la utilización de los servicios se describe también mediante puertos de servicio (*Puerto Servicio*), que detalla el proceso de registro del servicio en un directorio de servicios (relación *registra*), así como su ejecución (relaciones *solicita* y *sirve*). La gestión o control de los puertos se asigna a determinadas entidades (relación *gestiona_puerto*), quienes gestionan qué roles pueden utilizar los puertos y de qué modo (relación *usa_puerto*).

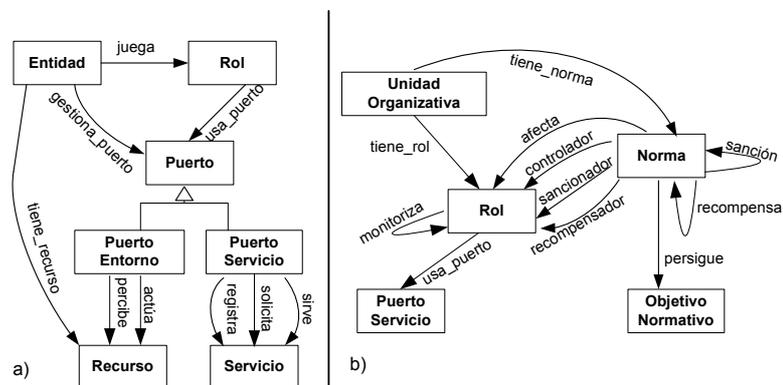


Figura 3: a) Dimensión del Entorno b) Dimensión Normativa

Finalmente, la Dimensión Normativa (figura 3b) describe cuáles son las normas de la organización, así como los objetivos normativos que los agentes deben seguir. Cada unidad organizativa contiene un conjunto de normas que restringe los comportamientos de sus miembros (relación *tiene_norma*). Una norma afecta a un rol directamente (relación *afecta*), quien tiene la obligación, prohibición o el permiso para realizar una acción específica (relación *persigue*). Las sanciones y recompensas se expresan también como normas. El rol *controlador* está encargado de controlar el cumplimiento de la norma, mientras que los roles *sancionador* y *recompensador* son responsables de llevar a cabo las sanciones y las recompensas, respectivamente. Todos estos roles de control pueden ser llevados a cabo por el mismo agente o por agentes distintos.

Este Modelo de Organización Virtual se ha formalizado en un conjunto de seis meta-modelos [42], basados en los propuestos en la metodología ANEMONA[43], en los que se emplea el lenguaje de notación UML y las restricciones GOPPR [44]. El detalle concreto de estos meta-modelos se muestra en el ANEXO A. De forma concisa, los meta-modelos propuestos son:

- *meta-modelo de organización*, que describe cuáles son las entidades del sistema (agentes, unidades organizativas, roles, normas, recursos, aplicaciones) y cómo se relacionan entre sí (sus relaciones sociales, funcionalidad requerida u ofertada). Contiene cuatro vistas: estructural, funcional, social y dinámica. Cubre las dimensiones estructurales, funcionales y dinámicas del VOM.
- *meta-modelo de actividad*, detalla la funcionalidad específica del sistema, en base a servicios, tareas y objetivos. Cubre parte de la dimensión funcional del VOM.
- *meta-modelo de interacción*, define las interacciones del sistema, activadas por la persecución de los objetivos y la ejecución de los servicios. Cubre también la dimensión funcional del VOM.
- *meta-modelo del entorno*, describe los recursos y aplicaciones del sistema, la percepción y actuación de los agentes sobre su entorno y la invocación de los servicios a través de sus puertos. Cubre la dimensión del entorno del VOM.
- *meta-modelo de agente*, describe los agentes concretos, sus responsabilidades, objetivos, servicios, tareas, roles que juegan, normas que conocen y mecanismos de razonamiento. Cubre la dimensión funcional del VOM.
- *meta-modelo normativo*, detalla las normas de la organización y cuáles son los objetivos normativos que los agentes deben seguir, incluyendo también las sanciones y recompensas. Cubre las dimensiones normativas y dinámicas del VOM.

La guía metodológica que se propone en este trabajo hace uso de estos meta-modelos, instanciando sus modelos de forma iterativa, generando así los diferentes diagramas que lo componen. En el anexo B se indican las diferentes actividades que comprende la guía para la instanciación de estos modelos.

La guía permite también hacer uso de otros tipos de formalización del modelo de organización (por ejemplo, empleando álgebras de procesos), siempre y cuando se mantengan las relaciones definidas en el Modelo de Organización Virtual propuesto. A continuación se muestran los detalles concretos de esta guía y el conjunto de fases que la componen.

4. GORMAS

En este trabajo se propone GORMAS [45] (**G**uidelines for **O**rganizational **M**ulti-agent **S**ystems), un conjunto de guías para el análisis del sistema, el diseño de la estructura organizativa y el diseño de la dinámica de la organización de un sistema multiagente. Con estas guías se pretende concretar cuáles son los servicios que ofrece la organización, cuál es su estructura interna y qué normas rigen su comportamiento, facilitando así el análisis y diseño de MAS abiertos.

Siguiendo la *secuencia-guía básica de diseño organizativo* [38], se han establecido un total de ocho fases:

- *Fase A. Misión:* se realiza un análisis de la motivación que se persigue al definir la organización o sistema, es decir, del porqué de dicha organización o para qué se crea; de los resultados que, en conjunto, se esperan conseguir; y del entorno en el que existe, detallando los productos y/o servicios a ofrecer, los grupos de interés y su localización.
- *Fase B. Tareas y procesos:* se analizan con mayor detalle los servicios a ofrecer en el sistema, sus requisitos y los procesos que conllevan. Se detallan también las tareas y objetivos asociados a dichos servicios.
- *Fase C. Dimensiones organizativas:* se analizan las dimensiones de la organización (departamentalización, especialización, sistema decisor, formalización, coordinación), que imponen ciertos requisitos sobre los tipos de trabajo, así como sobre la diversidad e interdependencia de las tareas a realizar.
- *Fase D. Estructura organizativa:* se determina y selecciona la estructura organizativa más adecuada para la organización, en función de sus dimensiones. Se hace uso de modelos organizativos para especificar los roles, interacciones y normas relacionados con la propia estructura.
- *Fase E. Procesos de información-decisión:* para cada servicio identificado, se detallan las interacciones (flujos de información y de adopción de decisiones) necesarios para

llevar a cabo el servicio. Además, se definen los contratos de calidad de servicio a los que se comprometen los proveedores y consumidores cuando éste se lleva a cabo.

- *Fase F. Dinamicidad del sistema abierto:* se establece la funcionalidad ofrecida como sistema abierto, que incluye los servicios que se deben publicitar y las políticas de adquisición y liberación de roles. Además, se diseñan los agentes propios del sistema.
- *Fase G. Sistemas de medición, evaluación y control:* se cuantifican o evalúan las tareas y actividades y se establecen mecanismos para determinar si los objetivos del sistema se cumplen. Asimismo, se revisan las normas de la organización para especificar quiénes se encargan de ellas y las supervisan.
- *Fase H. Sistemas de recompensas:* se determina el sistema de incentivos, para recompensar a los miembros que avancen en dirección de los intereses de la organización. También se analizan los sistemas de sanción para aquellos miembros que no cumplan con las normas dadas.

La secuencia-guía propuesta permite ser integrada en un proceso de desarrollo de software completo, que comprende las fases de análisis, diseño, implementación, instalación y mantenimiento del MAS. Tomando en cuenta la perspectiva de la organización, la fase de diseño se subdivide en dos: diseño de la estructura organizativa y diseño de la dinámica de la organización. En la figura 4 se muestra el resultado de integrar las distintas fases de la secuencia-guía propuesta en el proceso de desarrollo del sistema multiagente, empleando la notación SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) [46]. El proceso de desarrollo del sistema es iterativo, de modo que desde cualquier fase se podrá volver a las anteriores. Además, las guías facilitadas resultan suficientes para cubrir cada parte del proceso.

Las fases de la secuencia-guía propuesta hacen uso del conjunto de meta-modelos de organización propuestos en el apartado anterior, con los cuales se detallan los conceptos propios de la organización y sus relaciones. De todos modos, se podría hacer uso de otros modelos de organización similares, siempre y cuando estos modelos cubriesen los aspectos de estructura, funcionalidad, dinamicidad, normalización y entorno, propios del diseño de las organizaciones.

En los siguientes apartados se detalla el proceso iterativo seguido por la guía metodológica, que comprende el análisis del sistema, el diseño de la estructura organizativa y el diseño de la dinámica de la organización. La especificación concreta de los documentos, plantillas y listado de tareas a realizar se muestra en el ANEXO B.

4.1. Análisis del sistema

Se procede a realizar el análisis de los requisitos del sistema, identificando los casos de uso, los grupos de interés, el objetivo global del sistema, etc. Se realiza también una primera

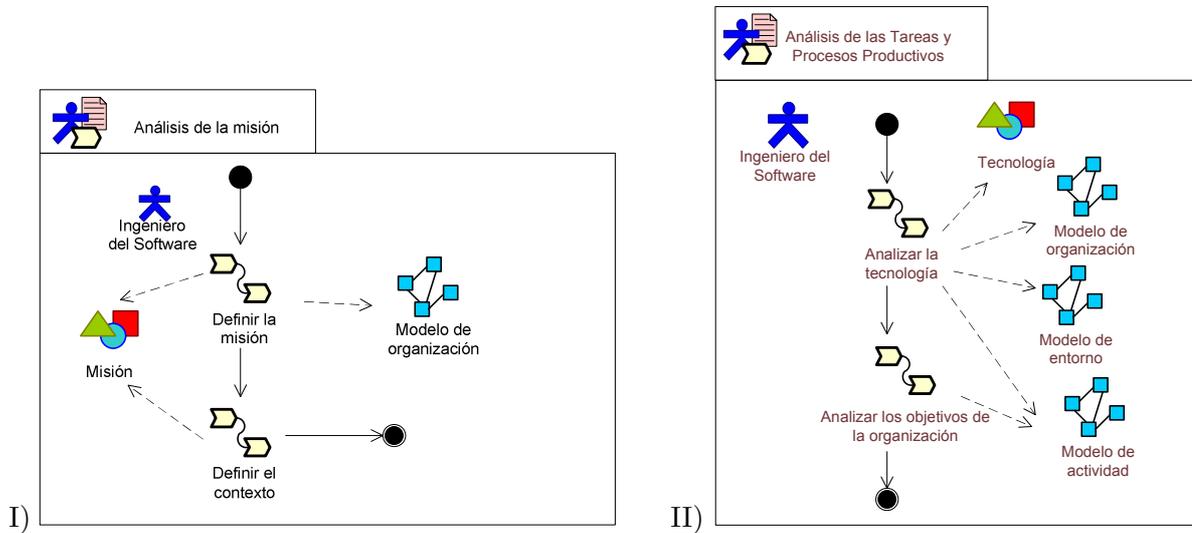


Figura 5: Análisis de Requisitos. I) Fase A. *Análisis de la misión de la organización*; II) Fase B. *Análisis de tareas y procesos productivos*.

de interés con los que interactúa (documento *A2.-Grupos de interés*, anexo B tabla 8) y (ii) las condiciones propias del entorno (documento *A3.-Condiciones Entorno*, anexo B tabla 9).

Como resultado de esta fase, se instancia la *vista funcional (misión) del modelo de organización* y se identifican en ella los productos y servicios que ofrece el sistema, los objetivos globales (misión) que persigue, sus grupos de interés, así como el vínculo existente entre éstos, los resultados del sistema y los recursos o servicios que requiere. En el anexo B tabla 10 se detallan las actividades concretas requeridas en esta fase.

Fase B. Tareas y Procesos

En la segunda fase de la secuencia-guía (figura 5.II) se analiza la tecnología que requiere el sistema, atendiendo a las características principales de los productos y/o servicios; y se desglosan cuáles son los objetivos asociados a los servicios.

En concreto, esta fase permite: (i) identificar el tipo de productos y servicios que el sistema oferta o consume de sus grupos de interés (stakeholders); (ii) identificar las tareas relacionadas con la producción de los productos y servicios, definiendo los pasos necesarios para su obtención, sus relaciones e interdependencias entre los distintos servicios y tareas; (iii) asociar objetivos a la consecución de esos productos y servicios; (iv) identificar los recursos y aplicaciones a los que se accede para ofrecer esa funcionalidad; y finalmente (v) definir roles y asociarlos a los *stakeholders*, en base al tipo de servicios o tareas con las que se relacionen.

Para ello, la fase se descompone en dos trabajos: el análisis de la tecnología y el análisis de los objetivos de la organización. En el primer caso, se tienen en cuenta los tres niveles de tecnología existentes en las organizaciones [47]: (i) tecnología esencial o tecnología a nivel organizativo, que hace referencia a toda la organización; (ii) tecnología departamental o de unidad de trabajo, que contempla la diversidad y complejidad de las distintas tareas organizativas; y (iii) relaciones interdependientes, originadas como resultado del flujo de trabajo entre las unidades.

El análisis de la *tecnología esencial* (documento *B1. Tecnología esencial*, anexo B tabla 11) determina en qué medida el cliente influye en el proceso de producción y en el aspecto final del producto; o bien en qué medida los servicios están relacionados entre sí y con respecto a los clientes. Dicho análisis da lugar a la instanciación del *modelo de organización*, el cual varía en función del tipo de producción (continua, en lotes pequeños o en masa), así como del tipo de tecnología esencial para los servicios (de mediación, de vinculación prolongada o intensiva) que se requiera.

En el análisis de la *tecnología de unidad de trabajo* (documento *B2. Tecnología de Unidad de Trabajo (Parte I - Identificación)*, anexo B tabla 12) se determinan los flujos de trabajo existentes. En concreto, para cada servicio indentificado se instancia su *modelo de actividad*. En dicho modelo, se establecen los perfiles de los servicios (entidad *PerfilServicio*). Así, se detallan sus entradas y salidas que requiere, al igual que sus precondiciones y postcondiciones, de modo que se especifique claramente el estado del mundo antes y después de la ejecución del servicio. Además, se realiza una primera descomposición o estructuración del servicio en la secuencia de pasos o tareas que precisa para su funcionamiento (entidades *A-Tarea*). Asimismo se determinan las características del servicio, si el servicio requiere de ciertos recursos y cuáles son los productos obtenidos que están relacionados con el servicio.

Finalmente, en el análisis de las *relaciones interdependientes* (documento *B3.- Relaciones Interdependientes*, anexo B tabla 13) se especifica cuál es la relación existente entre las unidades de la organización para alcanzar las metas organizativas. Para ello se analizan las interdependencias existentes entre las unidades en base a sus flujos de tareas. Así se establece en primer lugar qué flujos de tareas resultan totalmente independientes entre sí (interdependencia agrupada). De este modo se especifica qué tareas no se encuentran directamente relacionadas y, por tanto, podrán ser ejecutadas de forma simultánea o concurrente. En segundo lugar se identifica la secuencia de pasos requerida entre las tareas dependientes.

El trabajo *Analizar los objetivos de la organización* aborda la descomposición del objetivo global del sistema (misión) en objetivos funcionales y la correlación de dichos objetivos con las entidades del sistema (Unidades Organizativas, A-Agentes) y servicios identificados. Los objetivos funcionales [47, 48] representan las acciones específicas de las divisiones, departamentos o unidades de la organización, así como los resultados que se espera que

consigan. Normalmente se basan en alguno de los siguientes tipos de objetivos: satisfacción del cliente y/o de otros grupos de interés; mejora continua de los procesos, productos y servicios de la organización; cooperación entre todos los miembros, participación activa, compromiso con sus tareas, etc. En los sistemas multiagente, este tipo de objetivos se denomina generalmente *soft-goals* [2].

De este modo, para cada entidad (A-Agente o Unidad Organizativa) identificada en el modelo de organización se asigna una especialización de los objetivos de misión, atendiendo a los productos que genera, los tipos de clientes que agrupa o bien los tipos de servicios que ofrece o requiere. El objetivo funcional generado se describe en términos generales de rentabilidad, producción, eficiencia o satisfacción de los clientes.

En el anexo B, las tablas 14 y 15 muestran un resumen con las actividades concretas requeridas en esta fase, que dan lugar a la instanciación de los modelos de organización, actividad y entorno correspondientes.

4.2. Diseño de la Estructura de la Organización

Se procede aquí a determinar cuál es la estructura más adecuada para la organización que representa al sistema, a fin de establecer las relaciones y restricciones preestablecidas que existirán entre los elementos del sistema, condicionadas por las características del entorno, el tipo de funcionalidad que se desea obtener, así como por determinadas características o dimensiones de la propia organización

Comprende, por tanto, las fases de análisis de las dimensiones organizativas y selección de la estructura, que se comentan a continuación.

Fase C. Dimensiones Organizativas

En esta fase de la secuencia-guía (figura 6.I) se realiza el análisis de las dimensiones organizativas que imponen ciertos requisitos sobre los tipos de trabajo a realizar, sobre la estructura del sistema y sobre las interdependencias entre las tareas. Con ello se procede a la agrupación de servicios e identificación de roles. Además, se toman las primeras decisiones sobre el tipo de normalización a realizar, los mecanismos de coordinación relevantes y el grado de descentralización del sistema.

Las dimensiones organizativas que se tienen en cuenta en esta fase son las que se proponen en el trabajo de Mintzberg [36], en concreto:

- *Departamentalización*, que detalla la agrupación de los trabajos por funciones (en base a conocimientos, habilidades o al proceso de trabajo) o divisional (en base a las características del mercado, clientes, productos o servicios a ofrecer).

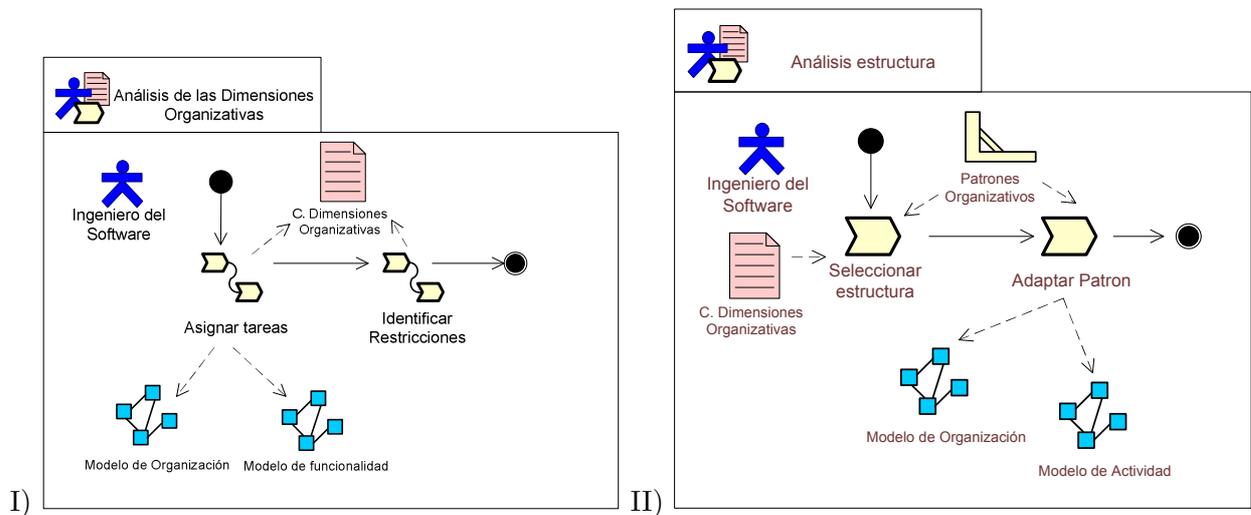


Figura 6: Diseño de la Estructura de la Organización. I) Fase C. *Análisis de las dimensiones organizativas*. II) Fase D. *Análisis de la estructura organizativa*.

- *Especialización*, que indica el grado en el que las tareas se dividen en cometidos separados, midiendo tanto la cantidad y diversidad de las tareas (especialización horizontal) como el control ejercido sobre ellas (especialización vertical).
- *Sistema decisor*, que determina el grado de centralización de la organización, es decir, el grado de concentración de autoridad y toma de decisiones.
- *Normalización*, que especifica el grado en que las tareas y puestos están estandarizados, a través de normas y reglas de comportamiento.
- *Mecanismos de coordinación*, que indican de qué manera los individuos coordinan sus tareas, minimizando las interacciones y maximizando la eficiencia.

Esta fase consta de dos trabajos: (i) asignar tareas y (ii) identificar restricciones. En primer lugar se lleva a cabo la agrupación de las tareas y la asignación de las mismas, teniendo en cuenta las dimensiones de departamentalización, especialización y sistema decisor (documento *C.Dimensiones Organizativas*, anexo B tablas 18 y 19).

En segundo lugar se analizan los mecanismos que favorecen la coordinación y cooperación de los miembros de la organización (adaptación mutua, supervisión o normalización), atendiendo a las dimensiones de coordinación y formalización (documento *C.Dimensiones Organizativas*, anexo B tabla 20).

Las dimensiones organizativas permitirán, en la siguiente fase, seleccionar la estructura topológica más adecuada para la organización. Opcionalmente, se proponen diversas actividades de refinamiento de los modelos de organización y actividad, resumidas en el anexo

B tabla 21. El diseñador, en base a sus conocimientos propios sobre el problema a tratar, podrá decidir si realizar en esta fase la agrupación de las tareas, servicios y roles que se indican, o bien si retrasar dicha agrupación a la fase siguiente, donde se proporciona un patrón de diseño de la estructura de organización más adecuado, con las agrupaciones primordiales a tener en cuenta.

Fase D. Estructura Organizativa

En esta fase de la secuencia-guía (figura 6.II) se analizan los valores de las dimensiones organizativas, obtenidos en la fase previa (documento *C. Dimensiones organizativas*), para así determinar qué tipo de estructura organizativa resulta más adecuada.

Esta fase permite: (i) seleccionar la estructura de organización más adecuada para el sistema, empleando un árbol de decisión; y (ii) adecuar la estructura seleccionada al problema a tratar, utilizando patrones de diseño específicos.

Para ello, se ha elaborado un árbol de decisión (figura 7), en el cual cada dimensión, por separado, discrimina entre unos tipos de estructura u otros. Tratándolas en conjunto se especifica la estructura que mejor se ajusta a las condiciones impuestas por cada dimensión. Este árbol de decisión se aplica al sistema completo, o bien a cada agrupación de servicios identificada en la fase anterior. De este modo, combinaciones de las estructuras aquí propuestas también son posibles. Los rombos representan puntos de decisión en los que se debe analizar la dimensión especificada y tomar el camino que más se ajuste. Si el diseñador no encontrase ningún camino adecuado, entonces deberá revisar tanto la dimensión actual en la que se encuentre como dimensiones anteriores del árbol, para así reajustar mejor sus planteamientos.

Se ha definido también un conjunto de patrones de diseño de las diferentes estructuras contempladas (jerarquía simple, equipo, estructura plana, burocracia, estructura matricial, federación, coalición, congregación). En estos patrones se han definido sus roles intrínsecos (estructurales), las relaciones sociales entre dichos roles, así como su funcionalidad característica. Se deben revisar los diagramas de modelado del sistema, principalmente los modelos de organización y de actividad, adecuándolos según las indicaciones del patrón de diseño. En el anexo B tabla 22 se resume el conjunto de actividades requeridas.

4.3. Diseño de la Dinámica de la Organización

Se procede aquí al diseño detallado del sistema. Comprende las cuatro últimas fases de la secuencia-guía, en concreto: los procesos de información-decisión, la dinamicidad de sistema abierto, los mecanismos de medición, evaluación y control, y el sistema de recompensas. Estas fases se detallan a continuación.

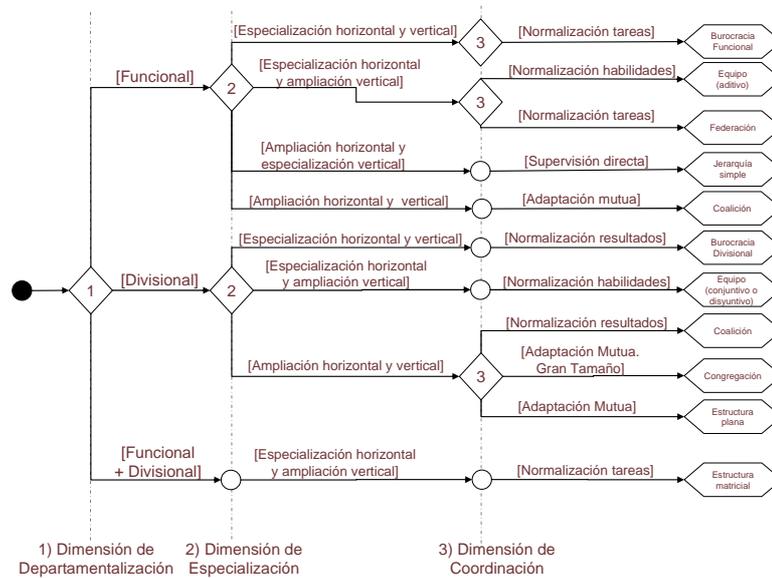


Figura 7: Arbol de decisión de la estructura organizativa

Fase E. Procesos de Información - Decisión

En esta fase de la secuencia-guía (figura 8.I) se describen los flujos de información y de adopción de decisiones, para así determinar cómo se procesa la información y cómo se trabaja por conseguir los resultados esperados.

Esta fase permite: (i) detallar la funcionalidad concreta de los servicios, identificando a sus proveedores, descomponiendo los servicios en tareas concretas, descomponiendo los objetivos funcionales en objetivos operativos y asignándolos a las tareas; y (ii) especificar el flujo de información del sistema, revisando los procedimientos de obtención de información del entorno, definiendo las interacciones entre los agentes en base a los servicios, definiendo la ontología del dominio, cuyos conceptos se emplearán en las interacciones y, finalmente, identificando las relaciones directas requeridas entre miembros de distintas unidades (conocidas como vínculos laterales).

Tras aplicar el patrón de organización seleccionado en la fase anterior, probablemente hayan aparecido nuevos servicios asociados a las unidades organizativas, que deben ser descompuestos en tareas. Además, en algunos servicios se habrá indicado quién los utiliza pero no quién los proporciona. Por tanto, se revisan los servicios, identificando todos los roles de gestión que se encargan de proporcionarlos. En el caso de servicios que compartan tareas o que se encarguen de tareas similares, entonces el mismo rol podrá ocuparse de esos servicios. Además, para aquellos nuevos servicios que haya aportado el patrón de organización, se hace uso de las guías de las fases anteriores, en especial de las fases B y C, para así identificar mejor las tareas que comprenden y asociarlas a los objetivos funcionales correspondientes.

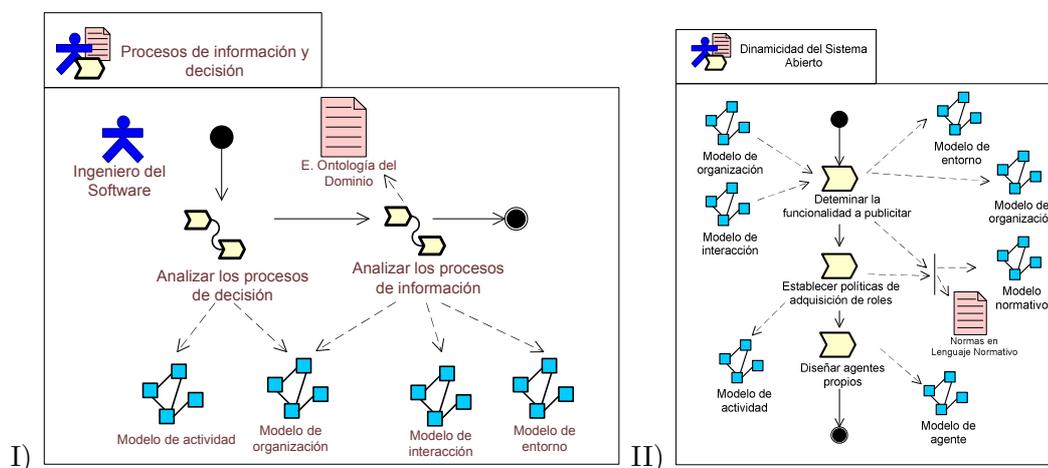


Figura 8: Fase de *Diseño de la Dinámica de la Organización*. I) Guía-Fase E. *Diseño de los procesos de información y decisión*. II) Guía-Fase F. *Dinamicidad del Sistema Abierto*

Por último, se revisan los objetivos funcionales, descomponiéndolos en objetivos operativos para los cuales sea posible precisar de forma clara, en base al estado del mundo, si se satisfacen o no esos objetivos. Los objetivos operativos son los resultados específicos y medibles que se espera que consigan los miembros de una unidad. En MAS, típicamente se asocian con los *hard-goals* [2]. Se determina también si existe un plazo máximo para la consecución del objetivo, así como su rendimiento asociado. Cada objetivo identificado se asocia a una o más tareas de los servicios relacionados.

Por otro lado, se analiza si se interactúa de forma adecuada con los clientes y proveedores del sistema a través de los recursos, aplicaciones o los agentes que actúen en su nombre, contrastando el modelo de entorno y las distintas vistas del modelo de organización que se han definido. De este modo se comprueba si para todos los grupos de interés definidos existe un punto de contacto con el sistema, a través de los recursos, aplicaciones o bien por su representación con agentes concretos.

En caso necesario, se crean nuevas entidades recurso para modelar a los repositorios de información (ej. bases de datos), a los dispositivos, a la maquinaria, es decir a cualquier elemento o facilidad requerido para la ejecución de las tareas, sobre los que se apliquen acciones de consumición y producción. Para cada recurso se deben identificar sus limitaciones de disponibilidad, así como su posibilidad de renovación (recursos consumibles o no consumibles). También se deben definir nuevas aplicaciones (o utilizar aquellas ya existentes en el entorno) para establecer una interfaz simple de interacción con los clientes/proveedores, a través de métodos de lectura de datos o de actuación sobre el entorno.

Posteriormente, se determina quién hace uso de los recursos y aplicaciones y de qué modo se accede a ellos. Así, por cada elemento del entorno se define su gestión de acceso (entidad

PuertoEntorno) y se identifican los permisos iniciales de los roles respecto a su interacción con el entorno. Como esos permisos pueden ser modificados de forma dinámica, se define la entidad (rol o A-Agente) encargada de la gestión de los permisos de acceso al entorno.

Las interacciones producidas por la activación de los servicios se detallan en el *modelo de interacción*, donde se asocian los objetivos correspondientes del servicio con la interacción. Se indican también sus características (naturaleza) y los participantes de la interacción. En concreto, el iniciador de la interacción será el cliente del servicio, mientras que el colaborador será su proveedor. Se debe generar también una primera especificación de la interacción, con diagramas de colaboración, donde se indiquen los mensajes a enviar. Para esa especificación se debe tener en cuenta la descripción del servicio y sus tareas asociadas. De este modo, las entradas deberán aparecer en los mensajes enviados por el iniciador al colaborador, según el orden establecido en la composición de tareas del servicio. Por su parte, las salidas aparecerán en los mensajes del colaborador hacia el iniciador. También se debe definir la ontología propia del dominio sobre el que se trabaja, teniendo principalmente en cuenta las entradas y salidas de los servicios. Si se conoce la existencia de otras ontologías similares o del mismo área, se deben establecer las correspondencias con la ontología definida y en qué medida se podrían utilizar para describir a los servicios requeridos.

Como actividad final de esta fase, se revisan las relaciones entre las distintas unidades organizativas, para así crear nuevos flujos de información entre ellas (denominados vínculos laterales) que faciliten sus relaciones y el intercambio de la información (especialmente sobre el entorno), de modo que se eviten los cuellos de botella y se gestionen mejor posibles fallos de funcionamiento de los agentes. En el anexo B tablas 23 y 24 se resume el conjunto de actividades asociadas a esta fase.

Fase F. Dinamicidad del Sistema Abierto

En esta fase se establece la funcionalidad ofrecida como sistema abierto, que incluye tanto los servicios que se deben publicitar como las políticas de adquisición y liberación de roles. Además, se determina qué funcionalidad debe ser implementada por agentes internos al sistema y cuál se publicita (por ejemplo, a través de los puertos de servicio del entorno), para así poder ser suministrada por agentes externos. De este modo, se modela la dinamicidad de la organización como sistema abierto.

Esta fase permite: (i) determinar qué funcionalidad se debe publicitar; (ii) establecer las políticas de adquisición de roles; y (iii) diseñar los agentes propios del sistema.

Para ello, se revisan las entidades A-Agentes identificadas hasta el momento, para determinar si se corresponden con agentes internos o externos. En concreto, si un A-Agente está asociado con un rol que proporciona un servicio requerido por una unidad organizativa y/o invocado por servicios de otras entidades, este A-Agente debe ser tratado como un

agente externo. El rol asociado debe pasar por un proceso de adquisición del rol, haciendo uso del servicio *AdquirirRol*.

Además, todos aquellos roles definidos para los cuales se requiere un control de sus comportamientos y establecer en cada momento quién es el agente que lo juega, necesitan pasar por una fase de registro en la unidad donde participen. De este modo, los agentes que deseen jugar ese rol deben solicitar el servicio *AdquirirRol* de la unidad que lo contenga. Por tanto, se trata de roles de tipo accesible, que deben ser asociados a agentes externos. Asimismo, se debe comprobar que la unidad ofrezca este servicio *AdquirirRol*. Si no es así, los diagramas de los modelo de organización y de actividad de la unidad se actualizan para incluir y detallar este servicio.

Por su parte, los roles de gestión identificados tras las fases D y E, así como todos aquellos roles que actúen como supervisores o monitores en las relaciones *AGOSupervisión* y *AGOMonitorizacion*, respectivamente, se asignan a agentes internos, pues su funcionalidad requiere de garantías suficientes de seguridad y eficiencia. Para agrupar varios roles en un mismo agente interno se deben emplear las guías propuestas en la fase C, en concreto la dimensión de especialización.

Para los agentes externos, existen dos mecanismos de diseño: a) asociar a cada agente externo un agente interno del sistema que lo represente, que conozca los protocolos de interacción requeridos y que participe en su nombre en las interacciones; b) actuar con el sistema en base a servicios y establecer las normas de gestión de los servicios y de adquisición de los roles. En esta propuesta adoptamos la segunda opción, en la que se establece un mecanismo más flexible, de modo que los servicios expresan la funcionalidad ofrecida y/o requerida por el sistema. De esta manera, los agentes (internos o externos) consultan los perfiles asociados a esa funcionalidad (es decir, qué realiza el servicio), pueden asociar su propia implementación a un determinado servicio, para el que se requieran proveedores (indicando cómo el agente realiza ese servicio), además de solicitar la ejecución de los servicios, estableciéndose un proceso de interacción entre los agentes implicados. Por tanto, para cada servicio donde intervengan agentes externos se requiere de su publicitación. Así, se actualiza el diagrama del *modelo de entorno*, incluyendo nuevas entidades *PuertoServicio* por cada servicio que deba ser publicitado. Además, se definen normas para: (i) obligar a la unidad organizativa que requiere el servicio a registrar en un directorio de servicios que se solicitan proveedores para el mismo; y (ii) obligar a esa unidad a desregistrar dicha “demanda” de proveedores cuando el número de agentes participantes en la unidad que jueguen el rol proveedor sea excesivo y ya no se desee que entren nuevos proveedores.

Respecto a las políticas de adopción de roles, se especifican las tareas concretas en que se descompone el servicio *AdquirirRol* de cada unidad organizativa, las cuales deben incluir: condiciones de activación del servicio, precondiciones válidas (ej. rol solicitado existente y

accesible), restricciones de cardinalidad y compatibilidad del rol, aspectos de contratación del servicio (ej. informar sobre las restricciones de funcionalidad, es decir, normas y perfiles de servicio asociados al rol) y la asignación final del rol, activando sus normas.

Del mismo modo, se establecen las tareas en las que se descompone el servicio *DejarRol*, para el cual se debe tener en cuenta las condiciones de activación del servicio y las precondiciones válidas (ej. el agente juega el rol indicado).

Finalmente, se define el modelo de agente de los agentes propios del sistema (que actuarán como agentes internos y/o externos). Así, se relaciona a cada agente con los roles que juega y se especifica la funcionalidad concreta que sabe realizar, estableciendo sus procesadores y gestores mentales. De este modo se actualizan los diagramas del *modelo de agente*. En el anexo B tabla 26 se resume el conjunto de actividades asociadas a esta fase.

4.3.1. Fase G. Diseño de sistemas de medición, evaluación y control

En esta fase se establece el conjunto de normas y restricciones necesarias resultantes de la aplicación de los tres tipos de normalización que se emplean en la Teoría de la Organización, en concreto: normalización de tareas, de resultados y de habilidades. Así, define los mecanismos y normas para evaluar si los objetivos del sistema se cumplen.

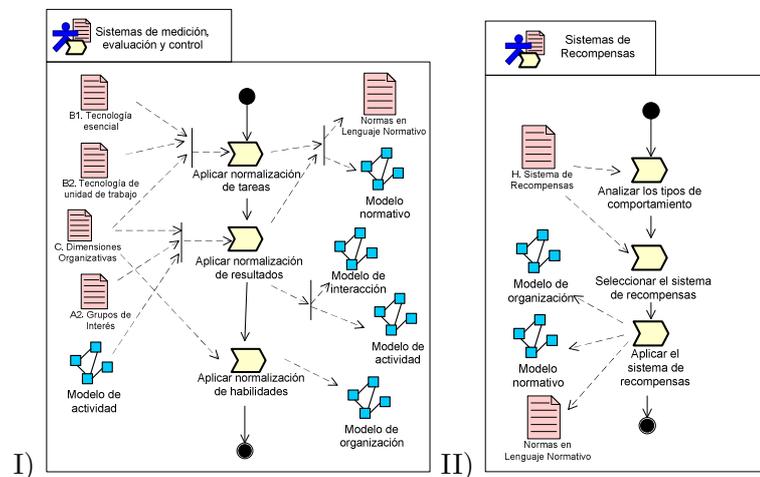


Figura 9: Fase de *Diseño de la Dinámica de la Organización*. I) Guía-Fase G. *Sistemas de Medición, Evaluación y Control*. II) Guía-Fase H. *Diseño de los Sistemas de Recompensas*

Esta fase consta de las siguientes actividades (figura 9.I): (i) aplicación de la normalización de las tareas; (ii) aplicación de la normalización de los resultados; y (iii) aplicación de las normalización de habilidades.

La **normalización de las tareas** implica la especificación de reglas que regulen: (i) el orden de invocación y/o ejecución de los servicios; (ii) las relaciones de precedencia entre las

tareas; (iii) sus límites de tiempo o condiciones de activación/desactivación de los servicios, requeridos para su ejecución; (iv) y el acceso a los recursos/aplicaciones que necesitan, mediante la utilización de los puertos. Este tipo de normalización resulta fundamental si se emplea una tecnología de vinculación prolongada. Si en el documento *B1.Tecnología Esencial* se determinó dicho tipo de tecnología, entonces, obligatoriamente, para todos los servicios existentes se debe establecer un orden de invocación respecto al resto.

Para la **normalización de los resultados**, se deben establecer normas que controlen los resultados obtenidos por los proveedores del servicio, en base a los requisitos mínimos de calidad del producto o servicio producido, a la calidad percibida por los grupos de interés y a los objetivos de productividad y rendimiento establecidos. Para ello se revisan los documentos *B2.Tecnología de unidad de trabajo* y *A2.Grupos de Interés* (anexo B tablas 12 y 8), determinando en qué medida se están atendiendo los requisitos y necesidades de los grupos de interés y cómo controlar la calidad de los servicios.

Finalmente, la **normalización de habilidades** se trata en los sistemas multiagente a través del concepto de rol, indicando los permisos, conocimientos y aptitudes que asume o adquiere un agente al jugar dicho rol. La adopción de roles por parte de los agentes se ha definido ya en la fase anterior.

La especificación de las normas definidas en esta fase se puede realizar con la instanciación del meta-modelo de organización o bien empleando un lenguaje normativo asociado [49]. En el anexo B tabla 27 se resume el conjunto de actividades asociadas a esta fase.

4.4. Fase H. Diseño de sistemas de recompensas

En esta fase se determina el sistema de incentivos a aplicar para recompensar a los miembros que avancen en la dirección de los intereses o estrategia de la organización. También se refina el sistema normativo establecido en fases anteriores, para mejorar el control de los miembros de la organización, fomentar su participación y rendimiento, a fin de conseguir que trabajen según lo esperado.

El sistema de recompensas permite establecer un equilibrio entre los objetivos individuales de los agentes, los objetivos globales de la organización y el modo de fomentar determinados comportamientos para mantener la organización a largo plazo.

Esta fase se desglosa en las siguientes actividades (figura 9.II): (i) analizar los tipos de comportamiento que se desean potenciar; (ii) seleccionar el tipo de sistema de recompensas a utilizar; y (iii) aplicarlo en el dominio específico a tratar. Se persigue que el diseñador analice qué comportamientos son importantes que se fomenten entre los agentes para conseguir que los objetivos globales del sistema se alcancen. Además, se facilita al diseñador la elección del tipo de sistema que debe utilizar, pero sin entrar en el detalle concreto de los mecanismos de implementación del sistema escogido.

Según diversos estudios de las organizaciones humanas, existen cuatro comportamientos deseables de los miembros de una organización respecto a su trabajo adecuado dentro de ella [37]: (i) la voluntad de unirse y permanecer dentro del sistema; (ii) el rendimiento dependiente del rol que desempeñan, de modo que se consigan los niveles mínimos de calidad y cantidad de trabajo a ejecutar; (iii) el esfuerzo sobre los niveles mínimos anteriores, definiendo unas medidas de rendimiento, eficiencia y productividad mínimos a conseguir; y (iv) los comportamientos cooperativos con el resto de miembros de la organización.

Para el caso de los MAS, si deseamos implementar un sistema abierto entonces debemos aplicar políticas de sistemas de recompensas para fomentar la voluntad de los agentes por unirse al sistema y permanecer dentro de éste el máximo tiempo posible. También se debe potenciar el esfuerzo sobre los niveles mínimos, para así motivar a los agentes a la realización de aquellas acciones que más convengan a la organización. Asimismo, en algunas de las estructuras organizativas contempladas, los agentes trabajan juntos en equipo o coalición. En esos casos, interesa fomentar su cooperación controlando cómo de bien trabajan en grupo y recompensarles si los resultados son satisfactorios.

En la segunda actividad de esta fase se especifica el tipo de sistema de recompensas a utilizar: recompensas individuales, de grupo o de sistema. Estos mecanismos no son excluyentes, aunque cada uno resulta más apropiado para fomentar unos tipos de comportamientos u otros (documento *H.Sistema de Recompensas*, anexo B tabla 28).

Las **recompensas individuales** establecen unas medidas de rendimiento individual, de modo que un controlador o supervisor analiza de forma individual el comportamiento de cada miembro de la unidad. Estas medidas pueden ser conocidas o no a priori por el individuo sobre el que se aplicará la recompensa. Permite fomentar que los agentes se unan y permanezcan en la unidad organizativa, así como fomentar su esfuerzo sobre los niveles mínimos.

Las **recompensas de grupo** establecen unas medidas de rendimiento del grupo y un controlador externo se encarga de analizar el rendimiento del grupo y gratificar por igual a todos los miembros, en función de dicho rendimiento.

Existen dos tipos de recompensas de grupo [48]: cooperativas y competitivas. Las *cooperativas* se distribuyen equitativamente entre los miembros, de forma que cada miembro recibe la misma recompensa, cuyo valor está en función del rendimiento global del grupo. Se analizan factores como la consecución del objetivo, los beneficios globales obtenidos al conseguirlo, la productividad, el grado de satisfacción del cliente con la tarea o servicio realizado. Resultan interesantes para tareas muy interdependientes.

En las *competitivas*, los miembros reciben recompensas equitativas que varían en función tanto de su rendimiento individual como del rendimiento global del grupo, de modo que a los miembros se les recompensa por su buen rendimiento como individuos del grupo, primando

más al que más haya aportado. Se deben usar solamente cuando se pueda discriminar entre los rendimientos de los agentes. Sirven fundamentalmente para fomentar el esfuerzo sobre los niveles mínimos. Además, también permite penalizar a quien no contribuya con el grupo, pues éste recibe menores beneficios (o incluso acaba siendo expulsado del grupo). Son adecuadas para tareas independientes o con interdependencia de recursos, así como aquellas en las que se pretenda incentivar el esfuerzo individual dentro del grupo.

Finalmente, las **recompensas de sistema** consisten en la distribución de ciertas gratificaciones (permisos, recursos, etc.) a todos los miembros del sistema por el mero hecho de pertenecer a él. Se permite la diferenciación de la cantidad de gratificación a ofrecer en función de la antigüedad al sistema (por ejemplo, contra mayor participación, más ventajas, más permisos se ofrecen). Pretende así potenciar la participación en la organización, ofreciendo unos valores de utilidad por la mera pertenencia al sistema, sin tener en cuenta el rendimiento del miembro dentro de la unidad. Conviene utilizarlas en estructuras de tipo coalición o congregación, donde interesa que los miembros de las unidades permanezcan en ellas el máximo tiempo posible.

En la última actividad de esta fase se actualizan los diagramas del *modelo normativo*, definiendo nuevas normas y/o extendiendo las ya existentes con sanciones o recompensas, en base a las directrices marcadas en el sistema de recompensas seleccionado. Se actualiza también la vista estructural del *modelo de organización* para relacionar cada unidad organizativa con las nuevas normas planteadas. En el anexo B tabla 29 se resume el conjunto de actividades asociadas a esta fase.

5. Caso de Estudio

En esta sección se desarrolla el caso de estudio de un sistema de agencia de viajes, empleando la guía metodológica propuesta en este trabajo, a fin de evaluar la validez de la propuesta. Para ello se realiza el análisis de requisitos, el diseño de la estructura organizativa y el diseño de la dinámica de la organización del sistema multiagente, utilizando las distintas guías y fases definidas en GORMAS.

Se desea diseñar un sistema de agencia de viajes que permita a sus clientes reservar paquetes de vacaciones completos: hoteles, billetes de avión, tren, alquiler de vehículos, etc. Por su parte, las compañías hoteleras, aéreas, etc. podrán ofrecer sus propios servicios dentro del marco de este sistema de agencia de viajes. Además, no se tiene establecido ningún contrato previo con las empresas proveedoras de servicios, de modo que cualquier compañía interesada podrá suscribirse al sistema y ofrecer en él la funcionalidad que más le interese, siempre y cuando se mantenga dentro de los límites establecidos por el sistema.

Para este caso de estudio nos hemos basado en la propuesta de “Web Service Use Case”

<i>A.1. Misión Organizativa</i>	
Nombre:	agencia de Viajes
Dominio:	turismo
Resultados:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Producto:</i> reservas (de vuelos, hoteles). <i>Finalidad:</i> localidad asociada al cliente que la ha solicitado. <i>Tangibilidad:</i> lleva un identificador asociado. • <i>Servicio:</i> buscar viaje. <i>Finalidad:</i> encontrar información sobre conexiones aéreas o sobre disponibilidad hotelera. <i>Tangibilidad:</i> datos concretos de un vuelo; precios de habitaciones disponibles. • <i>Servicio:</i> reservar viaje. <i>Finalidad:</i> generar una reserva. • <i>Servicio:</i> abonar reserva. <i>Finalidad:</i> realizar el pago.
Grupos de interés:	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente: solicita información para confeccionar su paquete turístico. • Proveedor: proporciona información sobre sus productos y la reserva de los mismos. <ul style="list-style-type: none"> – Aerolínea: facilita información sobre vuelos planificados en su compañía y las plazas disponibles. – Cadena hotelera: facilita información sobre los hoteles de su cadena, por países, localidad y/o por categoría; así como la disponibilidad de habitaciones.
Tipo de entorno:	virtual y distribuido.
Justificación:	<p>sistema abierto que facilita un punto de encuentro entre entidades demandantes y entidades oferentes, de forma controlada sobre los servicios y productos que se ofrecen y generan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sistemas similares:</i> institución electrónica para gestionar vuelos y hoteles; servicios web para la industria turística. • <i>Ventajas:</i> facilitar la integración de los servicios web y agentes. • <i>Desventajas:</i> mayor complejidad al ser un sistema abierto. • <i>Singularidades:</i> potenciar la heterogeneidad de los miembros del sistema.

Tabla 1: Documento *A.1-Misión Organizativa* del sistema de agencia de viajes.

En la tabla 1 se muestran los resultados (productos o servicios) que ofrece el sistema, el tipo de entorno sobre el que se trabaja, así como los grupos de interés a los que afecta. También se justifica la razón de ser de este sistema, el cual pretende facilitar la integración de los agentes y los servicios web.

Siguiendo las pautas indicadas en la *Fase A.Misión* se instancia la vista funcional (misión) del *modelo de organización* (figura 10). En dicha vista, la unidad organizativa *Agencia Viajes* representa al sistema y ofrece los servicios de búsqueda de viajes, realización de reservas y abono a sus clientes (turistas y personal de negocio). Para ello requiere de los proveedores representados por las cadenas hoteleras y las líneas aéreas, quienes ofrecen sus propios servicios de información.

En la tabla 2 se muestra un análisis más detallado de los grupos de interés, en el que se describen las necesidades de los *stakeholders*, su relación concreta con la organización, así como qué influencia tienen en las decisiones a tomar. Y en la tabla 3 se muestra el análisis de las condiciones del entorno del sistema.

En la *Fase B.Tareas y Procesos* se analizan las tecnologías del sistema (esencial, de unidad de trabajo y relaciones interdependientes), así como los objetivos de la organización.

En la tabla 4 se muestra el detalle de la **tecnología esencial** para este caso de estudio. Se requiere combinar una tecnología en masa y una tecnología de lotes pequeños, para

A.2. Grupos de Interés			
	Stakeholder		
	Demandante (Turista, Mayorista)	Oferente (Hoteles, Aerolíneas)	Cobrador (Entidad Bancaria)
<i>Beneficiario</i>	Primario	Primario	Secundario
<i>Tipo</i>	Cliente	Proveedor	Regulador
<i>Objetivos</i>	Encontrar viajes con mejor relación calidad-precios	Maximizar número de reservas	Garantizar pagos seguros
<i>Requiere</i>	Paquetes de viajes	Realizar reservas	
<i>Proporciona</i>	Feedback sobre viajes realizado	Plazas turísticas	Garantía reserva
<i>Frecuencia</i>	Frecuente	Frecuente	Frecuente
<i>Beneficios</i>	Obtener un paquete de viaje económico y de garantía	Incrementar número de reservas realizadas y número de clientes	
<i>Poder de decisión</i>	No	Sí (proporcionar nuevos servicios o productos)	No
<i>Influencia sobre sus intereses</i>	Sí (ofrecerle ofertas de viajes)		No

Tabla 2: Documento A2.Grupos de Interés del sistema de agencia de viajes.

A.3. Condiciones del Entorno		
Condición	Valor	Justificación
Tasa de Cambio	Dinámico	Podrán aparecer nuevos tipos de proveedores (ej:compañías de trenes), creándose nuevos tipos de producto.
Complejidad	Simple	Existen pocos elementos distintos. Se tratará a dos tipos de proveedores, dos tipos de productos, un tipo de cliente. Y productos a generar (reservas de hotel, de avión) tienen características similares.
Incertidumbre	Media	Entorno dinámico y simple.
Receptividad	Hostil	Se requiere información proporcionada por proveedores, que no siempre tienen por qué estar activos.
Diversidad	Uniforme	Servicios proporcionados son dependientes entre sí.

Tabla 3: Documento A.3-Condición Entorno del sistema de agencia de viajes.

así permitir, por un lado, desarrollar aplicaciones de interfaz sencillas a través de las cuales se conecten los clientes del sistema (especialmente turistas). Sobre esa aplicación acceden agentes internos del sistema (*travel agent*), que se encargan de actuar en nombre de los usuarios y buscar o componer los paquetes de viaje que más les interesen. Por otro lado, se desea facilitar el acceso al sistema a agentes externos que, de forma independiente, permitan la búsqueda y composición de paquetes de viaje, por ejemplo utilizando los servicios web. Estos agentes podrán participar también en el sistema a diseñar como clientes, para los cuales se ofrecerá un conjunto de servicios de la organización.

Se instancia el *modelo de organización* (vista estructural, figura 11.I), definiendo una *Unidad Organizativa* que representa al sistema (*Agencia Viajes*). Representamos al cliente a través de una entidad *A-Agente*, que se refina en la entidad *travel agent*. Esta entidad

<i>B.1. Tecnología Esencial</i>
<p>Tecnología de producto: <i>producción en masa y producción en lotes pequeños.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – En masa: se elaboran paquetes estándar de vuelos y hoteles, con independencia del cliente final. – En lotes pequeños: se confeccionan paquetes exclusivos para los clientes, aplicando descuentos especiales según el cliente con el que se trate.
<p>Tecnología de servicio: <i>vinculación prolongada.</i> Existe un orden preestablecido de ejecución de los servicios del sistema: (i) búsqueda de localidades turísticas; (ii) reserva de la localidad; y (iii) pago de la reserva.</p>

Tabla 4: Documento *B.1-Tecnología esencial* del sistema de agencia de viajes.

A-Agente está contenida en el sistema (relación *OContieneA-Agente*), indicando así que el cliente se considera como un miembro más del sistema.

Se crea también una entidad *Rol cliente*, contenida en la unidad organizativa *Agencia Viajes* (relación *OContieneRol*), adoptada por el A-Agente cliente. Esta asociación se representa en el diagrama de la vista funcional (funcionalidad interna) del *modelo de organización* (relación *WFJuega*, figura 11.II).

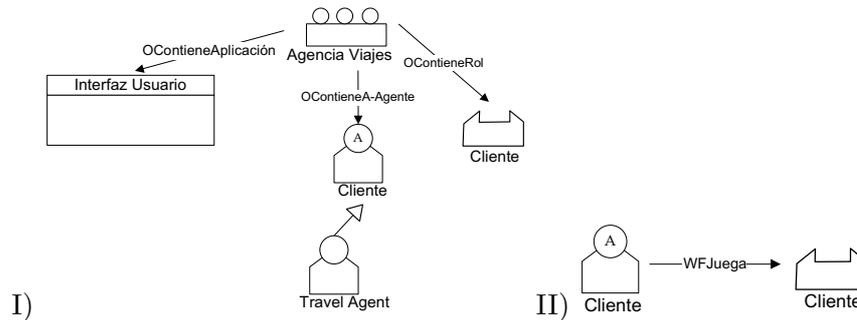


Figura 11: Diagrama del *modelo de organización del sistema de agencia de viajes*. I) vista estructural II) vista funcional, funcionalidad interna.

Atendiendo a las características de *tecnología de producción en masa*, se define una entidad *Aplicación (Interfaz Usuario)*, que permite a los usuarios conectarse al sistema a través de esa aplicación. El agente *travel agent* será el encargado de acceder a la misma y actuar en el sistema en nombre del usuario. En la figura 11.I se muestra la relación *OContieneAplicación* entre la entidad *Aplicación* indicada y la UO *Agencia Viajes*.

Respecto a la tecnología de servicio (tabla 4), se requiere una *tecnología de vinculación prolongada*, pues el orden en el que se invoquen los servicios es importante: primero la búsqueda de información, después las reservas y finalmente el pago de las mismas.

En la figura 12 se muestra la vista funcional (funcionalidad externa) del *modelo de organización*, en la cual todos los servicios conectados entre sí tienen asociado el mismo rol

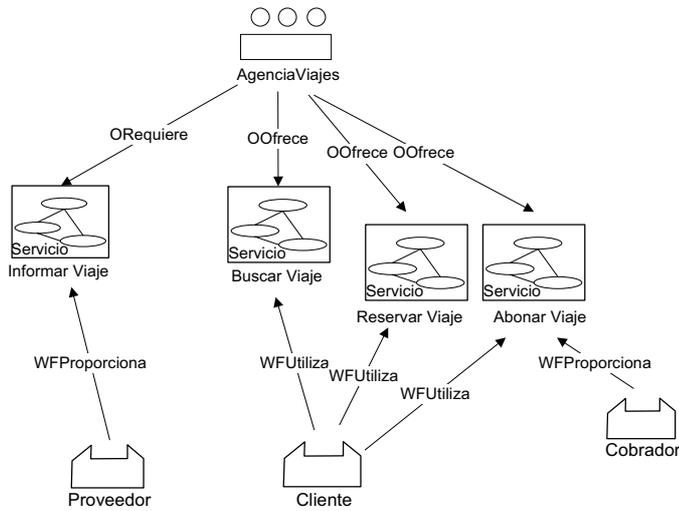


Figura 12: Diagrama del *modelo de organización* (vista funcional, func. externa).

(cliente) en la relación *WUtiliza*. La UO *AgenciaViajes* ofrece los servicios *Buscar Viaje*, *Reservar Viaje* y *Abonar Viaje* a agentes que jueguen el rol *Cliente*.

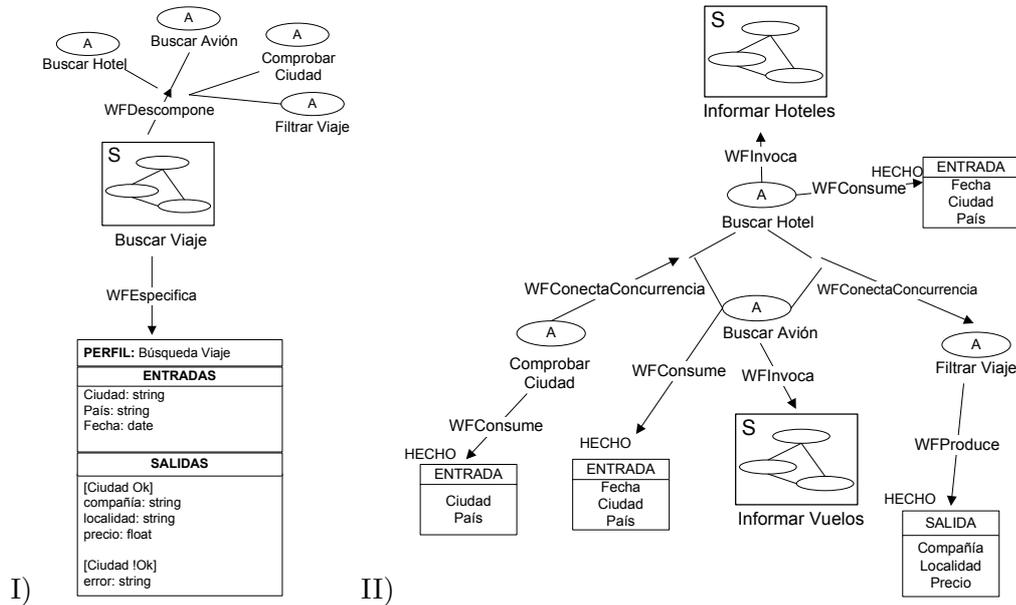


Figura 13: Diagrama del *modelo de actividad* del servicio *Buscar Viaje*. I) perfil del servicio II) relaciones entre las A-Tareas que lo componen.

Para el análisis de la **tecnología de unidad de trabajo** se requiere detallar cada servicio concreto. A modo de ejemplo, en la tabla 5 se muestra la descripción del servicio *Reservar Viaje*, mientras que en la figura 13.I se muestra el diagrama del *modelo de acti-*

vidad del servicio *BuscarViaje*. Dicho servicio se describe en el perfil *Búsqueda Viaje* y se descompone en cuatro tareas, cuya relación se muestra en la figura 13.II.

<i>B.2. Tecnología de Unidad de Trabajo</i>	
Servicio	<i>Reservar Viaje</i>
Descripción	Realizar una reserva de una localidad determinada (ej: de una habitación de hotel, de una plaza de avión)
Consumidor	Cliente
Objetivo	Ocupar la localidad deseada y evitar que otros clientes hagan uso de ella
Beneficio	Garantizar la disponibilidad del transporte y alojamiento deseados
Productor	Proveedor
Objetivo	Planificar la ocupación de sus plazas
Beneficio	Asegurar la ocupación de sus plazas
Perfil Servicio	
<i>Entradas</i>	<i>compañía + localización + fecha + cantidad</i> – Compañía: identificador de la línea aérea o de la cadena hotelera – Localización: identificador del vuelo o del hotel solicitado – Fecha: fecha en la que se hará uso de la plaza solicitada – Cantidad: número de plazas que se solicitan (plazas de avión, número de habitaciones / días de estancia)
<i>Precondiciones</i>	Compañía y localización son válidas; la fecha es correcta
<i>Salidas</i>	Ticket reserva y Precio Total
<i>Postcondiciones</i>	Las plazas quedan reservadas y no están disponibles para otros clientes
<i>B.2. Tecnología de Unidad de Trabajo</i>	
Funcionalidad	
<i>Tareas</i>	<i>Comprobar localización + Comprobar disponibilidad + Generar Ticket reserva</i> – Comprobar localización: determinar si la compañía y la localización son correctas – Comprobar disponibilidad: determinar si para la fecha proporcionada existen plazas libres (y en la cantidad indicada) – Generar Ticket reserva: asociar la plaza al cliente y ponerla como no disponible
<i>Recursos</i>	Repositorio de reservas
<i>Proveedor</i>	Agencia Viajes
<i>Productos</i>	Ticket Reserva

Tabla 5: Documento *B.2-Tecnología de Unidad de Trabajo*. Descripción de las características del servicio *ReservarViaje*.

También se debe analizar la “posibilidad de análisis del problema”. En este ejemplo, la información que se requiere de los proveedores se obtiene mediante la invocación de los servicios de información (*Informar Hoteles* o bien *Informar Vuelos*) que éstos proporcionan. El acceso a dichos servicios se ha indicado a través de las relaciones *WFInvoca* de los diagramas de *modelo de actividad*. Por su parte, la información de los usuarios que actúan como clientes se obtiene a través de la aplicación *Interfaz de Usuario*, ya identificada anteriormente. Además, los productos que se generan (reservas de viaje) se almacenan en una base de datos o repositorio (*Repositorio Reservas*) para facilitar su gestión y posterior pago de los mismos. En la figura 14 se muestra el diagrama del *modelo de entorno* de la unidad organizativa *Agencia Viajes*. La aplicación es percibida por la entidad *travel agent* (relación *EPercibe*), quien se encarga de actuar en el sistema en nombre del usuario.

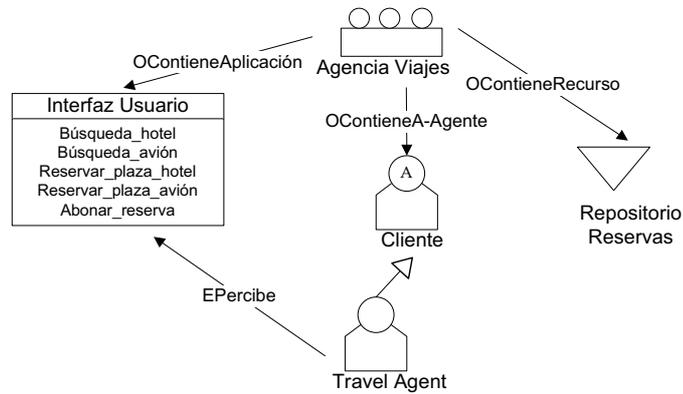


Figura 14: Diagrama del *modelo de entorno* del sistema agencia de viajes.

Finalmente, el **análisis de los objetivos de la organización** implica refinar la misión en objetivos funcionales más concretos, que se asocian a los servicios. En la figura 15 se muestra el diagrama de *modelo de actividad* para los objetivos funcionales.

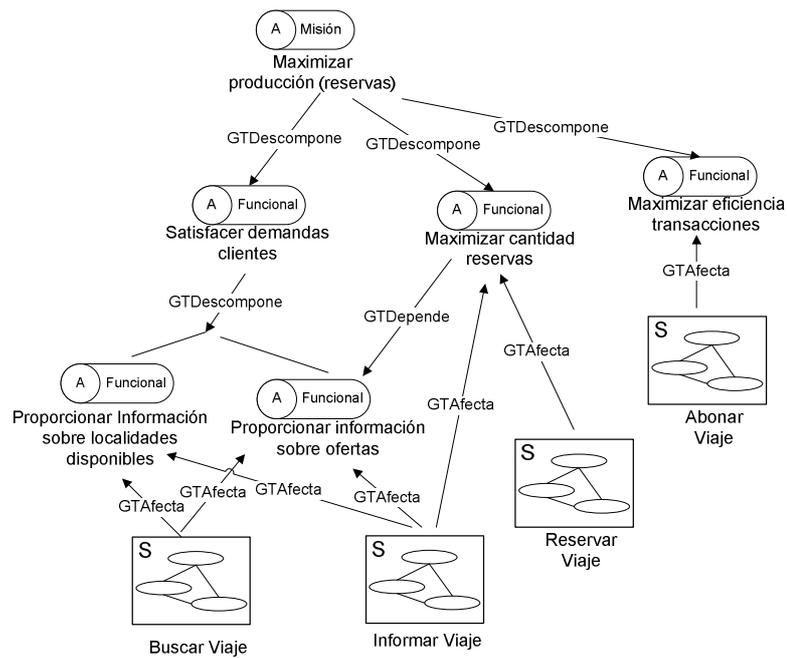


Figura 15: Diagrama del *modelo de actividad*. Relación entre servicios y obj. funcionales.

5.2. Diseño de la estructura organizativa

Para el diseño de la estructura organizativa primero se procede a analizar sus dimensiones, según se indica en la *Fase C. Dimensiones Organizativas*. En la tabla 6 se muestran los valores obtenidos para las dimensiones organizativas del sistema del caso de estudio.

C. Dimensiones Organizativas	
Departamentalización:	Divisional. Se agrupa en base a los productos (hoteles, vuelos,...).
Especialización + Centralización:	Ampliación horizontal y vertical. Los roles proporcionan servicios poco relacionados entre sí, con interdependencia secuencial y recursos compartidos. Ejercen control sobre las tareas de los servicios. Los proveedores deciden cómo implementar sus propios servicios.
Coordinación y Formalización:	Adaptación mutua. Como el entorno es dinámico, la tecnología de producción es de lotes pequeños y se realiza una tecnología de servicios intensiva, se requieren procesos de negociación. Adicionalmente, se debe controlar el orden en la invocación de los servicios (normalización de tareas), así como la calidad de los resultados (normalización de resultados) para ofrecer mayor flexibilidad en las implementaciones de los servicios de los proveedores.

Tabla 6: Documento *C.Dimensiones Organizativas* del sistema de agencia de viajes, con orientación basada en los productos a ofrecer.

A continuación se procede a identificar la estructura que mejor conviene aplicar en el sistema, haciendo uso del árbol de decisión de la *Fase D. Estructura Organizativa*. Según dicho árbol, conviene emplear una estructura de **congregación**.

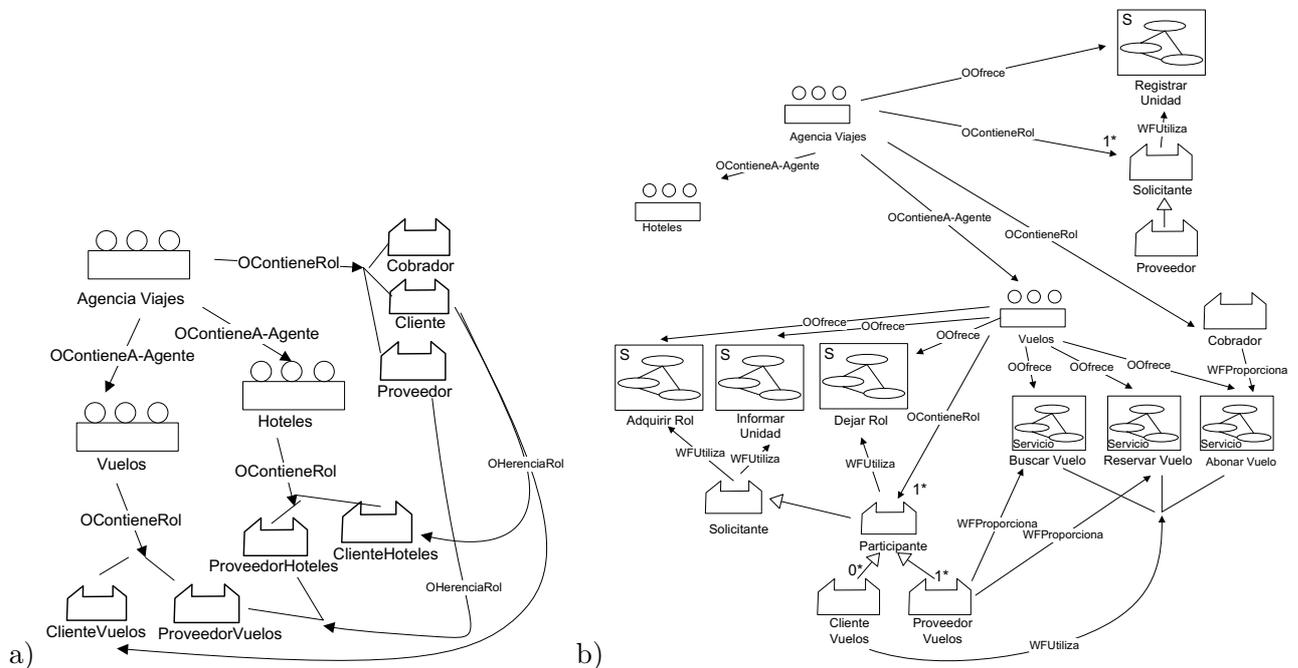


Figura 16: Diagrama actualizado del modelo de organización al adoptar una estructura de tipo *congregación*. a) vista estructural; b) vista funcional (funcionalidad externa).

El diagrama de la vista estructural del *modelo de organización*, adaptada conforme al patrón de congregación, se muestra en la figura 16a. La unidad *AgenciaViajes* contiene tantas unidades como productos se tengan, en este caso *Vuelos* y *Hoteles*. Además, los roles *proveedor* y *cliente* se refinan dentro de esas nuevas unidades, para especializarse en la producción o bien en la utilización de los servicios concretos asociados a esos tipos de productos.

En la figura 16b se muestra el diagrama de la vista funcional del *modelo de organización*, adaptada conforme al patrón de congregación. Solamente se muestra el modelado interno de la unidad *Vuelos* por facilitar su claridad y comprensión. La estructura interna de la unidad *Hoteles* se ha modelado de forma similar. A través del servicio *Registrar Unidad* los proveedores pueden solicitar la creación de nuevas unidades organizativas, para así atender a la llegada de nuevos productos.

Por su parte, las unidades *Vuelos* y *Hoteles* contienen los servicios de *AdquirirRol*, *Informar Unidad*, *DejarRol*, además de los servicios propios dependientes del dominio, que ya habían sido identificados anteriormente. Así, los proveedores de vuelos y los clientes que deseen contactar con ellos, deben pasar previamente por un proceso de adquisición del rol correspondiente.

5.3. Diseño de la Dinámica de la Organización

En esta fase se procede a detallar de manera más precisa cómo se comportan los servicios de la organización, cómo se interacciona con el entorno, qué interacciones se establecen entre las entidades del sistema y cómo se abordan los aspectos de sistema abierto. Asimismo, se definen las normas para establecer el control y gestión de los servicios, además de seleccionar el sistema de recompensas que fomente mejor la consecución de los objetivos de la organización. Para ello se aplican las fases E, F, G y H de la secuencia-guía propuesta.

En la *Fase E. Diseño de los procesos de información-decisión* se determina inicialmente quiénes se encargan de proporcionar cada uno de los servicios identificados. La unidad *AgenciaViajes* requiere ofrecer el servicio *RegistrarUnidad* y así permitir que se creen dinámicamente nuevas unidades. Este servicio lo proporciona el rol *GestorUnidad*, que también se encarga de desregistrar las unidades que no contengan participantes durante un determinado espacio de tiempo. En la figura 17 se muestra el diagrama actualizado de la vista funcional (funcionalidad externa) del *modelo de organización* para la unidad organizativa *Agencia Viajes*. Y en la figura 18 se muestra el diagrama actualizado de la vista funcional (funcionalidad externa) del *modelo de organización* para la unidad organizativa *Hoteles*.

También se analizan los procesos de información de la organización, detallando tanto su interacción con el entorno como las interacciones entre las entidades que la componen. Así, en la figura 19 se muestra el *modelo de entorno* para la organización de *AgenciaViajes*.

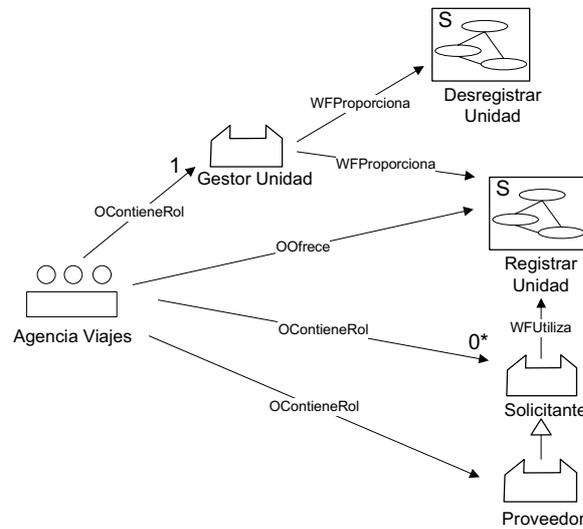


Figura 17: Diagrama actualizado de la vista funcional (funcionalidad externa) del *modelo de organización* para la unidad *Agencia Viajes*.

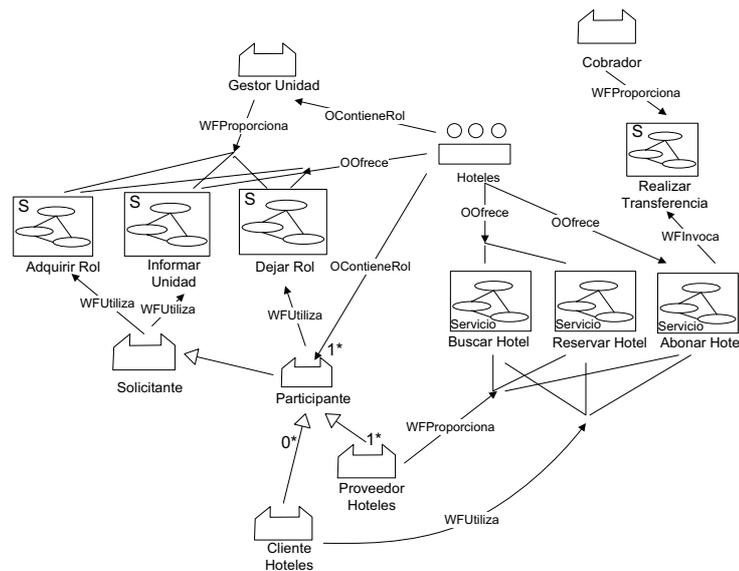


Figura 18: Diagrama actualizado de la vista funcional (funcionalidad externa) del *modelo de organización* para la unidad organizativa *Hoteles*.

El recurso *Repositorio de Reservas* se asigna a la unidad *Agencia Viajes*, pero se crea una entidad *PuertoEntorno* para que el rol *proveedor* haga uso del mismo, tanto para lectura como para escritura. Por su parte, para la aplicación *Interfaz Usuario* se crea también una entidad *PuertoEntorno*, sobre la que el rol *cliente* tiene permiso de lectura. De este modo, cualquier agente que juegue el rol *cliente* tendrá habilitada la posibilidad de hacer uso de

la aplicación, aunque el control de su acceso está regido por la unidad *Agencia Viajes*.

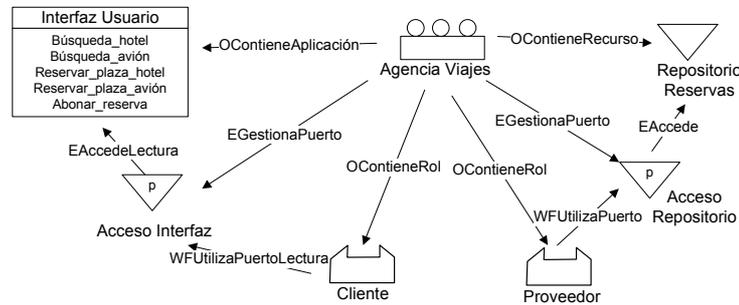


Figura 19: Diagrama actualizado del *modelo de entorno* de la organización *Agencia Viajes*. Acceso a los puertos del entorno.

Para la ontología del dominio, se hace uso de las ontologías *travel.owl* y *transportation.owl* empleadas en el repositorio de servicios web OWLS-TC sobre el dominio de viajes. En ellas, conceptos como “Accommodation”, “Hotel”, “Airport”, “Aircraft”, etc. están ampliamente detallados.

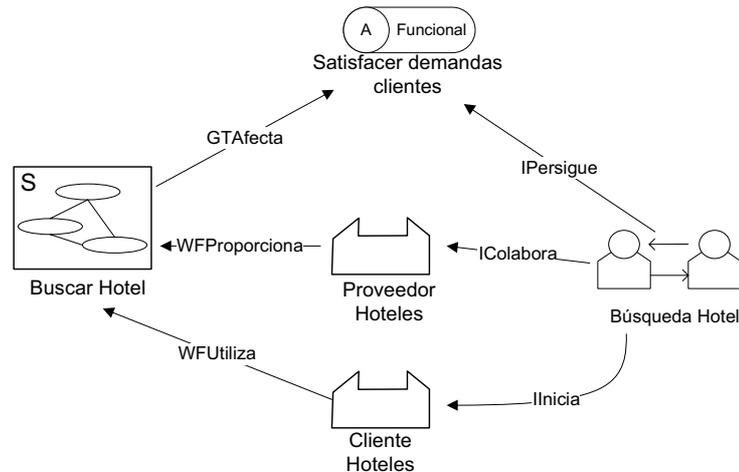


Figura 20: Diagrama del *modelo de interacción* para el servicio *Buscar Hotel*.

Respecto a las interacciones, en la figura 20 se muestra el diagrama del *modelo de interacción* para el servicio *Buscar Hotel*. En dicho diagrama se indican los roles que participan en la interacción y la ejecución del servicio que provoca su activación. En la figura 21 se muestra el diagrama de colaboración asociado a esta interacción, donde se detalla el modelo de proceso propuesto, indicando los mensajes que se envían las entidades participantes.

Una vez se ha realizado el análisis de los procesos de información y decisión, se procede a determinar la “apertura” del sistema, es decir, qué roles son accesibles por agentes externos y qué servicios necesitan ser publicitados para así atraer a agentes al sistema. Para ello se

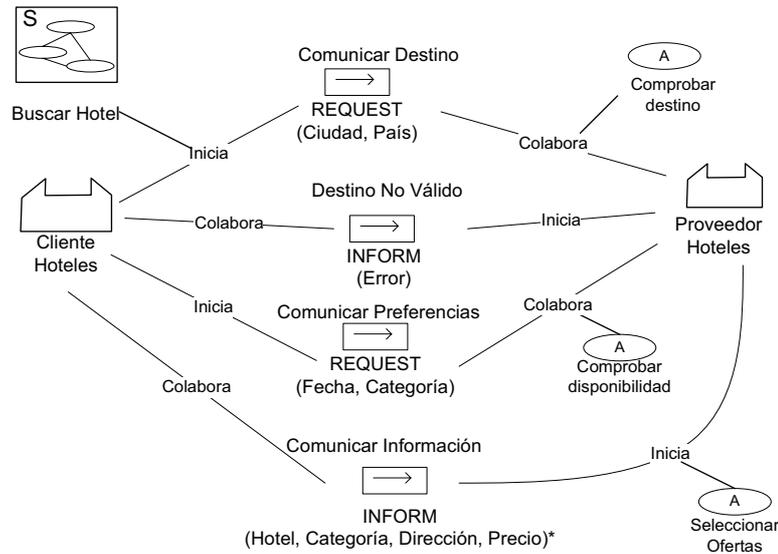


Figura 21: Diagrama de colaboración de la interacción *Búsqueda Hotel*.

emplean las guías de la *Fase F. Dinamicidad del sistema abierto*.

Primero se determina qué servicios, de los requeridos por la organización, podrán ser proporcionados no sólo por agentes propios del sistema (implementados por los desarrolladores del mismo), sino también por agentes externos.

En este caso, se requiere publicitar los servicios *Buscar Viaje* y *Reservar Viaje*, cuyo perfil se ha descrito lo suficientemente general para que todos aquellos agentes que trabajen en el dominio de los viajes sean atraídos al sistema. Para reflejar la publicitación de estos dos servicios, en la unidad organizativa *AgenciaViajes* se define la entidad *Directorio Servicios*, de tipo *PuertoServicio* (figura 22), a través de la cual se accede a los perfiles de estos servicios (relación *EAccede*). De este modo, los agentes externos podrán obtener información sobre qué realiza cada servicio así como los roles implicados (roles de las relaciones *WFUtiliza* y *WFProporciona* del servicio). Si les interesa hacer uso del servicio, se registrarán en la unidad como clientes del mismo, mientras que si les interesa implementar su funcionalidad, entonces lo harán como proveedores.

Los roles *cliente* y *proveedor* son accesibles por agentes externos, requiriéndose un proceso de adquisición del rol. Los roles *Gestor Unidad* y *Cobrador* se asocian a agentes internos, siendo no accesibles. En la figura 23 se muestra el modelo de organización, indicando los agentes externos (A-Agentes), los internos (Agentes) y los roles que juegan.

Para las políticas de adquisición de roles, en la unidad *AgenciaViajes* el servicio *AdquirirRol* se limita a informar del perfil de los servicios generales del sistema (*Buscar Viaje* y *Reservar Viaje*). En las unidades internas, por ejemplo la unidad *Hoteles*, el proceso difiere según se trate de un cliente o de un proveedor. Así, si un cliente desea registrarse dentro de

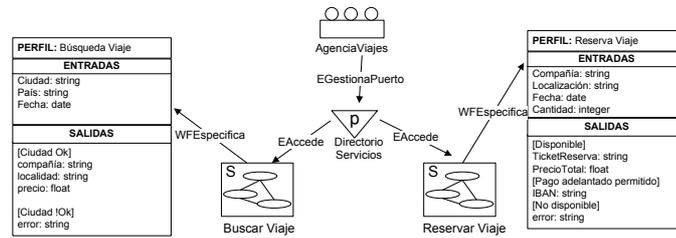


Figura 22: Diagrama del *modelo de entorno* para la publicitación de los servicios de *Agencia Viajes*.

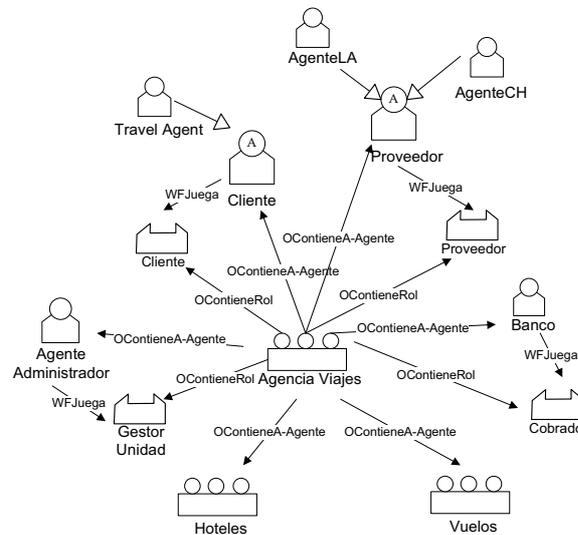


Figura 23: Diagrama actualizado del *modelo de organización*, en el que se muestran los agentes internos, externos y los roles que juegan.

esa unidad, se le informa de los perfiles y procesos de los servicios que puede utilizar y de las normas que le afectan. Sin embargo, si se trata de un proveedor, entonces se establece también un proceso de negociación del perfil y proceso asociado al servicio a ofrecer. En la figura 24 se muestra el diagrama del *modelo de actividad* para el servicio *AdquirirRol* de la unidad *Hoteles* y en la figura 25 la descripción del flujo de tareas correspondiente, cuando se solicita el rol *proveedorHoteles*.

Respecto a las normas a definir, en este punto trataremos las normas relativas a la publicitación de los servicios y al control de la adquisición de los roles. En primer lugar, por cada servicio para el cual se desee captar proveedores, se debería asociar una norma que obligue a su unidad organizativa a registrarlo en un directorio de servicios. Estas normas las reasignamos a los agentes internos que juegan el rol *Gestor Unidad* y las implementaremos internamente como parte de sus acciones o tareas.

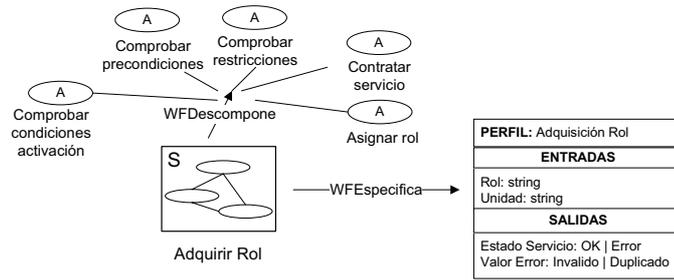


Figura 24: Diagrama del *modelo de actividad* para el servicio *AdquirirRol*.

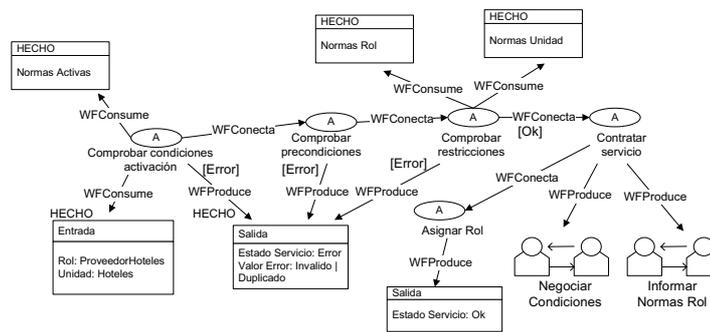


Figura 25: Diagrama del *modelo de actividad* para el servicio *AdquirirRol*. Descripción de su flujo de tareas al solicitarse el rol *ProveedorHoteles* en la unidad *Hoteles*.

En segundo lugar, se obliga a los proveedores a registrar una funcionalidad asociada a cada uno de los servicios que, como mínimo, deben ofrecer. En nuestro caso, el rol *proveedor* tiene la obligación de proporcionar, como mínimo, el servicio de *Buscar Información* correspondiente. Además, se permite cierta negociación del perfil y de las actividades asociadas al servicio, pero siempre manteniendo la consistencia con los perfiles y tareas predefinidas. Como ejemplo, indicamos a continuación las normas asociadas a la funcionalidad mínima que los proveedores deben ofrecer, así como el control de la consistencia de los servicios que se registran. Para la descripción de las normas, se ha utilizado la notación del lenguaje normativo propuesto en [49].

NormaFuncionalidadMínima:

OBLIGED Proveedor REGISTER BuscarInformación
 PROFILE BusquedaInformación PROCESS ?p BEFORE deadline

NormaConsistenciaServicioHotel:

FORBIDDEN ProveedorHoteles REGISTER BuscarHotel
 PROFILE ?ProfileH PROCESS ?TaskH
 IF NOT(BusquedaHotel \subseteq ?ProfileH AND BusquedaHotelProcess \subseteq ?TaskH)

También se define el modelo de agente para los agentes propios del sistema. En nuestro caso (figura 23), además de los agentes internos *Administrador* y *Banco*, definimos agentes de tipo *TravelAgent* que actúan como clientes, agentes de tipo *AgenteCH*, que actúan como cadenas hoteleras, y agentes de tipo *AgenteLA*, que representan a líneas aéreas. Como ejemplo, en la figura 26 se muestra el modelo de agente del *AgenteCH*, el cual es capaz de ofrecer los servicios *Buscar Hotel*, *Reservar Hotel* y *Solicitar Tarjeta Cliente*.

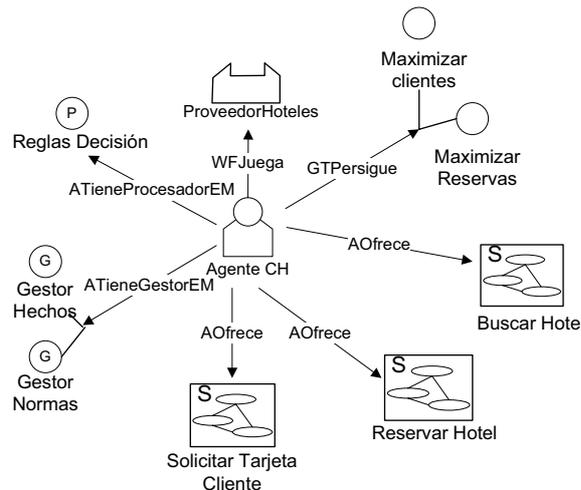


Figura 26: Diagrama del *modelo de agente* para el *AgenteCH*, que representa a una cadena hotelera.

En la *Fase G. Sistemas de medición, evaluación y control* se procede a establecer las normas relativas al control de la secuencia de las invocaciones de los servicios, así como a la calidad esperada de sus resultados. En la tabla 6 se había indicado la necesidad de realizar una normalización de tareas. Por tanto, se establecen normas para controlar que no se soliciten reservas si antes no se ha efectuado una búsqueda, o que no se realicen pagos si antes no se ha reservado la localidad asociada. A continuación se muestran ejemplos de las normas a definir.

NormasOrdenReserva:

OBLIGED ?a:Customer REQUEST BuscarViaje
BEFORE ?a REQUEST ReservarViaje

OBLIGED ?a:Customer REQUEST ReservarViaje
BEFORE ?a REQUEST PagarViaje

Respecto a la normalización de resultados, la calidad del servicio debería atender al enfoque de “calidad como satisfacción de las expectativas del cliente”. Para ello sería necesario añadir una nueva funcionalidad al sistema (ej. *Recomendar Hotel*, *Recomendar Compañía*),

a través de la cual los clientes pudieran indicar en qué grado los hoteles, aerolíneas, vuelos, etc., sugeridos por el sistema han satisfecho sus necesidades. Esta información serviría después, por un lado, para que los proveedores mejorasen su proceso de selección o filtrado de los viajes. Por otro, permitiría al rol *GestorUnidad* establecer un mecanismo para expulsar a aquellos proveedores cuyos productos no hayan sido de agrado para un número determinado de clientes. Por simplicidad, en este caso de estudio no entraremos a efectuar ningún tipo de normalización de resultados.

Finalmente, en la *Fase H. Sistema de recompensas*, procedemos a analizar el comportamiento global que deseamos potenciar entre los agentes del sistema. En este caso, como los clientes y proveedores podrán ser agentes externos, interesa fomentar que éstos se unan y permanezcan en el sistema. Para ello se podrá hacer uso de recompensas individuales o bien de recompensas de sistema. Por simplicidad del sistema, en nuestro caso de estudio no se implementará ningún tipo de sistema de recompensas, aunque a continuación se comentan las ideas generales a considerar.

Con la recompensa individual se fomenta principalmente el comportamiento adecuado de los individuos, e incluso que trabajen sobre unos niveles mínimos. Por tanto, resultaría adecuada emplearla sobre los agentes proveedores, recompensando en base a la cantidad de reservas que realicen y al grado de satisfacción que los clientes muestren por ellas. El modo de recompensarles podría ser mediante gratificación monetaria o bien estableciendo grupos dinámicos (tipo coalición), en los que estuvieran los mejores proveedores y con los que los clientes contactasen prioritariamente.

La recompensa individual también se podría aplicar a los clientes. Por ejemplo, aquellos que realicen muchas reservas serían considerados clientes preferentes, sobre los cuales aplicar más ofertas y reducción de precios.

Con la recompensa de sistema se ofrecen gratificaciones generales por el hecho de pertenecer a la organización. En este caso, se ofrecerían ofertas y reducción de precios a los clientes, no ya por las reservas realizadas, sino por la cantidad de servicios que utilicen (lo que sería un indicativo del tiempo que permanecen en el sistema de forma activa).

6. Conclusiones

Tomando como base la *Teoría de la Organización*, se ha adaptado una secuencia-guía de diseño de organizaciones humanas, para así permitir el análisis y diseño de organizaciones de agentes. De este modo, se ha definido la guía metodológica GORMAS, compuesta por un conjunto de fases y guías para el análisis de requisitos, el diseño de la estructura organizativa y el diseño de la dinámica de la organización.

En concreto, GORMAS ofrece un procedimiento iterativo que permite: (i) especificar la misión del sistema; (ii) analizar las tareas y procesos requeridos, en base a servicios

y productos; (iii) determinar las dimensiones de la organización (departamentalización, especialización, centralización, coordinación y normalización); (iv) seleccionar la estructura más adecuada, de acuerdo a dichas dimensiones; (v) identificar los procesos de información y decisión; (vi) especificar las características abiertas del sistema (funcionalidad a publicitar; control sobre agentes externos); (vii) determinar los mecanismos (normas) de control de los comportamientos de los agentes; y (viii) especificar el sistema de recompensas a aplicar para fomentar los comportamientos que más interesan a la organización.

Para facilitar la aplicación de la guía y su seguimiento, se ha elaborado un conjunto de plantillas y documentos (detallados en el anexo B) que ayudan al diseñador a discretizar las variables de organización más importantes para el análisis y diseño del sistemas.

En la guía metodológica propuesta se hace uso de un Modelo de Organización Virtual, definido también en este trabajo y, en concreto, de un conjunto de meta-modelos (detallados en el anexo A), que describen los factores más relevantes de una organización: su estructura, funcionalidad, dinamicidad, entorno y normalización. La guía ofrece, por tanto, un proceso iterativo de instanciación de los diferentes meta-modelos de GORMAS.

La guía se ha aplicado a un caso de estudio concreto, un sistema de agencia de viajes, realizando así el análisis y diseño del sistema en base a conceptos organizativos. De este modo, se ha mostrado la aplicabilidad de la guía metodológica propuesta para dar soporte al proceso de análisis y diseño de un sistema multiagente abierto.

Referencias

- [1] M. Wooldridge, N.R. Jennings, and D. Kinny. The Gaia methodology for agent-oriented analysis and design? *Journal of Autonomous Agent and Multi-Agent Systems*, 3:285–312, 2000.
- [2] F. Giunchiglia, J. Mylopoulos, and A. Perini. The Tropos software development methodology: Processes, models and diagrams. In *Proc. Workshop on Agent Oriented Software Engineering (AOSE-2002)*, pages 63–74, 2002.
- [3] L. Padgham and M. Winikoff. Prometheus: A methodology for developing intelligent agents. In *Proc. Workshop on Agent Oriented Software Engineering (AOSE-2002)*, pages 135–145, 2002.
- [4] M. Wood, S.A. DeLoach, and C. Sparkman. Multiagent system engineering. *Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 11:231–258, 2001.
- [5] A. Iglesias, M. Garijo, J.C. Gonzalez, and J.R. Velasco. A methodological proposal for multiagent systems development extending CommonKADS. In *Proc. 10th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, volume 1, 1996.

- [6] J. Lind. Iterative Software Engineering for Multiagent Systems: The MASSIVE Method. *Lecture Notes in Computer Science*, 2001.
- [7] C.A. Iglesias, M. Garijo, and J.C. Gonzalez. A survey of agent-oriented methodologies. *Intelligent Agents V. Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer-Verlag*, 1999.
- [8] J.J. Gomez. Metodologías para el desarrollo de sistemas multi-agente. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 18:51–63, 2003.
- [9] V. Julian. *RT-MESSAGE: Desarrollo de sistemas multiagente de tiempo real*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Spain, 2002.
- [10] M. Wooldridge and P. Ciancarini. Agent-Oriented Software Engineering. *Agent-Oriented Software Engineering, LNCS*, 1957, 2001.
- [11] O. Shehory and A. Sturm. Evaluation of Modelling Techniques for Agent-Based Systems. In *Proc. 5th Int. Conference on Autonomous Agents*, pages 624–631, 2001.
- [12] F. Zambonelli, N.R. Jennings, and M. Wooldridge. Developing Multiagent Systems: The Gaia Methodology. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 12:317–370, 2003.
- [13] J. Ferber, O. Gutknecht, and F. Michel. From agents to organizations : an organizational view of multi-agent systems. In *Proc. AAMAS03 - Agent-Oriented Software Engineering Workshop (AOSE)*, 2003.
- [14] J. Castro, M. Kolp, and J. Mylopoulos. A requirements-driven software development methodology. In *Conference on Advanced Information Systems Engineering*, 2001.
- [15] B. Gateau, O. Boissier, D. Khadraoui, and E. Dubois. MOISE-Inst: An Organizational model for specifying rights and duties of autonomous agents. In L. Van der Torre and G. Boella, editors, *1st International Workshop on Coordination and Organisation*, 2005.
- [16] J. Vazquez-Salceda, V. Dignum, and F.Dignum. Organizing multiagent systems. Technical Report UU-CS-2004-015, Institute of Information and Computing Sciences. Utrecht University, 2004.
- [17] M. Esteva, J.A. Rodriguez, C. Sierra, P. Garcia, and J.L. Arcos. On the formal Specification of Electronic Institutions. *Agent Mediated Electronic Commerce*, 1991:126–147, 2001.
- [18] J. J. Gomez. *Modelado de Sistemas Multi-Agente*. PhD thesis, Universidad Complutense de Madrid, 2002.

- [19] F. Zambonelli and H. Parunak. From design to intention: Signs of a revolution. In *Proc. 1st Int. Joint Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems*, pages 455–456, 2002.
- [20] J. Ferber and O. Gutknecht. Aalaadin: A meta-model for the analysis and design of organizations in multi-agent systems. In *Proc. 3rd Int. Conference of Multi-Agent Systems (ICMAS-98)*, pages 128–135, 1998.
- [21] L. Gasser. Perspectives on organizations in multi-agent systems. In M. Luck, V. Marik, O. Stepankova, and R. Trappl, editors, *Multi-agent Systems and Applications. 9th EC-CAI Advanced Course, EASSS 2001*, Lecture Notes in Computer Science, pages 1–16. Springer, 2001.
- [22] B. Horling and V. Lesser. Using odml to model and design organizations for multi-agent systems. In *Proc. Workshop on From Organizations to Organization Oriented Programming*, pages 33 – 48. Cambridge University Press, 2005.
- [23] V. Dignum, J. Meyer, H. Wiegand, and F. Dignum. An organization-oriented model for agent societies. In *Proc. Int. Workshop on Regulated Agent-Based Social Systems (RASTA-02)*, 2002.
- [24] B. Horling and V. Lesser. A survey of multiagent organizational paradigms. *The Knowledge Engineering Review*, 19:281–316, 2004.
- [25] E. Argente, J. Palanca, G. Aranda, V. Julian, V. Botti, A. Garcia-Fornes, and A. Espinosa. Supporting Agent Organizations. In *Proc. 5th International Central and Eastern European Conference on Multiagent Systems, CEEMAS07*, Lecture Notes in Artificial Intelligence. Springer, 2007.
- [26] F. López, M. Luck, and M. d’Inverno. A normative framework for agent-based systems. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12:227–250, 2006.
- [27] V. Dignum and F. Dignum. A logic for Agent Organizations. In *Proc. Formal Approaches to Multi-Agent Systems (FAMAS), in Multi-Agent Logics, Languages and Organisations Federated Workshops (MALLOW)*, pages 83–100, 2007.
- [28] J. Broersen, F. Dignum, V. Dignum, and J. Meyer. Designing a deontic logic for deadlines. In *Proc. 7th International Workshop on Deontic Logic in Computer Science*, 2004.
- [29] M. Esteva, J. Padget, and C. Sierra. Formalizing a language for institutions and norms. *Intelligent Agents VIII, Springer Verlag*, 2333:348–366, 2001.

- [30] R.L. Daft. *Teoría y diseño organizacional*. Mexico: International Thomson, 6 edition, 1998.
- [31] M. Fox. An organizational view of distributed systems. *IEEE Trans. on System, Man and Cybernetics*, 11:70–80, 1981.
- [32] V. Dignum and F. Dignum. A landscape of agent systems for the real world. Technical Report 44-CS-2006-061, Institute of Information and Computing Sciences, Utrecht University, 2006.
- [33] O. Boissier, J. Padget, V. Dignum, G. Lindemann, E. Matson, S. Ossowski, J.S. Sichman, and J. Vazquez-Salceda. *Coordination, Organizations, Institutions and Norms in Multi-Agent Systems*, volume 3913 of *LNCS (LNAI)*. Springer-Verlag, 2006.
- [34] X. Mao and E. Yu. Organizational and social concepts in agent oriented software engineering. In *AOSE IV*, volume 3382 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, pages 184–202, 2005.
- [35] E.L. Van den Broek, C.M. Jonker, A. Sharpanskykh, J. Treur, and pI. Yolum. Formal modeling and analysis of organizations. In *From Organizations To Organization Oriented Programming in MAS*, 2005.
- [36] H. Mintzberg. *La estructuración de las organizaciones*. Ariel, 2002.
- [37] J. Galbraith. *Organization Design*. Addison-Wesley, 1977.
- [38] M. D. Moreno-Luzon, F.J. Peris, and T. Gonzalez. *Gestión de la Calidad y Diseño de Organizaciones*. Prentice Hall, Pearson Education, 2001.
- [39] R. Cervenka and I. Trencansky. *AML. The Agent Modeling Language*. Whitestein Series in Software Agent Technologies and Autonomic Computing. Birkhauser Verlag, 2007.
- [40] S. DeLoach, W. Oyenan, and E. Matson. A capabilities-based model for adaptive organizations. *Auton. Agent Multi-Agent Syst.*, 16:13–56, 2008.
- [41] J. Ferber, F. Michel, and J. Baez. Agre: Integrating environments with organizations. In *Environments for Multi-agent Systems*, volume 3374 of *LNCS*, pages 48–56. Springer, 2005.
- [42] E. Argente, V. Julian, and V. Botti. MAS Modelling based on Organizations. In *Proc. 9th International Workshop on Agent Oriented Software Engineering (AOSE08)*, pages 1–10, 2008.

- [43] A. Giret. *ANEMONA: Una metodología multi-agente para sistemas holónicos de fabricación*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
- [44] S. Kelly, K. Lyytinen, and M. Rossi. MetaEdit+: A Fully Configurable Multi-User and Multi-Tool CASE Environment. In *Proceedings of CAiSE'96*, volume 1080, pages 1–21. Springer-Verlag, 1996.
- [45] E. Argente. *GORMAS: Guías para el desarrollo de Sistemas Multiagente abiertos basados en organizaciones*. PhD thesis, Universidad Politécnica de Valencia, 2008.
- [46] O.M.G. Software Process Engineering Metamodel Specification Version 1.0. Technical report, Object Management Group, 2002.
- [47] B. J. Hodge, W.P. Anthony, and L.M. Gales. *Teoría de la Organización: un enfoque estrategico*. Pearson Educación, 2003.
- [48] J.A. Wagner and J.R. Hollenbeck. *Comportamiento Organizativo*. Thomson, 2004.
- [49] E. Argente, N. Criado, V. Julian, and V. Botti. Designing Norms in Virtual Organizations. In *Proc. 11th Int. Workshop Artificial Intelligence of Catalan Association (CCIA08)*, page In Press, 2008.
- [50] A. Dogac, Y. Kabak, G. Laleci, S. Sinir, A. Yildiz, S. Kirbas, and Y. Gurcan. Semantically Enriched Web Services for the Travel Industry. *ACM Sigmod Record*, 33(3), 2004.
- [51] C. Sierra, J. Thagarajah, L. Padgham, and M. Winikoff. Designing Institutional Multi-Agent Systems. In *7th International Workshop on Agent Oriented Software Engineering (AOSE'06)*, volume 4405, pages 84–103. Springer LNCS, 2006.

Anexo A. Meta-Modelos GORMAS

El Modelo de Organización de la metodología GORMAS consta de seis meta-modelos: de organización, de actividad, de interacción, de entorno, de agente y normativo. Estos meta-modelos, que extienden los de ANEMONA [43], emplean notación UML, siguiendo las restricciones GOPPR [44]. Todas las relaciones tienen un prefijo que indica: **O** de organización; **GT** de objetivos y tareas (goals-tasks); **WF** de flujo de trabajo (work flow); **AGO** de relaciones sociales; **E** de entorno; **N** de normas e **I** de interacciones. La primitiva *Role* se emplea para establecer la dirección de una relación, teniendo como sufijo una *O* para el origen y una *D* para el destino.

A continuación se detalla cada uno de los meta-modelos propuestos, remarcando en color oscuro las extensiones a los meta-modelos de ANEMONA.

Meta-modelo de organización

Este meta-modelo describe las unidades organizativas existentes en el sistema, su estructura, entidades que contienen, roles que juegan, así como los servicios que ofrecen y requieren. Contiene cuatro vistas: estructural, funcional, social y dinámica.

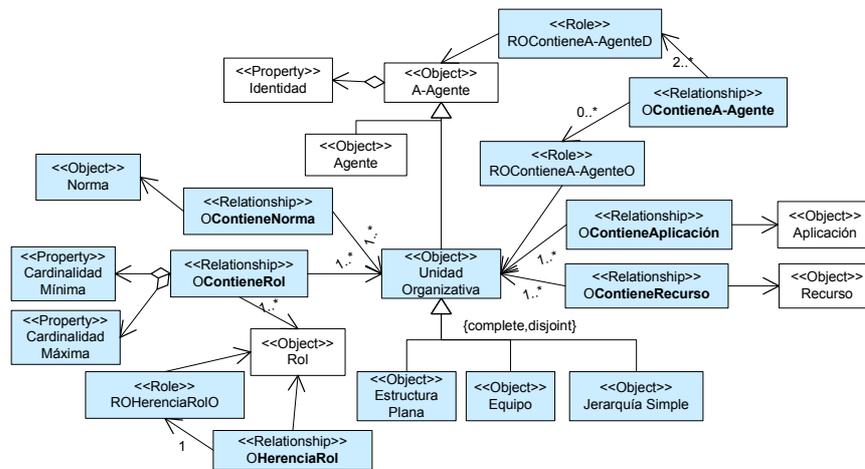


Figura 27: Meta-modelo de Organización. Vista Estructural.

La **vista estructural** define cuáles son los componentes “estáticos” de la organización, es decir, todos aquellos elementos que son independientes de las entidades finales ejecutoras (figura 27). El sistema se compone de Unidades Organizativas (UO), que pueden también incluir otras unidades de forma recursiva. Internamente, sus miembros se relacionan entre sí por medio de una estructura plana, jerárquica o de equipo. La composición de estas unidades facilita el diseño de estructuras más elaboradas y complejas, como la matricial, la federación, la coalición o la congregación [25]. La Unidad Organizativa actúa como un grupo

de agentes (relación *OContieneA-Agente*), pero también como su entorno. Así, contiene los recursos (*OContieneRecurso*) y aplicaciones (*OContieneAplicación*) que pueden ser utilizados por las entidades de la UO. También define quiénes son los roles dentro de la unidad (*OContieneRol*) y las normas que controlan sus comportamientos (*OContieneNorma*).

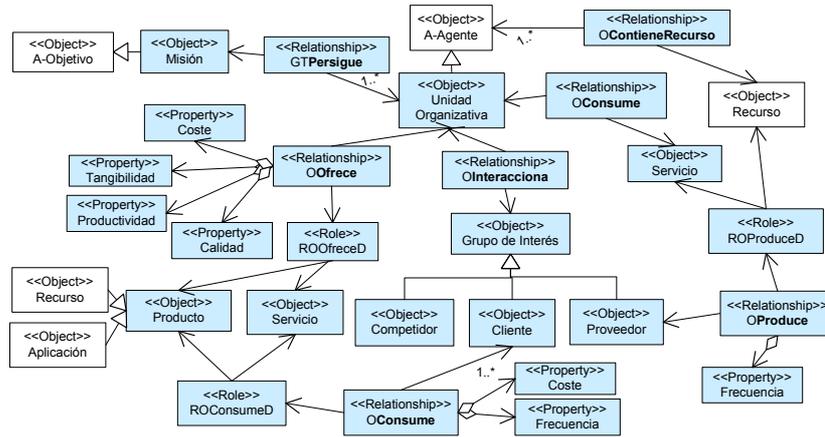


Figura 28: Meta-modelo de Organización. Vista Funcional. Misión.

La **vista funcional** describe la misión de la organización y cómo cada UO se comporta, tanto externamente como internamente. Contiene tres subvistas: misión, funcionalidad externa y funcionalidad interna.

La misión (figura 28) define los objetivos globales de la organización (*GTPersigue*), los grupos de interés (stakeholders) con los que interacciona (*OInteracciona*), los resultados de la organización (*OOfrece* productos o servicios), cómo estos resultados se consumen por sus clientes (*OConsumo*) y qué servicios o recursos requiere de sus proveedores (*OProduce*, *OConsumo*).

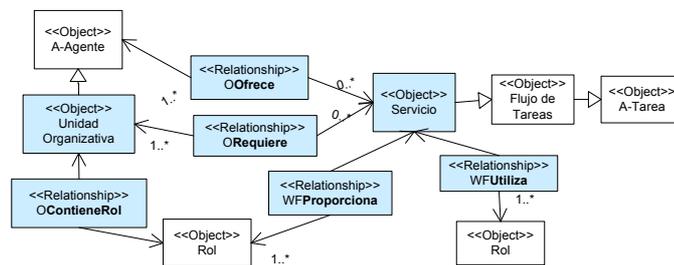


Figura 29: Meta-modelo de Organización. Vista Funcional. Funcionalidad externa.

La funcionalidad externa de un A-Agente (figura 29) representa el conjunto de servicios que la entidad ofrece *hacia afuera*, es decir, a otros A-Agentes, con independencia del agente concreto que haga uso de ellos. Las características, habilidades o permisos que debe disponer

ese agente cliente del servicio se modelan mediante roles.

Para las Unidades Organizativas, se define un conjunto de servicios que requiere *de fuera*, es decir, aquella funcionalidad que necesita ser contratada a otros A-Agentes. La necesidad de servicios (relación *ORequiere*) equivale a la publicación de puestos de trabajo de las empresas, ya que con dicha relación la unidad expresa su necesidad de encontrar a agentes que sean capaces de ofrecer esos servicios como miembros de la unidad.

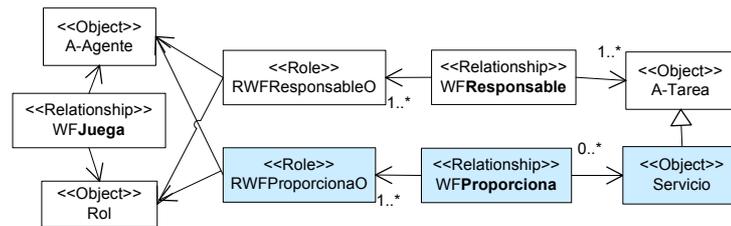


Figura 30: Meta-modelo de Organización. Vista Funcional. Funcionalidad interna.

Finalmente, la funcionalidad interna de un A-Agente (figura 30) se define mediante las A-Tareas de las que es responsable (*WFRResponsable*), limitadas por los roles que la entidad juega (*WFJuega*) y los servicios proporcionados por esos roles (*WFPProporciona*).

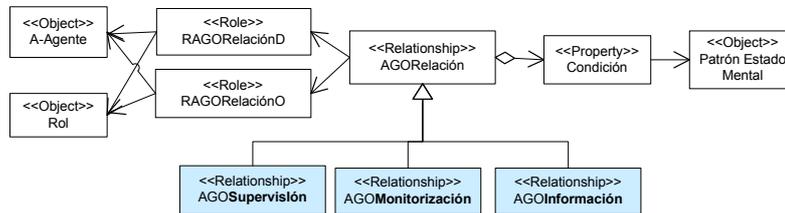


Figura 31: Meta-modelo de Organización. Vista social.

La **vista social** (figura 31) detalla las relaciones existentes entre los roles y los A-Agentes, divididas en tres tipos: información, monitorización y supervisión.

La relación de información (*AGOInformación*) indica cómo se establecen los vínculos de información o conocimiento sobre el estado actual de la organización. Dos A-Agentes conectados entre sí por una relación de este tipo están habilitados para conocer de la existencia del otro y suministrarle información relevante.

La relación de monitorización (*AGOMonitorización*) implica observar las actividades de los agentes y lanzar reacciones apropiadas ante fallos o violaciones de las mismas. El rol monitor es responsable de controlar la realización de las acciones de sus agentes monitorizados.

Por último, la relación de supervisión (*AGOSupervisión*) implica que un agente supervisor transfiere o delega uno o más objetivos a un agente subordinado, el cual está obligado

a incluir dichos objetivos como propios y a alcanzarlos.

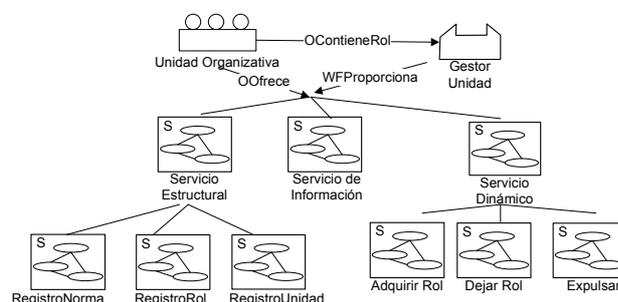


Figura 32: Patrón de diseño de la vista dinámica (Modelo de Organización).

La **vista dinámica** (figura 32) establece los patrones de diseño de servicios propios de una unidad organizativa, que permiten gestionar sus componentes estructurales y sus componentes de ejecución. Estos servicios se clasifican en: servicios estructurales, que modifican la especificación estructural y normativa propia de la organización; servicios informativos, que proporcionan información relativa a la estructura organizativa de la unidad; y servicios dinámicos, que permiten la gestión de la entrada/salida dinámica de agentes dentro de la organización y la adopción de roles. En un sistema abierto se requiere publicitar estos últimos servicios para permitir que agentes externos participen dentro del sistema.

Meta-modelo de actividad

Este meta-modelo especifica los detalles concretos de los servicios, indicando su perfil y la secuencia de tareas que comprende, así como la composición de servicios. También describe la funcionalidad de los agentes y de las unidades organizativas en base a servicios, tareas y objetivos. Contiene tres vistas: servicios, tareas y objetivos.

A través de la **vista de servicios** (figura 33), la funcionalidad del sistema se define en base a servicios, descritos con sus perfiles (*WFEspecifica*) y las A-Tareas que lo comprende (*WFDescompone*). La entidad *PerfilServicio* indica las condiciones de activación del servicio (precondiciones), sus parámetros de entrada/salida y sus efectos sobre el entorno (postcondiciones).

En la **vista de tareas** (figura 34) se detallan las características de las tareas que componen el servicio y su relación con el entorno: utilización de recursos y entidades mentales (*WFConsume*, *WFProduce*), utilización de aplicaciones (*WFUsa*), orden de las tareas (*WFConecta*, *WFInvoca*), composición de tareas (*WFDescompone*), asignación de tareas a agentes (*WFResponsable*) y su ejecución (*WFEjecuta*).

Por último, en la **vista de objetivos** (figura 35) se indica la descomposición y dependencia de los objetivos del sistema. Una unidad organizativa global del sistema persigue la

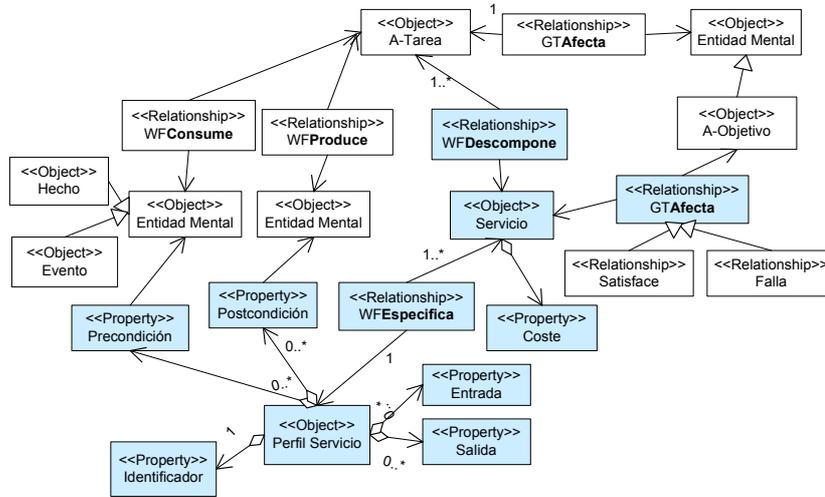


Figura 33: Meta-modelo de Actividad. Vista servicios.

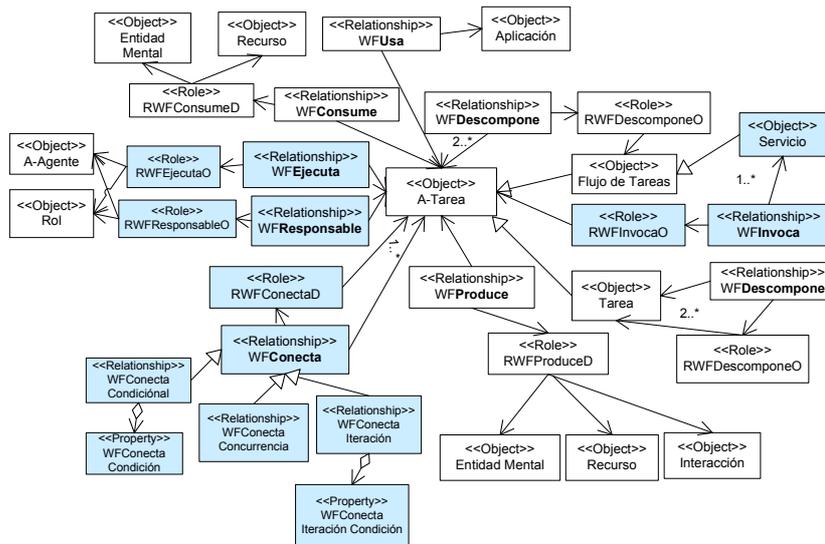


Figura 34: Meta-modelo de Actividad. Vista tareas.

misión de dicho sistema. Sus unidades internas persiguen los objetivos funcionales en los que se refina la misión y de los cuales depende. Los agentes finales se encargan de los objetivos operativos, resultantes de la descomposición de los objetivos funcionales.

Meta-modelo de interacción

Este meta-modelo (figura 36) define las interacciones del sistema, provocadas bien por la activación de objetivos o por la utilización de servicios. Se describen quiénes son los A-Agentes que participan en la interacción, en concreto un iniciador (o emisor) y uno

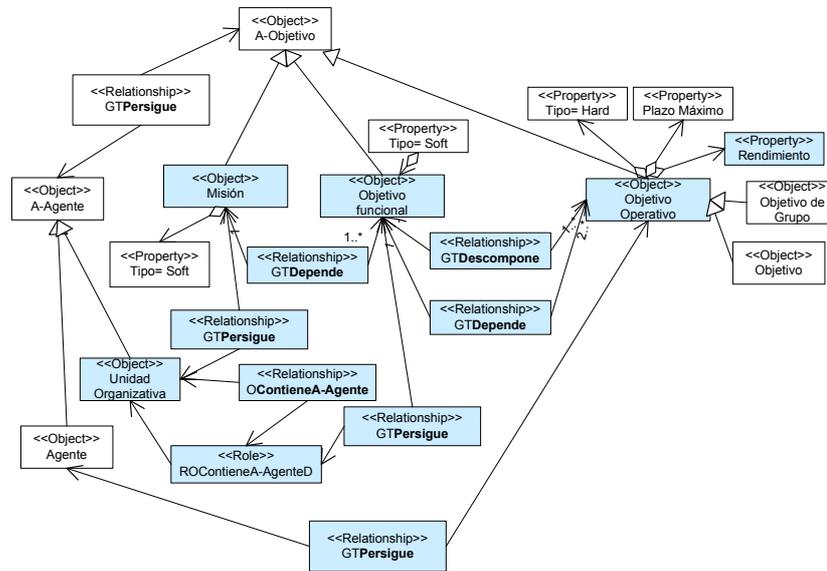


Figura 35: Meta-modelo de Actividad. Vista objetivos.

o más colaboradores (receptores). También se indican los objetivos que se persiguen. La especificación concreta de la interacción se lleva a cabo mediante unidades de interacción, donde se definen los protocolos a seguir.

Las interacciones no sólo son provocadas por la activación de *A-Objetivos*, sino también por la utilización de los servicios. A cada servicio se accede a través de un puerto de servicio o punto de contacto, representado por la entidad **PuertoServicio**, provocando la activación de la interacción. Quien inicia la interacción es la entidad *Rol* que solicita la utilización del servicio (relación *WFUtiliza*), mientras que quien colabora es la entidad *Rol* que proporciona dicho servicio (relación *WFProporciona*).

La relación *EAccede* representa la utilización concreta de un servicio por parte de la entidad que accede a él a través de su puerto. En cierto modo equivale a la definición del *grounding* de la especificación de un servicio en el lenguaje OWL-S. Por su parte, la relación *IProvoca* cubre la sincronización del servicio. Así, el acceso a un servicio implica la interacción entre las entidades que lo solicitan y las que lo proporcionan.

Meta-modelo del entorno

Este meta-modelo especifica las actuaciones y percepciones de los agentes, así como el acceso a los servicios a través de sus puertos. También define los recursos y aplicaciones del sistema que pertenecen o son percibidas por los agentes de la organización. Consta de tres vistas: recursos, aplicaciones y puertos.

Los recursos, detallados en la **vista de recursos** (figura 37.A), representan los objetos

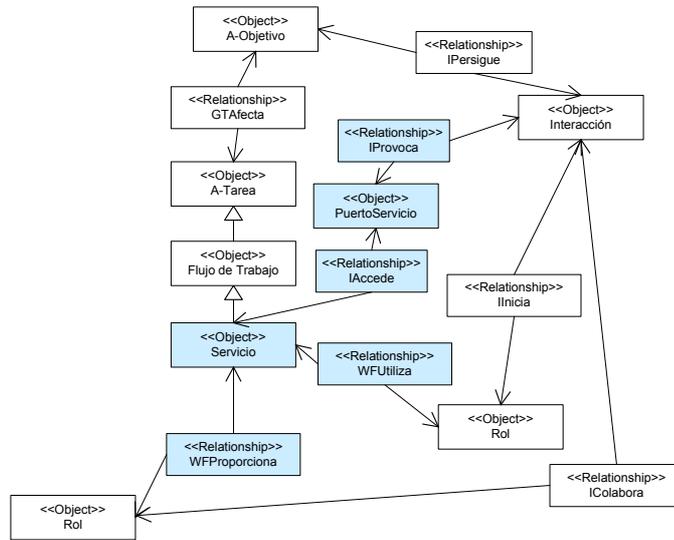


Figura 36: Meta-modelo interacción. Acceso a servicios.

del entorno que no proporcionan una funcionalidad específica, pero que son indispensables para la ejecución de las tareas [18]. Pueden ser consumibles o no consumibles, tener un estado inicial, un umbral superior y/o inferior y una granularidad de la capacidad.

Las aplicaciones, detalladas en la **vista de aplicaciones** (figura 37.B), representan interfaces funcionales, descritas con un nombre, parámetros, precondiciones y resultados.

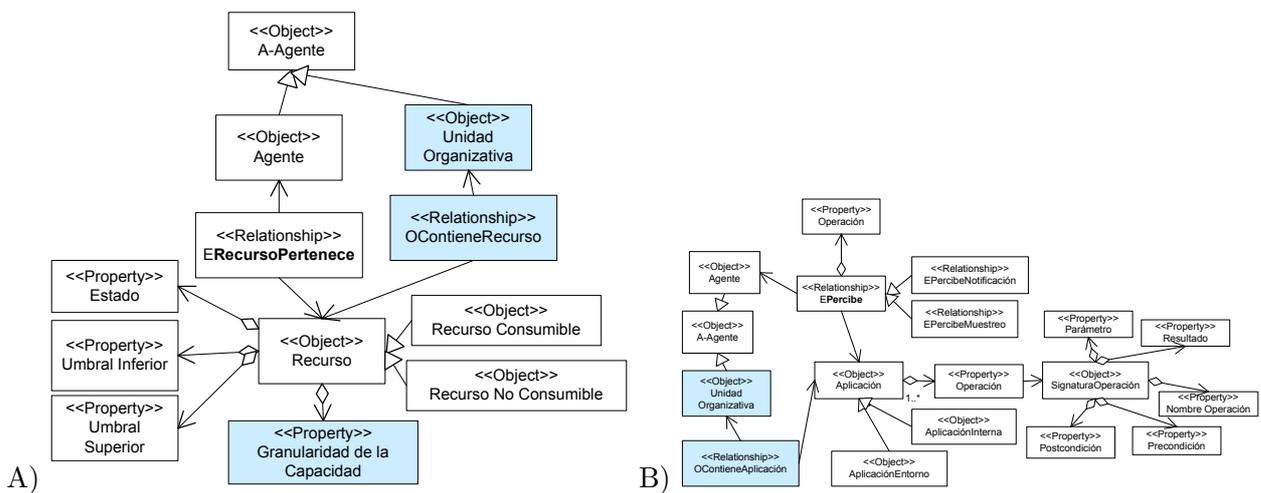


Figura 37: Meta-modelo de entorno. A) Recursos; B) Aplicaciones.

Finalmente, en la **vista de puertos** (figura 38) se describe la percepción y actuación de los agentes sobre los elementos del entorno, a través de la entidad *PuertoEntorno*. La

entidad *Perceptor* establece los permisos de lectura de información sobre los recursos y aplicaciones. Usando la entidad *Actuador* se establecen los permisos para la modificación de la información de los recursos. Las entidades *Perceptor* y *Actuador* no son disjuntas entre sí, de modo que un *PuertoEntorno* puede servir a la vez como *Perceptor* y *Actuador* sobre un mismo recurso.

La relación *EGestionaPuerto* indica quién se encarga de gestionar y controlar el acceso al puerto. La relación *WUtilizaPuerto* indica los permisos de acceso de los roles (*WUtilizaPuertoLectura* para obtener información, *WUtilizaPuertoEscritura* para crear o modificar la información del entorno).

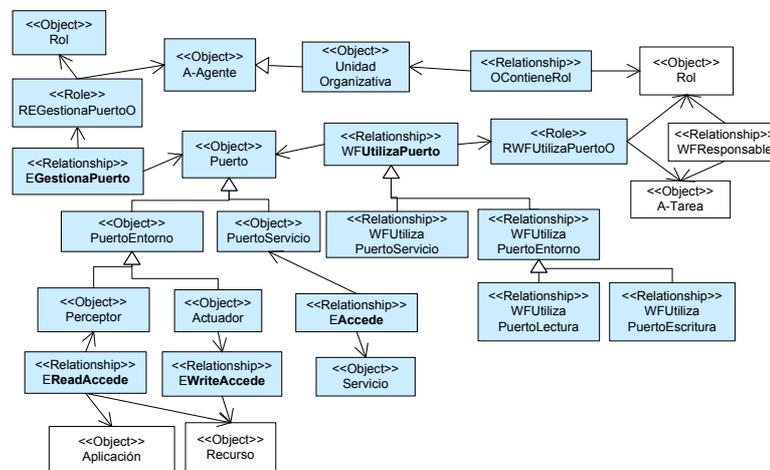


Figura 38: Meta-modelo del Entorno. Vista puertos.

La entidad *PuertoServicio* representa la característica de publicación del servicio, es decir, el punto de contacto para el acceso al mismo. La entidad encargada de publicitarlo (por ejemplo, en un directorio de servicios) se representa a través de la relación *EGestionaPuerto*.

Meta-modelo de agente

En el meta-modelo de agente (figura 39) se especifica la funcionalidad concreta de cada agente (en base a tareas y servicios), los objetivos que persigue, las normas que conoce y los mecanismos de razonamiento que utiliza, que permiten la evolución de su comportamiento.

Se asocia a cada agente con las habilidades o tareas que sabe ejecutar (relaciones *WResponsable* y *AResponsable* sobre la entidad *Tarea*). La entidad *A-Tarea* representa tanto las tareas de las que es responsable un agente, como las tareas compuestas (*Flujo de Trabajo*), que se asocian como habilidad a un conjunto de agentes, que deben ser llevadas a cabo en un determinado orden y en cuya ejecución pueden estar involucrados varios agentes [43]. Si se conoce en qué organizaciones participa el agente, se especifica qué roles juega el agente

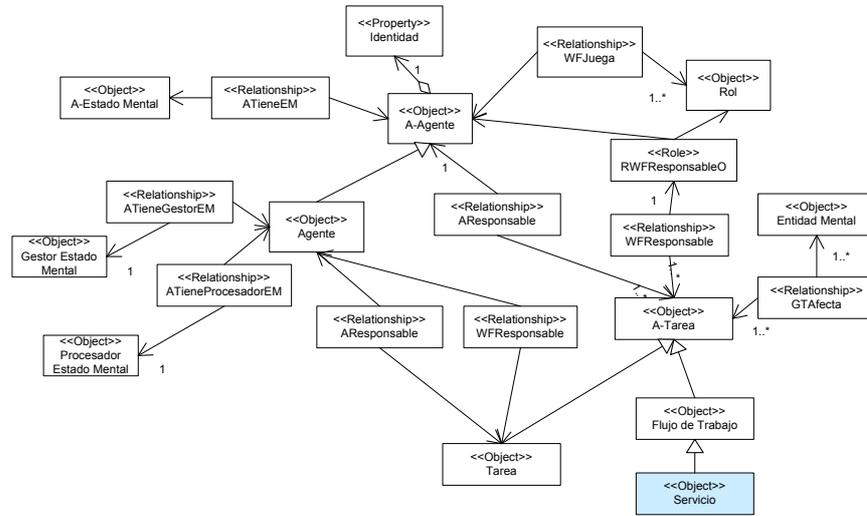


Figura 39: Meta-modelo de agente. Tareas, roles y estado mental asignado.

en ellas (relación *WFJuega*).

Se asume también el modelo de agentes de tipo BDI, en el que los agentes tienen estados mentales (*ATieneEM*), compuestos por creencias, compromisos y deseos, que evolucionan en base a gestores (*ATieneGestorEM*) y procesadores de estados mentales (*ATieneProcesadorEM*), para la consecución de los objetivos del agente.

Además, se ha considerado la característica de sociabilidad del agente, desde el punto de vista de los servicios (figura 40). Así, un agente no sólo sabe ejecutar ciertas tareas, sino que además es capaz de ofrecer determinadas funcionalidades a otros agentes, con independencia de los agentes concretos con los que interactúe finalmente. Por tanto, un agente ofrece servicios (relación *AOfrece* sobre la entidad **Servicio**). Si el agente se incorpora como miembro a una organización determinada, adoptando uno o más roles en ella, el conjunto concreto de servicios que podrá servir vendrá restringido por los servicios asociados a esos roles (relación *WFProporciona*), que serán un subconjunto o composición de los indicados por la relación *AOfrece*.

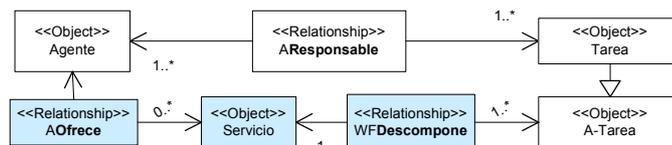


Figura 40: Meta-modelo de agente. Servicios ofrecidos.

Anexo B. Descripción de las tareas de GORMAS

Se muestra a continuación el conjunto de tareas relativas a la identificación de características de la organización y a la instanciación de los meta-modelos, según se describe en las distintas fases de la metodología GORMAS.

FASE A. IDENTIFICACION (I)
A.1. Misión Organizativa
Nombre: nombre general del sistema u organización a generar
Dominio: Tipo de mercado o área de interés sobre el que versa la organización.
Resultados: conjunto de productos o servicios que ofrece la organización a sus clientes. <i>Finalidad:</i> descripción del motivo por el que se ofrece dicho resultado. <i>¿Es tangible?:</i> si el resultado es almacenable, imprimible y/o reutilizable más adelante, se trata de un producto. Si es una funcionalidad consumible, se trata de un servicio.
Grupos de interés: actores que comprenden el mercado de la organización, a los que se dirige y por los que funciona. <i>¿Es consumidor?:</i> el actor consume los productos o servicios que la organización proporciona. <i>¿Es productor?:</i> el actor facilita determinados recursos o servicios que son requeridos para el funcionamiento de la organización.
Tipo de Entorno: localización del sistema (única o distribuida); capacidad de accesibilidad al mundo físico y real.
Justificación: razón de ser de la existencia de la organización. <i>Sistemas similares:</i> sistemas existentes que proporcionan una orientación similar a la considerada. <i>Ventajas:</i> conjunto de ventajas que se desean abordar con la nueva propuesta. Ej: utilización óptima de los recursos; mejora de la eficiencia interna; mejora de la calidad de los productos/servicios; mejora de las relaciones con los clientes; integración de diferentes tecnologías. <i>Desventajas:</i> limitaciones de la nueva propuesta frente a los sistemas similares. <i>Singularidades:</i> elementos competitivos (prestaciones, calidad, coste, rendimiento).

Tabla 7: Documento *A.1-Misión Organizativa*. Plantilla de descripción de la misión.

FASE A. IDENTIFICACION (II)	
A.2. Grupos de Interés	
Nombre	Identificador del grupo de interés
Beneficiario	Indicar si se trata de un beneficiario primario (resulta imprescindible para el funcionamiento de la organización) o secundario (es prescindible)
Tipo	Indicar si es un cliente (consume resultados), un proveedor (suministra recursos), un regulador (controla el funcionamiento del sistema)
Objetivos	Describir los objetivos que persigue al interactuar con la organización
Requiere	Conjunto de servicios y/o productos que consume ¿Necesidades variables?¿y predecibles?: indicar si sus necesidades son fijas, inalterables en el tiempo; o se modificarán en un futuro cercano. Si son variables, especificar en qué medida se podrá conocer el grado de variación de dichas necesidades
Proporciona	Conjunto de servicios y/o productos que ofrece a la organización
Frecuencia	Indicar si el contacto con este grupo de interés se hace de manera frecuente, con un periodo de tiempo establecido o de forma ocasional
Beneficios	Describir los beneficios que espera obtener. Indicar si son tangibles (producto determinado, dinero) o bien intangibles (aspectos de calidad y eficiencia del servicio)
Poder de decisión	Indicar si sus necesidades afectan significativamente a los requisitos de los productos o servicios; o bien si su relación resulta básica para el funcionamiento de la organización
Influencia en sus decisiones	Indicar en qué medida la organización puede actuar sobre los intereses de los clientes. Por ejemplo, obligándoles a aceptar ciertos márgenes de rendimiento, o ciertos márgenes de calidad, o incluso productos similares a los solicitados
Aportación	Indicar qué obtiene la organización al relacionarse con este actor

Tabla 8: Documento *A.2-Grupos de interés*. Plantilla de descripción de los grupos de interés de la organización.

FASE A. IDENTIFICACION (III)	
A.3. Condiciones del Entorno	
Tasa de Cambio:	¿Los tipos de grupos de interés se mantienen constantes a lo largo del tiempo? ¿Sus requisitos son constantes? ¿Se modifican de forma cíclica y predecible? ¿Se pueden estimar las épocas de mayor o menor consumo del producto o servicio? ¿La demanda de los productos o servicios será siempre la misma?. En caso afirmativo, es un entorno <i>estable</i> . Si no, es un entorno <i>inestable o dinámico</i> .
Complejidad:	¿Existen muchos elementos distintos? ¿Muchos tipos de clientes? ¿Muchos tipos de servicios o productos a ofrecer? ¿Muchos tipos de proveedores? ¿Están poco relacionados entre sí?. Si alguna de las respuestas es afirmativa, es un entorno <i>complejo</i> . En otro caso, es <i>simple</i> .
Incertidumbre:	si el entorno es dinámico y complejo, la incertidumbre es <i>alta</i> . Si el entorno es estable y sencillo, es <i>baja</i> .
Receptividad:	¿Las entradas y recursos que se necesitan están disponibles?¿Se obtienen de forma fácil y segura?. En caso afirmativo, se trata de un entorno <i>munificiente</i> . En caso contrario, es <i>hostil</i> .
Diversidad:	¿Se atiende a distintos tipos de cliente? ¿Se proporciona un conjunto de productos/servicios distintos, no relacionados entre sí?. Si alguna de las respuestas es afirmativa, es un entorno <i>diverso</i> . En caso contrario, es <i>uniforme</i> .

Tabla 9: Documento *A.3-Condiciones Entorno*. Plantilla de descripción de las condiciones del entorno.

FASE A. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Generar el diagrama de la <i>vista funcional (misión) del modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>UnidadOrganizativa</i> que representa al sistema global. – Una entidad actor de tipo <i>Grupo de Interés</i> por cada grupo de interés identificado en el documento <i>A.1-Misión Organizativa</i>. – Relaciones de tipo <i>OInteracciona</i> entre la <i>UnidadOrganizativa</i> y los grupos de interés, según corresponda. – Entidades de tipo <i>A-Objetivo (misión)</i>, y sus relaciones <i>GTPersigue</i> correspondientes con respecto a la <i>UnidadOrganizativa</i>, para representar los objetivos globales del sistema. – Entidades de tipo <i>Producto</i> (recursos) y <i>Servicio</i>, que representan a los resultados finales del sistema (definidos en el documento <i>A.1-Misión Organizativa</i>). – Relaciones de tipo <i>OOfrece</i> entre los productos/servicios identificados y la <i>UnidadOrganizativa</i>. – Relaciones de tipo <i>OConsume</i> y <i>OProduce</i> entre los grupos de interés y los productos/servicios identificados, según corresponda.

Tabla 10: Actividades de la fase A. *Misión*.

FASE B. IDENTIFICACION (I)
B.1. Tecnología Esencial. Productos
<p>¿Los productos se ajustan a las necesidades del cliente? ¿Cada producto se elabora para un cliente determinado, bajo su petición o requisito? ¿Se gestiona una gran variedad de productos? ¿Se tiene en cuenta una amplia variedad de requisitos de los clientes? ¿Se prevén cambios frecuentes en las características de los productos finales?</p> <p>Se trata de producción en lotes pequeños</p>
<p>¿Un mismo producto podrá ser consumido por distintos tipos de cliente? ¿O bien por distintos clientes del mismo tipo? ¿Su elaboración es independiente de los requisitos de sus consumidores finales?</p> <p>Se trata de producción en masa</p> <p><i>Sugerencias:</i> crear aplicaciones para contactar con los clientes. La Unidad Organizativa que representa al sistema contendrá tantas aplicaciones como clientes distintos hayamos definido. Cada una de esas aplicaciones permitirá extraer información relativa de un cliente específico.</p>
<p>¿Los productos obtenidos sirven de recurso para nuevos productos? ¿La producción es continua sin un principio y final claro de la elaboración del producto? ¿Se emplean partes o componentes preparados (módulos) de procesos previos? ¿Se ensamblan los módulos para conseguir productos casi bajo pedido?</p> <p>Se trata de producción continua</p>
B.1. Tecnología Esencial. Servicios
<p>¿La funcionalidad de cada servicio es independiente entre sí? ¿El orden de ejecución de los servicios es indiferente? ¿Existen conexiones de distintos tipos de clientes a través de los servicios?</p> <p>Se trata de tecnología de mediación</p>
<p>¿Se requiere un orden determinado de ejecución de los servicios? ¿Las entradas de un servicio dependen de las salidas de otros? ¿Un cliente siempre necesita hacer uso de unos servicios previos establecidos para poder solicitar otros servicios?</p> <p>Se trata de tecnología de vinculación prolongada</p>
<p>¿El orden de los servicios a ofrecer es variable? ¿Depende de las decisiones o requisitos del cliente? ¿Las necesidades de los clientes son impredecibles?</p> <p>Se trata de tecnología intensiva</p>

Tabla 11: Documento *B.1-Tecnología esencial*. Plantilla de descripción de la tecnología esencial.

FASE B. IDENTIFICACION (II)	
B.2. Tecnología de Unidad de Trabajo. <i>Productos</i>	
Nombre	Nombre del producto
Descripción	Breve descripción sobre el producto o definición del mismo
Parámetros	Características del producto que se van a considerar
Margen inferior	Valores mínimos permitidos para cada parámetro
Margen superior	Valores máximos permitidos para cada parámetro
Granularidad	Grado de variación de los valores de cada parámetro
Recursos	Entidades del entorno de las que hará uso, materias primas requeridas
<i>Sugerencia</i>	Si se emplea tecnología de lotes pequeños, establecer las distintas variables que los clientes podrán especificar, su grado de variación y de predicción. Indicar también si se deberán detectar nuevas especificaciones.
B.2. Tecnología de Unidad de Trabajo. <i>Servicios</i>	
Nombre	Nombre del servicio
Descripción	Breve descripción sobre la funcionalidad del servicio
Condiciones	
Contexto	Especificación del entorno en el que se ejecuta el servicio
Excepciones	Condiciones que impiden que el servicio se ejecute de forma adecuada
Consumidor	Actor que solicita hacer uso del servicio
Objetivo	Qué persigue al hacer uso del servicio
Precio	Valor que tendrá que pagar por consumir el servicio
Beneficio	Descripción del beneficio que obtiene el consumidor
Productor	Actor que se encarga de ofrecer el servicio, de ejecutarlo
Objetivo	Qué se persigue al producir este servicio
Coste	Descripción del coste que se conlleva la realización del servicio
Beneficio	Descripción del beneficio que obtiene al realizar el servicio
Perfil del servicio	
Entradas	Información a suministrar al servicio
Precondiciones	Condiciones de las entradas y de determinados valores del entorno para que el servicio se solicite de forma adecuada
Salidas	Información que devuelve el servicio
Postcondiciones	Estados finales de los parámetros del entorno, en función de los distintos tipos de salida considerados
Funcionalidad	
Tareas	Conjunto de tareas que comprende el servicio. Indicar también cuáles de esas tareas vendrán representadas a través de nuevos servicios
Recursos	Entidades del entorno de las que hará uso, materias primas requeridas
Proveedor	Actor que proporciona los recursos indicados
Productos	Resultados tangibles relacionados con la ejecución del servicio

Tabla 12: Documento *B.2-Tecnología de Unidad de Trabajo*. Plantilla de descripción de la tecnología de unidad de trabajo.

FASE B. IDENTIFICACION (III)
B.3. Relaciones Interdependientes
¿Las unidades funcionan de forma independiente? ¿La necesidad de coordinación entre las unidades es mínima? Se trata de interdependencia agrupada
¿Las operaciones de la organización discurren en serie o paso a paso? ¿Se debe completar un paso después de otro siguiendo un orden determinado? ¿Se requiere enlazar las unidades entre sí a modo de línea o cadena de trabajo? ¿Se deben sincronizar las entradas y salidas de los servicios de las unidades? Se trata de interdependencia secuencial
¿Las unidades dependen unas de otras? ¿Se requieren integrar diversas habilidades, técnicas y métodos para lograr un objetivo concreto? Se trata de interdependencia recíproca

Tabla 13: Documento *B.3-Relaciones Interdependientes*. Plantilla de descripción de las relaciones interdependientes.

FASE B. ACTIVIDADES (I)
Tecnología Esencial - Productos
<p>Producción en lotes pequeños: se considera al cliente como un miembro más del sistema. Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>Unidad Organizativa</i> que representa al sistema. – Una entidad <i>A-Agente</i> por cada tipo de cliente identificado. – Relaciones <i>OContieneA-Agente</i> entre la unidad y los <i>A-Agente</i>. – Una entidad <i>Rol</i> por cada <i>A-Agente</i> cliente. – Relaciones <i>OContieneRol</i> entre la unidad y los roles. • Generar el diagrama de vista funcional (funcionalidad interna) del <i>modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Relación <i>WFJuega</i> entre cada <i>A-Agente</i> cliente y su <i>Rol</i> adoptado.
<p>Producción en masa: los clientes permanecen en el entorno, contactando con la organización pero no formando parte de ella. Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>Unidad Organizativa</i> que representa al sistema. – Una entidad <i>Aplicación</i> por cada cliente identificado. – Relaciones <i>OContieneAplicación</i> entre la unidad y las aplicaciones.
<p>Producción continua: se producen de forma repetitiva ciertos productos básicos, que sirven de componentes para productos más elaborados. Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>Unidad Organizativa</i> que representa al sistema. – Una entidad <i>Aplicación</i> por cada cliente identificado. – Una entidad <i>Recurso</i> por cada producto o subproducto identificado. – Relaciones <i>OContieneAplicación</i> y <i>OContieneRecurso</i> entre la unidad y las aplicaciones o recursos correspondientes.

Tabla 14: Actividades de la *Fase B. Tareas y Procesos*. Descripción de las actividades a realizar relacionadas con el análisis de la tecnología esencial (productos).

FASE B. ACTIVIDADES (II)
Tecnología Esencial - Servicios
<p>Servicios: detallar las relaciones existentes entre los servicios. Actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generar el diagrama de la vista funcional (funcionalidad externa) del <i>modelo de organización</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Entidades <i>Servicio</i> que representen la funcionalidad que ofrece cada <i>A-Agente</i> de la vista estructural. – Relaciones <i>ORequiere</i> y <i>OOfrece</i> entre los <i>A-Agente</i> y sus servicios correspondientes. – Entidad <i>Rol</i> que proporciona cada servicio y su relación <i>WFProporciona</i> correspondiente. – Entidad <i>Rol</i> que consume cada servicio y su relación <i>WFUtiliza</i>. ● <i>Tecnología de vinculación prolongada:</i> servicios conectados entre sí (usados por el mismo cliente) deben tener el mismo rol en la relación <i>WFUtiliza</i>. ● <i>Tecnología relacional:</i> cierta funcionalidad es proporcionada por clientes del sistema. Actividades: identificar las relaciones <i>ORequiere</i> de la <i>Unidad Organizativa</i> ● <i>Tecnología intensiva:</i> considerar nuevas funcionalidades no requeridas en la actualidad por los clientes, que podrían ser demandadas en un futuro cercano. Actividades: <ul style="list-style-type: none"> – Identificar los servicios que ofrece “de facto” la Unidad Organizativa (relación <i>OOfrece</i>) – Identificar los servicios que necesitará en un futuro (relación <i>ORequiere</i>)

Tabla 15: Actividades de la *Fase B. Tareas y Procesos*. Descripción de las actividades a realizar relacionadas con el análisis de la tecnología esencial (servicios).

FASE B. ACTIVIDADES (III)
Tecnología de Unidad de Trabajo
<p>Variedad de la tarea: análisis de las entradas, salidas y condiciones de flujo de cada servicio</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Por cada entidad <i>Servicio</i>, generar un diagrama de la vista de servicios del <i>modelo de actividad</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>PerfilServicio</i> que representa la descripción del servicio. – Relación <i>WFEspecifica</i> correspondiente, entre el servicio y su perfil. – Entradas, Salidas, Precondiciones y Postcondiciones de cada <i>PerfilServicio</i>. – Recursos, Aplicaciones y/o Productos consumidos (<i>WFConsume</i>) o producidos (<i>WFProduce</i>) por el servicio. – Descomposición del servicio en <i>A-Tareas</i> (relación <i>WFDescompone</i>). ● Por cada entidad <i>Servicio</i>, generar un diagrama de la vista de tareas del <i>modelo de actividad</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Relación de orden entre las tareas (relación <i>WFConecta</i>). <p>Posibilidad de análisis: análisis de dónde se obtiene la información necesaria para el sistema.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generar un diagrama de las vistas de recurso y aplicación del <i>modelo de entorno</i> por cada producto identificado, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Una entidad <i>Producto</i> (Recurso o Aplicación) y sus características propias. – Relaciones <i>EPercibe</i> y <i>ERecursoPertenece</i>, indicando quiénes perciben las entidades del entorno y quienes son propietarios de las mismas (o las contienen). ● Revisar los diagramas de la vista de tareas del <i>modelo de actividad</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Invocación de otros servicios (relación <i>WFInvoca</i>).

Tabla 16: Actividades de la *Fase B. Tareas y Procesos*. Descripción de las actividades a realizar relacionadas con el análisis de la tecnología de unidad de trabajo.

FASE B. ACTIVIDADES (IV)
Relaciones Interdependientes
<ul style="list-style-type: none"> • Extender los diagramas de la vista de tareas del <i>modelo de actividad</i> por cada entidad <i>Servicio</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Relaciones <i>WFConecta</i> entre tareas con relación de orden. – Relaciones <i>WFDescompone</i> entre tareas con relación de dependencia o descomposición.
Análisis de Objetivos
<ul style="list-style-type: none"> • Extender los diagramas de la vista de objetivos del <i>modelo de actividad</i>, definiendo: <ul style="list-style-type: none"> – Entidades de tipo <i>Objetivo funcional</i>. – Relaciones <i>GTPersigue</i> entre los A-Agentes y esos objetivos. – Relaciones <i>GTDepende</i> entre la misión y los objetivos funcionales. • Para cada entidad <i>Servicio</i>, en la vista de servicios del <i>modelo de actividad</i>, se establece: <ul style="list-style-type: none"> – Relaciones <i>GTAfecta</i> con uno o más objetivos funcionales de la <i>Unidad Organizativa</i> en donde se ofrezca ese servicio.

Tabla 17: Actividades de la *Fase B. Tareas y Procesos*. Descripción de las actividades a realizar relacionadas con el análisis de las relaciones interdependientes y los objetivos.

FASE C. IDENTIFICACION (I)
C. Dimensiones Organizativas
<p>Departamentalización</p> <p>¿Se requiere actuar sobre máquinas de un mismo tipo? ¿O sobre los mismos recursos? ¿La funcionalidad ofrecida sigue patrones de comportamiento similares? ¿Los servicios requieren los mismos tipos de entrada? ¿Ofrecen salidas similares?</p> <p>En caso afirmativo se trata de departamentalización funcional</p> <p><i>Sugerencia:</i> agrupar funcionalidades similares y crear una Unidad Organizativa por cada agrupación.</p>
<p>¿Se requiere particularizar las actividades en función de los clientes? ¿O en base a los productos a ofrecer? ¿La funcionalidad es distinta según la situación geográfica?</p> <p>En caso afirmativo se trata de departamentalización divisional</p> <p><i>Sugerencia:</i> agrupar funcionalidades orientadas al mismo cliente o producto y crear una Unidad Organizativa por cada agrupación.</p>
<p>¿Se dispone de funcionalidades similares para distintos tipos de clientes (o productos)? ¿Están interrelacionadas entre sí dichas funcionalidades, existiendo un orden específico a seguir?</p> <p>En caso afirmativo se trata de departamentalización funcional + divisional</p>

Tabla 18: Documento *C.Dimensiones Organizativas* (Parte I). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la asignación de tareas.

FASE C. IDENTIFICACION (II)
C. Dimensiones Organizativas
Especialización + Centralización
¿Los roles tienen asignadas tareas especializadas? ¿Realizan pocos tipos de tareas distintos? ¿Carecen de control suficiente sobre su propio trabajo? En caso afirmativo se trata de especialización horizontal y vertical <i>Sugerencia:</i> el control de las tareas de los agentes será asumido por agentes supervisores, encargados de la gestión de la unidad organizativa donde se encuentren.
¿Los roles tienen asignadas tareas especializadas pero ejercen control sobre las mismas? ¿Pueden seleccionar el mecanismo para realizar esas tareas? En caso afirmativo se trata de especialización horizontal con ampliación vertical
¿Los roles se hacen cargo de varias tareas distintas, poco relacionadas entre sí? ¿Tienen una interdependencia baja? ¿No ejercen control sobre las actividades que realizan? En caso afirmativo se trata de ampliación horizontal con especialización vertical
¿Los roles se hacen cargo de varias tareas distintas y asumen el control de las mismas? En caso afirmativo se trata de ampliación horizontal y vertical
¿El entorno es simple? ¿Se requiere procesar poca información? En caso afirmativo resulta preferible la centralización
¿El entorno es complejo? ¿Se procesa gran volumen de información En caso afirmativo resulta preferible la descentralización

Tabla 19: Documento *C.Dimensiones Organizativas* (Parte II). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la asignación de tareas.

FASE C. IDENTIFICACION (III)
C. Dimensiones Organizativas
<i>Coordinación y Formalización</i>
¿El entorno es dinámico? ¿El modo de realización de las tareas es flexible? ¿Pueden realizarlas distintos roles o miembros? ¿La mayoría de los roles presenta ampliación vertical? Se debe aplicar adaptación mutua (procesos de negociación)
¿Los roles presentan especialización vertical? ¿El control y gestión debe estar centralizado en determinados puntos? Se debe aplicar supervisión directa
¿Resulta muy importante el orden de ejecución de las tareas? ¿Resulta clave quién realiza cada tarea, siendo necesario establecer permisos sobre las acciones a realizar? Se debe aplicar una normalización de las tareas .
¿Resulta muy importante la calidad del resultado obtenido? ¿Es más indiferente el método de resolución a través del cual se ha obtenido el resultado? ¿Resulta indiferente quién se encargue de proporcionar el resultado? Se debe aplicar una normalización de los resultados .
¿Resultan indispensables los conocimientos y habilidades que se disponga sobre ciertas tareas? ¿Existe un comportamiento predefinido y asumido globalmente para una habilidad concreta? Se debe aplicar una normalización de habilidades .

Tabla 20: Documento *C.Dimensiones Organizativas* (Parte III). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la identificación de restricciones.

FASE C. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ● Agrupar los servicios (por funciones o divisional) ● Definir un servicio complejo para cada agrupación e identificar sus roles de proveedor y cliente del servicio ● Representar cada agrupación con una entidad <i>Unidad Organizativa</i> ● Actualizar el diagrama de <i>vista estructural del modelo de organización</i>, incluyendo las nuevas <i>Unidades Organizativas</i>, los nuevos <i>Roles</i> y sus relaciones (<i>OContieneA-Agente</i>, <i>OContieneRol</i>, <i>OHerenciaRol</i>) ● Actualizar el diagrama de <i>vista funcional del modelo de organización</i> (funcionalidad externa), relacionando los nuevos servicios con los roles cliente y proveedor (relaciones <i>WFProporciona</i>, <i>WFUtiliza</i>) ● Actualizar el diagrama de <i>vista funcional del modelo de organización</i> (funcionalidad interna), relacionado cada Unidad Organizativa con el rol que juega (<i>WFJuega</i>) y los servicios que proporciona. ● Actualizar el diagrama de la vista de servicio del <i>modelo de actividad</i>, especificando los servicios o A-Tareas en los que se descompone cada servicio (relación <i>WFDescompone</i>).

Tabla 21: Actividades de la fase *C.Dimensiones Organizativas*.

FASE D. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ● Actualizar el diagrama de <i>vista estructural del modelo de organización</i>, según se indique en el patrón de diseño correspondiente. <ul style="list-style-type: none"> – Añadir nuevas entidades de tipo <i>Unidades Organizativa</i>, <i>Rol</i>, <i>Recurso</i>, <i>Norma</i>, etc. descritas en el patrón de diseño. – Correlacionar los roles identificados en fases anteriores con los indicados en el patrón de diseño. – Determinar las cantidades máximas y mínimas de cada rol. ● Actualizar el diagrama de <i>modelo de actividad</i>, describiendo la funcionalidad de los servicios indicados en el patrón de diseño. ● Actualizar el diagrama del <i>modelo de agente</i>, asociando las unidades organizativas a los roles y a la funcionalidad específica que se espera de esas unidades.

Tabla 22: Actividades de la fase *D.Estructura Organizativa*.

FASE E. ACTIVIDADES (I)
<p>Análisis de los procesos de decisión: identificar los proveedores de servicios, descomponer los servicios en tareas y descomponer los objetivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Actualizar el diagrama de la vista funcional del <i>modelo de organización (funcionalidad externa)</i> <ul style="list-style-type: none"> – Identificar todos los roles de gestión que proporcionan los servicios ofrecidos por las unidades organizativas. – Añadir las entidades <i>Rol</i> y relaciones <i>WFProporciona</i> correspondientes. ● Actualizar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i> <ul style="list-style-type: none"> – Añadir los nuevos roles identificados, con sus cardinalidades mínimas y máximas. – Añadir las relaciones <i>OContieneRol</i> asociadas, entre las Unidades Organizativas y los nuevos roles. – Añadir las relaciones <i>OHerenciaRol</i> correspondientes, entre los nuevos roles y los roles estructurales de los que dependan, según el patrón de diseño seleccionado. ● Actualizar los diagramas del <i>modelo de actividad</i> <ul style="list-style-type: none"> – Vista servicio: identificar las <i>A-Tareas</i> en las que se descompone cada nuevo servicio identificado en el patrón de diseño. – Vista tareas: establecer la relación existente entre las <i>A-Tareas</i> identificadas. – Vista objetivos: descomponer cada objetivo funcional en objetivos operativos más concretos (<i>GTDescompone</i>, <i>GTDepende</i>), que permitan ser analizados computacionalmente. – Vista objetivos: asociar a cada objetivo operativo su plazo máximo de consecución, su rendimiento y las <i>A-Tareas</i> relacionadas.

Tabla 23: Actividades de la fase *E.Procesos Información y Decisión* (Parte I).

FASE E. ACTIVIDADES (II)
<p>Análisis de los procesos de información: revisar la captura de requisitos, definir la ontología del dominio, definir las interacciones asociadas a cada servicio e identificar los vínculos laterales entre las unidades.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Contrastar la <i>vista funcional (misión) del modelo de organización</i> con su <i>vista estructural</i> y con el <i>modelo de entorno</i> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar si para todos los grupos de interés existen puntos de contacto con el sistema, a través de recursos, aplicaciones o agentes. – Definir nuevas entidades <i>Recurso</i> para modelar a los repositorios de información, dispositivos, maquinaria o tecnología que sean necesarios. – Definir nuevas entidades <i>Aplicación</i> para establecer una interfaz simple de interacción con clientes/proveedores (si se requiere). – Actualizar los diagramas del <i>modelo de entorno</i> con la descripción de los nuevos recursos y/o aplicaciones definidos – Actualizar el diagrama de la <i>vista estructural del modelo de organización</i> con los nuevos recursos y/o aplicaciones, añadiendo las relaciones <i>OContieneRecurso</i> y <i>OContieneAplicación</i> correspondientes. ● Actualizar los diagramas de la vista puertos del <i>modelo de entorno</i>, para especificar quién accede a cada recurso/aplicación y cómo. <ul style="list-style-type: none"> – Añadir una entidad <i>PuertoEntorno</i> por cada recurso o aplicación. – Identificar las relaciones <i>WFUtilizaPuerto</i> (<i>WFUtilizaPuertoLectura</i> o bien <i>WFUtilizaPuertoEscritura</i>) entre los puertos y los roles que requieran el acceso a las aplicaciones o recursos. – Identificar la entidad (rol o A-Agente) encargada de la gestión de los permisos de acceso al entorno. Asociarle la relación <i>EGestionaPuerto</i> entre esa entidad y el recurso o aplicación correspondiente. ● Definir la ontología del dominio. <ul style="list-style-type: none"> – Identificar los conceptos que se utilizan en los parámetros de las entradas y salidas de los servicios. – Establecer correspondencias con otras ontologías similares.

Tabla 24: Actividades de la fase *E.Procesos Información y Decisión* (Parte II).

FASE E. ACTIVIDADES (III)
<p>Análisis de los procesos de información (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Generar un diagrama del <i>modelo de interacción</i> por cada servicio. <ul style="list-style-type: none"> – Definir una entidad <i>Interacción</i> y asociarla con los objetivos del servicio (relación <i>IPersigue</i>). – Identificar las características de cada interacción (naturaleza). – Establecer como iniciador de la interacción (<i>IInicia</i>) al rol cliente del servicio (<i>WFUtiliza</i>) y como colaborador (<i>IColabora</i>) al rol proveedor del servicio (<i>WFProporciona</i>). ● Generar diagramas de colaboración para cada interacción (utilizando notación GRASIA, AUML, etc.). <ul style="list-style-type: none"> – Definir los mensajes del iniciador al colaborador, respetando la estructura de las entradas del servicio. – Definir los mensajes del colaborador al iniciador, respetando la estructura de las salidas del servicio. ● Generar nuevos flujos de información entre las unidades organizativas. <ul style="list-style-type: none"> – Identificar la necesidad de crear nuevas conexiones entre unidades para reducir las comunicaciones. – Añadir relaciones <i>AGOInformación</i> en el diagrama de la <i>vista social del modelo de organización</i>, entre las entidades que se requiera establecer los nuevos vínculos. – Añadir un objetivo común (<i>A-Objetivo</i>) entre las entidades conectadas en el diagrama del modelo de actividad. – Definir una entidad <i>Interacción</i> en el <i>modelo de interacción</i>, asociada al nuevo objetivo, con las entidades conectadas como participantes.

Tabla 25: Actividades de la fase *E.Procesos Información y Decisión* (Parte III).

FASE F. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ● Actualizar el diagrama de la vista puertos del <i>modelo de entorno</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Asociar la entidad <i>PuertoServicio</i> a cada servicio publicitado. – Añadir la relación <i>EAccede</i> sobre ese puerto, indicando quién hace uso del mismo. ● Actualizar el diagrama del <i>modelo normativo</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Definir una entidad <i>Norma</i> por cada restricción identificada. – Asociar a la norma los roles o agentes afectados (relación <i>NAfecta</i>), sus objetivos deónticos (relación <i>NPersigue</i>), sus tareas/servicios implicados (relación <i>WFEjecuta</i>) y sus condiciones de activación / desactivación (relaciones <i>NActivación</i>, <i>NDeadline</i>). ● Actualizar los diagramas del <i>modelo de organización</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Identificar las entidades <i>Agente</i> (internos/externos) y relacionarlas con los roles que juegan (relación <i>WFJuega</i>). – Conectar las unidades organizativas con sus agentes internos (relación <i>OContieneA-Agente</i>). – Añadir las nuevas entidades <i>Norma</i> y asociarlas con las unidades (relación <i>OContieneNorma</i>). ● Actualizar los diagramas de la vista tareas del <i>modelo de actividad</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Definir las tareas asociadas al servicio <i>AdquirirRol</i>. – Definir las tareas asociadas al servicio <i>DejarRol</i>. ● Generar los diagramas del <i>modelo de agente</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Para cada agente propio (interno/externo), definir una entidad <i>Agente</i> y asociarle los servicios y tareas de los que es responsable (relación <i>AResponsable</i>). – Identificar los servicios que el agente debe publicitar para ofrecerlos a otras entidades (relación <i>AOfrece</i>). Indicar las tareas en las que se descompone dicho servicio (relación <i>WFDescompone</i>).

Tabla 26: Actividades de la fase *F.Dinamicidad del Sistema Abierto*.

FASE G. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ● Actualizar el diagrama del <i>modelo normativo</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Identificar las nuevas entidades <i>Norma</i>, según las restricciones de normalización de tareas y normalización de resultados. – Asociar a la norma los roles o agentes afectados (relación <i>NAfecta</i>), sus objetivos deónticos (relación <i>NPersigue</i>), sus tareas/servicios implicados (relación <i>WFEjecuta</i>) y sus condiciones de activación / desactivación (relaciones <i>NActivación</i>, <i>NDeadline</i>). – Añadir a las normas las relaciones <i>NSancionador</i> requeridas, para representar los mecanismos sancionadores. ● Actualizar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Añadir las nuevas entidades <i>Norma</i> y asociarlas con las unidades (relación <i>OContieneNorma</i>). ● Actualizar el diagrama del <i>modelo de actividad</i> (opcional): <ul style="list-style-type: none"> – Revisar el flujo de tareas del servicio <i>AdquirirRol</i>, para incorporar los parámetros de calidad. ● Actualizar el diagrama del <i>modelo de interacción</i> (opcional): <ul style="list-style-type: none"> – Definir las interacciones producidas por la información y/o negociación de los parámetros de calidad.

Tabla 27: Actividades de la fase *G.Sistemas de Medición, Evaluación y Control*.

FASE H. IDENTIFICACION		
Características Sistema	Comportamientos a fomentar	Sistema de recompensa
Sistema abierto Existen agentes externos Existen unidades dinámicas Se han identificado servicios de <i>Registrar / Desregistrar</i> unidad	Unirse y permanecer	Recomp. Individual Recomp. de Sistema
Alta normalización de los resultados Conflictos entre objetivos globales y objetivos individuales	Esfuerzo sobre niveles mínimos	Recomp. Individual Recomp. de Grupo (Competitivas)
Unidades de tipo equipo Objetivos de grupo	Cooperación	Recomp. de Grupo (Cooperativas)

Tabla 28: Documento *H. Sistema de Recompensas*.

FASE H. ACTIVIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ● Actualizar el diagrama del <i>modelo normativo</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Asociar a cada <i>Norma</i> las relaciones <i>NRecompensador</i> requeridas, para representar el mecanismo de recompensas necesario. – Identificar nuevas <i>Normas</i> asociadas con el mecanismos de recompensas seleccionado. Asociar a la norma los roles o agentes afectados (relación <i>NAfecta</i>), sus objetivos deónticos (relación <i>NPersigue</i>), sus tareas/servicios implicados (relación <i>WFEjecuta</i>) y sus condiciones de activación / desactivación (relaciones <i>NActivación</i>, <i>NDeadline</i>). ● Actualizar el diagrama de la vista estructural del <i>modelo de organización</i>: <ul style="list-style-type: none"> – Añadir las nuevas entidades <i>Norma</i> y asociarlas con las unidades (relación <i>OContieneNorma</i>).

Tabla 29: Actividades de la fase *H.Sistemas de Recompensas*.