

Sistema Multiagente en la función programación de la producción de la Norma ISA 95

Anexos



**Rafael Ricardo Linares Legarda
Ery Yoany Alaix Fernandez**

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Ingeniería en Automática Industrial**

Popayán, Enero de 2011

Sistema Multiagente en la función programación de la producción de la Norma ISA 95

Anexos



**Rafael Ricardo Linares Legarda
Ery Yoany Alaix Fernandez**

Director: Doctor Juan Martín Velasco

Universidad del Cauca

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control
Ingeniería en Automática Industrial**

Popayán, Enero de 2011

Contenido

ANEXO A. ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE PRODUCCIÓN	1
A.1 Administración de definición del producto	2
A.2 Administración de recursos de producción	5
A.3 Programación de la producción detallada	8
A.4 Despacho de producción	12
A.5 Administración de la ejecución de la producción.	14
A.6 Recolección de datos de producción	16
A.7 Seguimiento de la producción	18
A.8 Análisis del desempeño de producción	20
ANEXO B. ACTOS DE COMUNICACIÓN FIPA	23
ANEXO C. PROTOCOLOS DE INTERACCIÓN FIPA	25
C.1 Protocolo de Interacción FIPA Propose	25
C.2. Protocolo de Interacción FIPA Request	26
C.3. Protocolo de Interacción FIPA Request When.....	27
C.4. Protocolo de Interacción FIPA Query	29
C.5. Protocolo de Interacción FIPA Contract Net	30
C.6. Protocolo de Interacción FIPA Iterated Contract Net	32
D.7. Protocolo de Interacción FIPA English Auction.....	34
C.8. Protocolo de Interacción FIPA Dutch Auction	35
C.9. Protocolo de Interacción FIPA Brokering.....	36
C.10. Protocolo de Interacción FIPA Recruiting	38
C.11. Protocolo de Interacción FIPA Subscribe	40
ANEXO D. METODOLOGÍA GORMAS	42
D.1 Guías de diseño de organizaciones humanas	42
D.2 Meta-modelos del Sistema multiagente	45
D.3 Entidades básicas.....	51
D.4 Secuencia – Guía.....	52
D.4.1 Fase A. Misión.....	55

D.4.2 Fase B. Tareas y procesos	57
D.4.3 Fase C. Dimensiones Organizativas	61
D.4.4 Fase D. Estructura organizativa	62
D.4.5 Fase E. Diseño de los procesos de información y decisión.....	63
D.4.6 Fase F. Dinamicidad del Sistema Abierto	64
D.4.7 Fase G. Sistemas de medición, evaluación y control.....	65
D.4.8 Fase H. Sistemas de recompensas.....	66
BIBLIOGRAFÍA ANEXOS	67

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo de actividad de la administración de operaciones de producción.	1
Figura 2. Información de definición de producto.....	2
Figura 3. Interfaces del modelo de actividad de administración de definición del producto.	3
Figura 4. Interfaces del modelo de actividad de la administración de recursos de producción	6
Figura 5. Reporte de la capacidad de la administración de recursos	7
Figura 6. Interfaces del modelo de actividad de programación detallada de producción	9
Figura 7. Elementos de una orden de trabajo	10
Figura 8. Programa de producción detallado	10
Figura 9. División y unión de programas de producción a programas de producción detallados.....	11
Figura 10. Interfaces del modelo de actividad de despacho de producción.....	12
Figura 11. Lista de despacho.....	13
Figura 12. Interfaces del modelo de actividad de administración de la ejecución de la producción.....	15
Figura 13. Modelo de actividad de la recolección de datos de producción.	17
Figura 14. Modelo de actividad para seguimiento de producción.	19
Figura 15. Interface del modelo de actividad para el análisis de desempeño de producción	21
Figura 16. Protocolo de Interacción FIPA Propose	25
Figura 17. Protocolo de interacción FIPA Request.....	27
Figura 18. Protocolo de Interacción FIPA Request When.....	28
Figura 19. Protocolo de Interacción FIPA Query	30

Figura 20. Protocolo de Interacción FIPA Contract Net.....	32
Figura 21. Protocolo de Interacción FIPA Iterated Contrac Net.....	33
Figura 22. Protocolo de Interacción FIPA English Aution.....	35
Figura 23. Protocolo de Interacción FIPA Dutch Auction.....	36
Figura 24. Protocolo de Interacción FIPA Brokering.....	38
Figura 25. Protocolo de Interacción FIPA Recruiting.....	40
Figura 26. Protocolo de Interacción Subscribe.....	41
Figura 27. Variables de diseño de las organizaciones propuestas por Mintzberg.....	42
Figura 28. Dimensiones básicas de la organización propuestas por Galbraith.....	43
Figura 29. Secuencia – guía básica de diseño propuesta por Moreno – Luzon. Fase de ajuste a las circunstancias condicionantes de la empresa y los requisitos de la estrategia.....	44
Figura 30. Secuencia – guía básica de diseño propuesta por Moreno – Luzon. Fase de aplicación del diseño.....	45
Figura 31. Relación entre los meta – modelos y los factores de la organización.....	49
Figura 32. Elementos de la notación gráfica de los modelos.....	51
Figura 33. Elementos de definición de procesos de SPEM.....	53
Figura 34. Proceso de desarrollo extendido del sistema multiagente.....	53
Figura 35. Integración de las fases de la secuencia – guía en el proceso de desarrollo del MAS.....	54
Figura 36. Árbol de decisión de la estructura organizativa.....	63

Lista de Tablas

Tabla 1. Flujo de información para la administración de definición de producto	4
Tabla 2. Flujo de información para la administración de recursos de producción	8
Tabla 3. Flujo de información para la programación de la producción detallada.....	11
Tabla 4. Flujo de información para despacho de producción	14
Tabla 5. Flujo de información para la administración de la ejecución de la producción.....	16
Tabla 6. Flujo de información para la recolección de datos de producción.....	18
Tabla 7. Flujo de información para despacho de producción.	20
Tabla 8. Flujo de información para análisis de desempeño de producción	22
Tabla 9. Documento A.1 Misión organizativa. Plantilla de descripción de la misión de una organización	55
Tabla 10. Documento A.2 Grupos de interés. Plantilla de descripción de los grupos de interés de la organización.....	56
Tabla 11. Documento A.3 Condiciones del entorno. Plantilla de descripción de las condiciones del entorno.....	56
Tabla 12. Documento B.1 Tecnología esencial (Parte I – Productos). Plantilla de descripción de la tecnología esencial para el producto	59
Tabla 13. Documento B.1 Tecnología esencial (Parte II – Servicios). Plantilla de descripción de la tecnología esencial para el servicio.....	60
Tabla 14. Documento B.2 Tecnología de unidad de trabajo (Parte I – Servicios). Plantilla de descripción de las características del servicio	60
Tabla 15. Documento C. Dimensiones Organizativas (Parte I). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la asignación de tareas	61
Tabla 16. Documento C. Dimensiones organizativas (Parte II). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la identificación de restricciones	62

ANEXO A

ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES DE PRODUCCIÓN

Dado nuestro propósito nos enfocaremos especialmente en el modelo de actividad de la administración de operaciones de producción, puesto que dentro de éste se encuentran las actividades y los flujos de información asociados a la programación de la producción.

La administración de operaciones de producción es definida como la colección de actividades que coordina, dirige y traza las funciones que utilizan materia prima, energía e información para producir productos.

Las actividades aquí definidas no tienen como objetivo insinuar una estructura organizacional. El modelo es proporcionado para ayudar en la identificación de actividades que pueden ser realizadas y en la identificación de roles asociados a esas actividades.

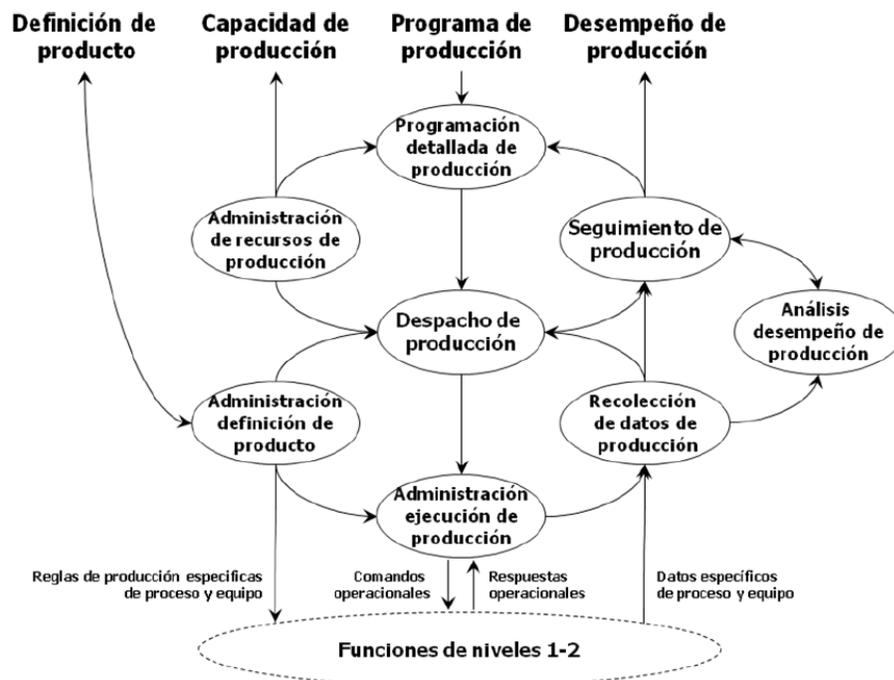


Figura 1. Modelo de actividad de la administración de operaciones de producción.

Como se puede observar en la Figura 1, los elementos superiores (definición de producto, capacidad de producción, programa de producción, desempeño de producción) corresponden a la información intercambiada con el nivel 4; el óvalo punteado hace referencia a las funciones del nivel 1 – 2 y funciones de control; los óvalos con contorno sólido representan las actividades de las operaciones de producción y las flechas simbolizan la dirección de la información.

A continuación se explicará cada una de las actividades contenidas dentro del modelo.

A.1 Administración de definición del producto

Se define como el conjunto de actividades que maneja toda la información de sitio o área acerca del producto requerido para manufactura incluyendo las reglas de producción del producto.

La información de la definición del producto es compartida entre:

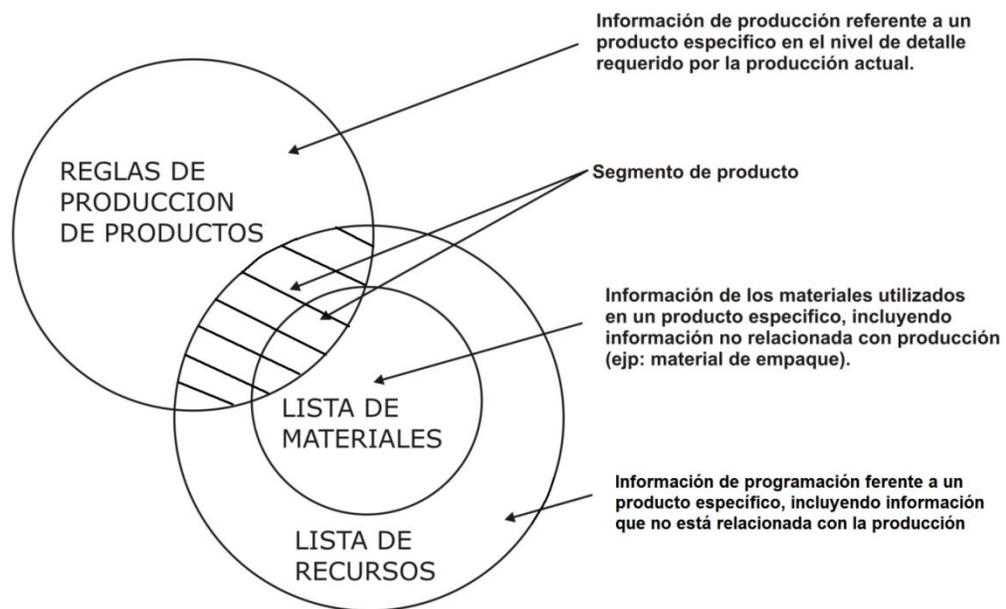


Figura 2. Información de definición de producto

- *Las reglas de producción de producto:* son definidas como la información utilizada para instruir a las operaciones de manufactura en el cómo se debe producir un producto.

Las reglas de producción pueden ser definidas a través de un r cipe general, de sitio, maestro o procedimientos de operación estándar.

- *Lista de materiales:* es un listado de todos los materiales requeridos para producir un producto, especificando la cantidad de cada uno de los materiales requeridos. En la elaboración de esta lista no incluye información referente al lugar donde son consumidos o cuándo son utilizados.

La lista puede ser ordenada de manera jerárquica, de tal forma que indica algunos pasos de producción y frecuentemente incluye material que no está relacionado con la producción del producto.

- *Lista de recursos que utilizar:* es la lista de todos los recursos requeridos para elaborar un producto.

Los recursos pueden incluir material, personal, equipos, energía y consumibles.

A continuación se observarán las interfaces de la administración de definición de producto de acuerdo con el modelo de actividad de la administración de operaciones de producción.



Figura 3. Interfaces del modelo de actividad de administración de definición del producto.

Las reglas de producción pueden incluir definiciones de manufactura de R&D que son traducidas y ampliadas por el manejo de definición de producto dentro de las definiciones de sitio específico utilizando material local, equipo y personal.

La ruta detallada de producción está definida por los procedimientos y los materiales que aparecen en los récipes de los procesos; se puede dividir en ruta de producción y ruta de

materiales. El primero hace referencia a los equipos, mano de obra y energía; consecutivamente, el segundo hace referencia a la materia prima.

El enrutamiento y las reglas de producción son enviadas hacia programación detallada de producción para dar a conocer las restricciones que deben ser tenidas en cuenta con respecto a los recursos que utilizar; también se envía hacia despacho de producción con el fin de identificar cuándo es requerido un recurso en el proceso y por dónde debe fluir el material procesado; de la misma manera, la información es enviada a la actividad de administración de ejecución de producción para coordinar el cambio de récipe cuando éste ya existe en el nivel 1 – 2; esta actividad se realiza mediante los comando operacionales.

Los indicadores claves son definidos en los niveles de negocios con el fin de cuantificar los objetivos de la empresa. La administración de definición de producto realiza la recepción de estos KIP's (Indicador de rendimiento clave) para administrarlos a nivel de manufactura con el propósito de mejorar u optimizar la definición del producto específica de sitio, la cual podría involucrar cambios en los procesos, procedimientos y la producción.

En la Tabla 1 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad administración de definición de producto.

Tabla 1. Flujo de información para la administración de definición de producto

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Administración de definición de producto	Definición del producto Nivel 4	⇒	- Definición de los indicadores claves de producción (KIP's)
		⇐	- Definición específica de sitio
	Programación detallada de producción	⇒	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción
		⇐	
	Despacho de producción	⇒	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción
		⇐	

	Administración de ejecución de producción	⇒	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción
		⇐	
	Funciones niveles 1-2	⇒	- Reglas de producción específicas de proceso y equipo
		⇐	

A.2 Administración de recursos de producción

Hace referencia al conjunto de actividades que trata la información acerca de los recursos requeridos por las operaciones de producción. Los recursos incluyen máquinas, herramientas, mano de obra, materiales y energía. Además administra información sobre los segmentos del proceso; esta información puede ser manejada por sistemas computarizados o por procesos manuales.

Esta actividad administra los recursos en las operaciones de producción; el control de los recursos es realizado en otras actividades; esta funcionalidad se encarga de administrar esa información, es decir, que reporta sobre el estado de los mismos a las actividades que lo requieran.

También define el tiempo específico de trabajo de cada recurso de producción; para ello, se basa en horas de trabajo, regulación de trabajo, calendario de festivos, descansos, cierre de planta y programas de turno, con el propósito de definir cuándo se puede hacer uso de los recursos de producción.

A continuación se mostrarán en la Figura 4 las interfaces para la administración de recursos de producción.



Figura 4. Interfaces del modelo de actividad de la administración de recursos de producción

- *Disponibilidad de los recursos:* es enviada por la actividad de administración de recurso hacia las actividades de despacho de producción y programación de producción detallada; en ella se especifica las definiciones de tiempo para programar o reportar sobre un recurso (material, personal, equipo); estas especificaciones pueden ser de mediano y corto plazo. De la misma manera, informa sobre el estado de los recursos (disponible, no disponible) y las razones del mismo.
- *La administración de información de recursos de personal:* es una actividad de la administración de recursos. Es indispensable para la producción actual y la disponibilidad del mismo para el futuro; esta información puede incluir niveles de certificación, seguimiento del tiempo invertido para las tareas y manejar la disponibilidad de recursos de personal.
- *Administración de información de recursos de equipo:* es una actividad de la administración de recursos. En el área de manufactura esta información es utilizada principalmente para las operaciones de mantenimiento, puesto que tendrán un mayor impacto sobre la utilización de recursos.
- *Administración de información de recursos de material:* es una actividad de la administración de recursos. Esta actividad obtiene información sobre la llegada o

no del material necesario al área de producción, así como la disponibilidad de agua y energía para los equipos.

Teniendo toda la información de los recursos de producción (personal, equipo y material), la administración de recursos de producción maneja y realiza reportes de capacidad de los recursos de producción, como se presenta en la Figura 5.

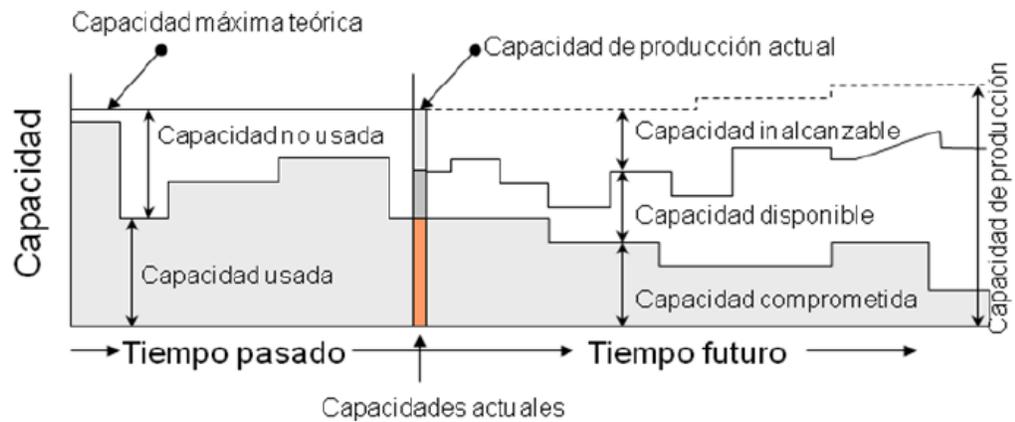


Figura 5. Reporte de la capacidad de la administración de recursos

El reporte presenta el comportamiento de los recursos en forma de capacidad usada y no usada, en donde la capacidad usada es la capacidad que realmente se utilizó y la no usada es aquella que no se utilizó, ya porque no fue programada en producción o no había disponibilidad de equipo.

En la Tabla 2 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad administración de recursos de producción.

Tabla 2. Flujo de información para la administración de recursos de producción

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Administración de recursos de producción	Capacidad de producción Nivel 4	⇒	Capacidad de producción puede contener: - Todos los recursos de producción existentes en la planta - Disponibilidad y capacidades de cada recurso - Especificaciones de cada segmento del proceso
		⇐	
	Programación detallada de producción	⇒	Disponibilidad de recursos puede contener: - Disponibilidad y capacidades de cada recurso - Especificaciones de cada segmento del proceso
		⇐	- Plan de producción detallado para un periodo de mediano o corto plazo
	Despacho de producción	⇒	Disponibilidad de recursos puede contener: - Disponibilidad y capacidades de cada recurso - Especificaciones de cada segmento del proceso
		⇐	
	Funciones niveles 1-2	⇒	
		⇐	- Información actual que incluye las capacidades y existencias actuales en la planta

A.3 Programación de la producción detallada

Se define como el conjunto de actividades que recibe el plan de producción proveniente del nivel 4 y determina el uso óptimo de los recursos locales para cumplir los

requerimientos del mismo. Del mismo modo, se encarga de unir solicitudes para el uso óptimo del equipo o dividir las en caso de que sean lotes demasiado grandes o que se cuente con tasas de producción limitadas.

Las interfaces para la programación de la producción detallada se muestran en la Figura 6.



Figura 6. Interfaces del modelo de actividad de programación detallada de producción

Recibe el plan de producción procedente del nivel 4; con este plan de producción y teniendo en cuenta la definición del producto, así como la información de las actividades de administración de recursos y seguimiento de la producción, se realiza de manera óptima la asignación de recursos y se genera el plan de producción, el cual se envía a la actividad de despacho de producción.

El programa de producción detallado hace referencia al conjunto de órdenes de trabajo donde se especifican los tiempos de utilización o eventos para el arranque y la secuencia de las mismas dentro del proceso de producción.

Las órdenes de producción de componen de uno o varios elementos de una orden de trabajo. Se identifican teniendo en cuenta la información suministrada por la administración de definición de producto acerca de las reglas de producción y la ruta detallada de producción.

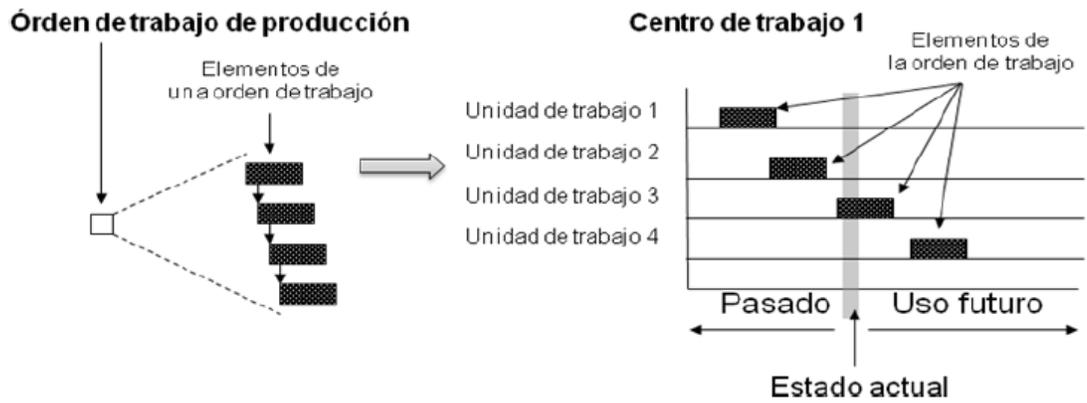


Figura 7. Elementos de una orden de trabajo

La manera más común de representar un programa de producción detallado es a través de un diagrama de Gantt como lo muestra la Figura 8.

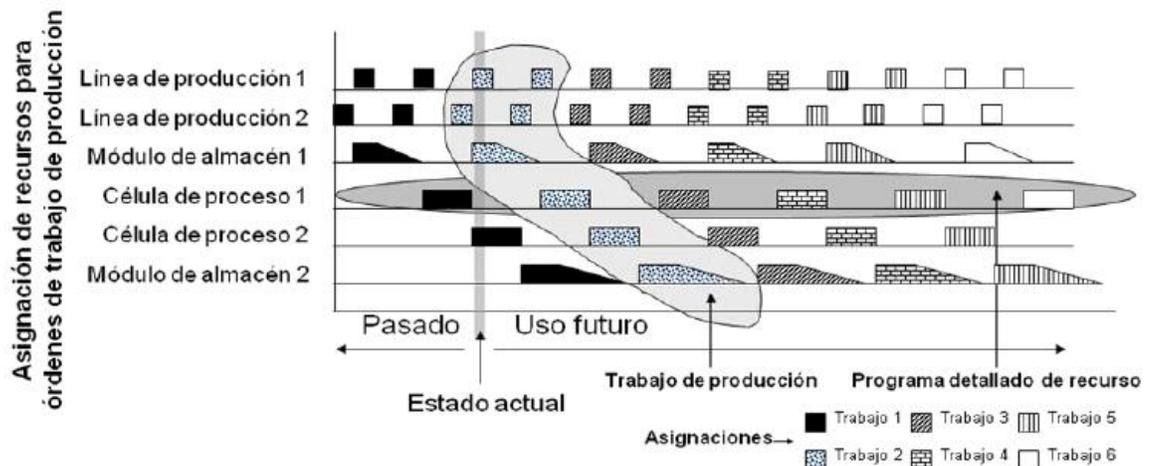


Figura 8. Programa de producción detallado

Los programas de producción pueden ser divididos o unidos antes de ser enviados para despacho. El lado izquierdo de la Figura 9 ilustra cómo un simple plan es dividido en múltiples programas de producción y el lado derecho muestra cómo múltiples programas de producción pueden ser unidos en un programa de producción; esto con el objeto de reducir el tiempo de configuración y optimizar la producción.

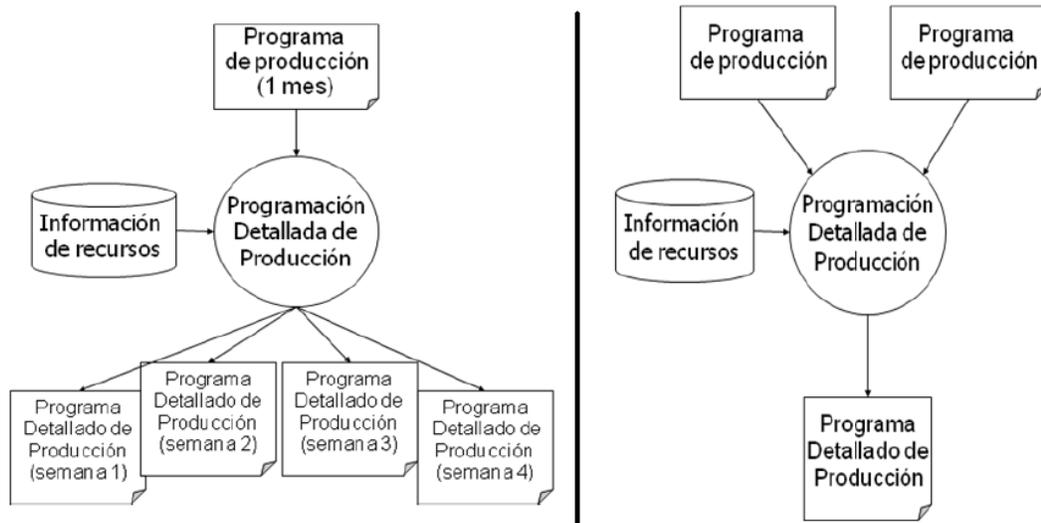


Figura 9. División y unión de programas de producción a programas de producción detallados

En la Tabla 3 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad programación de la producción detallada.

Tabla 3. Flujo de información para la programación de la producción detallada

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Programación de la producción detallada	Definición del producto Nivel 4	⇒	- Plan de producción para un periodo de largo plazo
		⇐	
	Administración de definición de producto	⇒	
		⇐	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción
	Administración de recursos de producción	⇒	- Plan de producción detallado para un periodo de mediano o corto plazo
		⇐	Disponibilidad de recursos puede contener: - Disponibilidad y capacidades de cada recurso - Especificaciones de cada segmento del proceso

	Despacho de producción	⇒	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción
		⇐	
	Seguimiento de la producción	⇒	
		⇐	- Reportes sobre WIP (trabajo en proceso) y trabajo terminado

A.4 Despacho de producción

El despacho de producción corresponde al conjunto de actividades que maneja el flujo de producción, el cual es enviado hacia equipo y personal de producción. El despacho de producción involucra el envío de órdenes de trabajo hacia los centros de trabajo, especifica las condiciones de operación en unidades de producción y puede programar lotes para iniciar un sistema de control de lotes.

La Figura 10 ilustra algunas de las interfaces del despacho de producción.

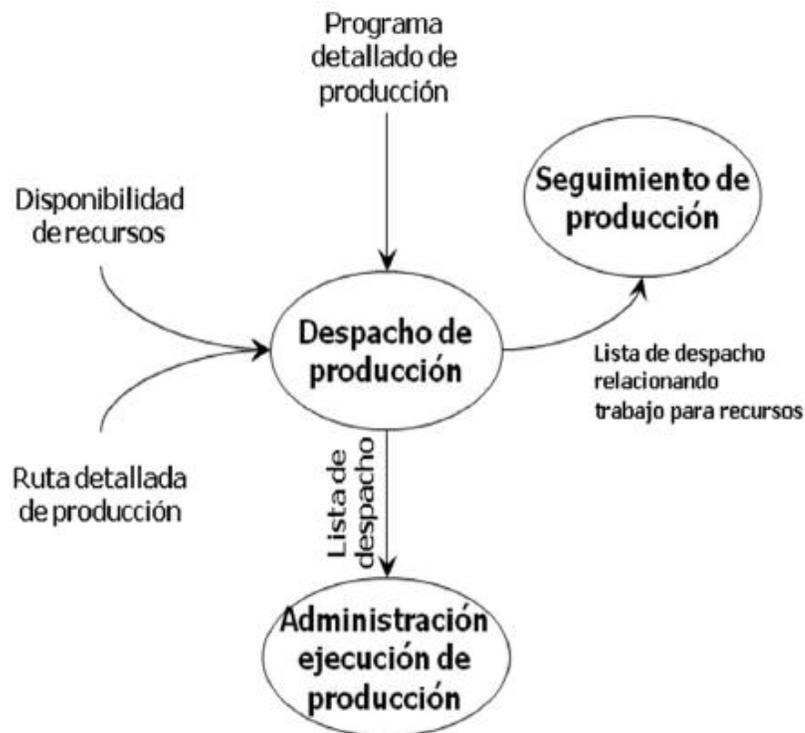


Figura 10. Interfaces del modelo de actividad de despacho de producción

Teniendo en cuenta el plan de producción detallado enviado por la actividad de programación de la producción detallada y después de realizar un análisis de la información proveniente de otros modelos de operaciones, como disponibilidad de recursos y la información de la actividad de definición del producto, la actividad de despacho de producción envía las órdenes de trabajo hacia la actividad de administración de la ejecución de la producción en forma de lista de despacho.

La lista de despacho de producción será definida como el conjunto de órdenes de trabajo listas para ser ejecutadas. Las órdenes de trabajo de producción definen los elementos de la orden de trabajo específica para ser realizado en líneas de producción, unidades de producción, celdas de procesos o lugares de almacenamiento, como lo presenta la Figura 11.

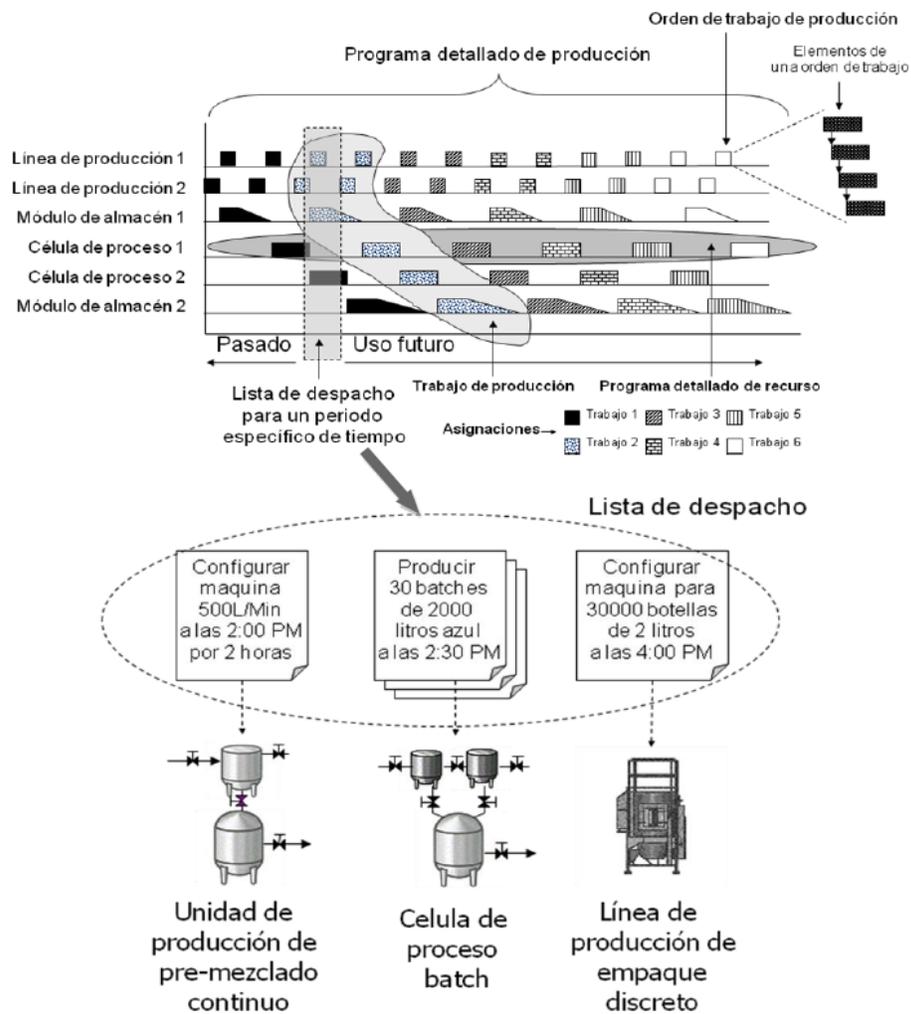


Figura 11. Lista de despacho

En la Tabla 4 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad despacho de producción.

Tabla 4. Flujo de información para despacho de producción

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Despacho de producción	Programación detallada de producción	⇒	
		⇐	- Programa detallado de producción
	Administración de la ejecución de la producción	⇒	- Lista de despacho
		⇐	
	Seguimiento de la producción	⇒	- Lista de despacho, relacionando el trabajo a los equipos
		⇐	
	Almacenamiento de datos de producción	⇒	
		⇐	- Estado sobre la producción actual y equipo
	Administración de recursos de producción	⇒	
		⇐	Disponibilidad de recursos puede contener: - Disponibilidad y capacidades de cada recurso - Especificaciones de cada segmento del proceso
	Administración de definición de producto	⇒	
		⇐	- Reglas de producción de producto - Ruta detallada de producción

A.5 Administración de la ejecución de la producción.

La administración de la ejecución de la producción será definida como el conjunto de actividades que dirige el rendimiento del trabajo, como se especificó por los contenidos de

los elementos de la lista de despacho de producción. Incluyen la coordinación de los procesos automatizados y manuales de sitio o área.

La Figura 12 ilustra algunas de las actividades de la administración de la ejecución de la producción.

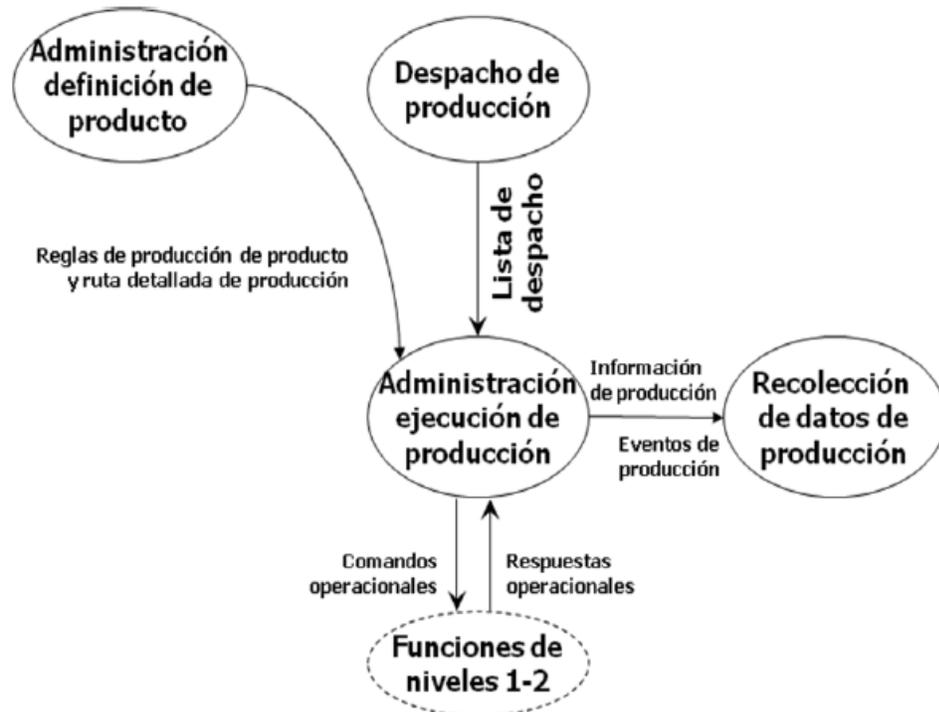


Figura 12. Interfaces del modelo de actividad de administración de la ejecución de la producción

Teniendo en cuenta la lista de despacho, las reglas de producción y el enrutamiento detallado, selecciona, arranca y mueve las unidades de manera ordenada con el fin de cumplir con los requerimientos mediante los comandos operacionales.

Después o durante la producción, recibe información sobre los niveles 1 - 2 acerca del trabajo terminado o estado de las órdenes de trabajo mediante las respuestas operacionales, e informa sobre cronometrajes, rendimientos, material utilizado, eventos etc.

En la Tabla 5 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad administración de la ejecución de la producción.

Tabla 5. Flujo de información para la administración de la ejecución de la producción

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Administración de la ejecución de la producción	Administración de la definición de producto	⇒	
		⇐	- Reglas de producción de producto. - Ruta detallada de producción.
	Despacho de producción	⇒	
		⇐	- Lista de despacho de producción.
	Almacenamiento de datos de producción	⇒	- Información de producción. - Eventos de producción.
		⇐	
	Funciones de los niveles 1-2	⇒	- Comandos operacionales
		⇐	- Respuestas operacionales

A.6 Recolección de datos de producción

La recolección de datos de producción es un conjunto de actividades que reúne, recopila y maneja los datos de producción para los procesos de trabajo específico o solicitudes de producción específica. La recolección de datos está basada en tiempos o en eventos adicionados al contexto dado para la información recolectada.

La Figura 13 ilustra algunas de las actividades para la recolección de datos de producción.

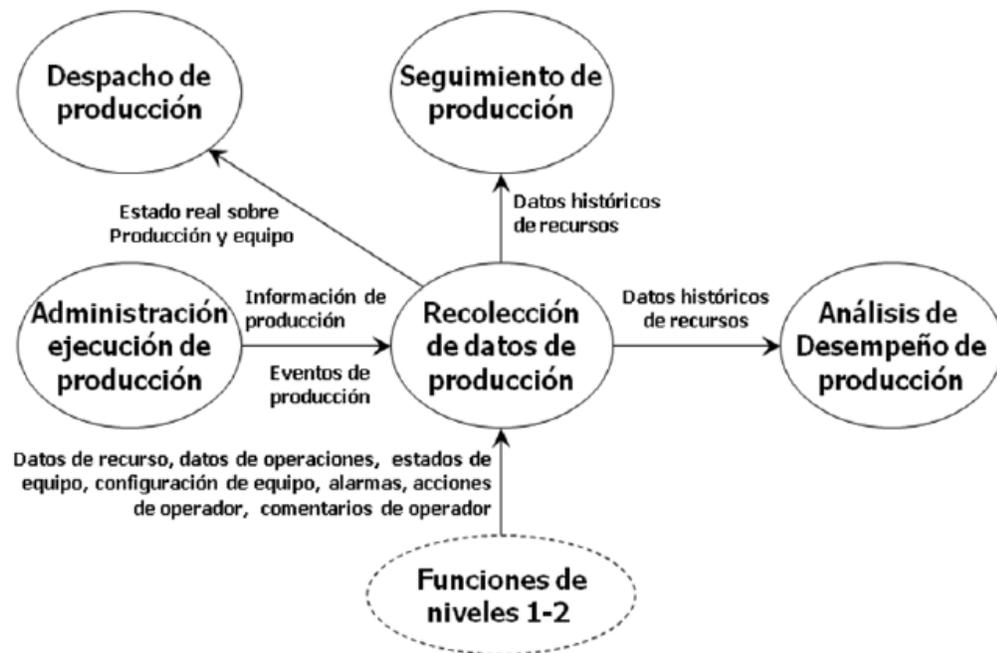


Figura 13. Modelo de actividad de la recolección de datos de producción.

Recibe información desde la actividad de administración de ejecución de la producción, en el cual se informa sobre la producción que se está ejecutando; esta información se transmite mediante eventos programados, también se informa sobre eventos ocurridos en producción como paradas de equipo. También se recibe información directamente desde las funciones de los niveles 1 – 2, sobre los estados de los equipos, datos de los recursos que se están utilizando como material y personal, alarmas, acciones del operador. Entre los datos que esta actividad transmite se encuentra la información que envía hacia despacho de producción, donde comunica el estado de la producción así como el estado de los equipos con el fin de que despacho de producción cambie el estado de los equipos de disponible a no disponible en el caso de que ya haya terminado. Y también envía los datos de la historia de los recursos a las actividades de seguimiento de la producción y análisis del rendimiento de la producción.

En la Tabla 6 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad recolección de datos de producción.

Tabla 6. Flujo de información para la recolección de datos de producción.

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Recolección de datos de producción	Administración de ejecución de producción	⇒	
		⇐	- Información de producción - Eventos de producción
	Análisis de desempeño de producción	⇒	- Datos históricos de recursos
		⇐	
	Despacho de producción	⇒	- Estado sobre la producción actual y equipo
		⇐	
	Seguimiento de producción	⇒	- Datos históricos de recursos de producción
		⇐	
	Niveles 1 – 2	⇒	
		⇐	Datos de recursos, datos de operación, estado de equipos, configuración, alarmas, acciones de operador y comentarios de operador

A.7 Seguimiento de la producción

Es definido como el conjunto de actividades que preparan la respuesta de producción para el nivel 4. Esto incluye resumir y reportar la información acerca de personal y equipo actual utilizado para producir un producto, material consumido. También informa sobre costos y eventualidades involucradas en la producción.

La Figura 14 presenta algunas de las actividades para el seguimiento de la producción.



Figura 14. Modelo de actividad para seguimiento de producción.

Seguimiento de la producción recibe información de la actividad de despacho de producción, la cual envía la lista de producción que se va a ejecutar de tal manera que informa el equipo utilizado al igual que el personal y los materiales. Recibe de la actividad de recolección de datos, información o datos del historial de los recursos que se han utilizado en las diferentes producciones, así mismo recibe datos desde la actividad de análisis del desempeño de producción en cuanto a la calidad y el rendimiento que ha tenido la producción mediante el análisis de los KPI's. Envía datos del estado de producción actual a la actividad de programación de la producción detallada con el fin de que se compare con la producción que se había programado y para producciones futuras. Envía hacia el nivel 4 un informe sobre el rendimiento de la producción indicando lo que se ha utilizado y cómo ha evolucionado.

En la Tabla 7 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad seguimiento de la producción.

Tabla 7. Flujo de información para despacho de producción.

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Seguimiento de producción	Nivel 4	⇒	- Desempeño de la producción
		⇐	
	Programación de la producción detallada	⇒	- Reportes sobre WIP y trabajo terminado
		⇐	
	Despacho de producción	⇒	
		⇐	- Lista de despacho, relacionando el trabajo a los recursos
	Almacenamiento de datos de producción	⇒	
		⇐	- Datos históricos de recursos
	Análisis del desempeño de la producción	⇒	- Calidad y datos de rendimiento
		⇐	- Calidad y datos de rendimiento

A.8 Análisis del desempeño de producción

Se define como el conjunto de actividades que analizan e informan la producción a los sistemas de negocios. Esto incluiría análisis de información de ciclos de tiempo de unidad de producción, utilización de recursos, equipos, eficiencias de procedimientos y variabilidad de la producción.

Generalmente lo que hace la actividad de análisis de rendimiento de la producción es comparar los resultados obtenidos o parámetros obtenidos de las operaciones de producción, con indicadores previamente establecidos por políticas de la empresa o por características de los procesos mismos.

La Figura 15 presenta algunas de las interfaces para el análisis del rendimiento de producción.



Figura 15. Interface del modelo de actividad para el análisis de desempeño de producción

La actividad análisis de desempeño de producción realiza un proceso en el cual los indicadores de producción de diferentes ejecuciones de producción son comparados con los KIP's de producción para determinar una nueva ejecución o una ejecución defectuosa. Una vez determinado cualquiera de estos dos casos se realiza un análisis de trazabilidad de los recursos para conocer qué actividad sucedió, cómo, dónde, cuándo, quién lo realizó, para ello se basa en la información de datos de desempeño de producción para determinar los recursos que estuvieron involucrados; esto da como resultado la identificación de cambios en el proceso, procedimiento y producción.

En la Tabla 8 se presenta el flujo de información que entra y sale para la actividad seguimiento de la producción.

Tabla 8. Flujo de información para análisis de desempeño de producción

INTERFAZ		DIRECCIÓN Y FLUJO DE INFORMACIÓN	
Análisis de desempeño de producción	Nivel 4	⇒	- Indicadores de producción
		⇐	
	Administración de definición de producto	⇒	
		⇐	- Definición de KIP's de producción
	Recolección de datos de producción	⇒	
		⇐	- Datos de operación, estado de equipos y usos de recursos
	Seguimiento de la producción	⇒	- Datos de desempeño y calidad
		⇐	- Datos de desempeño y calidad
	Administración de recursos de producción	⇒	
		⇐	- Disponibilidad de recursos

ANEXO B

ACTOS DE COMUNICACIÓN FIPA

En este apéndice presentamos el conjunto de actos de comunicación del estándar FIPA [FIPA, 2002a].

Accept Proposal: Acto de aceptar una proposición remitida anteriormente para ejecutar una acción, generalmente a través de un *propose*.

Agree: Acto de manifestar estar de acuerdo en ejecutar una acción, posiblemente en el futuro.

Cancel: Acto en que un agente informa a otro agente que el primer agente no mantiene la intención de que el segundo agente ejecute una acción

Cfp: (Call for Proposals) Acto de pedir propuestas para ejecutar una acción.

Confirm: El emisor informa al receptor de que una proposición dada es cierta, donde se entiende que el receptor presenta cierta incertidumbre acerca de dicha proposición.

Disconfirm: El emisor informa al receptor que una proposición dada es falsa, donde se entiende que el receptor presenta cierta incertidumbre acerca de dicha proposición.

Failure: Acto de comunicar a otro agente que se intentó llevar a cabo una determinada acción, pero dicho intento fracasó.

Inform: El emisor informa al receptor que una determinada proposición es verdadera.

Inform If: Macro para que el agente encargado de realizar una acción informe al receptor sobre si una determinada proposición es verdadera o no.

Inform Ref: Macro para que el emisor informe al receptor sobre el objeto que corresponde a un cierto descriptor.

Not Understood: El emisor informa al receptor que ha percibido que el receptor ha llevado a cabo alguna acción, pero que es incapaz de entender que es lo que ha realizado.

Propagate: El emisor intenta que el receptor trate el mensaje embebido como si hubiese sido enviado directamente al receptor, y quiere que el receptor identifique a los agentes denotados por un descriptor dado y les envíe el mensaje a propagar.

Propose: Acto de presentar una propuesta para llevar a cabo cierta acción, dadas ciertas condiciones previas.

Proxy: El emisor quiere que el receptor seleccione unos agentes de destino determinados por una descripción dada y les envíe el mensaje embebido a ellos.

Query If: Acto de preguntar a otro agente si una proposición dada es cierta o no.

Query Ref: Acto de preguntar a otro agente por el objeto referenciado por una determinada expresión.

Refuse: Acto de rechazar llevar a cabo una acción dada, explicando la razón para ese rechazo.

Reject Proposal: Acto de rechazar una propuesta para ejecutar una acción dada durante una negociación.

Request: El emisor quiere que el receptor ejecute una acción determinada. Un uso importante de este acto consiste en pedir que el receptor lleve a cabo otro acto comunicativo.

Request When: El emisor quiere que el receptor lleve a cabo una determinada acción cuando se cumplan ciertas condiciones previas.

Request Whenever: El emisor quiere que el receptor lleve a cabo una cierta acción tan pronto como se cumpla una condición previa dada y a partir de entonces, cada vez que se vuelve a cumplir dicha proposición.

Subscribe: Acto de pedir la intención persistente de notificar al emisor el valor de una referencia y notificarlo de nuevo si dicho objeto sufre algún cambio.

ANEXO C

PROTOCOLOS DE INTERACCIÓN FIPA

En este anexo describiremos brevemente los protocolos de interacción definidos en el estándar FIPA, los cuales determinan las conversaciones que se pueden establecer entre los diversos agentes. Un protocolo de interacción está compuesto por varios actos de comunicación.

C.1 Protocolo de Interacción FIPA Propose

El iniciador (agente que comienza el protocolo) manda un mensaje *propose* al participante (agente receptor) indicando que ejecutará una acción si el participante acepta. El participante responde aceptando o rechazando la propuesta, a través de los actos comunicativos *accept – proposal* o *reject – proposal* respectivamente [FIPA, 2002b].

Este protocolo se muestra en la Figura 16.

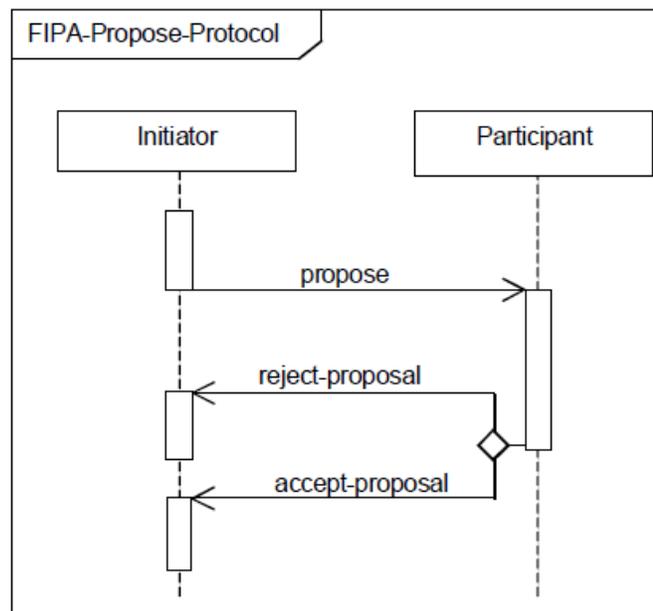


Figura 16. Protocolo de Interacción FIPA Propose

C.2. Protocolo de Interacción FIPA Request

Este protocolo permite a un agente pedir a otro agente que lleve a cabo una acción [FIPA, 2002c].

El iniciador ejecuta la petición mediante el acto comunicativo *request*. El participante procesa el mensaje correspondiente y decide si aceptar o rechazar la petición. La respuesta tiene lugar mediante los actos comunicativos *agree* (opcional) y *refuse* respectivamente.

Una vez que el participante ha aceptado el *request* inicial, puede mandar los siguientes actos de comunicación al iniciador:

- *failure* si el intento de llevar a cabo la acción ha fracasado
- *inform-done* si ha conseguido llevar a cabo la acción y solamente quiere informar que se ha completado
- *inform-result* si ha completado la tarea y además quiere comunicar los resultados al iniciador

Este protocolo se muestra en detalle en la Figura 17.

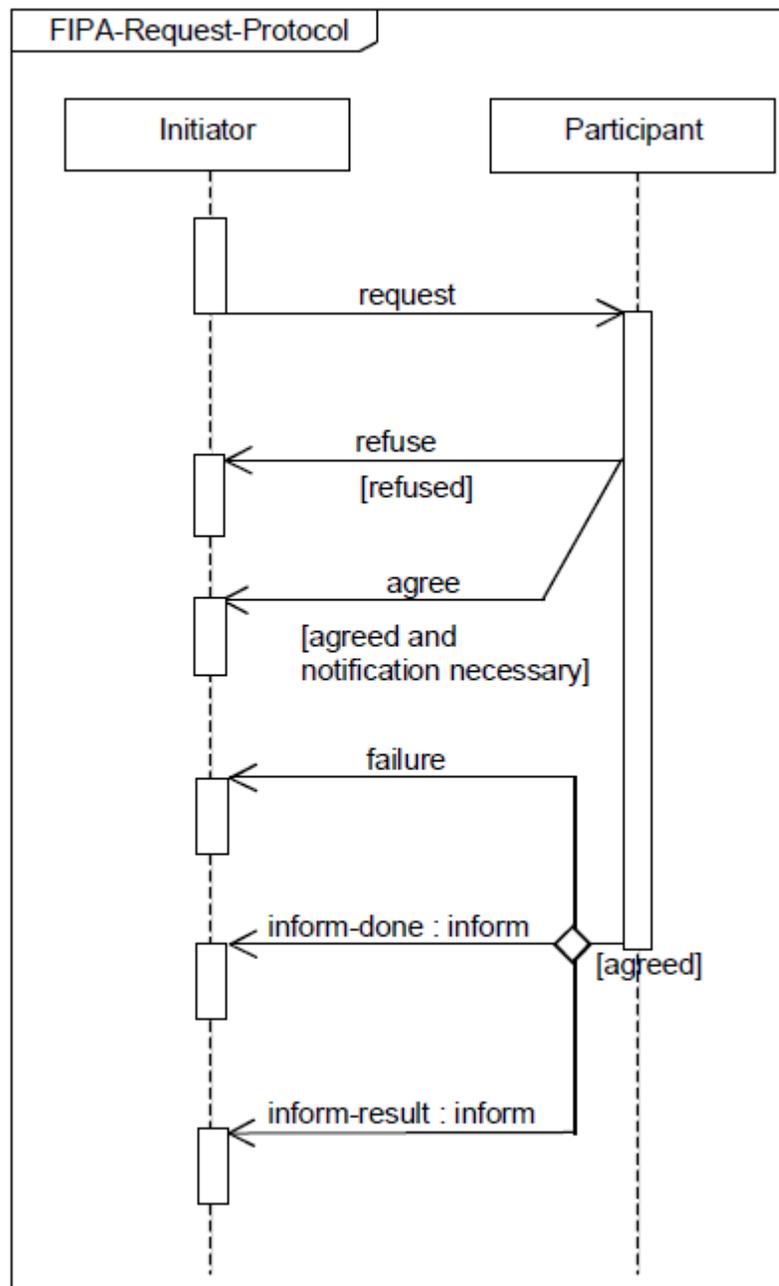


Figura 17. Protocolo de interacción FIPA Request

C.3. Protocolo de Interacción FIPA Request When

Este protocolo permite a un agente pedir a otro agente que lleve a cabo una acción, cuando se cumplan unas ciertas condiciones previas. Por tanto es una variación del protocolo de interacción FIPA Request [FIPA, 2002d].

El iniciador ejecuta la petición mediante el acto comunicativo *request when* (ver anexo B). El participante procesa el mensaje correspondiente y decide si aceptar o rechazar la petición. La respuesta tiene lugar mediante los actos comunicativos *agree* (en este caso no es opcional) y *refuse* respectivamente.

La conversación termina cuando el participante manda un *failure* (no puede llevar a cabo la acción), *inform-done* (comunica que la acción ha sido completada) o *inform-result* (acción completada y resultados).

Este protocolo se muestra en detalle en la Figura 18.

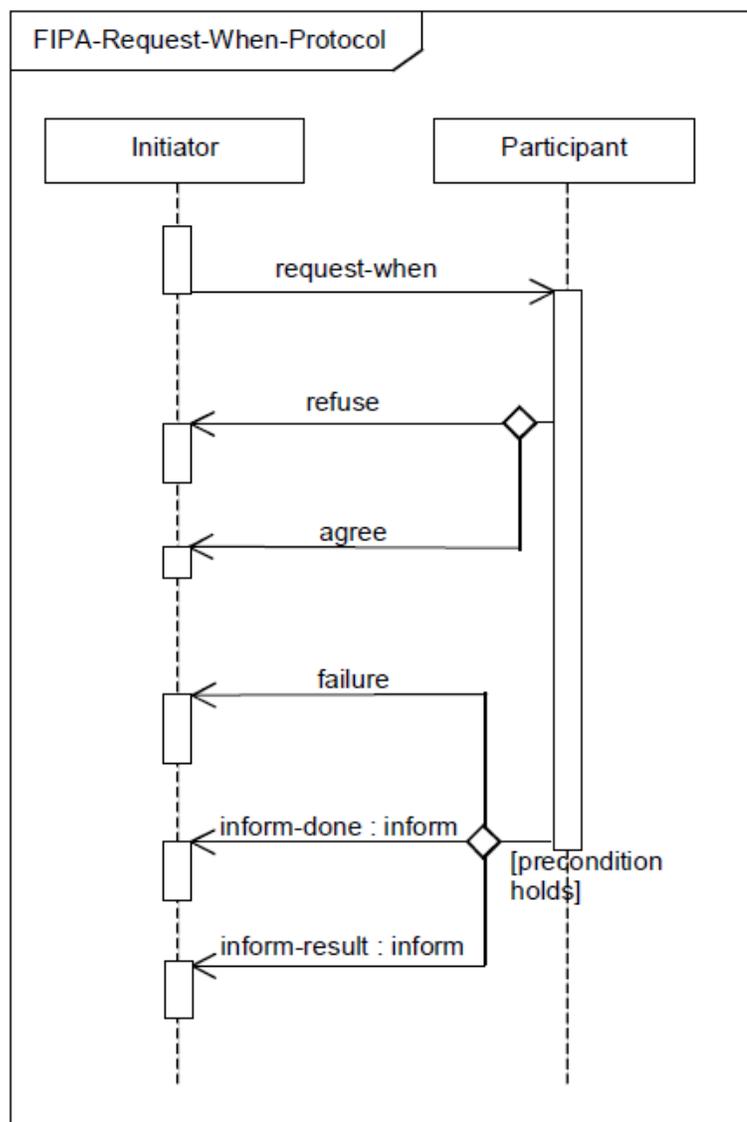


Figura 18. Protocolo de Interacción FIPA Request When

C.4. Protocolo de Interacción FIPA Query

Este protocolo permite a un agente llevar a cabo algún tipo de acción sobre otro agente [FIPA, 2002e].

El iniciador pide al participante que lleve a cabo alguna clase de acción *inform* usando para ello uno de estos actos de comunicación: *query – if* o *query – ref* (ver anexo A). El acto *query – if* se emplea cuando el iniciador desea saber si una determinada proposición es cierta o no. Por otro lado, el *query – ref* se emplea cuando el iniciador desea consultar por algunos objetos.

En ambos casos, el participante procesa el acto de comunicación y decide si la acepta (*agree* opcional según las circunstancias) o la rechaza (*refuse*, en cuyo caso termina la interacción).

Si el participante es incapaz de realizar la consulta, devuelve al iniciador un acto de comunicación *failure*. En caso de que la consulta se haya realizado satisfactoriamente,

- En el caso de un *query – if*, el participante devuelve un *inform-t/f*, informando sobre la veracidad (*truth*) o falsedad (*falsehood*) de la proposición consultada.
- En el caso de un *query – ref*, el participante devuelve un *inform – result*, informando en su campo *content* de la expresión de los objetos cuya consulta fue especificada.

Este protocolo se muestra en detalle en la Figura 19.

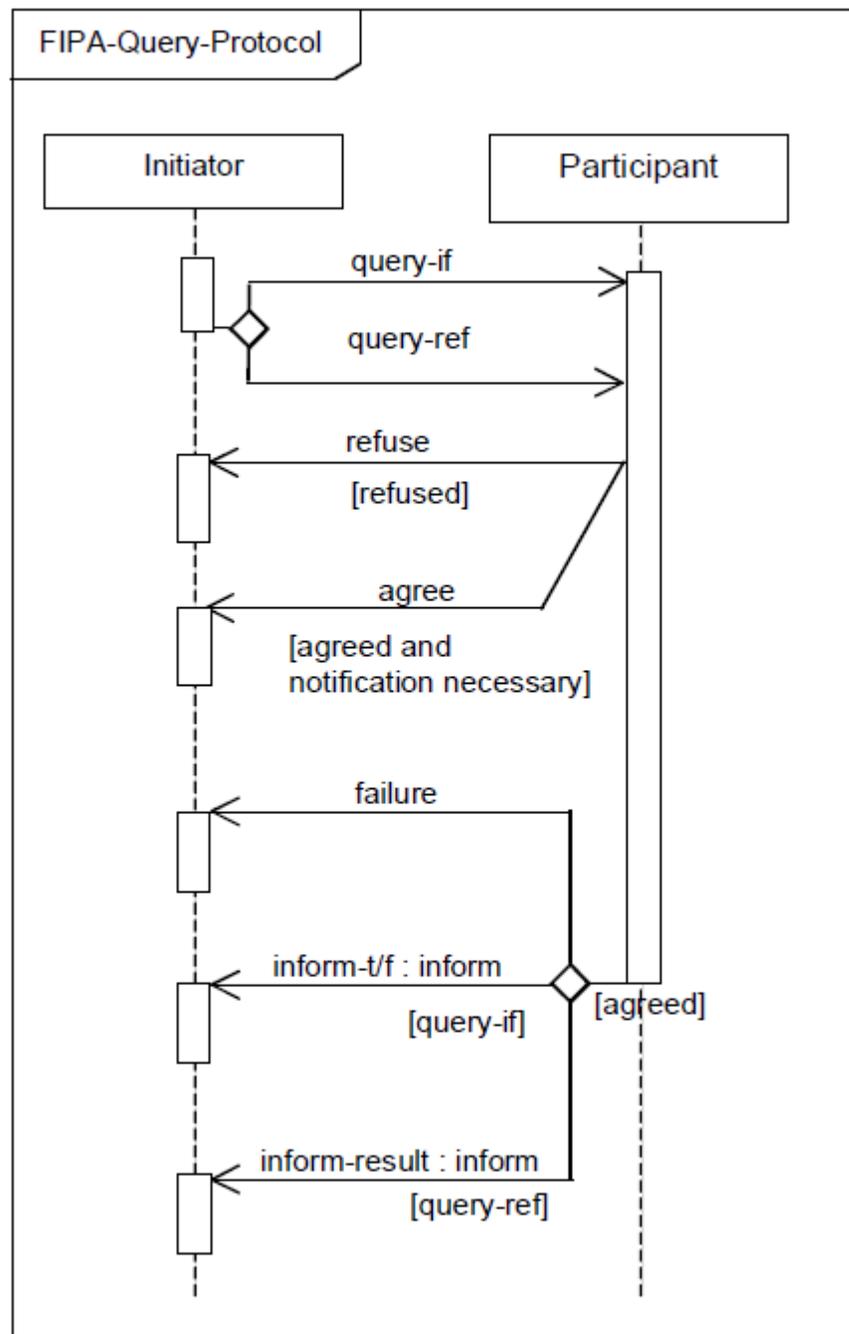


Figura 19. Protocolo de Interacción FIPA Query

C.5. Protocolo de Interacción FIPA Contract Net

En este protocolo de interacción, un agente (iniciador) toma el papel de gestor que desea que otros agentes (los participantes) lleven a cabo una tarea y además desea optimizar una cierta función que caracteriza la tarea en cuestión (el precio asociado a la tarea). Para

una tarea dada, cualquier número de participantes podrían responder con una propuesta, rechazando el resto la negociación. La negociación continúa con aquellos agentes que han realizado una propuesta [FIPA, 2002f].

El iniciador solicita m propuestas de otros tantos agentes mediante un acto de comunicación *cfp* (*call for proposals*), donde se especifica la tarea, así como cualquier condición impuesta por el iniciador para llevar a cabo la negociación. Los participantes son vistos como potenciales contratistas y que son capaces de generar n respuestas. De éstas, j son propuestas para llevar a cabo la tarea a través de un acto de comunicación *propose*.

La propuesta del participante incluye las precondiciones de éste para llevar a cabo la tarea, como por ejemplo el precio, el tiempo en que estará lista. De modo alternativo, los $i = n - j$ participantes restantes deberían ejecutar un acto comunicativo *refuse*. Una vez que expire el plazo dado para obtener respuesta, el iniciador evalúa las ofertas recibidas y selecciona el agente o agentes a los que encargar la realización de la tarea.

A los l agentes que son seleccionados se les envía un *accept – proposal*, mientras que a los $k = j - l$ se les envía un *reject – proposal*. Las propuestas son de obligado cumplimiento para el participante, por lo que una vez que el iniciador acepta la propuesta, el participante adquiere un compromiso para ejecutar la tarea. Una vez que el participante ha llevado a cabo la tarea, envía un mensaje al iniciador en la forma de un *inform-done* o en la versión más explicativa *inform – result*. Por el contrario, si no ha sido capaz de llevar a cabo la tarea, el participante envía un acto comunicativo *failure* al iniciador.

Obsérvese que este protocolo necesita que el iniciador sepa cuándo ha recibido todas las respuestas. En caso de que un participante no pueda responder al llamamiento inicial, el iniciador potencialmente podría quedar bloqueado esperando indefinidamente por las respuestas. Para evitarlo el *cfp* inicial incluye un plazo de tiempo para que los participantes puedan responder. Las propuestas recibidas después de este plazo son automáticamente rechazadas con el motivo de que ha llegado tarde.

Este plazo es especificado por el parámetro *reply – by*¹ en el mensaje ACL (Agent Communication Language).

Este protocolo se muestra en la Figura 20.

¹ Denota una expresión relativa a un tiempo y/o fecha que indica el límite temporal en el que el emisor del mensaje quisiese haber recibido una respuesta

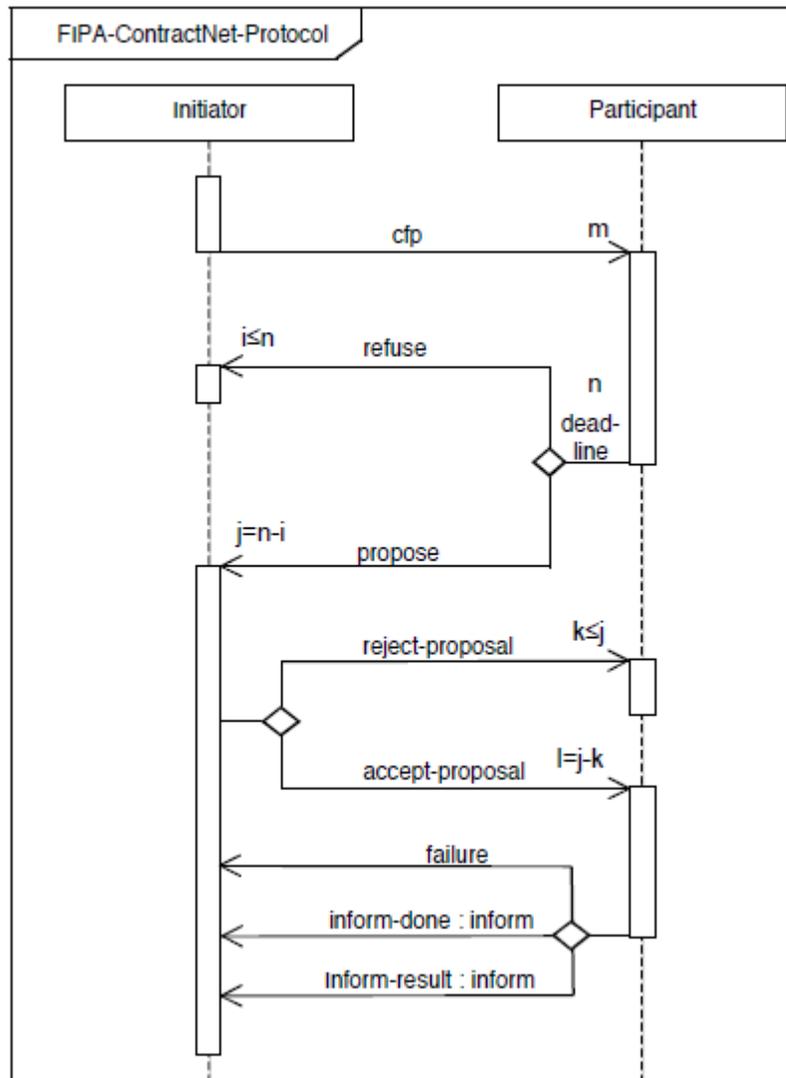


Figura 20. Protocolo de Interacción FIPA Contract Net

C.6. Protocolo de Interacción FIPA Iterated Contract Net

Este protocolo es una extensión del protocolo de interacción FIPA Contract Net, que permite un ciclo de ofertas en varias rondas [FIPA, 2002g].

Como en el caso del protocolo de interacción *FIPA Contract Net*, el iniciador lanza m *cfp* iniciales. De los n participantes que responden, k son mensajes *propose* provenientes de los participantes que quieren y son capaces de llevar a cabo la tarea en cuestión bajo las condiciones especificadas, mientras que las restantes j respuestas consisten en *refuse*.

De estas k propuestas recibidas, el iniciador podría decidir que se encuentra en la iteración final del proceso y aceptar p de las propuestas recibidas, rechazando el resto.

De modo alternativo, el iniciador podría decidir iterar el proceso, lanzando un *cfp* revisado a l de los participantes y rechazando mediante un *reject – proposal* a los restantes. El motivo consiste en que el iniciador busca obtener mejores ofertas modificando el *cfp* inicial. El proceso termina cuando el iniciador rechaza todas las ofertas y no manda un nuevo *cfp*, el iniciador acepta una o más ofertas o todos los participantes rechazan la negociación.

Este protocolo se muestra en la Figura 21.

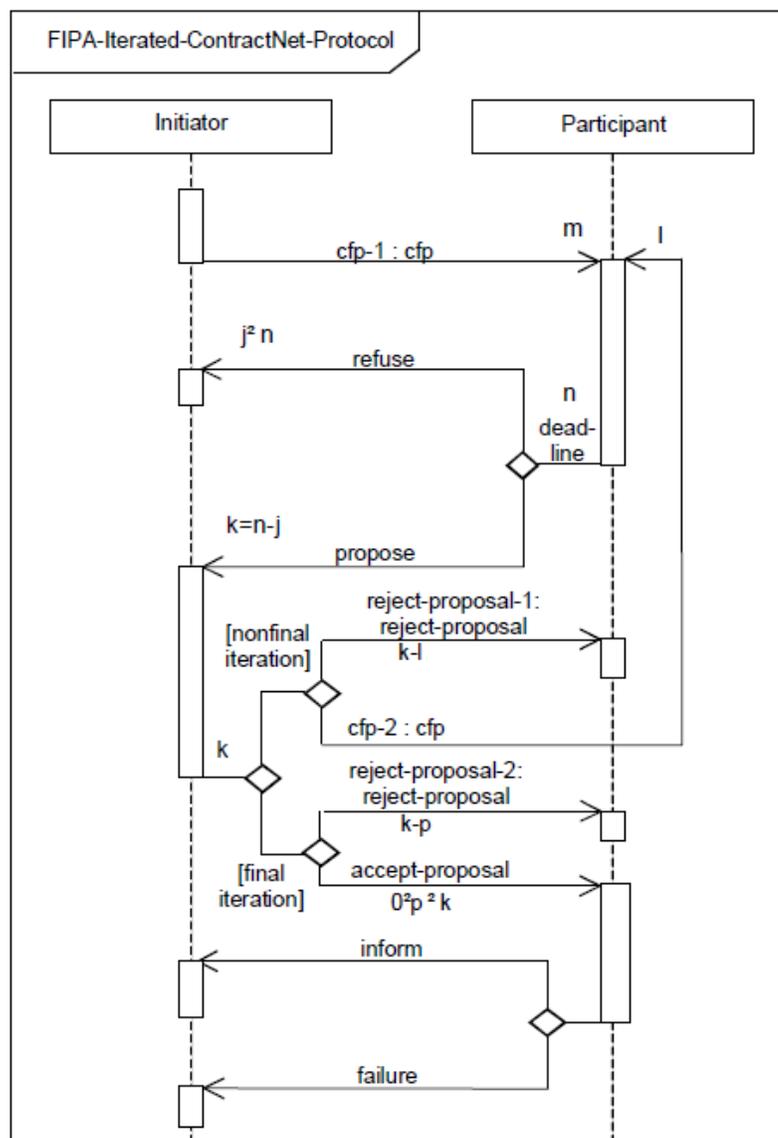


Figura 21. Protocolo de Interacción FIPA Iterated Contract Net

D.7. Protocolo de Interacción FIPA English Auction

Este protocolo trata de implementar un sistema de subasta a la inglesa. El iniciador trata de encontrar el precio de mercado de una mercancía proponiendo un precio inferior al que se supone de su valor de mercado, para después ir subiendo progresivamente ese precio.

Cada vez que se anuncia el nuevo precio, el iniciador espera a ver si alguno de los posibles compradores (participantes) está dispuesto a pagar ese nuevo precio [FIPA, 2001a].

Tan pronto como algún comprador anuncia esta disposición, el iniciador lanza una nueva oferta con un precio incrementado. Este proceso de subasta termina cuando ningún comprador acepta el nuevo precio. Si el último precio aceptado por un comprador supera al precio esperado por el iniciador (este precio es desconocido para los participantes), la mercancía es vendida al participante correspondiente. En caso contrario, la mercancía no es vendida [FIPA, 2001d].

Inicialmente, el iniciador lanza su oferta inicial a todos los participantes mediante un *cfp*. Obsérvese que cuando se recibe una respuesta de uno de los participantes, el resto de participantes no tienen por qué enterarse de esa respuesta. Lo que si debe ocurrir es que cada participante que realiza una oferta tiene que conocer si su oferta ha sido aceptada o no, mediante la recepción respectivamente de los actos de comunicación *accept – proposal* y *reject – proposal*. Para finalizar el protocolo, de manera típica, el subastador introduce un protocolo FIPA Request con el postor ganador con el fin de completar la transacción objeto de la subasta.

El protocolo se puede ver de un modo más detallado en la Figura 22.

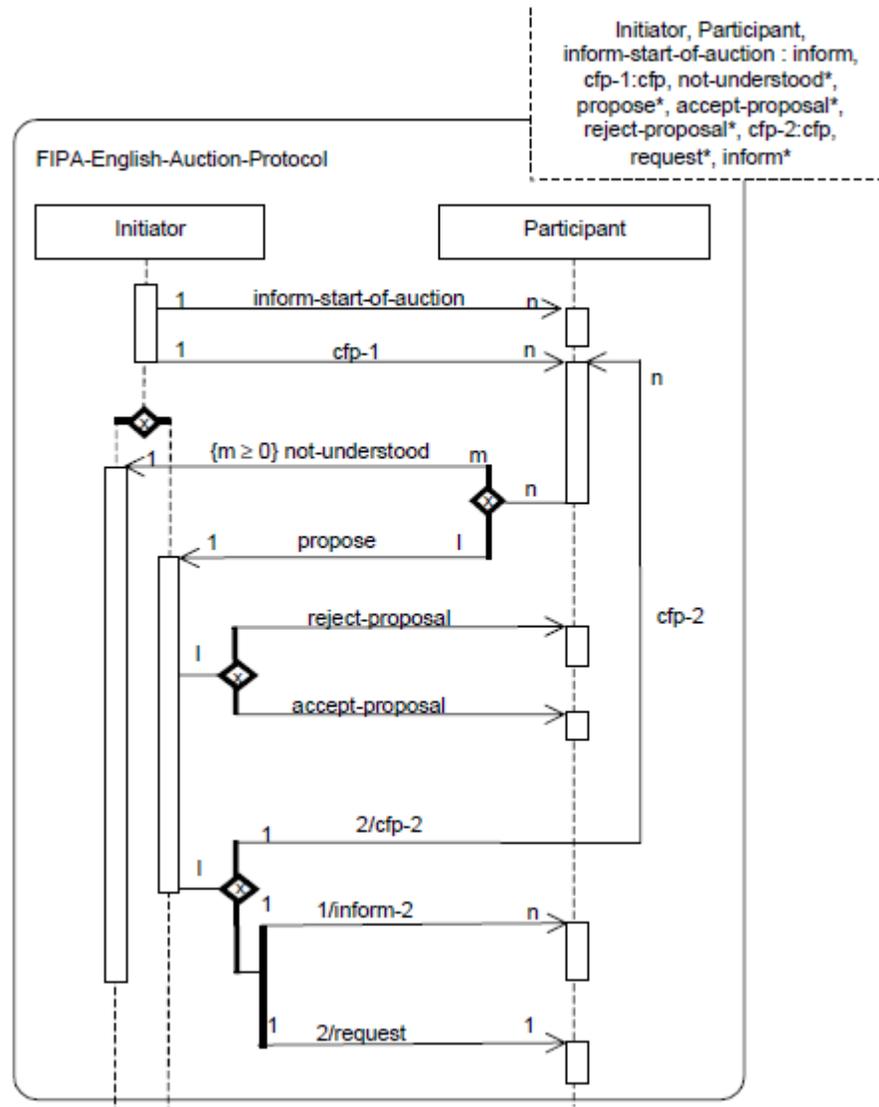


Figura 22. Protocolo de Interacción FIPA English Auction

C.8. Protocolo de Interacción FIPA Dutch Auction

Este protocolo trata de implementar un sistema de subasta a la holandesa² [FIPA, 2001b].

En contraste con el protocolo de *FIPA English Auction* (sección C.7), el iniciador trata de encontrar el precio de mercado de una mercancía proponiendo un precio muy superior al que se supone su valor de mercado, para después ir reduciendo progresivamente ese precio, hasta que uno de los participantes en la subasta acepta el precio. Esa reducción

² El término deriva del proceso de venta en los mercados de flores en Holanda

progresiva depende del iniciador, el cual suele tener un precio mínimo de venta, oculto para los participantes en la subasta.

El protocolo se puede ver de un modo más detallado en la Figura 23.

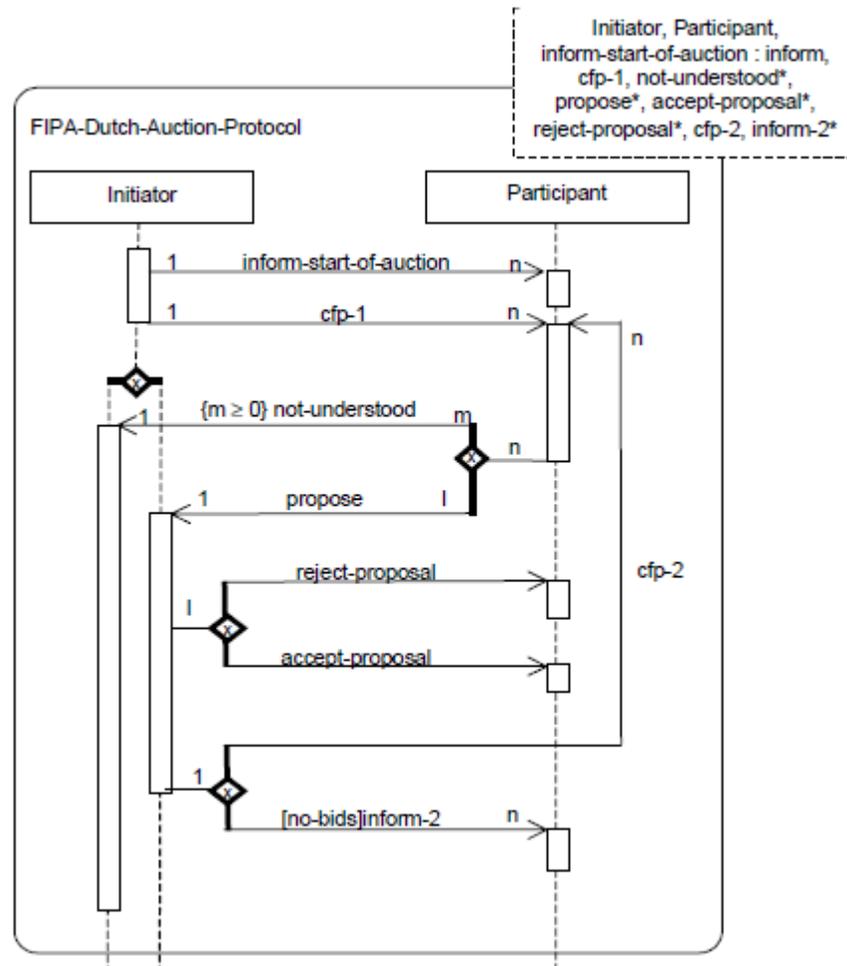


Figura 23. Protocolo de Interacción FIPA Dutch Auction

C.9. Protocolo de Interacción FIPA Brokering

Este protocolo está diseñado para soportar las interacciones de intermediación (*brokerage*) en la mediación en sistemas multiagentes [FIPA, 2002h].

En general, un *broker* es un agente que ofrece un conjunto de servicios de comunicación a otros agentes empleando para ello algún tipo de conocimiento acerca de las peticiones y capacidades de esos agentes. Un ejemplo típico de intermediación es aquél en que un agente pide a un *broker* encontrar a uno o más agentes que le puedan responder a un

acto de comunicación *query*. El broker determina un conjunto de agentes adecuados para la consulta, establece un protocolo de interacción *query* (ver sección B.4) y transmite las respuestas recibidas al iniciador. El uso de intermediación puede simplificar de modo significativo la interacción de los agentes en un SMA (Sistema Multiagente).

Además, los *brokers* también permiten a un sistema ser robusto y adaptarse ante situaciones dinámicas, incluyendo los aspectos de seguridad en estos agentes.

El protocolo comienza cuando el iniciador manda un mensaje referente a un acto de comunicación proxy (ver anexo A) al *broker*. El iniciador embebe dentro del proxy otro mensaje con el acto comunicativo deseado. El agente *broker* procesa la petición y decide si la acepta (*agree*) o la rechaza (*refuse*, en cuyo caso termina la interacción).

En caso de aceptarla, el reclutador intenta localizar los agentes cuya descripción concuerde con la expresión referencial del proxy inicial. Si no es posible encontrar a ningún agente, el reclutador enviará un *failure – no – match* al iniciador, lo que supone el fin de la interacción. En caso contrario, el reclutador podría modificar la lista de los agentes encontrados basándose en el parámetro de condición del proxy. Entonces comienza *m* interacciones con la lista resultante de *n* agentes, con cada interacción en sub-protocolo por separado. En este punto, el *broker* debería recordar algunos de los parámetros del proxy inicial, por ejemplo el *conversation – id*, *reply – with* y *sender*, con fines de enviar al iniciador las *r* respuestas obtenidas en el proceso.

Obsérvese que la naturaleza del sub – protocolo y de las respuestas dependen de los protocolos de interacción especificados en el mensaje embebido en el proxy original.

A medida que el sub – protocolo tiene lugar, el *broker* reenvía los mensajes recibidos de los participantes al iniciador.

El protocolo se puede ver de un modo más detallado en la Figura 24.

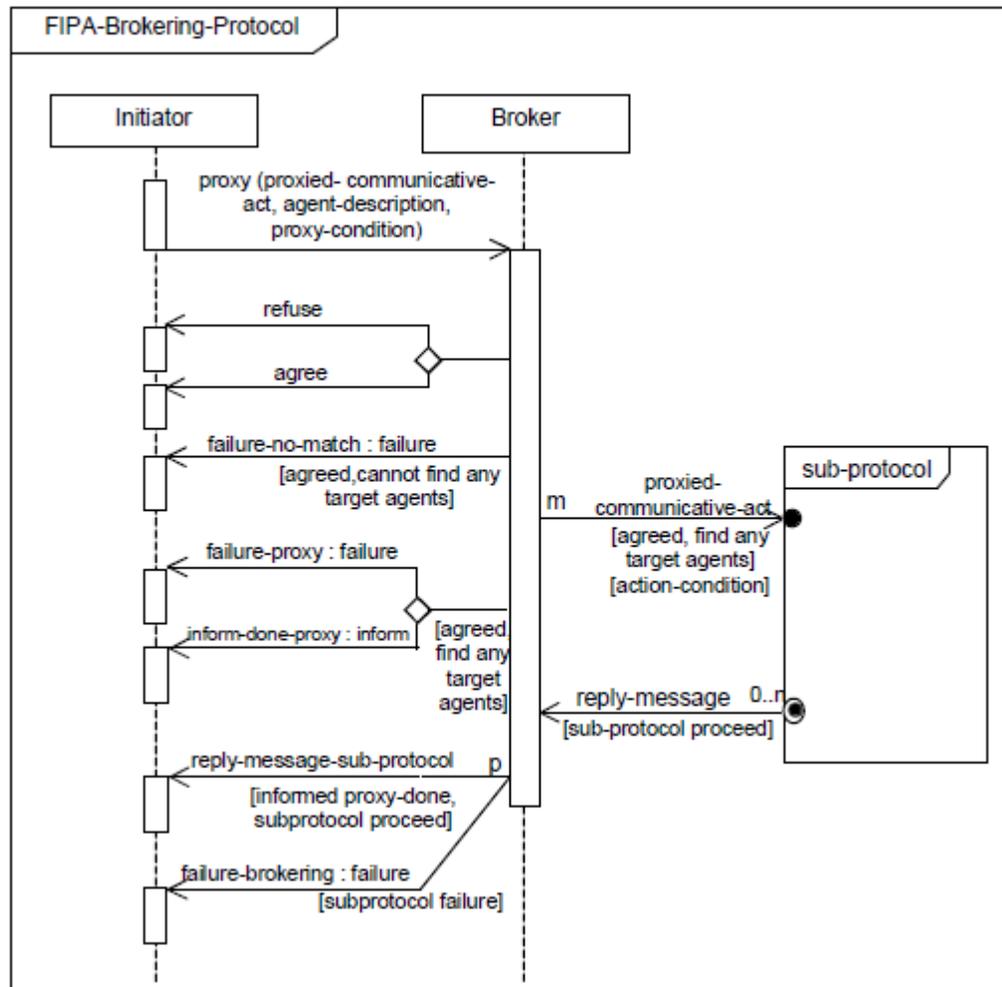


Figura 24. Protocolo de Interacción FIPA Brokering

C.10. Protocolo de Interacción FIPA Recruiting

Este protocolo está diseñado para soportar las interacciones de reclutamiento (*recruiting*) en la mediación en sistemas multiagentes.

Un agente *reclutador* es una especie de *broker* (ver sección C.9), pero con la diferencia que los agentes seleccionados por el reclutador se dirigen directamente al agente iniciador o a algún receptor previamente designado [FIPA, 2002i].

Del mismo modo que con el *broker*, el empleo de agentes reclutadores puede simplificar de modo significativo la interacción de los agentes en un SMA (Sistema Multiagente), así como dotar al sistema de robustez y adaptabilidad ante situaciones dinámicas.

El protocolo comienza cuando el iniciador manda un mensaje referente a un acto de comunicación proxy (ver anexo A) al reclutador. Este mensaje contiene una expresión referencial indicando los agentes a los que el reclutador debiera enviar el mensaje embebido, el acto comunicativo a enviar y una serie de parámetros como por ejemplo el número máximo de agentes a los que reenviar el mensaje. El reclutador procesa la petición y decide si la acepta (*agree*) o la rechaza (*refuse*, en cuyo caso termina la interacción).

En caso de aceptarla, el reclutador intenta localizar los agentes cuya descripción concuerde con la expresión referencial del proxy inicial. Si no es posible encontrar a ningún agente, el reclutador enviará un *failure – no – match* al iniciador, lo que supone el fin de la interacción. En caso contrario, el reclutador podría modificar la lista de los agentes encontrados basándose en el parámetro de condición del *proxy*. Entonces comienzan m interacciones con la lista resultante de n agentes, con cada interacción en un sub – protocolo por separado. El inicio del protocolo debe realizarse con cuidado, usando los parámetros para manejar las respuestas de la petición. Así, si el mensaje que ha llegado al reclutador tiene un parámetro *designated – receiver*, necesita empezar cada sub-protocolo con un parámetro *reply – to* conteniendo al receptor designado, así como el identificador de conversación *conversation – id* de la conversación original.

Es posible que sea necesario propagar otros parámetros.

Obsérvese que la naturaleza del sub – protocolo y de las respuestas depende de los protocolos de interacción especificados en el mensaje embebido en el proxy original.

El protocolo se puede ver de un modo más detallado en la Figura 25.

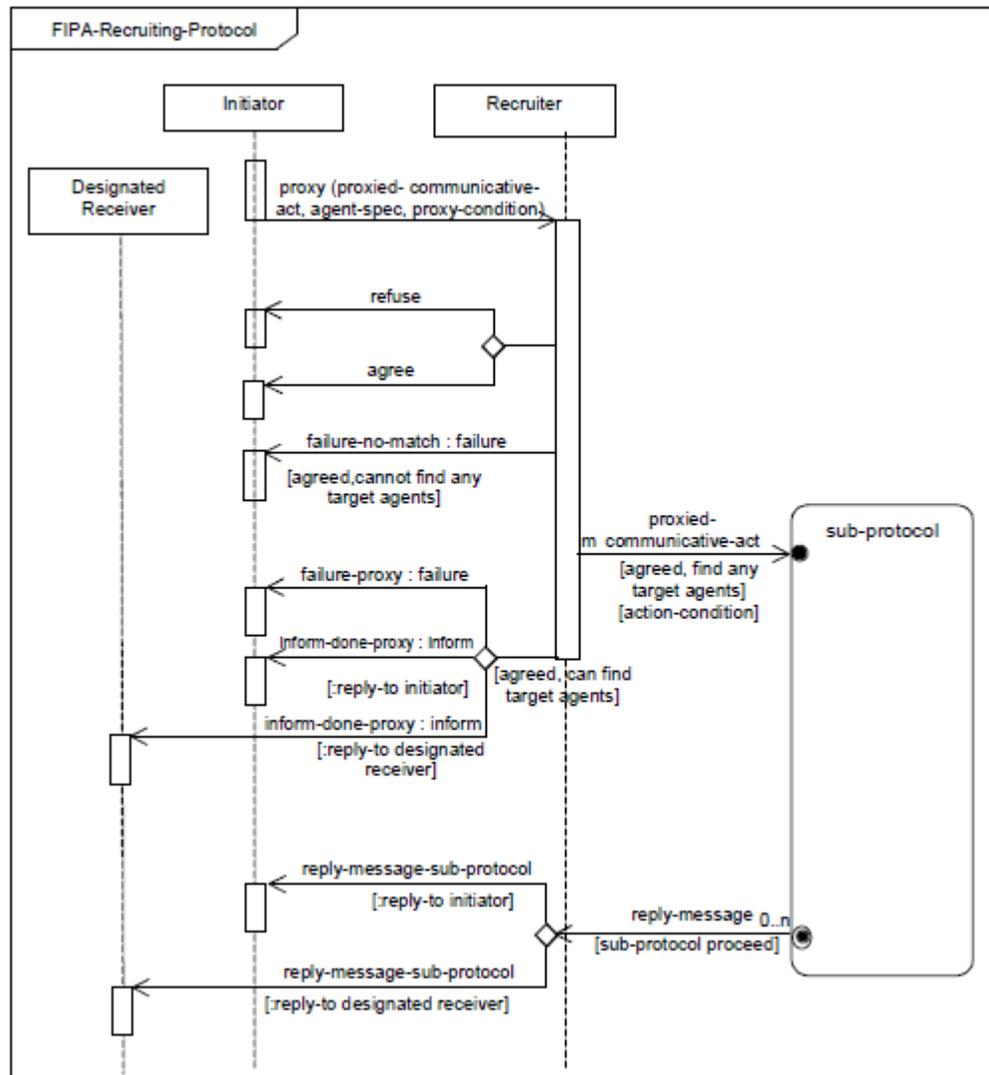


Figura 25. Protocolo de Interacción FIPA Recruiting

C.11. Protocolo de Interacción FIPA Subscribe

Este protocolo permite a un agente pedir a otro agente llevar a cabo una acción de suscripción (*subscribe*) [FIPA, 2002].

El iniciador comienza la interacción con acto de comunicación *subscribe* conteniendo la referencia de los objetos en los que está interesado. El participante procesa la petición y decide si la acepta (*agree* opcional según las circunstancias) o la rechaza (*refuse*, en cuyo caso termina la interacción).

Tras aceptarla, el participante responde con un *inform-result* cuyo campo *content* corresponde a una expresión referencial de los objetos de la suscripción.

El participante continúa enviando un *inform-result* cada vez que se produce algún cambio en dichos objetos. En caso de que en algún momento se produjese algún problema, se envía un *failure* al iniciador, finalizando el protocolo.

El protocolo se puede ver de un modo más detallado en la Figura 26.

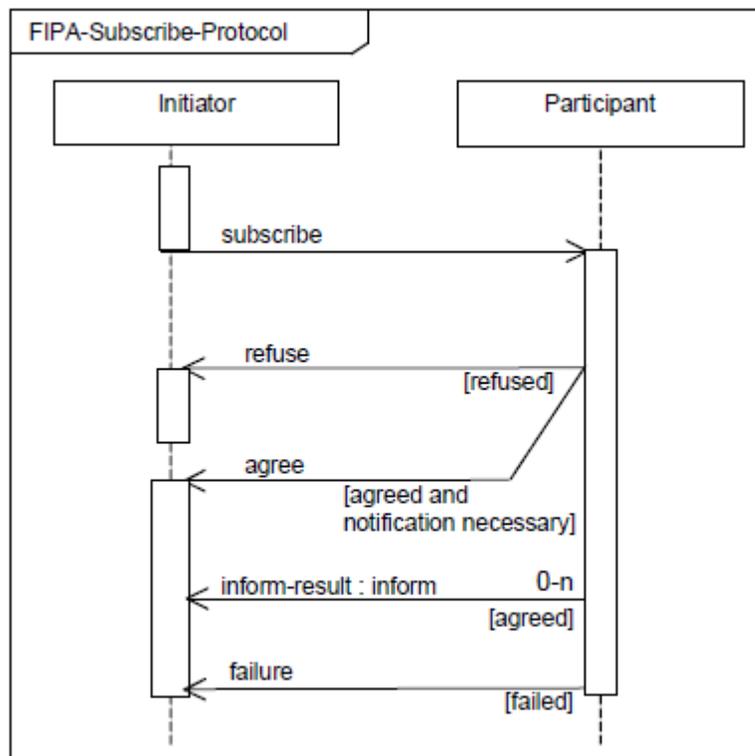


Figura 26. Protocolo de Interacción Subscribe

ANEXO D

METODOLOGÍA GORMAS

Atendiendo a los requisitos de las organizaciones, se ha desarrollado una guía metodológica o secuencia-guía, denominada GORMAS, en la que se aborda el diseño de sistemas multiagente desde la perspectiva de las organizaciones humanas. 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 o cerrado [Argente, 2008].

D.1 Guías de diseño de organizaciones humanas

En el diseño de organizaciones humanas existen varios trabajos en los que se definen cuales son los parámetros a considerar en el análisis y diseño de una organización. Los trabajos más representativos son los de Mintzberg y Galbraith, que explicamos a continuación.

En la propuesta de Mintzberg se definen nueve parámetros de diseño de organizaciones, agrupados en cuatro grupos diferentes (figura 27) [Mintzberg, 1993]. Estos parámetros permiten dividir y coordinar el trabajo, para establecer pautas estables de comportamiento.

Grupos de variables	Parámetros de diseño (variables de diseño)
Diseño de puestos	<ul style="list-style-type: none"> • Especialización del cargo • Formalización del comportamiento • Preparación y adoctrinamiento
Diseño de la superestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Agrupación de unidades • Tamaño de la unidad
Diseño de los enlaces laterales	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de planificación y control • Dispositivos de enlace
Diseño del sistema de toma de decisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Descentralización vertical • Descentralización horizontal

Figura 27. Variables de diseño de las organizaciones propuestas por Mintzberg

Mintzberg propone el análisis de las organizaciones en función de: (i) las características propias de los puestos de trabajo, definidas por su especialización de tareas, su formalización o normalización y las necesidades de preparación y adoctrinamiento; (ii) las relaciones entre las distintas unidades de trabajo de la coorganización el modo de agrupar a los miembros de dichas unidades y la cantidad total de miembros que tenga; (iii) los métodos de planificación y control de las distintas unidades y los dispositivos que permitan enlazar a las unidades entre sí; y (iv) el sistema empleado para la toma de decisiones, bien sea con centralización total o con descentralización vertical u horizontal.

Por su parte, en el trabajo de Galbraith se proponen cinco grupos de variables organizativas (tareas, estructura, procesos de información y decisión, sistemas de incentivos y personas) y se establece una conexión entre las variables y la estrategia de la empresa (figura 28) [Galbraith, 1977]. Dicha conexión permite diseñar la estructura de la organización a partir de su estrategia, tratando siempre de optimizar al máximo el rendimiento final de la misma.

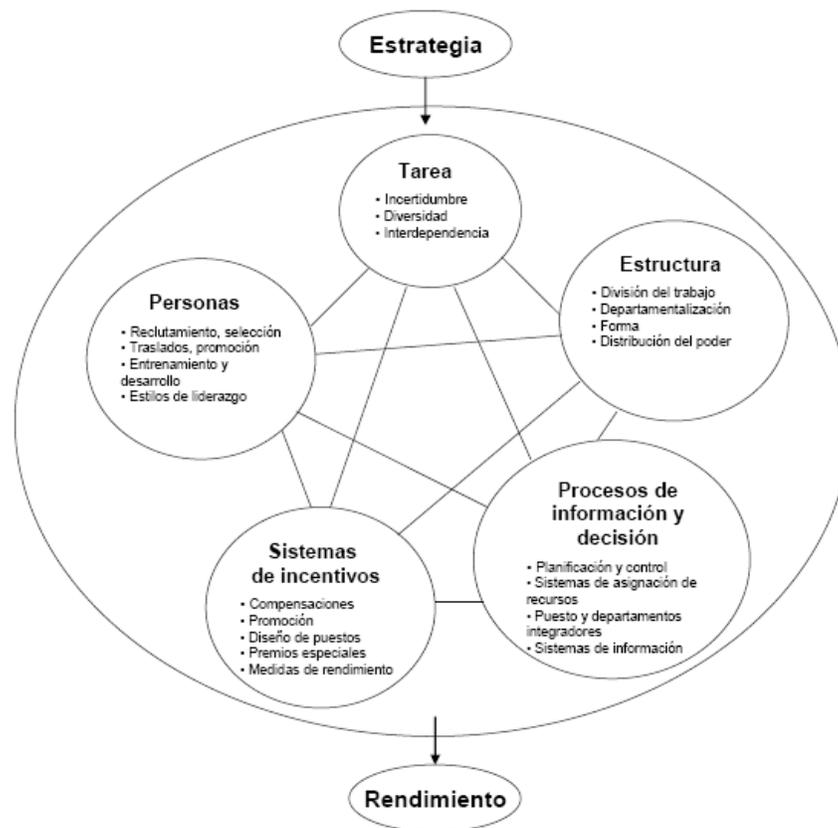


Figura 28. Dimensiones básicas de la organización propuestas por Galbraith

En concreto, hemos adaptado la secuencia – guía básica de diseño organizativo [Moreno – Luzón et al., 2001], 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” [Moreno – Luzón et al., 2001]. 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.

En la fase de ajuste a las circunstancias condicionantes de la empresa y los requisitos de la estrategia (figura 29), se siguen los siguientes pasos: (i) análisis del entorno específico de la empresa; (ii) análisis de las características de los productos y servicios a ofrecer, de los sistemas técnicos que se requieren y de la tecnología vigente en el sector; (iii) análisis de los requisitos sobre los tipos de trabajo de la organización; (iv) determinación de la diversidad e interdependencia de las tareas; y (v) especificación de requisitos sobre el diseño organizativo para administrar y organizar las tareas, los procesos y el trabajo.

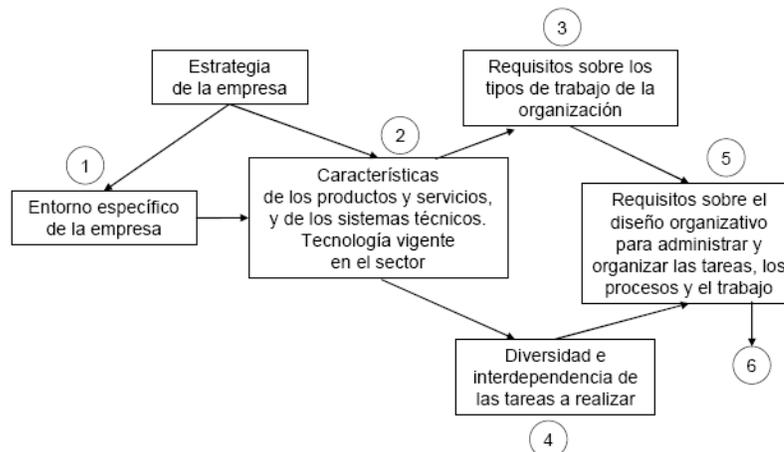


Figura 29. Secuencia – guía básica de diseño propuesta por Moreno – Luzon. Fase de ajuste a las circunstancias condicionantes de la empresa y los requisitos de la estrategia

En la fase de aplicación del diseño (figura 30), a partir de los requisitos sobre el diseño organizativo se establecen los siguientes puntos: (i) implementación de las tareas y procesos, incluyendo el sistema técnico, conocimientos, habilidades y formas en que se organiza; (ii) requisitos sobre la estructura; (iii) requisitos sobre los procesos de información – decisión; (iv) gestión y organización de la tecnología y de los diferentes tipos de trabajo necesarios, así como requisitos sobre las formas de diseño de los puestos; (v) políticas requeridas de gestión del personal; (vi) requisitos sobre las formas de medición, evaluación y control del trabajo; y (vii) requisitos sobre el sistema de recompensas.

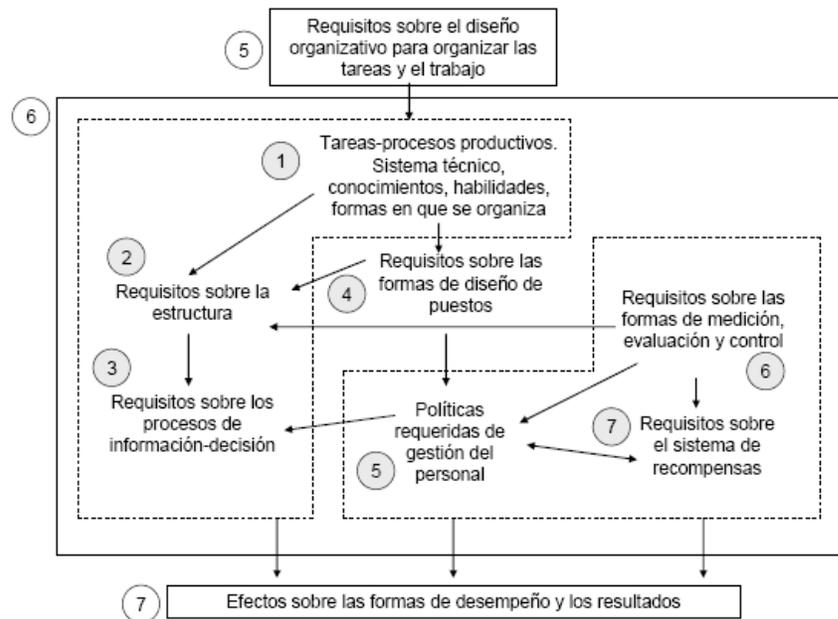


Figura 30. Secuencia – guía básica de diseño propuesta por Moreno – Luzon. Fase de aplicación del diseño

D.2 Meta – modelos del Sistema multiagente

El meta – modelado es un mecanismo que permite definir formalmente lenguajes de modelado, estableciendo las primitivas y propiedades sintácticas y semánticas de un modelo [Giret, 2005]. Por ejemplo, el meta – modelo de UML describe los conceptos y reglas que se necesitan para crear modelos UML.

Las metodologías INGENIAS [Gómez, 2002] y ANEMONA [Giret, 2005] ofrecen diversos meta – modelos para el análisis y diseño de un sistema multiagente, a través de la descripción de sus componentes (organizaciones, roles, agentes); funcionalidad (tareas y objetivos); entorno (recursos y aplicaciones); así como de las interacciones entre los agentes y sus aspectos internos de autonomía y gestión de su estado mental. El lenguaje que utilizan para la definición de los meta-modelos es la notación UML siguiendo las restricciones indicadas en GOPRR (Graph, Object, Property, Relationship and Role) [Kelly et al., 1996]. ANEMONA es una metodología Multiagente para el desarrollo de Sistemas Holónicos de Fabricación. Está basada en INGENIAS, la cual sigue un proceso iterativo de desarrollo del sistema, extendiendo las fases empleadas en la metodología MESSAGE.

Los factores relevantes de una organización son su estructura, funcionalidad, normalización, dinamicidad y entorno. Tanto INGENIAS como ANEMONA definen, a través de sus meta-modelos, gran parte de las entidades y relaciones requeridas por dichos factores. Por tanto, para el modelado de las organizaciones en los sistemas

multiagente la metodología GORMAS se ha basado en los meta-modelos que proponen estas dos metodologías, realizando extensiones para incluir nuevos conceptos, tales como la unidad organizativa, la norma o el servicio.

Los meta-modelos de ANEMONA, basados en los de INGENIAS, ofrecen la noción de Agente Abstracto (A – Agente) [Giret, 2005], que permite tratar colecciones de agentes como entidades de más alto nivel, de modo que durante las fases de análisis y diseño del sistema se considere, en algunos momentos, a la colección o agrupación de agentes como una entidad completa y única, que juega un rol determinado, que persigue unos objetivos, ejecuta unas tareas, etc.; en definitiva, que actúa como si se tratase de una entidad de tipo agente.

En otros momentos del proceso de análisis y diseño, la entidad A – Agente se refina y especifica internamente, detallándose así los elementos o entidades que la componen, bien sean agentes simples o bien nuevas agrupaciones de agentes. Por tanto, el A – Agente se define de forma recursiva, de modo que puede ser tanto un ente atómico como un sistema multiagente (con entidad única) constituido por Agentes Abstractos no necesariamente homogéneos.

Este concepto de Agente Abstracto está ligado a las organizaciones en la medida en que, las organizaciones se componen de una o más unidades organizativas, las cuales, por un lado, estarán formadas por agentes u otras unidades, siguiendo unos patrones de interacción y normas estructurales establecidos; por otro, la unidad ofrecerá ciertos servicios a entidades externas a la misma (o incluso a sus propios miembros) como si de una entidad única se tratase, es decir, sin importar realmente quién desempeñará dicho servicio. Además, podrá jugar un determinado rol dentro de otras unidades y perseguirá ciertos objetivos, denominados objetivos funcionales, que determinarán el rendimiento y efectividad de la unidad. Por tanto, los conceptos de A – Agente y Unidad Organizativa están relacionados entre sí y podremos emplearlos para el modelado de organizaciones de agentes.

En ANEMONA se define un total de cinco meta-modelos distintos, a partir de los cuales se han desarrollado los meta – modelos de la propuesta GORMAS: de agente, de tareas y objetivos, de interacción, del entorno y de organización. A continuación se comenta brevemente en qué consiste cada uno de estos meta – modelos y las extensiones realizadas a los mismos.

- *El meta – modelo de agente:* Permite describir los agentes concretos, excluyendo sus interacciones con otros agentes. Por tanto, se definen las responsabilidades del A – Agente: qué roles juega; qué habilidades o tareas sabe ejecutar (y, por tanto, es responsable de la ejecución de dichas tareas); y qué objetivos persigue, comprometiéndose a alcanzarlos. Dada la definición recursiva (holónica) del A –

Agente, dichas responsabilidades se aplican no sólo a agentes atómicos, sino también a las agrupaciones de agentes, vistas como organización. Así, una organización podrá jugar un rol (dentro de otra organización que la contenga), será responsable de las tareas asignadas a ese rol, tendrá las capacidades definidas en ese rol, perseguirá los objetivos definidos para el rol, etc.

Dadas las características de sociabilidad, asumimos que un agente ofrece una serie de servicios, es decir, un conjunto de funcionalidades que serán solicitadas por otros agentes, con independencia de los agentes concretos con los que se interactúe. Dichos servicios serán proporcionados a través de las tareas que el agente implementa. Por ejemplo, un agente encargado de la venta de entradas de un cine ofrece el servicio Venta de entradas a cualquier agente que requiera de dicho servicio. Además, cuando el agente se incorpore como miembro en una organización determinada, lo hará adoptando (o jugando) un determinado rol, en el que se especifica qué servicios concretos podrá servir y el modo en el que se deben ofrecer dichos servicios. De esta manera, un agente individual podrá tener implementado internamente un conjunto de servicios, pero al actuar como miembro de una organización solamente se le permita ofrecer la funcionalidad de un conjunto restringido de los mismos, para así adecuarse a los requisitos impuestos en la organización.

En la metodología GORMAS, en el meta – modelo de agente 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. Además, si se conoce en qué organizaciones participa el agente, en este meta-modelo se especifica qué roles juega el agente en ellas.

- *El meta – modelo de tareas y objetivos:* Permite modelar el control del agente, describiendo cuándo se pueden ejecutar las tareas, qué cambios sobre el estado mental del agente se producen y cuál es la motivación del agente para ejecutar dichas tareas (es decir, qué objetivos se persiguen). En este meta – modelo se realiza también la descomposición de las tareas y objetivos en sub – tareas y sub – objetivos más concretos, respectivamente. Por su parte, las tareas se llevan a cabo al darse ciertas condiciones del entorno, reflejadas mediante entidades mentales. Durante su ejecución pueden consumir recursos, utilizar aplicaciones y producir nuevos recursos y nuevos estados o entidades mentales. En ocasiones, la ejecución de las tareas produce también interacciones de los A – Agentes entre sí.

En la metodología GORMAS, se integra el concepto de servicio, indicando qué servicios ofrecen y/o requieren las unidades organizativas; y se relacionan con las

tareas que los desempeñan. Debido a esta extensión, se ha renombrado el meta – modelo, pasándose a llamar *meta – modelo de actividad*, ya que en él se describe la funcionalidad de los agentes y de las unidades organizativas en base a servicios, tareas y objetivos.

- *El meta – modelo de interacción:* permite definir las interacciones del sistema. Así, se describen quiénes son los A – Agentes que participan en la interacción, en concreto un iniciador (o emisor) y uno o más colaboradores (receptores); así como 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.

En la metodología GORMAS se mantiene el mismo meta – modelo de interacción de ANEMONA, aunque las interacciones serán provocadas no sólo por la activación de Objetivos, sino también por la utilización de los servicios.

- *El meta – modelo del entorno:* En él se definen los recursos y aplicaciones que utilizan los A – Agentes. Un recurso representa un objeto del entorno que resulta indispensable para la ejecución de las tareas; mientras que una aplicación es todo aquel objeto del entorno que proporciona una funcionalidad concreta pero cuyo comportamiento no satisface el principio de racionalidad [Gómez, 2002].

El principio de racionalidad se suele expresar como el principio de que el individuo toma la mejor decisión dentro del conjunto de decisiones posibles.

En la metodología GORMAS se extiende este meta – modelo para incluir las actuaciones y percepciones de los agentes, así como el acceso a los servicios a través de sus puertos.

- *Meta – modelo de organización:* En él se describen los flujos de trabajo existentes, cómo se coordinan los participantes de la organización, cuáles son las tareas relevantes para la organización, los objetivos que se persiguen globalmente y las restricciones en el comportamiento de los agentes, como la relación de subordinación. En ANEMONA el concepto de organización representa simplemente a un conjunto de agentes, sin que se les asocie aspectos normativos ni dinámicos.

En la metodología GORMAS se integra el concepto de unidad organizativa, que describe las agrupaciones existentes entre los miembros del sistema. Las unidades llevan una estructura interna asociada; unas posiciones o roles que definen un conjunto de funcionalidad (servicios que ofrece y requiere), así como unos objetivos asociados, representando las expectativas de la organización para

dicha posición; recursos y aplicaciones propios de la unidad, que podrán ser accedidos por determinados miembros de la misma; y normas específicas que dictan el comportamiento de los miembros dentro de la organización. El concepto de Unidad Organizativa extiende al de A – Agente, proporcionando nuevas relaciones entre las entidades del sistema.

La utilización del concepto de Unidad Organizativa permite tratarla durante el análisis e incluso en el diseño del sistema como una entidad autónoma, con características propias tales como estructura, funcionalidad, dinamicidad y con un entorno propio, que tiene además asociados una serie de servicios para la gestión de sus miembros. Además, los meta-modelos propuestos permiten al diseñador optar por dos soluciones distintas: a) refinarlos para asignar la funcionalidad de la UO y el control de sus componentes a agentes internos específicos; b) delegar en una arquitectura de MAS organizativa dicha funcionalidad y control, a través de agentes o elementos propios de la arquitectura que se encarguen de ofrecer esos servicios.

En la metodología GORMAS la normalización queda expresada con un nuevo meta-modelo, el meta-modelo normativo, no contemplado en ANEMONA, en el que se detallan las normas de la organización, los objetivos normativos a seguir por los agentes, así como las sanciones y recompensas que afectan a dichas normas.

En resumen, las extensiones realizadas a los meta – modelos permiten describir los cinco factores que se requieren en el modelado de las organizaciones (estructura, funcionalidad, dinamicidad, entorno y normalización), según se muestra en la figura 31.

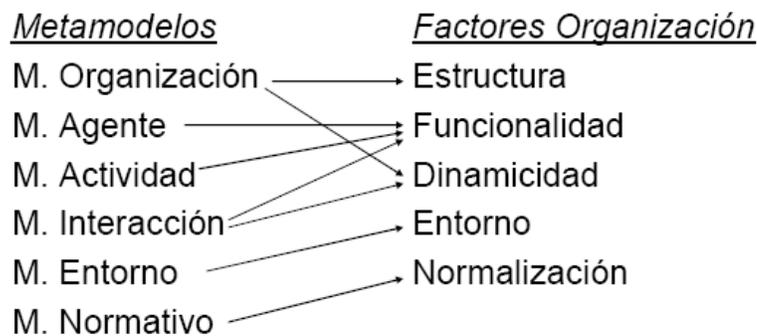


Figura 31. Relación entre los meta – modelos y los factores de la organización

De este modo, la estructura de la organización se define en base al meta – modelo de organización. La funcionalidad de la organización se describe mediante el meta – modelo de actividad, en el que se definen los servicios que ofrece y requiere la organización, así

como las tareas que los desempeñan y los objetivos que se persiguen. También por el meta – modelo de agente, el cual permite concretar las responsabilidades específicas de los agentes. Por último, por el meta – modelo de interacción, donde se definen las interacciones concretas de los agentes, así como la invocación de los servicios a través de sus puertos

Por otro lado, la dinamicidad se describe en el meta – modelo de organización (a través de la vista dinámica) y en el meta-modelo de interacción. El entorno de la organización se refleja a través del meta – modelo de entorno donde se describen no sólo los recursos y aplicaciones del sistema, sino también las actuaciones y percepciones de los agentes, así como los permisos de acceso a los puertos, recursos y aplicaciones de la organización. Finalmente, la normalización queda expresada en el nuevo meta – modelo normativo, que describe las regulaciones a aplicar en el sistema.

Las reglas nemotécnicas, que se definen en INGENIAS (y se mantienen en ANEMONA) para facilitar la lectura de los meta – modelos, son:

Al nombre de la relación le precede un conjunto de letras que denotan su procedencia (**O** para la organización; **GT** para los objetivos y tareas; **WF** para el flujo de trabajo; **AGO** para las relaciones sociales; **E** para el entorno; **I** para las interacciones y **N** para las normas).

Por cada asociación entre una entidad relationship y un object existe una instancia de la primitiva GOPRR Role, nombrándose ésta con el mismo nombre que la relación pero antecedido por la letra **R** y terminado con la letra **D** u **O**, para indicar el sentido de la relación (**D** de Destino, **O** de Origen).

En la metodología GORMAS se ha mantenido también la misma notación para facilitar la comparación de las extensiones y modificaciones que se han realizado sobre los meta-modelos, en relación a los originales.

En la figura 32 se muestran los elemento gráficos que se utilizan en los modelos. Se mantienen los elementos propios de ANEMONA e INGENIAS, añadiendo los nuevos elementos propuestos en este trabajo, como el servicio y la norma. Se han empleado estos elementos gráficos en los distintos diagramas de ejemplo de las instanciaciones de los meta – modelos extendidos.



Figura 32. Elementos de la notación gráfica de los modelos

D.3 Entidades básicas

Se han extendido varias de las entidades básicas de ANEMONA, para incluir conceptos derivados de las organizaciones humanas, tales como Misión, Objetivo Funcional, Objetivo Operativo; así como los conceptos de Unidad Organizativa, Servicio y Norma.

En concreto, la entidad A – Agente se refina en las entidades Agente y *Unidad Organizativa*. Los Agentes son de dos tipos: Agente Interno, implementado por el grupo de desarrollo del sistema; y Agente Externo, potencialmente desarrollado por otros grupos de desarrollo y cuyo comportamiento real solamente se define a través del rol que juegue en el sistema. Por su parte, la *Unidad Organizativa* representa no sólo a una agrupación de agentes, sino también al entorno que les rodea y a las restricciones que gobiernan su comportamiento.

El concepto de *Servicio* se trata como una extensión de la entidad Flujo de Trabajo. Representa a un conjunto de tareas conectadas entre sí, de modo que los resultados de una tarea se necesitan en otra. Además se registra este servicio en algún mecanismo de publicitación (representado con la entidad PuertoServicio), para que aquellos agentes que así lo requieran puedan localizarlo y hacer uso del servicio.

La percepción y actuación de los agentes sobre su entorno se modeliza a través de la entidad *Puerto*, que se especializa a su vez en *PuertoEntorno* y *PuertoServicio*. El primero representa a los componentes de actuación y percepción sobre el entorno (entidades

Actuador y Perceptor); mientras que el segundo representa el acceso a un servicio determinado.

La Misión hace referencia al objetivo más general de toda organización, el cual permite establecer sus conexiones respecto al mundo que le rodea; el *Objetivo Funcional* especifica intereses a alcanzar por las unidades organizativas; mientras que el **Objetivo Operativo** denota objetivos con características medibles, sobre los cuales se establece claramente su satisfacción tras ejecutar determinadas acciones.

D.4 Secuencia – Guía

En este apartado se presenta el conjunto de guías de GORMAS para el análisis de requisitos 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. Basándonos en la secuencia-guía básica de diseño organizativo [Moreno – Luzón et al., 2001], comentada en la sección anterior, se ha definido para GORMAS un total de ocho fases.

La secuencia-guía propuesta permite ser integrada en un proceso de desarrollo de software completo. Para la descripción del proceso de desarrollo, así como de las distintas fases y trabajos a realizar en la secuencia-guía, utilizamos la notación SPEM (Software Process Engineering Metamodel) [O.M.G., 2002], empleada para definir procesos y sus componentes y descrita en términos de conceptos UML.

SPEM define a un proceso de desarrollo de software como un proceso colaborativo entre entidades abstractas activas llamadas roles de proceso que realizan operaciones denominadas actividades sobre entidades concretas y tangibles (productos de trabajo). Múltiples roles de proceso interactúan o colaboran intercambiando productos de trabajo y activando la ejecución de ciertas actividades. El objetivo global de este proceso es alcanzar un estado “bien definido” de un conjunto de productos de trabajo. El conjunto de productos de trabajo así como su estado “bien definido” y las actividades ejecutadas definen una metodología particular.

El conjunto completo de los elementos de modelado de proceso que define SPEM se puede consultar en la especificación del Object Management Group [O.M.G., 2002]. En la figura 33 se resumen los principales elementos de modelado de proceso empleados en esta tesis.

Elemento	Notación	Descripción
Proceso		Representa un proceso completo. Es un conjunto de descripciones de proceso internamente consistente que puede ser reutilizado para definir procesos mayores.
Fase		Representa una fase de un proceso de desarrollo software. Es una especialización de <i>Definición de Trabajo</i> .
Definición de Trabajo		Representa un conjunto de tareas. Es un tipo de operación (o tarea compleja) que describe el trabajo desarrollado en el proceso.
Producto de Trabajo		Es cualquier elemento producido, consumido o modificado por un proceso. Puede ser un fragmento de información, un Documento, un Modelo, código fuente, etc.
Encargado de Proceso		Representa el rol primario que ejecuta y es dueño de una Definición de Trabajo.
Rol de Proceso		Define las responsabilidades sobre un determinado Producto de Trabajo y los roles que ejecutan y ayudan en <i>Actividades específicas</i> .
Actividad		Es la sub-clase principal de Definición de Trabajo. Describe el conjunto de tareas, operaciones y acciones que son ejecutadas por un Rol de Proceso.
Documento		Representa un documento generado en un Proceso.
Guía		Los elementos guía pueden asociarse a cualquier elemento SPEM para proveer información más detallada sobre el elemento asociado. Ejemplos: Guías, Técnicas, Métricas, Ejemplos, Perfiles UML, Patrones, etc.
Modelo		Representa los modelos utilizados en el proceso de desarrollo software. Ejemplo: modelo de clases, modelo conceptual, modelo dinámico, modelo de agentes, modelo de interacción, etc.
Paquete de Proceso		Es un contenedor que contiene e importa elementos de descripción de procesos.

Figura 33. Elementos de definición de procesos de SPEM

El proceso de desarrollo de software comprende las fases de análisis, diseño, implementación, instalación y mantenimiento del sistema multiagente. 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 (figura 34).

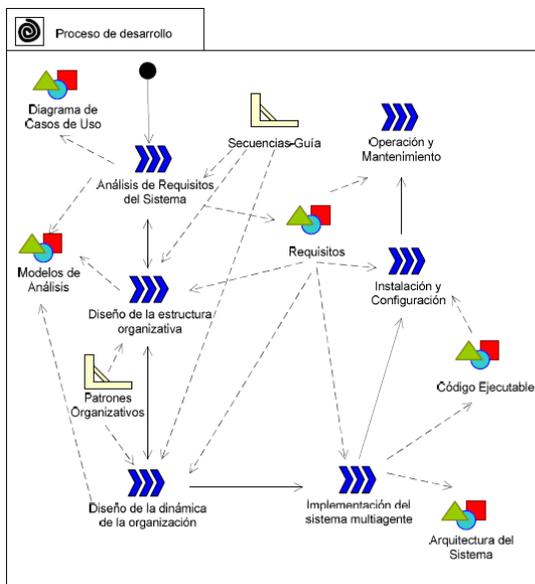


Figura 34. Proceso de desarrollo extendido del sistema multiagente

En la figura 7 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.

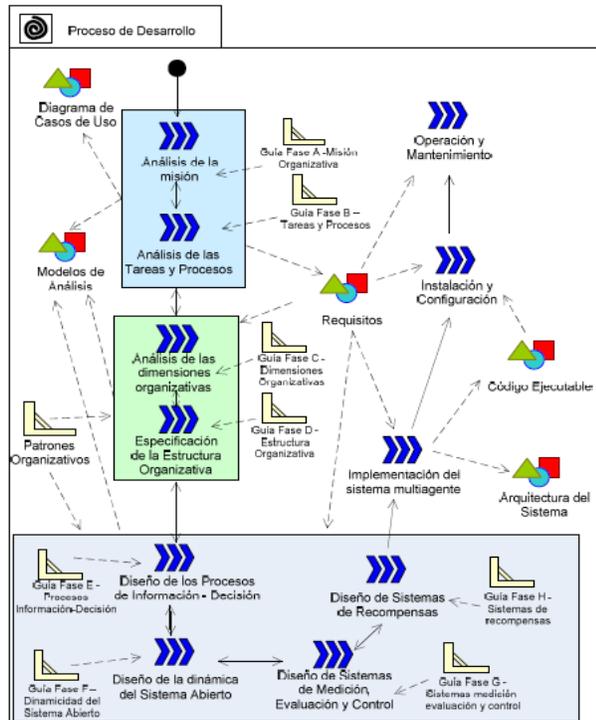


Figura 35. Integración de las fases de la secuencia – guía en el proceso de desarrollo del MAS

En concreto, durante la fase de análisis de requisitos del sistema se procede a la definición de la misión y al análisis de las tareas y procesos, haciendo uso de las fases A y B de nuestra guía.

En la fase de diseño de la estructura organizativa se lleva a cabo la especificación de las dimensiones y estructura de la organización, empleando las fases C y D de la secuencia-guía.

Por último, durante la fase de diseño de la dinámica de la organización se realiza el diseño de los procesos de información-decisión, el diseño de las políticas de dinamicidad del sistema abierto, el diseño de sistemas de medición, evaluación, control y el diseño de sistemas de recompensas, utilizando para ello las fases E, F, G y H de nuestra secuencia-guía.

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.

D.4.1 Fase A. Misión

La fase A. Misión posibilita conocer a nivel general qué prestaciones y servicios proporcionará el sistema a todos aquellos que requieran hacer uso del mismo. Por tanto, permite: (i) identificar los servicios y productos que proporciona el sistema; (ii) identificar los grupos de interés (clientes que hacen uso de los servicios, proveedores de recursos o de servicios, legisladores); (iii) identificar las condiciones generales del entorno (complejidad, diversidad...); y (iv) justificar la necesidad del sistema a desarrollar.

Como resultado, los documentos y modelos generados en esta fase son:

- Documento A1.Misión: descripción detallada de la misión de la organización.
- Documento A2.Grupos de interés: descripción detallada de las características de los grupos de interés.
- Documento A3. Condiciones Entorno: descripción de las condiciones generales del entorno.
- Diagrama de vista funcional (misión) del modelo de organización: se identifican los productos y servicios que ofrece el sistema, los objetivos globales (misión) que persigue, sus grupos de interés (relación OInteracciona), así el vínculo existente entre éstos, los resultados del sistema y los recursos o servicios que requiere (relaciones OProduce, OConsume).

Tabla 9. Documento A.1 Misión organizativa. Plantilla de descripción de la misión de una organización

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 <ul style="list-style-type: none"> – Finalidad: descripción del motivo por el que se ofrece dicho resultado – ¿Es tangible?: 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 <ul style="list-style-type: none"> – ¿Es consumidor?: el actor consume los productos o servicios que la organización proporciona – ¿Es productor?: 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 <ul style="list-style-type: none"> – Sistemas similares: detallar los sistemas existentes que proporcionan una orientación similar a la considerada

<ul style="list-style-type: none"> - Ventajas: conjunto de ventajas que se desean abordar con la nueva propuesta. Por ejemplo, utilización óptima de los recursos del sistema; mejora de la eficiencia interna; mejora de la calidad de los productos o servicios a ofertar; mejora de las relaciones con los clientes (mayor frecuencia, prontitud en la respuesta); integración de diferentes tecnologías - Desventajas: limitaciones de la nueva propuesta frente a los sistemas similares - Singularidades: elementos competitivos de la organización. Remarcar qué se pretende potenciar (prestaciones, calidad, coste, rendimiento).

Tabla 10. Documento A.2 Grupos de interés. Plantilla de descripción de los grupos de interés de la organización

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 11. Documento A.3 Condiciones del entorno. Plantilla de descripción de las condiciones del entorno

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 estable. Si no, es un entorno inestable o dinámico.
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 complejo. En otro caso, es simple.
Incertidumbre: si el entorno es dinámico y complejo, la incertidumbre es alta. Si el entorno es estable y sencillo, es baja.

<p>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 munificente. En caso contrario, es hostil.</p>
--

<p>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 diverso. En caso contrario, es uniforme.</p>

D.4.2 Fase B. Tareas y procesos

En la fase B. Tareas y Procesos se especifican cuáles son los servicios que ofrece la organización a sus clientes; cómo funcionan dichos servicios (descripción de sus entradas/salidas; tareas asociadas) y las relaciones existentes entre estos servicios (interdependencias).

Esta fase permite: (i) identificar el tipo de productos y servicios que oferta el sistema a sus clientes; (ii) identificar las tareas relacionadas con la producción de esos 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 producción 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.

Los documentos y modelos a generar en esta fase son:

- Documento B1. Tecnología esencial (Parte I - Productos y Parte II - Servicios): plantillas de descripción de la tecnología esencial para el producto y para el servicio. Permiten identificar el tipo de producción y/o el tipo de tecnología requerida.
- Documento B2. Tecnología de unidad de trabajo. Servicios: plantillas de descripción de las características de los productos y servicios del sistema.
- Diagrama de vista estructural del modelo de organización: se identifican los recursos y aplicaciones del sistema, asociándolos a la Unidad Organizativa (relaciones OContieneRecurso y OContieneAplicación).

En su caso, se identifican las entidades A – Agente que representen a clientes, así como la relación OContieneA-Agente.

- Diagrama de vista funcional del modelo de organización: se indican las relaciones ORequiere y OOfrece entre la Unidad Organizativa que representa al sistema o bien entidades A – Agente y los servicios identificados.

Se identifican los roles y relaciones WFProporciona y/o WFUtiliza, en base a quiénes ofrecen la funcionalidad del servicio (proveedor) y quiénes actúan como clientes de la misma.

- Diagramas de modelo de actividad: para cada servicio identificado se especifica su perfil (relación WFEspecifica), detallando sus entradas/ salidas y precondiciones/postcondiciones.

Además, se indican las A – Tareas en las que se descompone cada servicio (relación WFDescompone), así como la relación entre ellas, en base al flujo de entradas y salidas que requieren (relaciones WFConsume y WFproduce); y el orden existente entre los servicios o tareas (WFConecta, WFInvoca).

También se indica la descomposición del objetivo misión en los objetivos funcionales, en base a la relación GTDepende. Además, se indica la asociación entre servicios y objetivos funcionales (relación GTAfecta).

- Diagramas de modelo de entorno: para cada recurso y aplicación del sistema se especifican sus características propias. Además se identifican las relaciones EPercibe y ERecursoPertenece con respecto a las entidades A-Agente establecidas.
- Actualización del diagrama de vista funcional (misión) del modelo de organización (opcional): se incluyen los nuevos productos y/o servicios identificados en esta fase y se relacionan con el sistema (Unidad Organizativa) y sus grupos de interés (relaciones OConsume, OProduce).

Tecnología Esencial.

En la actividad análisis de la tecnología esencial, también denominada tecnología a nivel organizativo, se determina el modo en el que se deben producir los productos o servicios, en función de la demanda y las necesidades del cliente [Hodge et al., 2003], [Wagner y Hollenbeck, 2004], [Daft, 1998].

En las organizaciones humanas, para los productos se determina el tipo de producción que se realiza: orientada a lotes pequeños, en masa, de proceso continuo o flexible.

La producción orientada a lotes pequeños se ajusta a las necesidades específicas de los clientes, implicando una gran interacción con ellos. Se aplica principalmente a productos hechos sobre pedido, como equipos de construcción especializados, equipos electrónicos sobre pedido, ropa a medida, etc.

En la producción en masa se producen grandes lotes de producto y lo importante es la elaboración repetitiva del mismo producto, con una mínima o nula interacción con el cliente. Por ejemplo, se emplea en las líneas de montaje de automóviles.

En la producción de proceso continuo todo el proceso está mecanizado, sin inicio ni final concreto. En este caso se combina con la producción masiva en lotes, como por ejemplo en las plantas químicas, refinerías de petróleo, etc.

Por último, en la producción flexible el proceso está también mecanizado, pero admite una reconfiguración rápida para adaptar los equipos, máquinas y recursos a distintas tareas de producción. Por ejemplo, se aplica en empresas de cerámica, donde se fabrican determinados productos en lote, pero ante nuevas órdenes se reconfiguran las máquinas para atender dichas demandas.

En los sistemas multiagente, en la secuencia – guía se propone determinar en qué medida el cliente influye en el proceso de producción y en el aspecto final del producto, completando la plantilla de la tabla 12 incluida en el documento B1.Tecnología esencial (Parte I - Productos).

Tabla 12. Documento B.1 Tecnología esencial (Parte I – Productos). Plantilla de descripción de la tecnología esencial para el producto

B.1 Tecnología Esencial. Productos
<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? Se trata de producción continua</p> <p>– Sugerencias: identificar los productos básicos que sirven de componentes para productos más complejos o elaborados y representarlos como recursos.</p>
<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? Se trata de producción en lotes pequeños</p> <p>– Sugerencias: representar cada cliente como un A-Agente. Incluirlo como miembro de la Unidad Organizativa que representa al sistema.</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? Se trata de producción en masa</p> <p>– Sugerencias: 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>

Tabla 13. Documento B.1 Tecnología esencial (Parte II – Servicios). Plantilla de descripción de la tecnología esencial para el servicio

B.1. Tecnología Esencial. Servicios	
¿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? Se trata de tecnología de mediación	
¿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? Se trata de tecnología de vinculación prolongada	
¿El orden de los servicios a ofrecer es variable? ¿Depende de las decisiones o requisitos del cliente? ¿Las necesidades de los clientes son impredecibles? Se trata de tecnología intensiva	

Tabla 14. Documento B.2 Tecnología de unidad de trabajo (Parte I – Servicios). Plantilla de descripción de las características del servicio

B.2. Tecnología de Unidad de Trabajo. Servicios	
Nombre	Nombre del servicio
Descripción	Breve descripción sobre la funcionalidad del servicio
Condiciones Contexto Excepciones	Especificación del entorno en el que se ejecuta el servicio Condiciones que impiden que el servicio se ejecute de forma adecuada
Consumidor Objetivo Precio Beneficio	Actor que solicita hacer uso del servicio ¿Qué persigue al hacer uso del servicio? Valor que tendrá que pagar por consumir el servicio Descripción del beneficio que obtiene el consumidor
Productor Objetivo Coste Beneficio	Actor que se encarga de ofrecer el servicio, de ejecutarlo Qué persigue al producir este servicio Descripción del coste que conlleva la realización del servicio Descripción del beneficio que obtiene al realizar el servicio
Perfil del servicio Entradas Precondiciones Salidas Postcondiciones	Información a suministrar al servicio Condiciones de las entradas y de determinados valores del entorno para que el servicio se solicite de forma adecuada Información que devuelve el servicio Estados finales de los parámetros del entorno, en función de los distintos tipos de salida considerados
Funcionalidad Tareas Recursos Proveedor Productos	Conjunto de tareas que comprende el servicio. Indicar también cuáles de esas tareas vendrán representadas a través de nuevos servicios Entidades del entorno de las que hará uso, materias primas requeridas Actor que proporciona los recursos indicados Resultados tangibles relacionados con la ejecución del servicio

D.4.3 Fase C. Dimensiones Organizativas

En la fase C. Dimensiones Organizativas 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.

Los documentos generados en esta fase son:

- Documento C.Dimensiones Organizativas (Partes I y II): se especifican los valores de departamentalización, especialización, centralización, normalización y coordinación del sistema.
- Actualización del diagrama de vista estructural del modelo de organización (opcional): se definen las nuevas Unidades Organizativas, los nuevos Roles y sus relaciones (OContieneA-Agente, OContieneRol, OHerenciaRol)
- Actualización del diagrama de vista funcional del modelo de organización (funcionalidad externa) (opcional): se identifican nuevos servicios complejos, relacionándolos con nuevos roles (WFProporciona y WFUtiliza).
- Actualización del diagrama de vista funcional del modelo de organización (funcionalidad interna) (opcional): se relaciona cada nueva Unidad Organizativa con el rol que juega (relación WFJuega) y los servicios que proporciona.
- Actualización del diagrama de modelo de actividad (opcional): por cada servicio complejo se especifican los servicios o A-Tareas en los que se descompone (relación WFDescompone). Además, para cada servicio simple se detallan las A-Tareas que lo desempeñan.

Tabla 15. Documento C. Dimensiones Organizativas (Parte I). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la asignación de tareas

C. Dimensiones Organizativas <i>Departamentalización, Especialización y Centralización</i>
Departamentalización
¿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? En caso afirmativo se trata de departamentalización funcional Sugerencia: agrupar funcionalidades similares y crear una Unidad Organizativa por cada agrupación.
¿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? En caso afirmativo se trata de departamentalización divisional Sugerencia: agrupar funcionalidades orientadas al mismo cliente o producto y crear una Unidad Organizativa por cada agrupación.

¿Se dispone de funcionalidades similares para distintos tipos de clientes (o productos)? ¿Están interrelacionadas entre sí dichas funcionalidades, existiendo un orden específico a seguir? En caso afirmativo se trata de departamentalización funcional + divisional
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 Sugerencia: 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

Tabla 16. Documento C. Dimensiones organizativas (Parte II). Plantilla de descripción de las dimensiones organizativas para la identificación de restricciones

C. Dimensiones Organizativas <i>Coordinación y Formalización</i>
¿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.

D.4.4 Fase D. Estructura organizativa

En la fase D. Estructura Organizativa se selecciona la estructura organizativa más adecuada, en base a sus dimensiones. Además, se aplica el modelo organizativo asociado a dicha estructura al sistema a tratar.

Los documentos generados en esta fase son:

- Actualización del diagrama de la vista estructural del modelo de organización: se aplica el patrón de la estructura seleccionada, añadiendo nuevas entidades de tipo unidad organizativa, rol, recurso, norma, etc., según se indique en el patrón. Para cada UO identificada se especifica de qué tipo es (plana, equipo, jerarquía)

simple). Se correlacionan los roles identificados en fases anteriores de la guía con los que se proporcionan en el patrón de diseño. Además, se establecen sus cantidades máximas y mínimas.

- Actualización del diagrama de modelo de actividad (opcional): se describe la funcionalidad de los servicios indicados en el patrón de diseño.
- Diagrama del modelo de agente (opcional): se asocian las unidades organizativas a los roles y a la funcionalidad específica que se espera de estas unidades.

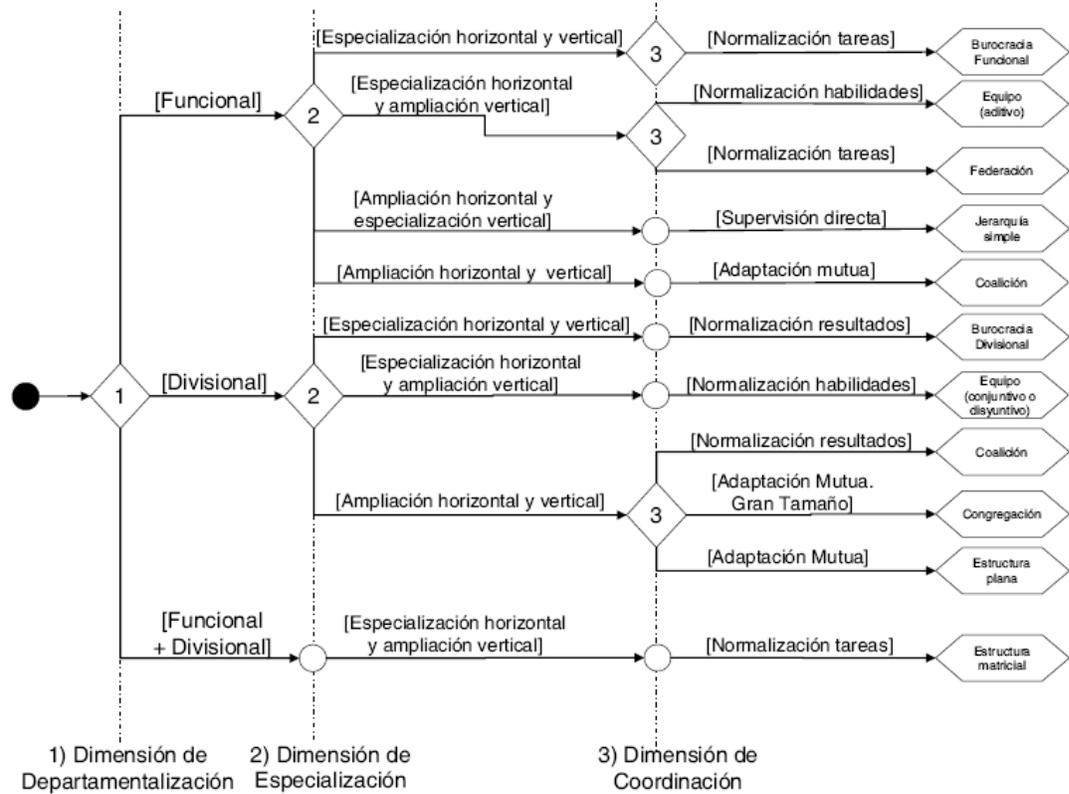


Figura 36. Árbol de decisión de la estructura organizativa

D.4.5 Fase E. Diseño de los procesos de información y decisión

En la fase E. Procesos de información y decisión se determina quiénes se encargan de proporcionar cada uno de los servicios identificados, qué procesos o tareas comprenden, así como que objetivos operativos llevan asociados esos procesos. También se detallan las interacciones entre los agentes, los mensajes requeridos por los servicios, así como los puntos de acceso y procesamiento de la información

Los documentos y modelos generados en esta fase son:

- Documento E.Ontología del Dominio: relación de conceptos del dominio de aplicación.
- Diagramas del modelo de interacción: se definen las entidades Interacción para cada servicio. Para cada interacción se definen quiénes son sus iniciadores y colaboradores (relaciones IInicia e IInteracciona); y se asocia con los objetivos del servicio (relación IPersigue).
- Diagramas de secuencia para la especificación de las interacciones: se definen los mensajes concretos que conforman a la interacción, empleando diagramas con notación GRASIA, AUML, etc.
- Actualización del diagrama de modelo de actividad: se identifican todas las relaciones WFProporciona que indican quién se encarga de suministrar el servicio. Además se determinan los objetivos operativos (relaciones GTDescompone y GTDepende), asociándolos a las tareas del servicio (relación GTAfecta)
- Actualización del diagrama del modelo de entorno: se revisan los recursos y aplicaciones del sistema, de los que se extrae la información, añadiendo aquellos que sean necesarios.

Se identifican las entidades PuertoEntorno para el acceso a los recursos y aplicaciones. Se establecen las relaciones WFUtilizaPuerto, para representar los permisos de acceso al entorno; y EContienePuerto, para la gestión de esos permisos.

- Actualización del diagrama de la vista social del modelo de organización: se identifican nuevas relaciones AGOInformación entre entidades de distintas unidades organizativas.

D.4.6 Fase F. Dinamicidad del Sistema Abierto

En la fase F. Dinamicidad del sistema abierto se establece para cuáles de los servicios requeridos se diseñan e implementan agentes que cubran esa funcionalidad. Por tanto, permite: (i) identificar los agentes externos e internos, así como los agentes propios (agentes implementados por los diseñadores del sistema, capacitados para adquirir roles de tipo interno y/o externo); (ii) establecer el patrón de comportamiento de los agentes externos, a través de las normas asociadas a los roles accesibles del sistema; y (iii) detallar el comportamiento de los agentes propios.

Los documentos y modelos generados en esta fase son:

- Actualización de los diagramas del modelo de entorno: asociar la entidad PuertoServicio a cada servicio publicitado. Anadir la relación IAccede sobre ese puerto, especificando quién hace uso del mismo.
- Actualización de los diagramas del modelo de organización: identificar las entidades Agente y relacionarlas con los roles que juegan (relación WFJuega). Conectar las unidades organizativas con sus agentes internos (relación OContieneA-Agente). Incluir las nuevas entidades Norma y asociarlas con las unidades (relación OContieneNorma).
- Documento Normas: descripción de las normas asociadas a la publicación de servicios, cardinalidad de los roles, su compatibilidad y orden de ejecución de los servicios. Las normas son definidas aplicando la descripción BNF del lenguaje normativo propuesto.
- Actualización de los diagramas del modelo normativo: describir las normas del documento anterior mediante entidades de tipo Norma. Asociarles los roles o agentes afectados, los objetivos deónticos, tareas/ servicios implicados y condiciones de activación/desactivación.

Actualización de los diagramas de modelo de actividad: descripción de las tareas asociadas a los servicios AdquirirRol y DejarRol.

- Diagramas del modelo de agente: diseño de agentes propios, asociados a servicios o funcionalidad publicitada (externos) o no publicitada (internos).

D.4.7 Fase G. Sistemas de medición, evaluación y control.

La fase G. Sistemas de medición, evaluación y control establece los mecanismos y normas para evaluar si los objetivos del sistema se cumplen.

Los modelos a generar en esta fase son:

- Diagrama del modelo normativo: se especifican las normas para el control de los comportamientos de los miembros del sistema, atendiendo principalmente a la normalización de las tareas y a la normalización de los resultados.
- Actualización del documento Normas: descripción de las normas asociadas al orden de ejecución de los servicios y a la calidad de sus resultados, definidas con la descripción BNF del lenguaje normativo propuesto.

- Actualización del diagrama de la vista estructural del modelo de organización: se relaciona cada unidad organizativa con las nuevas normas planteadas.
- Actualización del diagrama del modelo de actividad (opcional): se revisa el flujo de tareas del servicio AdquirirRol, para incorporar la información y negociación de los parámetros de calidad.
- Actualización del diagrama del modelo de interacción (opcional): se definen las interacciones producidas por la información y negociación de los parámetros de calidad.

D.4.8 Fase H. Sistemas de recompensas

La fase H. Sistemas de recompensas especifica el sistema de incentivos a aplicar para conseguir que sus miembros avancen en la dirección de la misión de la organización.

Los documentos y modelos generados en esta fase son:

- Actualización del diagrama de modelo normativo: revisión de las normas, asignándoles recompensas si así lo requieran. Especificación de nuevas normas.
- Actualización del diagrama de la vista estructural del modelo de organización: relación de cada unidad organizativa con las nuevas normas identificadas.
- Actualización del documento Normas: descripción de las normas definidas para fomentar los comportamientos generales deseados, de tipo “unirse y permanecer”, “esfuerzo sobre niveles mínimos” o bien “cooperación”.

BIBLIOGRAFÍA ANEXOS

- [Argente, 2008] Argente, E. "GORMAS: Guías para el desarrollo de sistemas multiagentes abiertos basados en organizaciones". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 2008
- [FIPA, 2001a] FIPA English Auction Interaction Protocol Specification. Technical Report XC00031F, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Agosto 2001.
- [FIPA, 2001b] FIPA Dutch Auction Interaction Protocol Specification. Technical Report XC00032F, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Agosto 2001.
- [FIPA, 2002a] FIPA Communicative Act Library Specification. Technical Report, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, SC00037J, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002b] FIPA Propose Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00036H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002c] FIPA Request Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00026H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002d] FIPA Request When Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00028H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002e] FIPA Query Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00027H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002f] FIPA Contract Net Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00029H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002g] FIPA Iterated Contract Net Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00030H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.

- [FIPA, 2002h] FIPA Brokering Interaction Protocol Specification. Technical Report XC00033F, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Agosto 2001.
- [FIPA, 2002i] FIPA Recruiting Interaction Protocol. Technical Report SC00034H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [FIPA, 2002j] FIPA Subscribe Interaction Protocol Specification. Technical Report SC00035H, FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTS, Diciembre 2002.
- [Galbraith, 1977] Galbraith, J. "Organization Design". Addison-Wesley, 1977
- [Giret, 2005] Giret, A. "ANEMONA: Una metodología multi-agente para sistemas holónicos de fabricación". Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 2005.
- [Gómez, 2002] Gómez, J. J. "Modelado de Sistemas Multi-Agente". Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 2002
- [Kelly et al., 1996] Kelly, S.; Lyytinen, K.; y Rossi, M. MetaEdit+: "A Fully Configurable Multi-User and Multi-Tool CASE Environment". In Proceedings of CAISE'96, volume 1080, 1–21. Springer-Verlag, 1996.
- [ISA, 2005] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA). ANSI/ISA-95.00.01-2000: "Enterprise – Control Systems Integration Part 3 Activity Models Of Manufacturing Operation Management". North Carolina, USA, 2005.
- [Mintzberg, 1993] Mintzberg, H. "Structures in fives: designing effective organizations". Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall, 1993.
- [Moreno-Luzon et al., 2001] Moreno-Luzon, M. D.; Peris, F.; y Gonzalez, T. 2001. Gestión de la Calidad y Diseño de Organizaciones. Prentice Hall, Pearson Education.
- [O.M.G., 2002] O.M.G. Software Process Engineering Metamodel Specification Version 1.0. Technical report, Object Management Group, 2002