INGENIERÍA DEL SOFTWARE I
Tema 7

Lenguaje Unificado de Modelado - UML

Univ. Cantabria – Fac. de Ciencias

Francisco Ruiz, Patricia López

Objetivos del Tema

- Presentar el estándar UML 2.
- Conocer sus principales características.
- Conocer los principales constructores del lenguaje, así como los diversos tipos de diagramas y vistas de modelado que incluye.

Contenido

- Introducción
- Objetivos
- Conceptos de Modelado
  - Modelos
  - Vistas Arquitecturales
- Modelo Conceptual
- Elementos
  - Estructurales
  - De Comportamiento
  - De Agrupación
  - De Anotación
- Relaciones
- Diagramas
  - Estructurales
  - De Comportamiento
- Reglas
- Mecanismos Comunes
  - Especificaciones
  - Adornos
  - Divisiones comunes
  - Extensibilidad
- OCL

Bibliografía

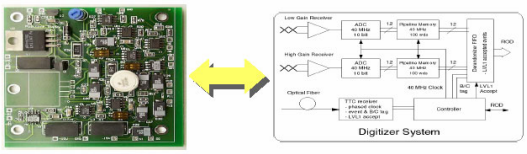
- Básica
  - Booch, Rumbaugh y Jacobson (2006): El Lenguaje Unificado de Modelado. 2ª edición.
    - Caps. 2 y 7.
- Complementaria
  - Booch, Rumbaugh y Jacobson (2006): El Lenguaje Unificado de Modelado. 2ª edición.
    - Caps. 4, 5 y 6.
  - Rumbaugh, Jacobson y Booch (2007): El Lenguaje Unificado de Modelado. Manual de Referencia. 2ª edición.
    - Cap. 3.

Bibliografía

- Estándares UML y OCL
  - www.uml.org
- Webs
  - Múltiples enlaces e informaciones sobre UML:
    - http://www.cetus-links.org/oo_uml.html
  - Nuevas características del UML 2
    - http://www.epidataconsulting.com/tikiwiki/tiki-read_article.php?articleId=31
  - Diagramas de UML 2 (con Visual-Paradigm)
    - http://www.visual-paradigm.com/VPGallery/diagrams/index.html

Introducción: Importancia del modelado

- Un **modelo** es una **abstracción** de un sistema o entidad del mundo real.
- Una abstracción es una **simplificación**, que incluye sólo aquellos detalles relevantes para algún determinado propósito
- El modelado permiten **abordar la complejidad** de los sistemas



Modeled system Functional model

Representación de software mediante código

```
package codemodel;
public class Guitarist extends Person implements MusicPlayer {
      Guitar favoriteGuitar;
       public Guitarist (String name) {super(name);}
              // A couple of local methods for accessing the class's properties
      public void setInstrument(Instrument instrument) {
              if (instrument instanceof Guitar) {
                        this.favoriteGuitar = (Guitar) instrument;
              }else {
                        System.out.println("I'm not playing that thing!");
               }
      }
      public Instrument getInstrument( ) {return this.favoriteGuitar;}
}
```

- Representa sólo la lógica e ignora el resto
- El ser humano lo interpreta muy lentamente
- No facilita la reutilización ni la comunicación

Representación mediante un lenguaje natural

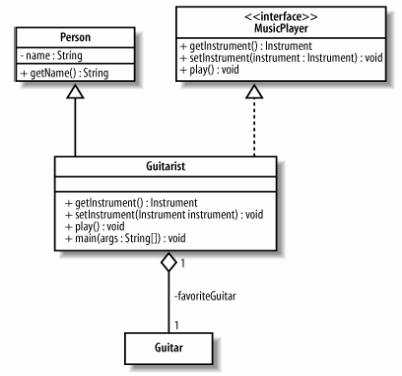
Guitarist is a class that contains six members: one static and five non-static. Guitarist uses, and so needs an instance of, Guitar; however, since this might be shared with other classes in its package, the Guitar instance variable, called favoriteGuitar, is declared as default.

Five of the members within Guitarist are methods. Four are not static. One of these methods is a constructor that takes one argument, and instances of String are called name, which removes the default constructor.

Three regular methods are then provided. The first is called setInstrument, and it takes one parameter, an instance of Instrument called instrument, and has no return type. The second is called getInstrument and it has no parameters, but its return type is Instrument. The final method is called play. The play method is actually enforced by the MusicPlayer interface that the Guitarist class implements. The play method takes no parameters, and its return type is void.

- Es ambigua y confusa
- Es lenta de interpretar
- Difícil de procesar

Representación mediante un lenguaje de modelado visual

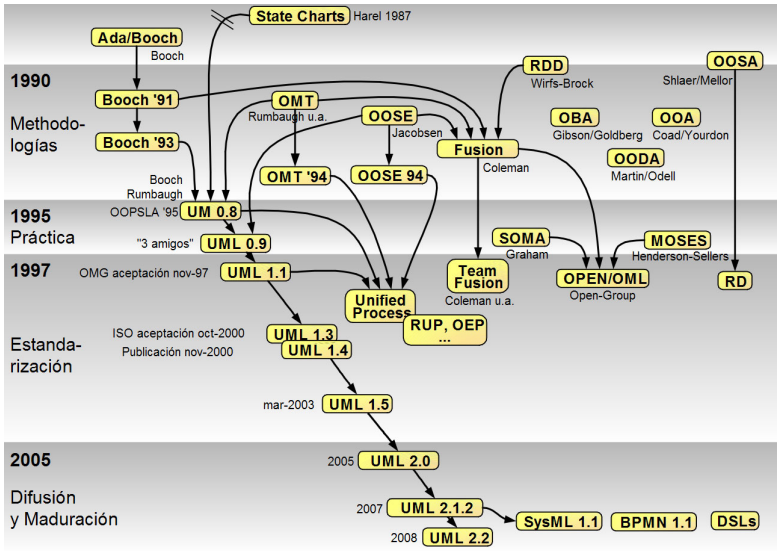


- No es ambigua ni confusa (una vez conocemos la semántica de cada elemento de modelado)
- Es fácil y rápida de interpretar
- Es fácil de procesar por herramientas

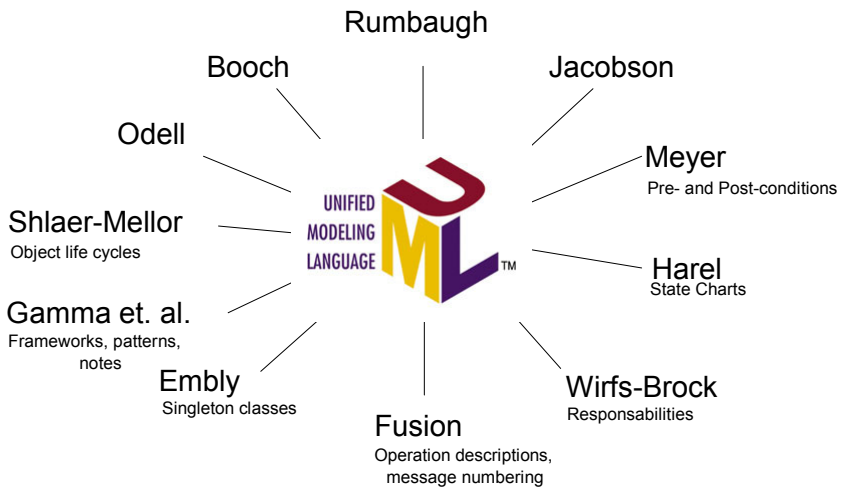
Introducción

- **UML = Unified Modeling Language**
- Es un lenguaje de modelado visual de propósito general orientado a objetos.
  - Impulsado por el **Object Management Group**
  - www.omg.org
- Independiente de cualquier fabricante comercial
- Combina notaciones provenientes de varios tipos de modelado:
  - Orientado a Objetos
  - Datos
  - Componentes
  - Flujos de Trabajo (Workflows)

Introducción



Introducción



Introducción

- **Lenguaje de Modelado UML**
  - "Lenguaje cuyo vocabulario y reglas se centran en la representación conceptual y física de un sistema" (Booch, Jacobson y Rumbaugh).
  - Estándar para escribir los **planos del software.**
  - = Notación + Reglas (Sintácticas, Semánticas)
  - **UML** ofrece vocabulario y reglas para crear y leer modelos bien formados.
  - **No ofrece un método**.

Introducción

- **UML** es sólo un lenguaje
  - Independiente del Proceso
  - Pero su **uso óptimo** aconseja procesos dirigidos por casos de uso, centrados en la arquitectura, iterativos e incrementales
    - → Proceso Unificado de Desarrollo (RUP)
  - Cubre las diferentes **vistas** de la arquitectura de un sistema mientras evoluciona a través del ciclo de vida del desarrollo de software
  - Vistas Software (estáticas, dinámicas, etc..)
    - Son como los distintos planos de una casa (estructura-cimientos, albañilería, fontanería, electricidad, ...)

Introducción

- ¿**Cuándo** puede utilizarse UML?
- En **sistemas software** en diversos dominios:
  - Sistemas de información empresariales
  - Bancos y servicios financieros
  - Telecomunicaciones
  - Transporte
  - Defensa e industria aeroespacial
  - Comercio
  - Electrónica médica
  - Ámbito Científico
  - Servicios basados en Web
  - y también, sistemas que no son software

Introducción

- **Inconvenientes** de UML
  - **No es una metodología**. Además de UML, hace falta una guía metodológica de cómo desarrollar software con OO.
  - **No cubre todas** las necesidades de especificación de un proyecto software.
    - No define los documentos textuales
  - Faltan **ejemplos** elaborados en la documentación.
  - Hay un cierto **monopolio** en torno a UML y OMG (libros, certificaciones, etc.).

Introducción

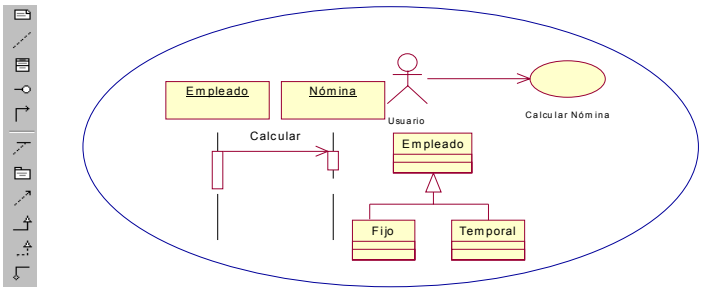
- **Tendencias de Futuro**
  - Extensiones de UML
    - SysML - Systems Modeling Language (SysML, www.sysml.org)
  - Generación automática de código a partir de modelos
    - Model-Driven Engineering (MDE)
  - Extendiendo UML mediante perfiles
    - MARTE – Modeling and Analysis of Real-Time Embedded Systems
  - Entornos avanzados basados en metamodelado
    - Eclipse Modeling Framework (EMF)
  - Modelado y generación de código en dominios específicos
    - Domain-Specific Modeling (DSM, www.dsmforum.org)

Objetivos

- **UML** es un **lenguaje de modelado visual** que sirve para
  - **visualizar**,
  - **especificar**,
  - **construir** y
  - **documentar**
- Sistemas
- Independientemente de la metodología de análisis y diseño (orientada a objetos)

Objetivos - Visualizar

- Detrás de cada símbolo en **UML** hay una semántica bien definida.
  - Basada en un metamodelo estándar MOF-compliant.
- Trasciende a lo que puede ser representado en un lenguaje de programación.
- Es más que un montón de símbolos gráficos
- Modelo explícito, que facilita la comunicación.

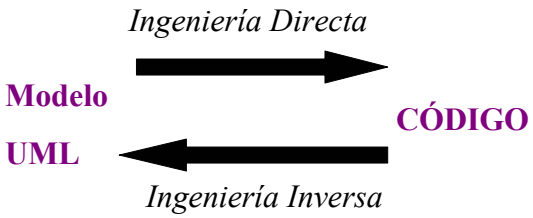


Objetivos - Especificar

- Especificar es equivalente a **construir modelos** precisos, no ambiguos y completos.
- **UML** cubre la especificación del análisis, diseño e implementación de un sistema intensivo en software.

Objetivos - Construir

- **UML** no es un lenguaje de programación visual, pero es posible establecer correspondencias entre un modelo UML y lenguajes de programación (Java, C++) y bases de datos (relacionales, OO).



Objetivos - Documentar

- **UML** cubre toda la documentación de un sistema:
  - Arquitectura del sistema y sus detalles (diseño)
  - Expresar requisitos y pruebas
  - Modelar las actividades de planificación y gestión de versiones.

Importancia en el mantenimiento

Conceptos de Modelado

- **Sistema**
  - Colección de elementos, posiblemente divididos en subsistemas, organizados para lograr un propósito. Está descrito por un conjunto de modelos.
- **Modelo**
  - Simplificación completa y autoconsistente de la realidad, creado para comprender mejor un sistema.
- **Vista** (Arquitectural)
  - Proyección de la organización y estructura de un modelo de un sistema, centrada en un aspecto.
  - Incluye un subconjunto de los elementos incluidos en el modelo
- **Diagrama**
  - Representación gráfica de un conjunto de elementos normalmente mostrado como grafo conexo de nodos (elementos) y arcos relaciones).

Conceptos de Modelado - Modelos

- Un **modelo** captura las propiedades estructurales (estática) y de comportamiento (dinámicas) de un sistema.
  - Es una abstracción de dicho sistema, considerando un cierto propósito.
  - El modelo describe completamente aquellos aspectos del sistema que son relevantes al propósito del modelo, y a un apropiado nivel de detalle.

Conceptos de Modelado - Modelos

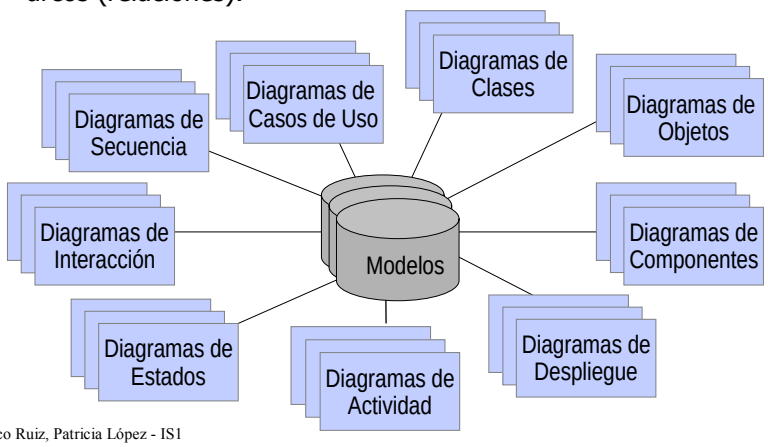
- Un proceso de desarrollo de software debe ofrecer un **conjunto de modelos** que permitan expresar el producto desde cada una de las perspectivas de interés.
- El código fuente del sistema es el modelo más detallado del sistema (y además, es ejecutable). Sin embargo, se requieren otros modelos.
- Cada modelo es completo desde un punto de vista del sistema. Sin embargo, existen relaciones de trazabilidad entre los diferentes modelos.

Conceptos de Modelado - Modelos

- Los modelos a usar vienen determinados por la metodología empleada.
- En Rational Unified Process (RUP)
  - De Casos de Uso del Negocio (Business Use-Case Model)
  - De Objetos del Negocio (Business Object Model)
  - De Casos de Uso (Use-Case Model)
  - De Análisis (Analysis Model)
  - De Diseño (Design Model)
  - De Despliegue (Deployment Model)
  - De Datos (Data Model)
  - De Implementación (Implementation Model)
  - De Pruebas (Test Model)

Diagramas

- Un **diagrama** es la **representación gráfica** de un conjunto de elementos de modelado (parte de un modelo).
  - A menudo se dibujan como un grafo conexo de nodos (elementos) y arcos (relaciones).

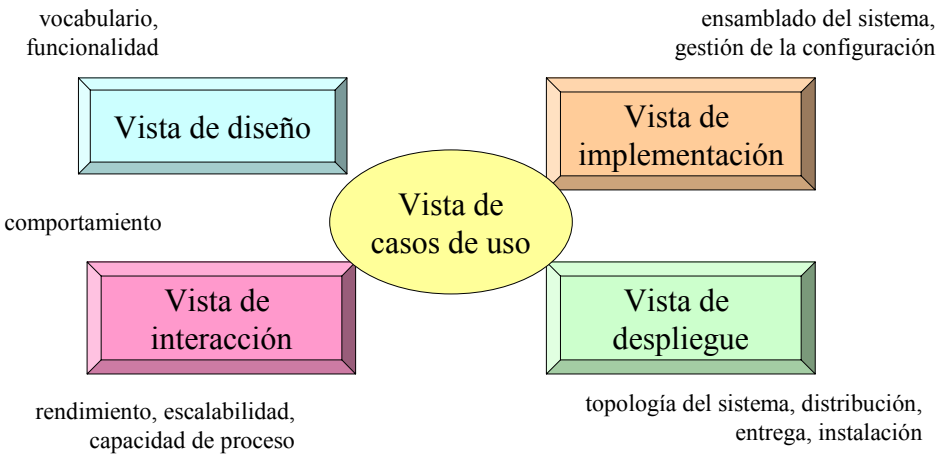


Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- Durante el desarrollo de un sistema intensivo en software se requiere que el sistema sea visto desde varias perspectivas.
- Diferentes usuarios miran el sistema de formas diferentes en momentos diferentes.
- La arquitectura del sistema, clave para poder manejar estos puntos de vista diferentes, puede describirse mejor a través de **vistas arquitecturales** interrelacionadas.
  - Proyecciones de la organización y estructura del sistema, centradas en un aspecto particular.
- No se requiere una vista que contenga la **semántica completa** de la aplicación. La semántica reside en el modelo.

Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

Las 4 +1 Vistas Arquitecturales



Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- **Vista de Casos de Uso**
  - Captura la **funcionalidad** del sistema tal y como es percibido por los usuarios finales, analistas y encargados de pruebas.
  - Comprende los **casos de uso** que describen el comportamiento asociado a dicha funcionalidad.
  - En esta vista no se especifica la organización real del sistema software.
  - Los **diagramas** que le corresponden son:
    - Aspectos **estáticos**: diagramas de casos de uso.
    - Aspectos **dinámicos**: diagramas de interacción, de estados y de actividades.

Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- **Vista de Diseño**
  - Captura las clases, interfaces y colaboraciones que forman el **vocabulario del problema y su solución**.
  - Soporta, principalmente, los requisitos funcionales del sistema (servicios que el sistema debe proporcionar a sus usuarios finales).
  - Los **diagramas** que le corresponden son:
    - Aspectos **estáticos**: diagramas de clases y de objetos. También son útiles los diagramas de estructura compuesta de clases.
    - Aspectos **dinámicos**: diagramas de interacción, de estados y de actividades.

Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- **Vista de Interacción**
  - Captura el **flujo de control** entre las diversas **partes del sistema**, incluyendo los posibles mecanismos de concurrencia y sincronización.
  - Abarca en especial requisitos no funcionales como el rendimiento, escalabilidad y capacidad de procesamiento.
  - Los **diagramas** que le corresponden son los mismos que la vista de diseño:
    - Aspectos **estáticos**: diagramas de clases y de objetos.
    - Aspectos **dinámicos**: diagramas de interacción, de estados y de actividades.
  - Pero atendiendo más las clases activas que controlan el sistema y los mensajes entre ellas.

Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- **Vista de Implementación**
  - Captura los **artefactos** que se utilizan para ensamblar y poner en producción el sistema **software real**.
  - Se centra en:
    - La configuración de las distintas versiones de los archivos físicos,
    - Correspondencia entre clases y ficheros de código fuente,
    - Correspondencia entre componentes lógicos y artefactos físicos.
  - Los **diagramas** que le corresponden son:
    - Aspectos **estáticos**: diagramas de componentes (especialmente la versión de artefactos) y de estructura compuesta.
    - Aspectos **dinámicos**: diagramas de interacción, de estados y de actividades.

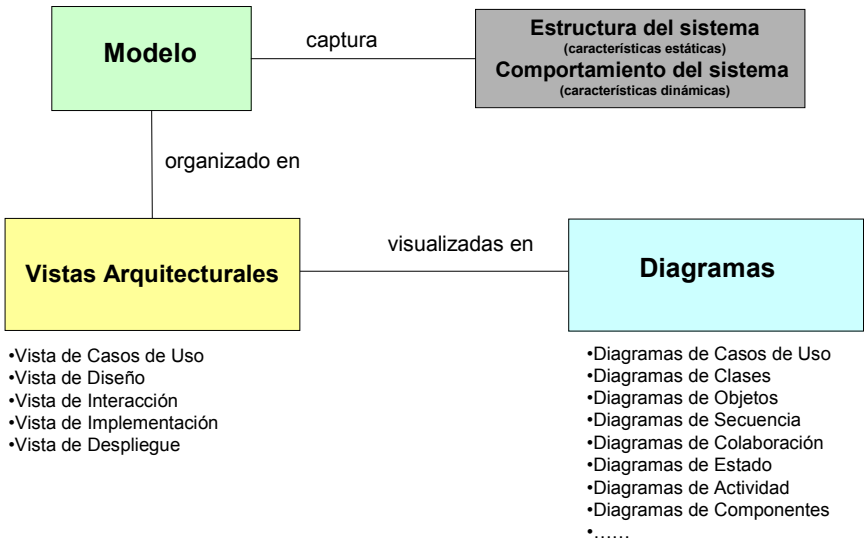
Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- **Vista de Despliegue**
  - Captura las características de **instalación y ejecución** del sistema.
  - Contiene los **nodos y enlaces** que forman la topología **hardware** sobre la que se ejecuta el sistema software.
  - Se ocupa principalmente de la distribución, entrega e instalación de las partes que forman el sistema software real.
  - Los **diagramas** que le corresponden son:
    - Aspectos **estáticos**: diagramas de despliegue.
    - Aspectos **dinámicos**: diagramas de interacción, de estados y de actividades.

Conceptos de Modelado - Vistas Arquitecturales

- Cada vista puede existir de forma independiente.
- Pero a la vez interactúan entre sí:
  - Los nodos (vista de despliegue) contienen componentes (vista de implementación).
  - Dichos componentes representan la realización (software real) de las clases, interfaces, colaboraciones y clases activas (vistas de diseño y de interacción).
  - Dichos elementos de las vistas de diseño e interacción representan el sistema solución a los casos de uso (vista de casos de uso) que expresan los requisitos.

En resumen



Modelo UML de un sistema

- Por tanto, el modelo UML de un sistema consiste en:
  - Un conjunto de **elementos de modelado** que definen la estructura y funcionalidad del sistema y que se agrupan en una base de datos única.
  - La presentación de esos conceptos a través de múltiples **diagramas** con el fin de introducirlos, editarlos, y hacerlos comprensibles.
  - Los diagramas pueden agruparse en **vistas**, cada una enfocada a un aspecto particular del sistema.
- La gestión de un modelo UML requiere una **herramienta específica** que mantenga la consistencia del modelo.

Modelo Conceptual

- Aprender a aplicar UML de modo eficaz comienza por conocer y comprender un **modelo conceptual del lenguaje** (**metamodelo**).
- El modelo conceptual de UML incluye tres tipos de elementos principales:
  - **Bloques de construcción** de UML
    - Elementos (estructurales, de comportamiento, de agrupación, de anotación), Relaciones, Diagramas
  - **Reglas** que dictan cómo pueden combinarse estos bloques
    - Sintácticas y semánticas
  - **Mecanismos comunes** que se aplican a lo largo del lenguaje
    - Especificaciones, adornos, divisiones comunes, mecanismos de extensibilidad.

Elementos

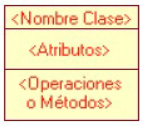
- Los **elementos de UML** son abstracciones que constituyen los ciudadanos de primera clase en un modelo.
  - Son los bloques básicos de construcción orientada a objetos.
  - Se utilizan para construir **modelos bien formados**.
- Hay cuatro **tipos de elementos**:
  - Estructurales
  - De Comportamiento
  - De Agrupamiento.
  - De Anotación.

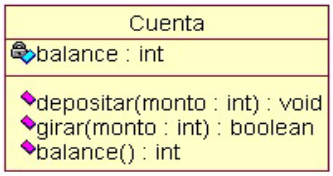
Elementos - Estructurales

- Son los **nombres** (sujetos) de los modelos UML.
- En su mayoría, son las partes **estáticas** de un modelo.
- Reciben el nombre colectivo de **clasificadores**.
- En UML 2 existen los siguientes tipos:
  - Clase
  - Interfaz
  - Colaboración
  - Caso de Uso
  - Objeto
  - Clase activa
  - Componente
  - Artefacto
  - Nodo
- Representan cosas conceptuales o lógicas (seis primeros) o elementos físicos (dos últimos).

Elementos - Estructurales

- **Clase**
  - Una clase es una descripción de un **conjunto de objetos** que comparten los mismos atributos, operaciones, relaciones y semántica.
  - Las clases se pueden utilizar para capturar el vocabulario del sistema que se está desarrollando.
  - Una clase puede implementar una o más interfaces.



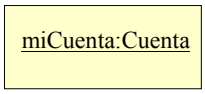


Elementos - Estructurales

- **Clase**
  - La **clase** es la unidad básica que encapsula toda la información de un Tipo de Objeto (un **objeto** es una instancia de una clase).
  - **Responsabilidades** de una clase:
    - Contrato o una obligación de una clase.
    - Se pueden expresar en el extremo inferior de la caja que representa la clase.
  - Especializaciones de clase: Actores, Señales, Utilidades.

Elementos estructurales

- **Objeto**
  - Un objeto representa una instancia de una clase en un determinado contexto

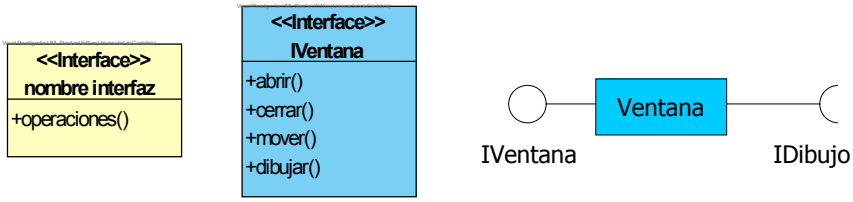


Elementos - Estructurales

- **Interfaz**
  - Colección de operaciones que especifican un servicio de una clase o componente.
  - Describen el comportamiento visible externamente de dichos elementos.
    - Pueden representar el comportamiento completo de la clase/componente o solo una parte.
  - Una interfaz define un conjunto de especificaciones de operaciones (**signaturas**), pero no las implementaciones de dichas operaciones.

Elementos – Estructurales

- **Interfaz**
  - Se declaran igual que las clases con <<interface>> encima del nombre.
  - Una interfaz proporcionada por una clase se puede representar como una circunferencia unida a la clase, y una interfaz requerida como una semi-circunferencia.



Elementos - Estructurales

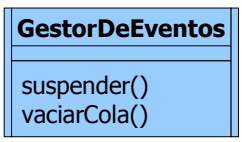
- **Caso de Uso**
  - Descripción de un conjunto de secuencias de acciones que ejecuta un sistema y que produce un resultado observable que es de interés para un actor particular.
  - Se emplea para estructurar los aspectos de comportamiento.
  - Un caso de uso es realizado por una colaboración.

Elementos - Estructurales

- **Colaboración**
  - Define una interacción entre una sociedad de roles y otros elementos que colaboran para proporcionar un comportamiento mayor que la suma de sus comportamientos aislados.
  - Tienen dimensión estructural y de comportamiento.

Elementos - Estructurales

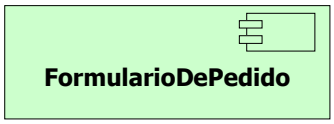
- **Clase Activa**
  - Tipo especial de clase cuyos objetos tienen uno o más procesos o hilos de ejecución =>
    - Pueden dar origen a actividades de control.
  - Son iguales que las clases salvo que sus **objetos** pueden ser **concurrentes** con otros objetos de clases activas.



  - Especializaciones de clase activa: Procesos, Hilos.

Elementos - Estructurales

- **Componente**
  - Parte modular del diseño de un sistema que oculta su implementación tras un conjunto de interfaces externas.
  - Define su comportamiento en base a interfaces requeridas y ofertadas
  - La implementación de un componente puede expresarse conectando partes y conectores.
    - Las partes pueden incluir componentes más pequeños.



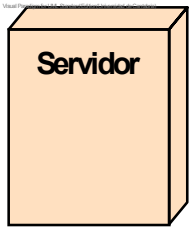
Elementos - Estructurales

- **Artefacto**
  - Parte física y reemplazable de un sistema que contiene información física (bits).
  - Es utilizada o generada en el proceso de desarrollo
  - Hay diferentes artefactos de despliegue:
    - código fuente, ejecutables, scripts, etc.

  - Especializaciones de artefacto: Aplicaciones, Documentos, Archivos, Bibliotecas, Páginas, Tablas.

Elementos - Estructurales

- **Nodo**
  - Elemento físico que existe en tiempo de ejecución y representa un recurso computacional.
  - En un nodo pueden residir un conjunto de artefactos.



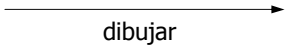
Elementos – De Comportamiento

- Son las partes **dinámicas** de los modelos UML.
- Equivalen a los **verbos** de un modelo.
- Representan comportamiento en el tiempo y el espacio.
- Suelen estar conectados semánticamente a elementos estructurales.
- Hay tres tipos:

	Énfasis en
Interacción	conjunto de objetos que interactúan
Máquina de Estados	ciclo de vida de un objeto
Actividad	flujo entre pasos, sin mirar qué objeto ejecuta cada paso

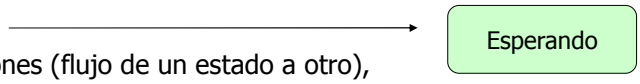
Elementos - De Comportamiento

- **Interacción**
  - Comportamiento que comprende un conjunto de mensajes intercambiados entre un conjunto de objetos, dentro de un contexto particular, para un propósito específico.
  - Sirven para modelar el comportamiento de una sociedad de objetos, o una operación individual.
  - Además de a los objetos implicados, involucran a:
    - Mensajes,
    - Acciones y
    - Enlaces (conexiones entre objetos).



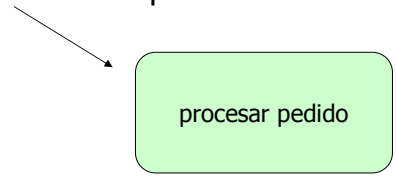
Elementos - De Comportamiento

- **Máquina de Estados**
  - Comportamiento que especifica las secuencias de estados por las que pasa un objeto o una interacción durante su vida, en respuesta a eventos, junto con sus reacciones a dichos eventos.
  - Sirven para especificar el comportamiento de una clase individual o una colaboración de clases.
  - Involucran a:
    - Estados,
    - Transiciones (flujo de un estado a otro),
    - Eventos (que disparan una transición) y
    - Actividades (respuesta a una transición)



Elementos - De Comportamiento

- **Actividad**
  - Comportamiento que especifica la secuencia de pasos que ejecuta un proceso computacional.
  - Una acción es un paso de una actividad.



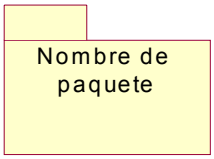
  - El símbolo es el mismo que para estado. Se distinguen por el contexto.

Elementos – De Agrupación

- Son las partes organizativas de los modelos UML.
- Son las "cajas" en las que puede dividirse un modelo.
- Hay un tipo principal:
  - **Paquete**
- Y varias especializaciones (subtipos de paquetes):
  - Frameworks, Modelos

Elementos – De Agrupación

- **Paquete**
  - Mecanismo de propósito general para organizar el propio diseño (las clases organizan construcciones de implementación).
  - Un paquete puede incluir elementos estructurales, de comportamiento y otros paquetes.
  - Un paquete es puramente conceptual (sólo existe en tiempo de desarrollo).



Elementos – De Agrupación

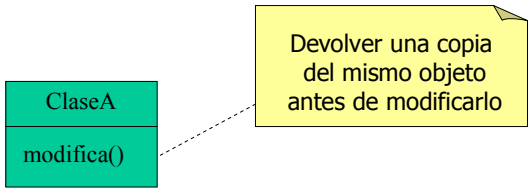
- **Paquete**
  - Es recomendable que el contenido sea una colección de elementos UML relacionados de forma lógica.
  - Se pueden utilizar en cualquier tipo de diagrama UML.
  - Un paquete puede contener otros paquetes, sin límite de anidamiento, pero cada elemento pertenece a (está definido en) sólo un paquete.
  - La visibilidad de los elementos incluidos en un paquete puede controlarse para que algunos sean visibles fuera del paquete mientras que otros permanezcan ocultos.

Elementos – De Anotación

- Son las partes explicativas de los modelos UML.
- Son comentarios que se añaden para describir, clarificar y hacer observaciones.
- Hay un tipo principal:
  - Nota
- Y una especialización (subtipo de nota):
  - Requisito.

Elementos – De Anotación

- **Nota**
  - Símbolo para mostrar restricciones y comentarios asociados a un elemento o colección de elementos.
  - Se usan para aquello que se muestra mejor en forma textual (comentario) o formal (restricción).



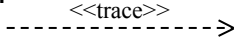
Relaciones

- Una **relación** es una conexión entre elementos estructurales.
- Existen cuatro tipos de **relaciones** en UML2:
  - **Dependencia**
  - **Asociación**
  - **Generalización**
  - **Realización**
  - Hay dos tipos especiales de asociación:
    - **Agregación**
    - **Composición**

Relaciones

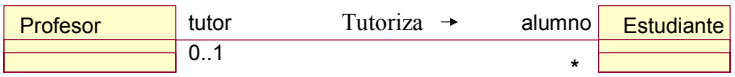
- **Dependencia**
  - Relación semántica en la cual un cambio a un elemento (independiente) puede afectar a la semántica del otro elemento (dependiente).

  - Caso frecuente: **uso entre clases**
    - Una clase utiliza a otra como argumento en la signatura de una operación.
  - Especializaciones: Refinamiento (refine), Traza (trace), extensión (extend), inclusión (include),...



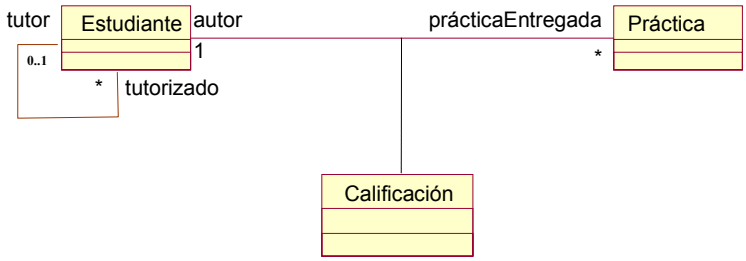
Relaciones

- **Asociación**
  - Relación estructural entre clases que describe un conjunto de enlaces (conexiones entre objetos que son instancias de las clases).
    - En general es simétrica.
    - Puede tener un nombre que la describe (verbo, con dirección de lectura).
    - Puede tener otro adornos:
      - rol que describe el papel específico que una clase juega en una asociación,
      - multiplicidad para clase participante.



Relaciones

- **Asociación**
  - Indican que los objetos están relacionados durante un periodo de tiempo continuado
  - Ejemplo de clase de asociación y asociación reflexiva.

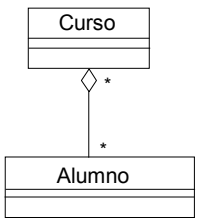


Relaciones

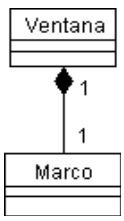
- **Agregación** y **Composición**
  - Modelar objetos complejos en base a **relaciones todo – parte**.
  - **Agregación**
    - Relación dinámica: el tiempo de vida del objeto incluido es independiente del objeto agregado.
    - El objeto agregado utiliza al incluido para su funcionamiento.
      - SIMILAR parámetro pasado "por referencia".
  - **Composición**
    - Relación estática: el tiempo de vida del objeto incluido está condicionado por el tiempo de vida del objeto compuesto.
    - El objeto compuesto se construye a partir del objeto incluido.
      - SIMILAR parámetro pasado "por valor".

Relaciones

- **Agregación** y **Composición**
  - Ejemplos.



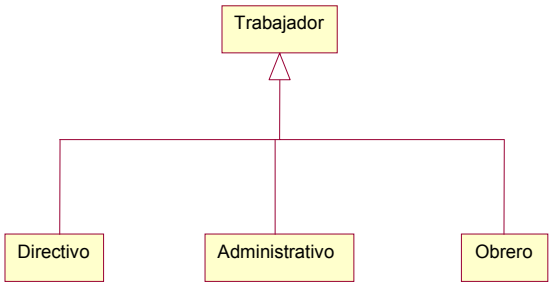
Agregación
(por referencia)



Composición
(por valor)

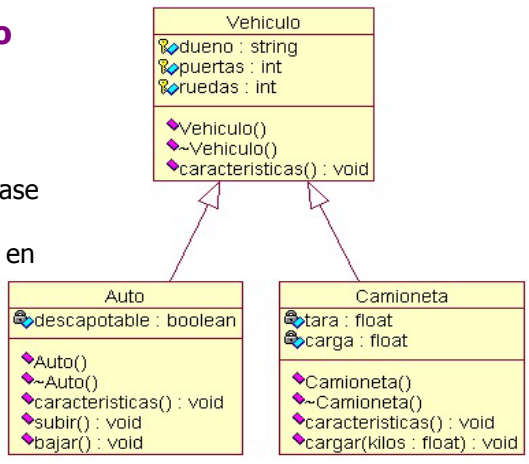
Relaciones

- **Generalización**
  - Relación de especialización/generalización en la que el elemento especializado (hijo) extiende a la especificación del elemento generalizado (padre).
  - Las subclases (hijos) comparten la estructura y el comportamiento de la superclase (padre).



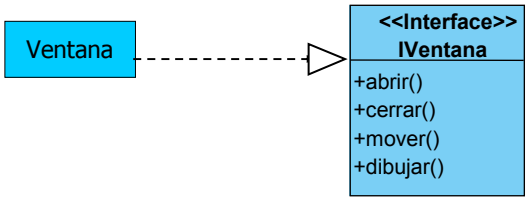
Relaciones

- **Generalización**
  - Una generalización da lugar al **polimorfismo** entre clases de una jerarquía de generalizaciones:
    - Un objeto de una subclase puede sustituir a un objeto de la superclase en cualquier contexto. Lo inverso no es cierto.



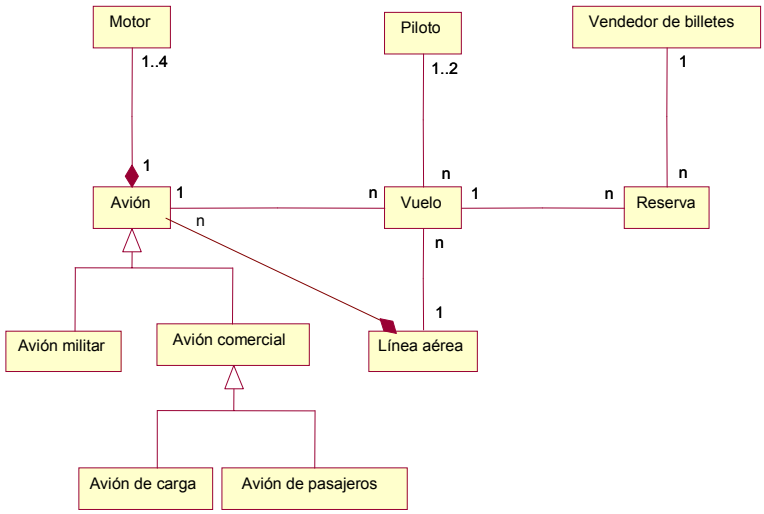
Relaciones

- **Realización**
  - Relación semántica entre clasificadores, donde un clasificador especifica un contrato que otro clasificador garantiza que cumplirá.
  - Se pueden encontrar en dos casos:
    - Clases o componentes - realizan -> interfaces.
    - Colaboraciones - realizan -> casos de uso.



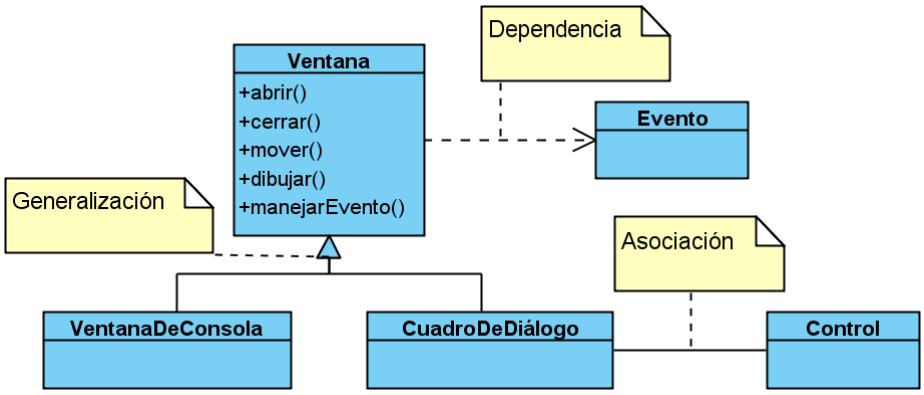
Relaciones

- **Jerarquías** de Relaciones



Relaciones

- Ejemplo con generalizaciones, asociación y dependencia.



Diagramas

- Sirven para visualizar un sistema desde diferentes perspectivas.
- Un diagrama es una proyección gráfica de un sistema.
  - Vista resumida de los elementos que constituyen el sistema.
- El mismo elemento puede aparecer en varios diagramas.
- En teoría, un diagrama puede contener cualquier combinación de elementos y relaciones, sin embargo en la práctica solo un pequeño número de combinaciones tiene sentido:
  - Surgen así los tipos de diagramas de UML 2.

Diagramas

- **UML 2** incluye **13 Tipos de Diagramas**:
- Estructurales
  (ESTÁTICA)
  - Clases
  - Objetos
  - Componentes
  - Despliegue
  - Paquetes
  - Estructura Compuesta
- De Comportamiento
  (DINÁMICA)
  - Casos de Uso
  - Estados
  - Actividades
  - Interacción
    - Secuencia
    - Comunicación
    - Tiempos
    - Revisión de Interacciones

nuevo en UML 2.0

Diagramas

Estructurales
: elementos de especificación, sin factores temporales

- Clases
- Componentes
- Despliegue
- Objetos
- *Estructura Compuesta*
- *Paquetes*

Comportamiento
: comportamiento de un sistema /proceso de negocio

- Actividades
- Estados
- Casos de Uso
- *Interacción*

Interacción
: comportamiento con énfasis en la interacción entre objetos

- Comunicación (colaboración)
- Secuencia
- *Revisión de Interacciones*
- *Tiempos*

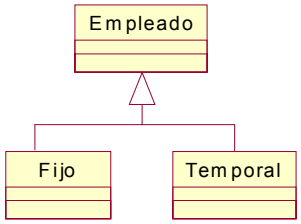
Diagramas - Estructurales

- Los diagramas estructurales de UML 2 sirven para visualizar, especificar, construir y documentar los **aspectos estáticos** de un sistema.
- Se organizan en base a los principales grupos de elementos que aparecen al modelar (durante las diferentes fases del proceso de desarrollo).

Tipo de Diagrama	Elementos Centrales
Clases	Clases, Interfaces, Colaboraciones
Componentes	Componentes
Estructura Compuesta	Estructura Interna de Clase o Colaboración
Objetos	Objetos
Paquetes	Paquetes
Despliegue	Nodos, Artefactos

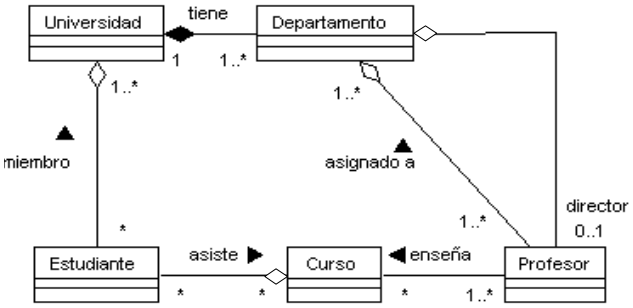
Diagramas - Estructurales

- **De Clases**:
  - Muestran un conjunto de clases, interfaces y colaboraciones, así como sus relaciones.
  - Son los diagramas más comunes en el análisis y diseño del sistema:
    - Explorar conceptos del dominio (Modelo de Dominio).
    - Analizar requisitos (Modelo de Análisis / Conceptual).
    - Describir el diseño detallado de un software OO (Modelo de Diseño).
  - Abarcan la vista de diseño estática de un sistema.
    - Con clases activas cubren la vista de interacción estática.



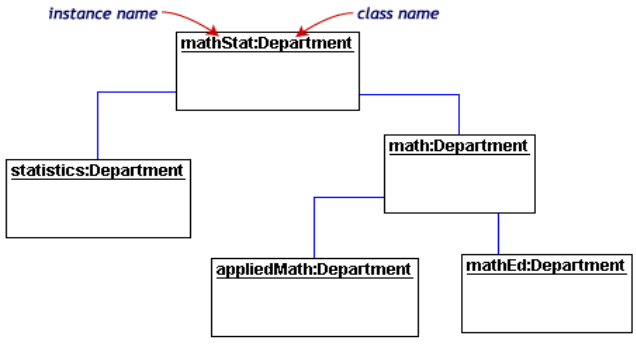
Diagramas - Estructurales

- **De Clases**:
  - Principalmente, un diagrama de clases contiene:
    - **Clases** (con atributos, operaciones y visibilidad).
    - **Relaciones**: Dependencia, Generalización, Asociación, Agregación y Composición.



Diagramas - Estructurales

- **De Objetos**:
  - Muestra un conjunto de objetos y sus relaciones.
  - Representan instantáneas estáticas de instancias de los elementos existentes en los diagramas de clases.
  - Describen la vista de diseño estática pero desde el punto de vista de casos reales

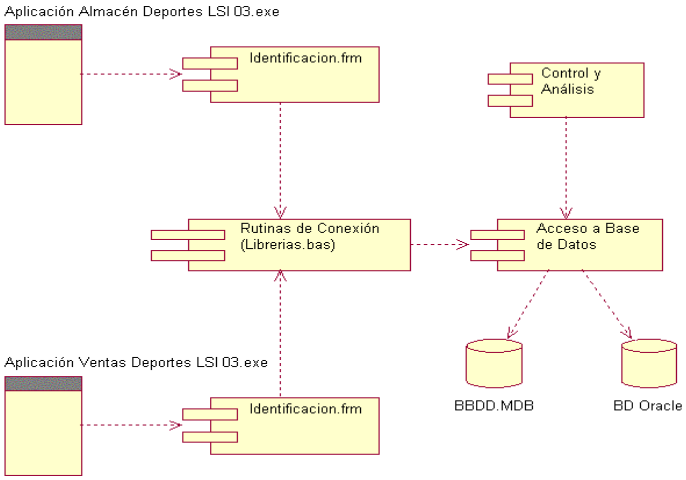


Diagramas - Estructurales

- **De Componentes**:
  - Describen la estructura del software mostrando la organización y las dependencias entre un conjunto de componentes.
  - Representan la encapsulación de un componente con sus interfaces, puertos y estructura interna (posiblemente formada por otros componentes anidados y conectores).
  - Cubren la vista de implementación estática del diseño de un sistema.
  - Muestran las opciones de realización, incluyendo código fuente, binario y ejecutable, scripts, DLLs, tablas de datos, etc.

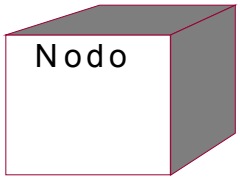
Diagramas - Estructurales

- **De Componentes**:
  - Ejemplo.



Diagramas - Estructurales

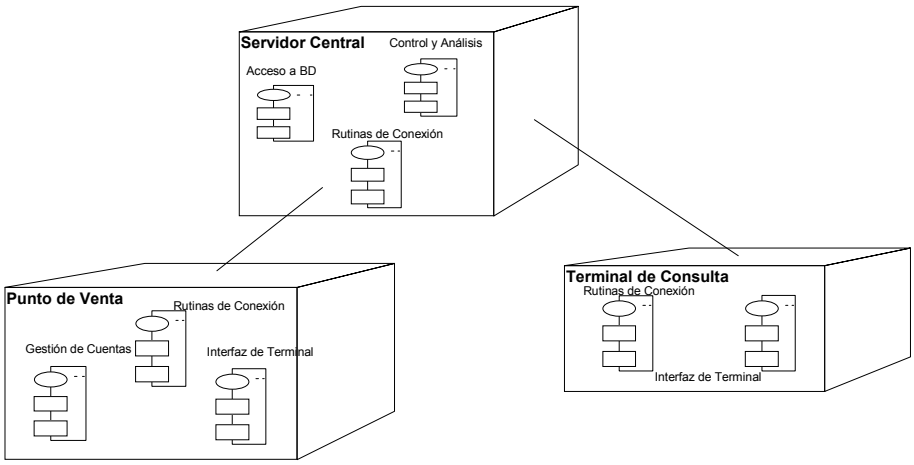
- **De Despliegue**: [distribución]
  - Muestran un conjunto de **nodos** y sus relaciones.
  - Describen la vista de despliegue estática de una arquitectura.
  - Cada nodo (hardware) suele albergar uno o más componentes.
  - Muestran el hardware, el software y el middleware usado para conectar las máquinas.



  - Algunos autores identifican una variante llamada diagramas de artefactos.

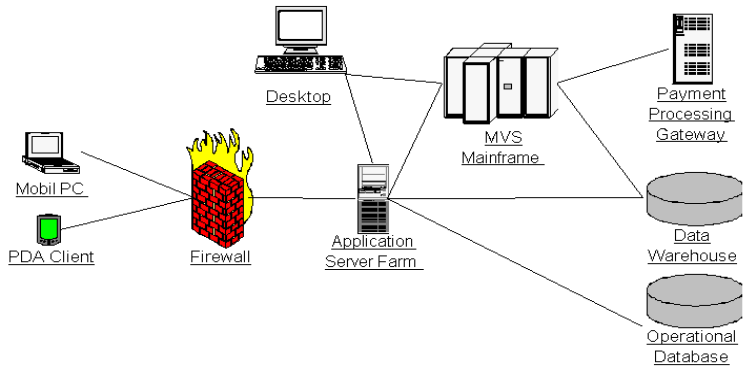
Diagramas - Estructurales

- **De Despliegue**:
  - Ejemplo.



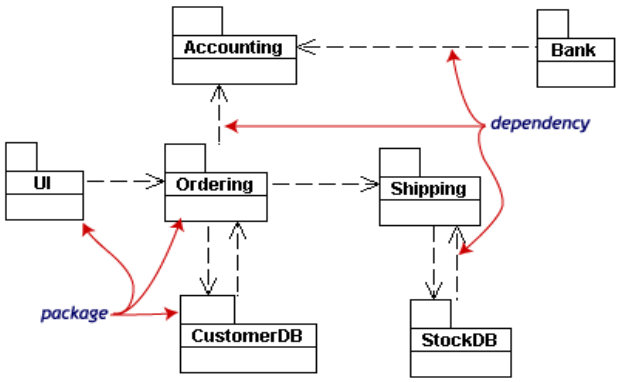
Diagramas - Estructurales

- **De Despliegue**:
  - Mediante **iconos especializados** se puede precisar la naturaleza de los nodos como constituyentes físicos (dispositivos, archivos, bases de datos, etc.) de un sistema.



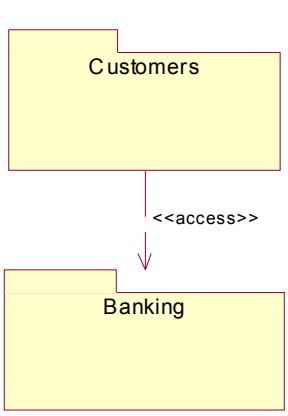
Diagramas - Estructurales

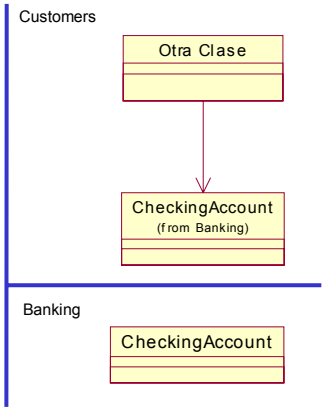
- **De Paquetes:**
  - Muestran la descomposición del propio modelo en unidades organizativas (paquetes) y sus dependencias.
  - Sirven para simplificar los diagramas de clases complejos, permitiendo el agrupamiento de los clasificadores en paquetes.



Diagramas - Estructurales

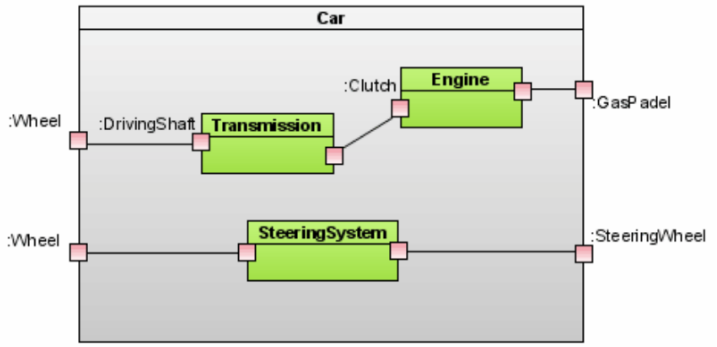
- **De Paquetes:**
  - Una clase de un paquete puede aparecer en otro paquete por la importación a través de una relación de **dependencia** entre paquetes





Diagramas - Estructurales

- **De Estructura Compuesta**:
  - Muestran la **estructura interna** (incluyendo partes y conectores) de un clasificador estructurado o una colaboración.
  - Muy parecidos a los diagramas de componentes.



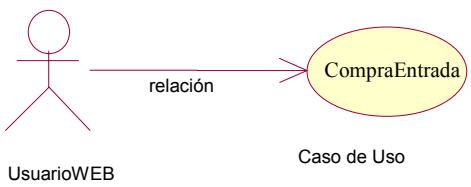
Diagramas - De Comportamiento

- Los diagramas de comportamiento de UML 2 sirven para visualizar, especificar, construir y documentar los **aspectos dinámicos** de un sistema.
- Se organizan en base a las formas en que se puede modelar la dinámica de un sistema.

Tipo de Diagrama	Forma de Modelar la Dinámica
Casos de Uso	Organizar los comportamientos
Secuencia	Ordenación temporal de los mensajes
Comunicación	Organización estructural de los objetos y envían y reciben mensajes
Estados	Estado cambiante de objetos dirigidos por eventos
Actividades	Flujo de control de actividades
Tiempos	Tiempo real de los mensajes y estados
Revisión de Interacciones	Vista general de las interacciones

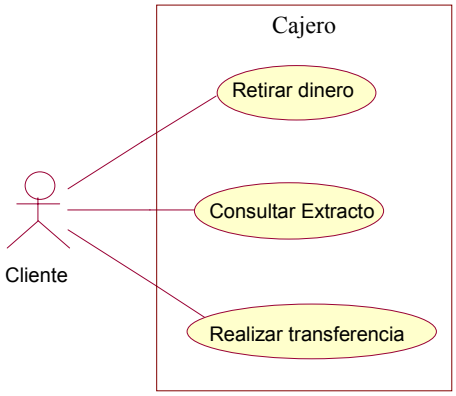
Diagramas – De Comportamiento

- **De Casos de Uso**:
  - Muestran un conjunto de **casos de uso** y **actores** (tipo especial de clase) y sus relaciones.
  - Cubren la vista de casos de uso estática de un sistema.
  - Son importantes en el modelado y organización del comportamiento de un sistema. Modelan el comportamiento del sistema desde el punto de vista externo.
  - Juegan un papel clave en metodologías muy usadas (desarrollo dirigido por casos de uso).



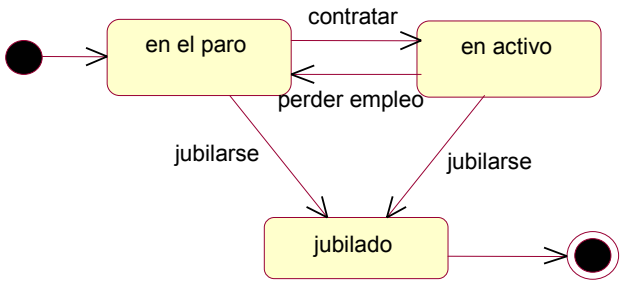
Diagramas – De Comportamiento

- **De Casos de Uso**:
  - **Casos de Uso** es una técnica para capturar información respecto de los servicios que un sistema proporciona a su entorno (captura y especificación de requisitos).



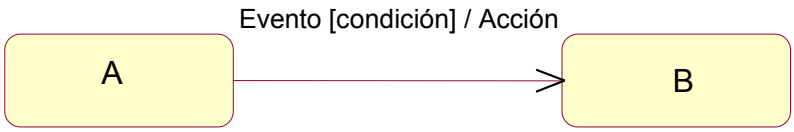
Diagramas – De Comportamiento

- **De Estados**:
  - Muestran **máquinas de estados**, que constan de:
    - estados, transiciones, eventos y actividades.
  - Cubren la vista dinámica de un objeto.
  - Son especialmente importantes en el modelado de una clase o colaboración con comportamiento significativo.
  - Resaltan el comportamiento dirigido por eventos de un objeto.



Diagramas – De Comportamiento

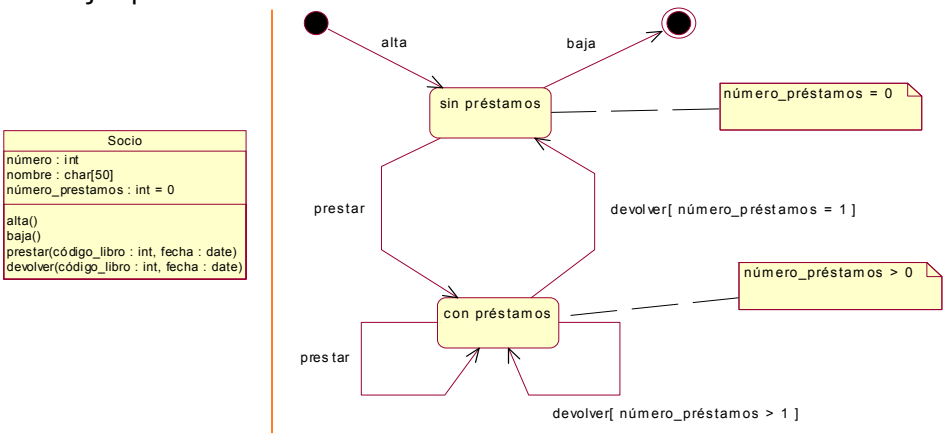
- **De Estados**:
  - **Estados y Transiciones**:



Tanto el evento como la acción se consideran instantáneos

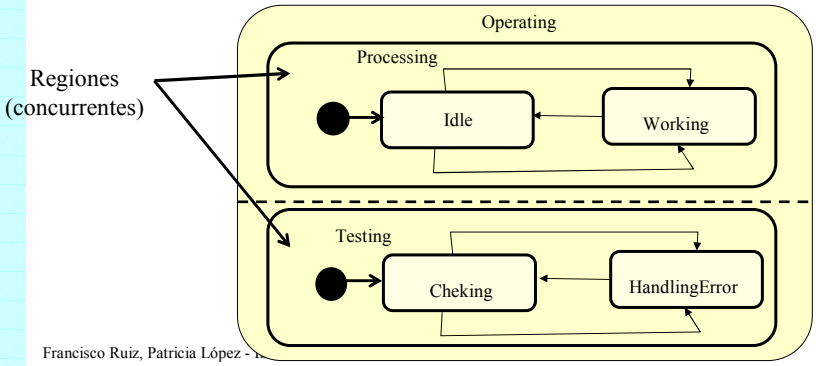
Diagramas – De Comportamiento

- **De Estados**:
  - Ejemplo.



Diagramas – De Comportamiento

- **De Estados**:
  - **Generalización de estados**:
    - Para reducir la complejidad, es posible formar estados compuestos (superestado) formados por agregación de estados más simples (subestados).
    - En cada estado compuesto el objeto estará en alguno de los estados de cada uno de los subestados componentes (concurrencia de estados).

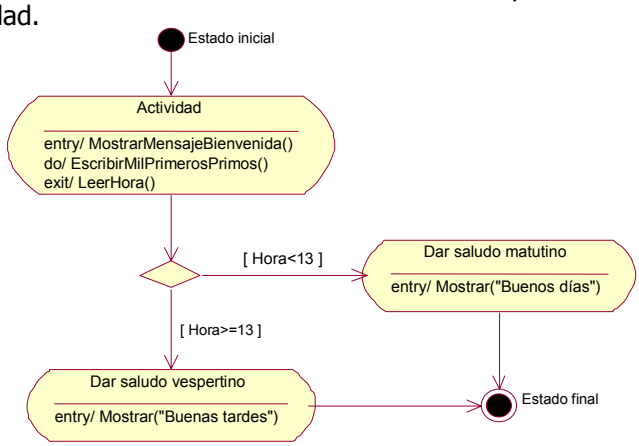


Diagramas – De Comportamiento

- **De Actividad**:
  - Muestran el flujo paso a paso de una computación (proceso, flujo de control o flujo de datos).
  - Una **actividad** muestra un conjunto de acciones, el flujo entre ellas y los valores producidos o consumidos.
  - Cubren la vista dinámica de un sistema.
  - Resaltan el flujo de control entre objetos.
  - Son el equivalente en OO a los diagramas de flujo y DFDs.
  - Se emplean para especificar:
    - Una operación compleja.
    - Un proceso de negocio (business process) o flujo de trabajo (workflow).
    - El proceso de negocio asociado a un caso de uso.

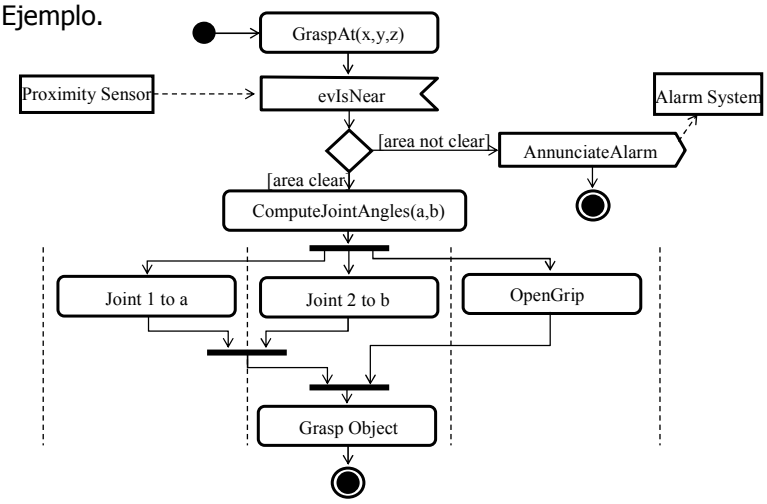
Diagramas – De Comportamiento

- **De Actividad**:
  - Las actividades se enlazan por transiciones automáticas.
  - Cuando una actividad termina se desencadena el paso a la siguiente actividad.



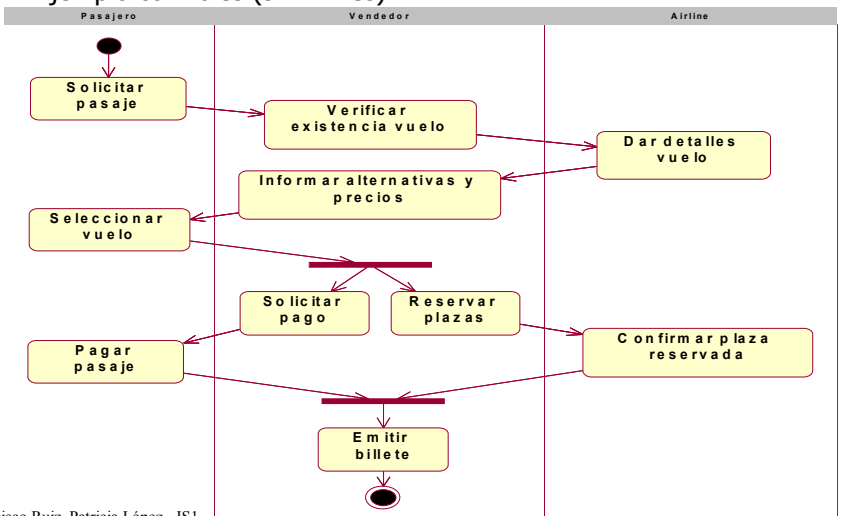
Diagramas – De Comportamiento

- **De Actividad**:
  - Ejemplo.



Diagramas – De Comportamiento

- **De Actividad**:
  - Ejemplo con roles (*swimlines*).

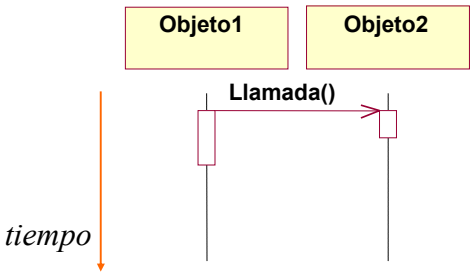


Diagramas – De Comportamiento

- **Diagramas de Interacción**
  - Son un grupo especial de diagramas de comportamiento que muestran una **interacción**:
    - Conjunto de objetos o roles y mensajes que pueden ser enviados entre ellos.
  - Cubren la vista dinámica de un sistema.
  - Los objetos interactúan para realizar colectivamente los servicios ofrecidos por las aplicaciones.
  - UML 2 incluye los siguientes
    - **Secuencia**
    - **Comunicación** (antiguo de Colaboración en UML 1.x)
    - **Tiempos**
    - **Revisión de las Interacciones**

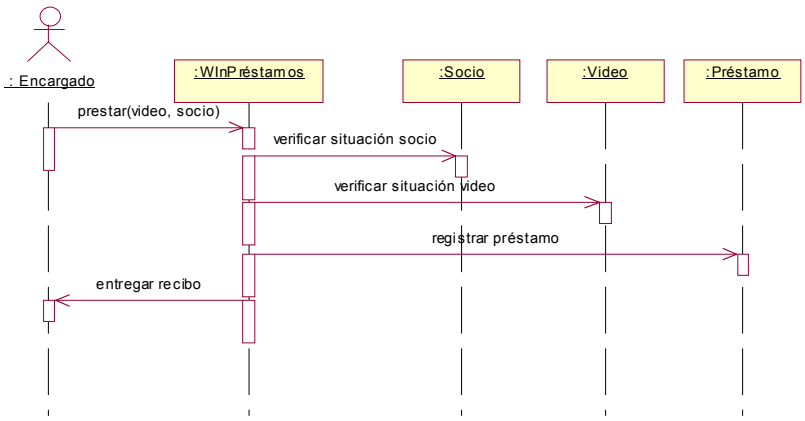
Diagramas – De Comportamiento

- **De Secuencia**:
  - Es un diagrama de interacción que resalta la ordenación temporal de los mensajes.
  - Presentan un conjunto de **roles** y los **mensajes** enviados y recibidos por las instancias que interpretan dichos roles.
  - Habitualmente, sirven para mostrar como interaccionan unos objetos con otros en un caso de uso o un escenario de ejecución.



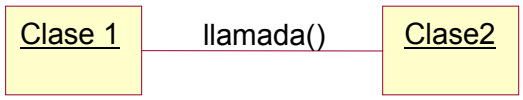
Diagramas – De Comportamiento

- **De Secuencia**:
  - Ejemplo.



Diagramas – De Comportamiento

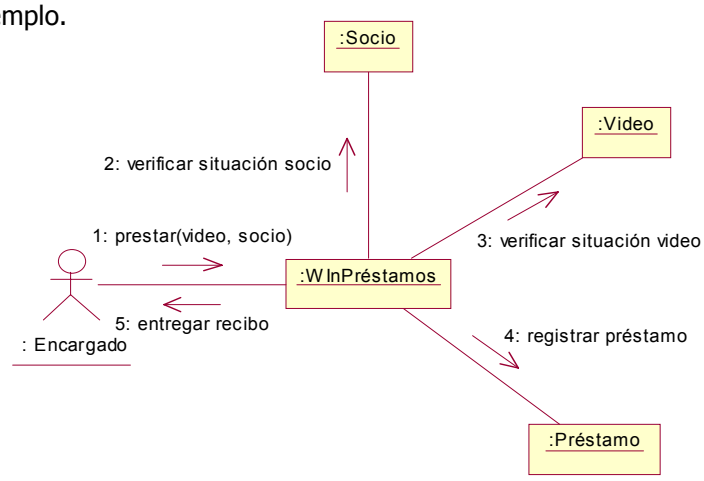
- **De Comunicación**:
  - Es un diagrama de interacción que resalta la organización estructural de los objetos o roles que envían y reciben mensajes.
  - Muestran un conjunto de **roles**, enlaces entre ellos y los **mensajes** enviados y recibidos por las instancias que interpretan dichos roles.
  - Se usan para modelar el comportamiento dinámico de un caso de uso.



  - En versiones anteriores a UML 2 se llamaban de colaboración.

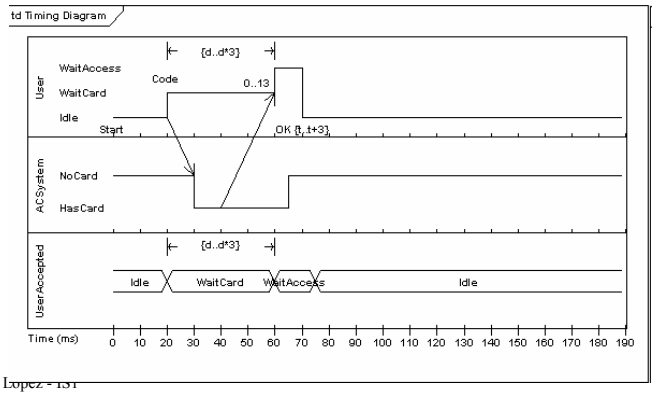
Diagramas – De Comportamiento

- **De Comunicación**:
  - Ejemplo.



Diagramas – De Comportamiento

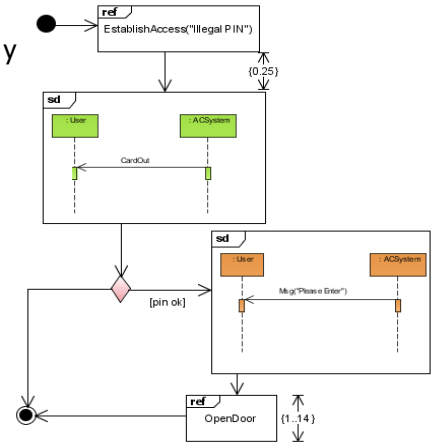
- **De Tiempos**:
  - Muestran los tiempos reales en la interacción entre diferentes objetos o roles.
    - Comportamiento de los objetos en un periodo determinado de tiempo.
  - Son una forma especial de diagramas de secuencia.



Diagramas – De Comportamiento

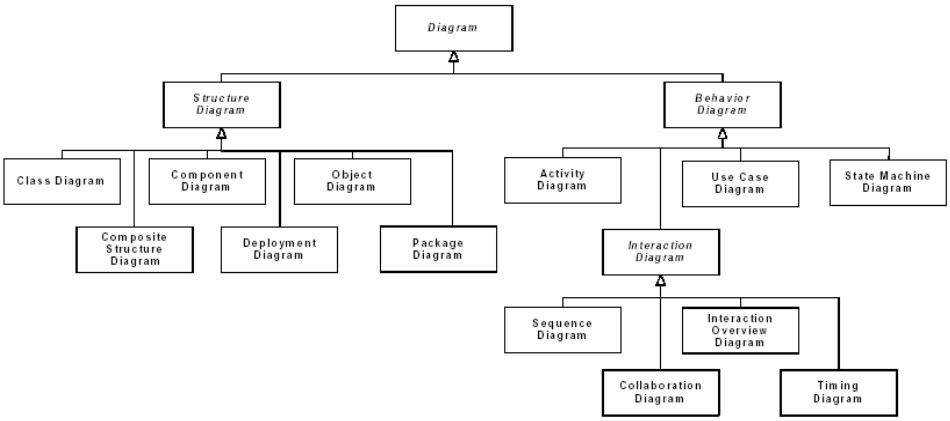
- **De Revisión de Interacciones**:
  - Aportan una **visión general** del flujo de control de las interacciones.
  - Híbrido entre diagrama de actividad y diagrama de secuencia.
  - También llamados

    Visión Global de Interacciones



Diagramas

- Jerarquía de diagramas en **UML 2**



Reglas

- Los bloques de construcción de UML no pueden combinarse de cualquier manera.
- Como cualquier lenguaje, UML tiene unas reglas que especifican a qué debe parecerse un **modelo bien formado**.
  - *Semánticamente autoconsistente y que está en armonía con todos sus modelos relacionados.*

Reglas

- UML tiene **reglas sintácticas y semánticas** para:
  - **Nombres**: Cómo llamar a los elementos, relaciones y diagramas.
  - **Alcance**: El contexto que da significado específico a un nombre.
  - **Visibilidad**: Cómo se pueden ver y utilizar unos nombres por otros.
  - **Integridad**: Cómo se relacionan apropiada y consistentemente unos elementos con otros.
  - **Ejecución**: Qué significa ejecutar o simular un modelo dinámico.

Reglas

- Los modelos construidos durante el desarrollo de un sistema
  - tienden a evolucionar, y
  - pueden ser vistos por diferentes usuarios de formas diferentes y en momentos diferentes.
- Por estas razones, en la **práctica** es común construir modelos que no están bien formados:
  - **Abreviados**: Ciertos elementos se ocultan para simplificar la vista.
  - **Incompletos**: Pueden estar ausentes ciertos elementos.
  - **Inconsistentes**: No se garantiza la integridad del modelo.
- Tales **modelos "incorrectos"** llegan a convertirse en bien formados a medida que se avanza el proceso.

Mecanismos Comunes

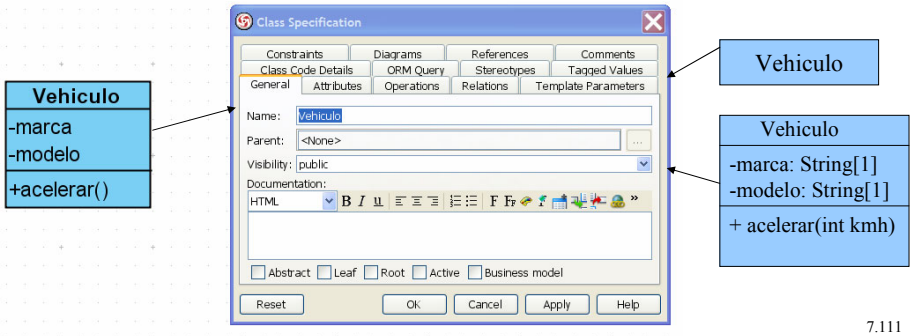
- Un edificio es más simple y armonioso si todo el se ajusta a un patrón de características comunes (estilo colonial).
- Igual ocurre con UML, que tiene cuatro mecanismos comunes que se aplican de forma consistente a través de todo el lenguaje:
  - **Especificaciones**
  - **Adornos**
  - **Divisiones comunes**
  - **Extensibilidad**

Mecanismos Comunes - Especificaciones

- UML no es sólo un lenguaje gráfico.
- Detrás de la notación gráfica de cada elemento hay una **especificación** que proporciona una explicación textual de la sintaxis y semántica de ese bloque de construcción.
- La **notación gráfica** de UML se utiliza para **visualizar** el sistema.
- La **especificación** se utiliza para **expresar los detalles** de dicho sistema.
- Los diagramas UML son proyecciones visuales de la base semántica provista por las especificaciones UML.

Mecanismos Comunes - Especificaciones

- **Ejemplo de Especificación**:
  - Detrás del icono de una clase hay una especificación con información de los atributos, operaciones, signaturas y comportamiento.
    - Visualmente el icono de la clase puede mostrar sólo parte de la especificación.



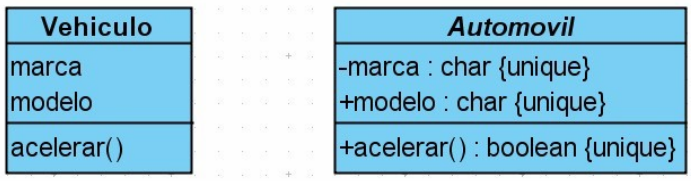
7.111

Mecanismos Comunes - Adornos

- Todos los elementos en la notación gráfica de UML parten de un símbolo básico, al cual pueden añadirse una variedad de **adornos** específicos de ese símbolo.
  - La notación básica proporciona una representación visual de los aspectos más importantes del elemento.
  - La especificación incluye otros detalles, muchos de los cuales se pueden incluir como adornos gráficos o textuales.

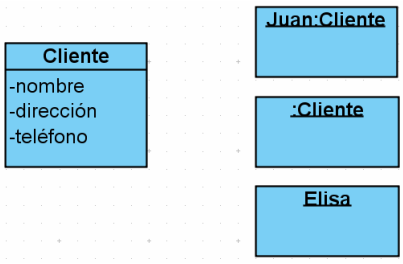
Mecanismos Comunes - Adornos

- **Ejemplo de Adornos**:
  - Notación básica de una clase:
    - Nombre, atributos, operaciones.
  - Adornos:
    - Es abstracta o no, visibilidad de los atributos y operaciones, tipos de los atributos, multiplicidad, …



Mecanismos Comunes - Divisiones

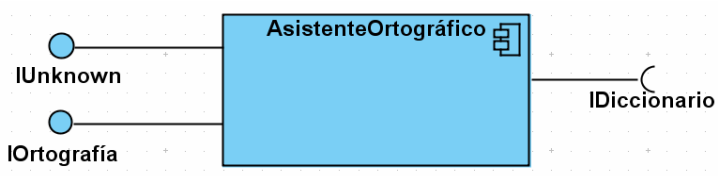
- En el modelado orientado a objetos, existen varias **divisiones comunes** del mundo:
- **Clase vs Objeto**.
  - Una clase es una abstracción.
  - Un objeto es una manifestación concreta de dicha abstracción.



  - Se da en muchos otros bloques de construcción de UML: componente vs instancia de componente; nodo vs instancia de nodo, etc.

Mecanismos Comunes - Divisiones

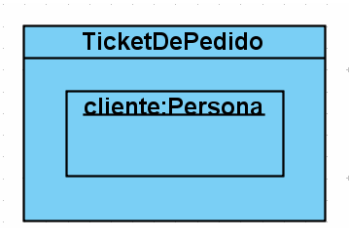
- **Interfaz vs Implementación**.
  - Una interfaz declara un contrato.
  - Una implementación representa una realización concreta de ese contrato (hace efectiva la semántica completa de la interfaz).



  - Casos similares aparecen en casi todos los bloques de construcción de UML: caso de uso vs colaboraciones que los realizan; operaciones vs métodos que las implementan.

Mecanismos Comunes - Divisiones

- **Tipo vs Rol**.
  - Un tipo declara la clase de una entidad (objeto, atributo, parámetro, …).
  - Un rol describe el significado de una entidad en un contexto (una clase, componente o colaboración).
  - Cualquier entidad que forma parte de otra tiene ambas características y su significado depende de las dos.



Mecanismos Comunes - Extensibilidad

- **Mecanismos de Extensión** en UML:
  - **Estereotipos** (Stereotypes) => Para añadir nuevos bloques de construcción
  - **Valores Etiquetados** (Tagged Values) => Para modificar o caracterizar la especificación de los nuevos bloques de construcción
  - **Restricciones** (Constraints) => Cambiar o añadir una semántica particular a un elemento de modelado
    - OCL (*Object Constraint Language*)
  - Permiten extender UML de manera controlada para poder **expresar** todos los **matices** posibles de todos los modelos en todos los dominios en cualquier momento.

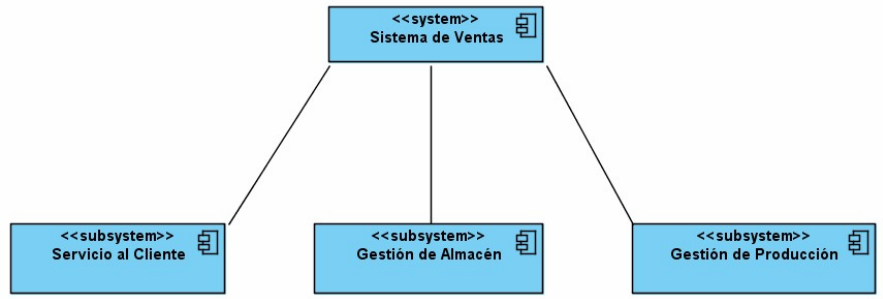
Mecanismos Comunes - Extensibilidad

- **Estereotipo**
  - Extiende el vocabulario de UML permitiendo crear nuevos tipos de bloques de construcción que derivan de los existentes pero que son específicos a un problema.
  - Ejemplo
    - En Java las excepciones son clases, aunque se tratan de formas especiales.

  - Se pueden asociar símbolos específicos a los bloques de construcción estereotipados.

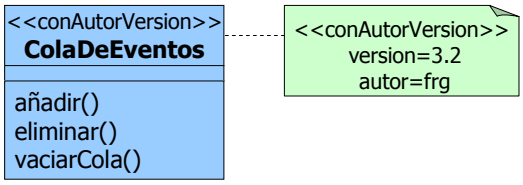
Utilización de estereotipos

- UML 2 proporciona estereotipos de componente para modelar **sistemas** y **subsistemas**.



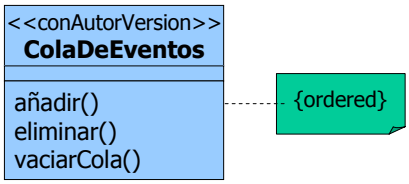
Mecanismos Comunes - Extensibilidad

- **Valor Etiquetado**
  - Extiende las propiedades de un estereotipo de UML, permitiendo añadir nueva información en la especificación del estereotipo.
  - Ejemplo
    - Añadir versión y autor mediante la creación del estereotipo <<conAutorVersion>> y asociándole una nota con los dos valores etiquetados.



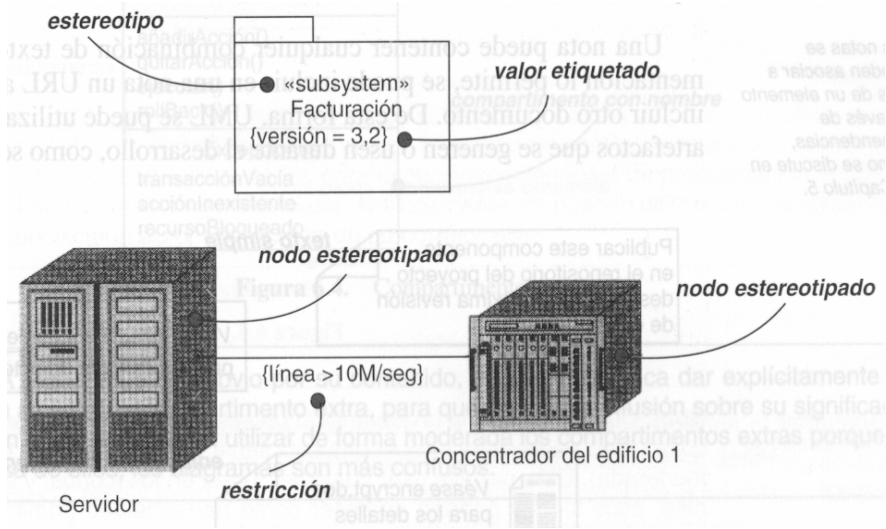
Mecanismos Comunes - Extensibilidad

- **Restricción**
  - Extiende la semántica de un bloque de construcción de UML, permitiendo añadir nuevas reglas o modificar las existentes.
  - Ejemplo: Restringir la clase ColaDeEventos para que todas las adiciones se hagan en orden.



  - Para especificar restricciones de forma precisa se usa OCL (Object Constraint Language).

Mecanismos Comunes - Extensibilidad

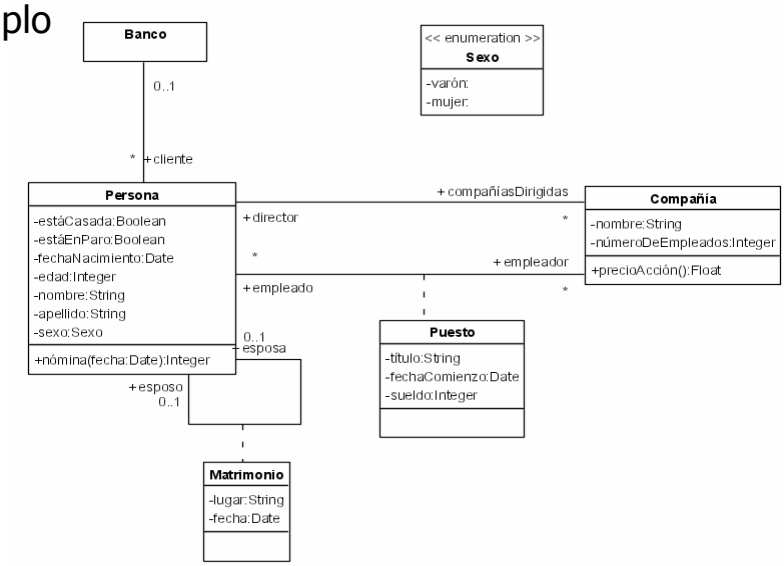


OCL

- **Object Constraint Language 2.0**
- Complemento a UML.
  - **Lenguaje** para escribir **expresiones formales** acerca de modelos UML.
  - Usos:
    - Especificación de invariantes en clases y tipos.
    - Especificación de invariantes de tipo para Estereotipos.
    - Describir pre- y post-condiciones en Operaciones.
    - Describir condiciones de guarda.
    - Especificar destinatarios para mensajes y acciones.
    - Especificar restricciones en Operaciones.
    - Especificar reglas de derivación para atributos.

OCL

- Ejemplo



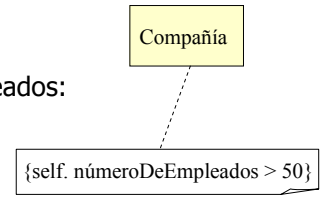
OCL

- **Invariantes**:
  - Condiciones o restricciones que deben cumplirse siempre.
  - Ejemplo

    "El número de empleados debe ser mayor que 50"

    context Compañía **inv**:
    self. númeroDeEmpleados > 50

    context c:Compañía **inv** suficientesEmpleados:
    c.númeroDeEmpleados > 50



OCL

- **Condiciones**
  - Pre-condiciones o post-condiciones que deben cumplirse en operaciones
  - Sintaxis

    context NombreTipo::NombreOperación(Param$_1$: Tipo$_1$, ...
    ):TipoRetorno
    pre parametroOk: param$_1$ < ...
    post resultadoOk : result > ...
  - Ejemplo

    context Persona::nómina(fecha : Date) : Integer
    post: result > 650

OCL

- **Valores iniciales y derivados**
  - Sintaxis

    context NombreTipo::NombreAtributo: Tipo
    init: –– alguna expresión representando el valor inicial

    context NombreTipo::NombreRolAsociación: Tipo
    derive: –– alguna expresión representando la regla de derivación
  - Ejemplos

    context Persona::estaEnParo: Boolean
    init: true
    derive: if self.empleador->notEmpty()
    false
    else
    true
    end if

OCL

- **Definiciones**
  - Ejemplo

    context Persona
    def: ingresos : Integer = self.puesto.sueldo->sum()
    def: apodo : String = 'Gallito rojo'

OCL

- **Navegación y combinación de expresiones**
  - Ejemplos

    a) "Los casados tienen al menos 18 años de edad"

    ```
    context Persona inv:
    self.esposa->notEmpty() implies self.esposa.edad >= 18 and
    self.esposo->notEmpty() implies self.esposo.edad >= 18
    ```

    b) "Una compañía tiene como mucho 50 empleados"

    ```
    context Compañía inv:
    self.empleado->size() <= 50
    ```