

INGENIERÍA DE SOFTWARE I

Tema 2: Sistemas de Información

Grado en Ingeniería Informática
Fecha de última modificación: 8-2-2025

Dr. Francisco José García-Peñalvo / fgarcia@usal.es
Dra. Alicia García-Holgado / aliciagh@usal.es
Dra. Andrea Vázquez-Ingelmo / andreavazquez@usal.es



Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca



Resumen

Resumen	<p>El objetivo de este tema es introducir el concepto de ingeniería de sistemas basados en ordenador y explicar la importancia del conocimiento de la ingeniería de sistemas para los ingenieros de <i>software</i>. Se estudiarán los componentes y estructura de los sistemas de información automatizados, así como diferentes tipos de sistemas en función de su posición en la estructura piramidal descrita previamente. Finalmente se presentarán las diferentes actividades englobadas en la ingeniería de sistemas</p>
Descriptor	<p>Sistema de información; ingeniería de sistemas; principios generales de sistemas</p>
Bibliografía	<p>[Piattini, 2004] Capítulo 1</p>

Esquema

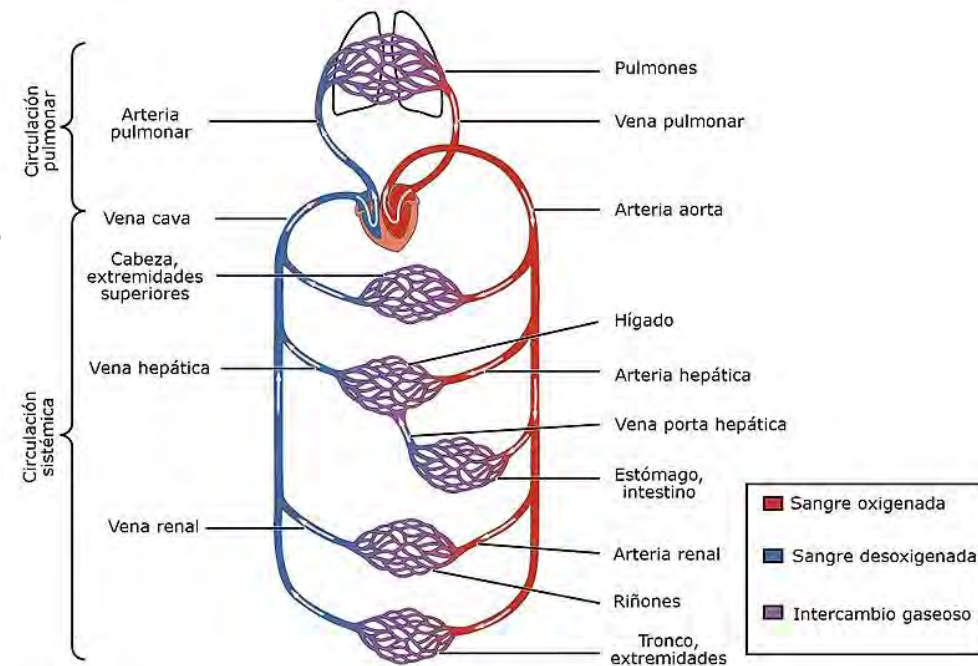
- Conceptos básicos
- Estructura de los sistemas de información
- Clasificación de los sistemas de información
- Principios generales de sistemas
- Ingeniería de sistemas
- Aportaciones principales del tema
- Ejercicios
- Lecturas complementarias
- Referencias



1. Conceptos básicos

Sistema (i)

- *Un sistema es un conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto [RAE, 2024]*
 - Elementos que considerar
 - Componentes del sistema
 - Relaciones entre los componentes
 - Objetivo del sistema
 - Entorno del sistema
 - Límites del sistema
 - Retroalimentación



Sistema circulatorio humano
(<https://bit.ly/38PAzui>)

Sistema (ii)

- Elementos principales
 - **Componentes**
 - Partes o elementos del sistema que trabajan para lograr los fines
 - **Relaciones entre componentes**
 - Interacción o interdependencia entre ellos
 - Determinan la estructura del sistema
 - **Objetivo**
 - Propósito o fin del sistema

Sistema (iii)

■ Elementos secundarios

■ **Entorno**

- Conjunto de objetos exteriores que rodean, contienen o influyen en el sistema

■ **Límites**

- Frontera entre lo que es el sistema y lo que constituye su entorno
- Entre el sistema y el entorno no hay líneas claras de separación

Las relaciones que se establecen entre el sistema y su entorno a través de sus límites se conocen como

- **Entradas:** Elementos introducidos en el sistema desde el entorno
- **Salidas:** Elementos que el sistema proporciona al entorno
 - Son los resultados del proceso de transformación llevado a cabo por los componentes del sistema
 - Influyen en el entorno y pueden generar nuevas entradas al sistema

Sistema (iv)

■ Elementos secundarios

■ **Realimentación**

- Tiene por objeto el **control** del sistema examinando la salida y comparándola con un estándar, patrón o criterio preestablecido
- La realimentación se encarga de regular la entrada, para que la salida se aproxime al criterio establecido
 - Controla la salida enviando mensajes al regulador de entrada
 - Mantiene un estado relativamente estable del sistema cuando se enfrenta con variables externas que pueden ocasionar su fluctuación
 - Aumenta la probabilidad de que el sistema sobreviva frente a las presiones externas



Sistema de información (i)

■ Definiciones

- Conjunto de informaciones que afectan a una o más entidades en alguna de sus actividades, unido a las normas, recursos y procedimientos de que se disponen para recoger, elaborar y permitir el acceso a esas informaciones
- Conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada según las necesidades de la empresa, recopilan, elaboran y distribuyen la información necesaria para las operaciones de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes para desempeñar su actividad de acuerdo a su estrategia de negocio [Andreu et al., 1991]

Sistema de información (ii)

- Los sistemas de información de empresas y organizaciones proporcionan la infraestructura para coordinar los flujos y los registros de información necesarios para desarrollar sus actividades de acuerdo a su planteamiento o estrategia de negocio [Andreu et al., 1991]
- Funciones
 - Controlar y gestionar los recursos financieros
 - Comercializar de manera óptima los productos o servicios
 - Fabricar productos o crear servicios para vender en el mercado
- Los sistemas de información existen desde que se creó la primera organización humana: estructura compuesta por un conjunto de personas distribuidas en departamentos o funciones con arreglo a ciertos criterios de división del trabajo y coordinación [De Pablo, 1989]

Sistema de información automatizado (i)

■ Definiciones

- Conjunto de elementos organizados para llevar a cabo algún método, procedimiento o control mediante procesamiento de la información [Pressman, 1993]
- Combinación organizada de personas, mecanismos físicos (hardware), procedimientos e instrucciones de procesamiento de información (software), canales de comunicación (redes) y datos almacenados (recursos de datos) que reúne, transforma y disemina información en una organización [O'Brien, 2001]



Sistema de información automatizado (ii)

- Son sistemas que cuentan con un sistema informático de soporte



Elementos de un sistema de información

- **Procedimientos**

Prácticas habituales de trabajo que se siguen al ejecutar las actividades necesarias para un buen funcionamiento del sistema

- **Información**

Es el elemento fundamental del sistema, son datos útiles para la organización que se adaptan a las personas que los manejan y al equipo disponible de acuerdo a los procedimientos

- **Personas o usuarios**

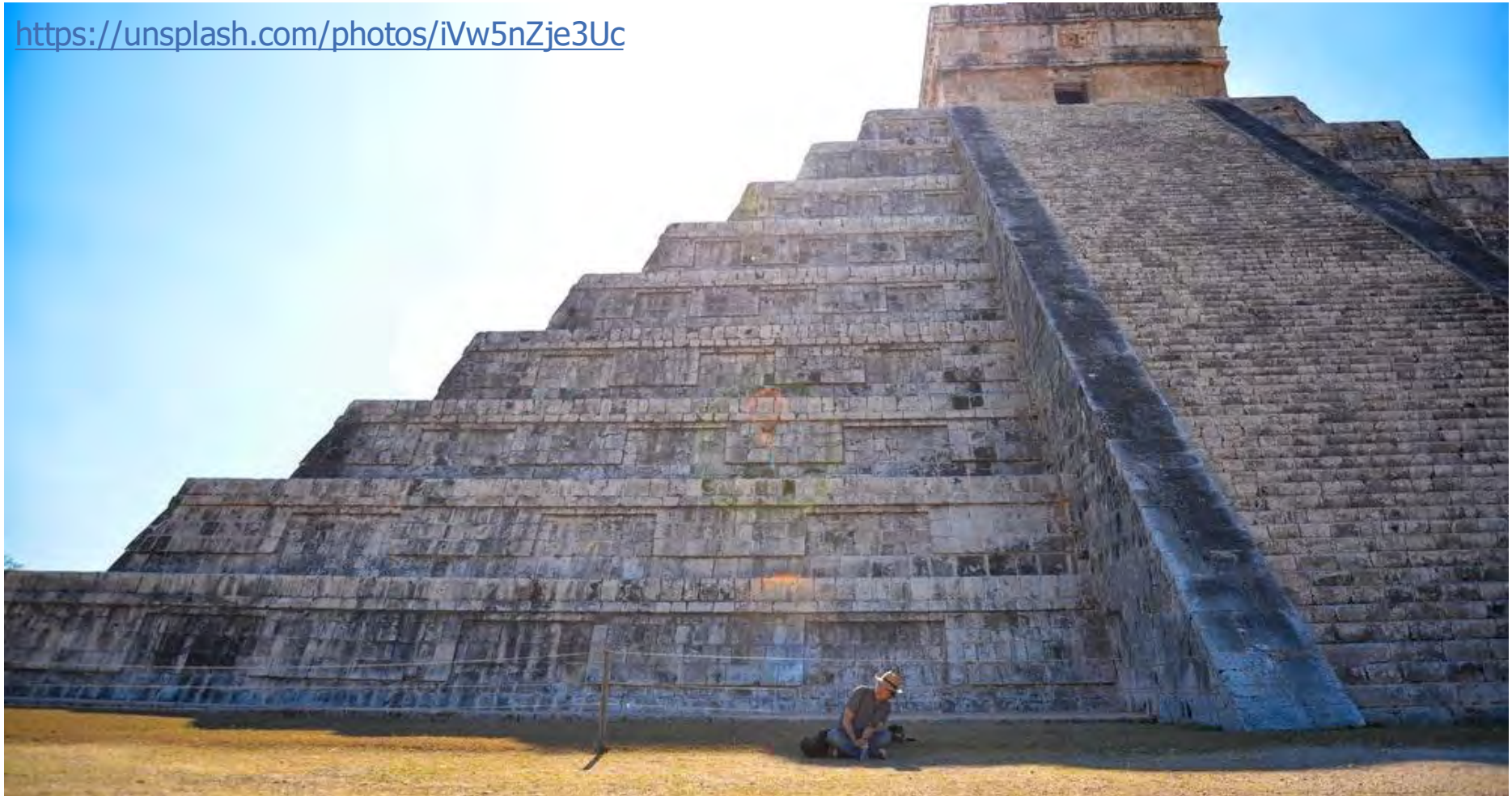
Individuos o unidades de la organización que introducen, manejan o usan la información

- **Usuario final directo:** Opera con el sistema
- **Usuario final indirecto:** Utiliza la información generada por el sistema
- **Administradores:** Supervisan la inversión en el desarrollo o uso del sistema. Controlan las actividades del sistema
- **Directivos:** Incorporan los usos estratégicos y competitivos de los sistemas de información

- **Equipo de soporte**

Sistema físico utilizado para la comunicación, procesamiento y almacenamiento de la información

<https://unsplash.com/photos/iVw5nZje3Uc>



2. Estructura de los sistemas de información

Niveles

- **Operaciones y transacciones:** Nivel de procesamiento de las actividades diarias o rutinarias de una organización
- **Nivel operativo:** Análisis de los resultados para tomar decisiones a corto plazo y de consecuencias limitadas
- **Nivel táctico:** Análisis de resultados para la toma de decisiones a medio plazo
- **Nivel estratégico:** Utilización de la información para decidir las líneas maestras de la organización a largo plazo



Estructura de un S.I.

Flujos de información

■ **Flujos verticales ascendentes**

- De subordinado a superior
- Informes de resultados e incidencias
- Carácter histórico

■ **Flujos verticales descendentes**

- De superior a subordinado
- Decisiones, objetivos a cumplir, planes, etc.
- Solicitudes de información

■ **Flujos horizontales**

- Entre personas del mismo nivel o sin relación jerárquica directa
- Información de coordinación para el manejo de responsabilidades compartidas

Información

- La **información** que se maneja en los niveles bajos de la pirámide es de naturaleza descriptiva y en los altos de naturaleza comparativa
 - Operaciones y transacciones
 - Datos detallados de actividades diarias (facturaciones, ventas, etc.)
 - Nivel operativo
 - Repetitiva (informes periódicos)
 - Centrada en el pasado
 - Datos originados internamente
 - Con formato bien estructurado
 - Detallada y precisa
 - Nivel táctico
 - Resúmenes (medias de ventas por departamento, total horas extra...)
 - Información de excepciones (centros con pérdidas...)
 - Información específica que no se ha pedido con anterioridad
 - Nivel estratégico
 - Resumida y de formato variable
 - Interna y externa de las fuentes más variadas

<https://unsplash.com/photos/YUJM2sNvnvU>



3. Clasificación de los sistemas de información

Clasificación de los sistemas de información

- Los sistemas de información (SI) tienen diferentes propósitos dependiendo de las necesidades del negocio u organización
- Existen muchos tipos de SI y diferentes clasificaciones, una de las más comunes es la siguiente
 - Sistemas de procesamiento de transacciones
 - Sistemas de automatización de oficina
 - Sistemas de manejo del conocimiento
 - Sistemas de información administrativa o gerencial
 - Sistemas de apoyo a las decisiones
 - Sistemas de apoyo a las decisiones de grupo
 - Sistemas de apoyo a ejecutivos o de planificación estratégica

Sistemas de procesamiento de transacciones (i)

- Tienen como finalidad mejorar las actividades rutinarias de una empresa u organización
- Una transacción es un registro simple y claramente definido de una actividad o acción en una organización: una venta, una imposición de fondos en un banco, la reserva de un billete, etc.
- Tipos de transacciones
 - Interactivas: Entran al sistema a medida que llegan y la respuesta del sistema es inmediata
 - Por lotes: Se reúne un grupo de transacciones antes de entrar al sistema. La respuesta de este no es inmediata

Sistemas de procesamiento de transacciones (ii)

- El sistema de transacciones comprueba primero la transacción para asegurar que no hay errores de entrada, después debe pasar por una serie de comprobaciones
 - Edición: Asegurar que todos los datos tienen el formato correcto y que están todos los datos necesarios
 - Comprobación: determinar si los datos de entrada son consistentes con los existentes en la base de datos
- Los tipos de transacciones cambian de una organización a otra, sin embargo estas tienen características similares
 - Gran volumen
 - Similitud entre transacciones
 - Los procedimientos son bien conocidos
 - Existen pocas excepciones a los procedimientos normales

Sistemas de automatización de oficina y manejo del conocimiento

■ **Sistemas de automatización de oficina**

- Proporcionan apoyo a los trabajadores que usan la información para analizarla y transformarla o manejarla para luego compartirla y diseminarla formalmente por la organización o fuera de ella
 - Procesamiento de texto
 - Hojas de cálculo
 - Calendarización electrónica
 - Correo electrónico
 - ...

■ **Sistemas de manejo de conocimiento**

- Apoyan a científicos, ingenieros, etc., para crear un nuevo conocimiento útil a la organización o a la sociedad

Sistemas de información administrativa o gerencial

- Proporcionan información que será empleada en los procesos administrativos de decisión
- Trata con el soporte de situaciones de decisión bien estructuradas
 - Sobre asuntos que se presentan con regularidad
 - Los procesos de decisión están bien definidos
 - Repercusiones a corto plazo
- Es posible anticipar los requisitos de información más comunes
 - Los informes necesarios se preparan con antelación
 - Los formatos están diseñados con anterioridad
 - Los procedimientos para obtener los informes están preestablecidos

Sistemas de apoyo a decisiones

- Proporcionan información a los directivos que deben tomar decisiones sobre situaciones particulares
- Apoyan la toma de decisiones en circunstancias que no están muy bien estructuradas
- A medida que se va obteniendo información se puede ver la necesidad de adquirir más información
- La flexibilidad de estos sistemas debe ser mucho mayor que la de los anteriores
 - Generación dinámica e interactiva de informes
 - Presentación de la información de forma gráfica



Representación de la información en un sistema de apoyo a las decisiones (<https://bit.ly/2WTGSaG>)

Sistemas de apoyo a decisiones de grupo

- Ayudan a grupos de trabajadores a tomar decisiones semiestructuradas o sin estructura
- Se conocen también con el nombre de CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) aunque este puede ser un término más amplio
- Las decisiones se toman con la ayuda de votaciones, cuestionarios, creación de escenarios, etc.
- Pueden contar con el soporte de *software* llamado *groupware* para la colaboración en equipo por medio de ordenadores en red
- Además de facilitar el trabajo colaborativo, sirven para minimizar el comportamiento negativo típico de un grupo como la falta de participación por miedo a expresar opiniones frente a sus superiores, o mostrar puntos de vista conflictivos, etc.

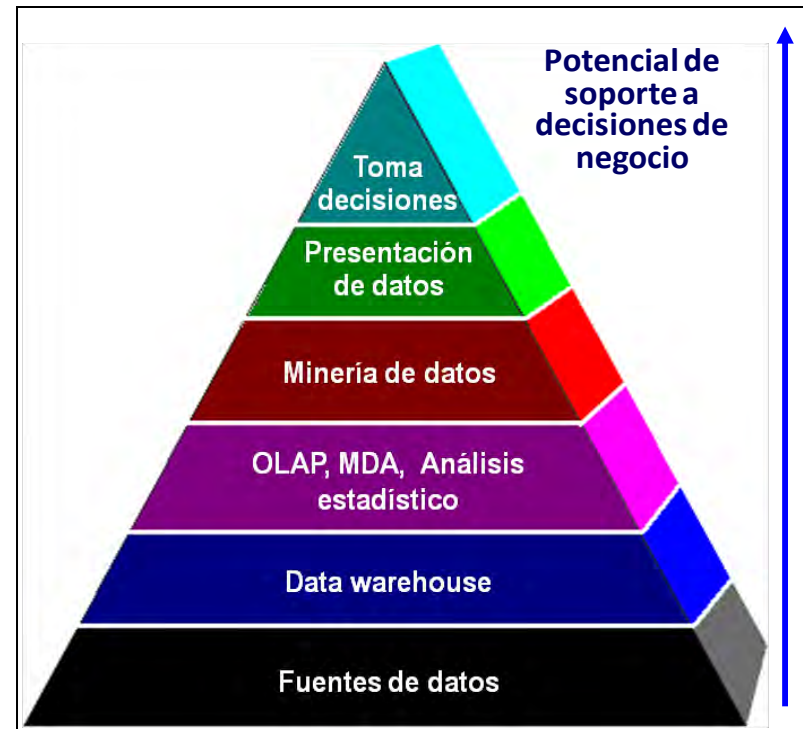
Sistemas de apoyo a ejecutivos o de planificación estratégica (i)

- Son utilizados para evaluar y analizar la misión de la organización
- Ayudan a la toma de decisiones sin estructura
- Estos sistemas ofrecen consejos amplios y generales acerca de la naturaleza del mercado, preferencias de los consumidores, comportamiento de la competencia, etc.
- Ayudan a los ejecutivos a organizar sus interacciones con el entorno externo, para lo que proporcionan apoyo gráfico y de comunicaciones
- Utilizan información obtenida de fuentes externas y datos internos de los sistemas de transacciones y de apoyo a las decisiones de la organización

Sistemas de apoyo a ejecutivos o de planificación estratégica (ii)

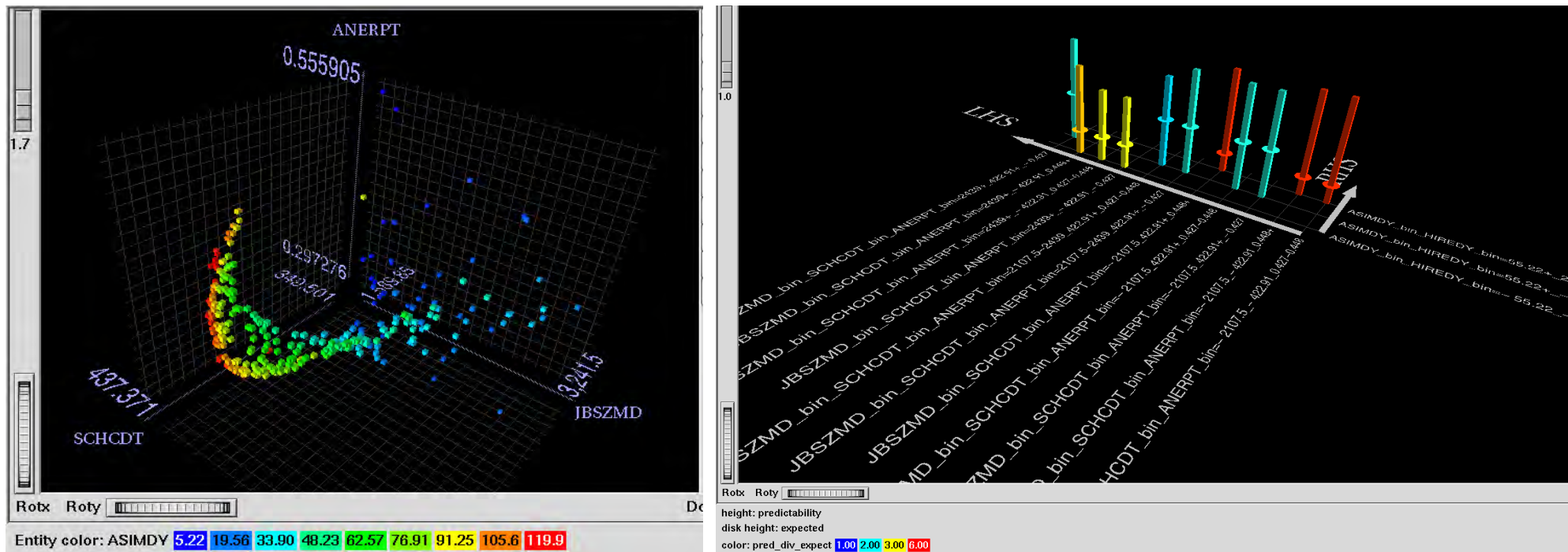
Inteligencia de negocio es un término que engloba el conjunto de procesos, técnicas y herramientas de ayuda a las decisiones de negocio basadas en la tecnología de la información

- Áreas de aplicación
 - CRM (*Customer relationship Management*)
 - Campañas promocionales
 - Retención de clientes
 - Sistemas de recomendación
 - Análisis de competitividad
 - Detección de fraudes
 - ...



Inteligencia de negocio

Sistemas de apoyo a ejecutivos o de planificación estratégica (iii)



Técnicas de visualización y minería de datos



<https://bit.ly/34TOlez>

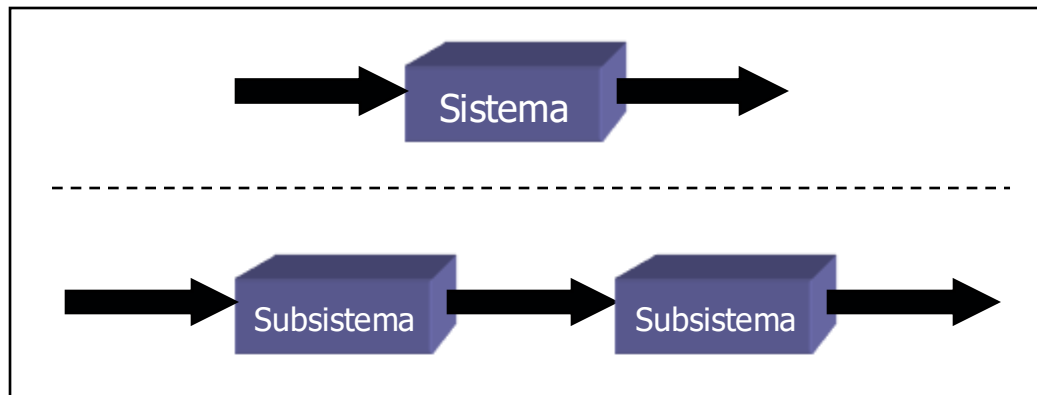
4. Principios generales de sistemas

Principios generales de sistemas (i)

- El estudio de las características comunes de los sistemas se conoce como “teoría general de sistemas” [Bertalanffy, 1968]
- Los principios de esta teoría derivados del estudio de otros sistemas se puede aplicar a los sistemas automatizados
- Alguno de los principios generales de la teoría general de sistemas son los siguientes
 - Cuanto más especializado sea un sistema menos capaz es de adaptarse a circunstancias diferentes
 - Cuanto mayor sea el sistema mayor es el número de recursos que deben dedicarse a su mantenimiento diario
 - Los sistemas siempre forman parte de sistemas mayores y siempre pueden dividirse en sistemas menores
 - Los sistemas crecen

Principios generales de sistemas (ii)

- El análisis o estudio de los sistemas se realiza siguiendo el **enfoque sistémico u holístico**
 - Adopción de una visión global que se va refinando progresivamente mediante una descomposición de arriba hacia abajo
 - Inicialmente se considera el sistema como una caja negra del que solo se conocen las entradas y las salidas
 - En un segundo nivel se examina el sistema y se descompone en cajas negras que son los subsistemas
 - El proceso se repite en niveles inferiores



Enfoque sistémico de análisis

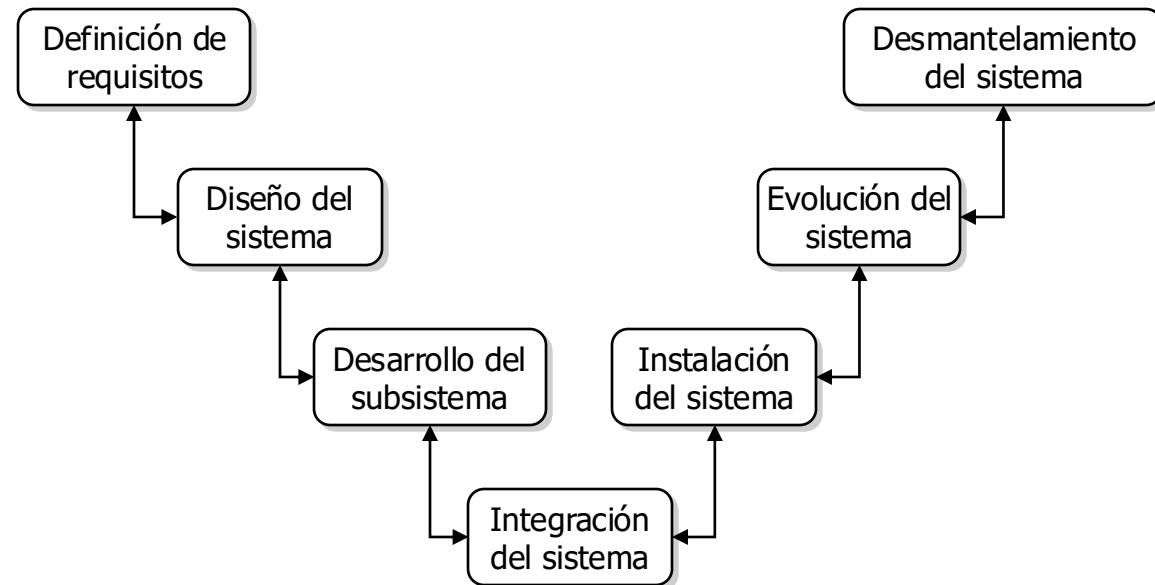
https://unsplash.com/photos/x5qZYxqzI_M



5. Ingeniería de sistemas

Introducción

- Actividad de especificar, diseñar, implementar, validar, distribuir y mantener sistemas como un todo [Sommerville, 2002]
- Se debe considerar
 - *Hardware*
 - *Software*
 - Interacciones del sistema con los usuarios y con su entorno
- Fases
 - Definición de requisitos
 - Diseño
 - Desarrollo de subsistemas
 - Instalación del sistema
 - Evolución del sistema
 - Desmantelamiento del sistema
- El proceso es iterativo entre fases y dentro de cada fase



Fases del proceso de la ingeniería de sistemas

Fases de la ingeniería de sistemas (i)

■ Definición de requisitos

- Requisitos funcionales abstractos (alto nivel)
 - Se definen independientemente de su forma de implementación (*software* y/o *hardware*)
- Propiedades del sistema
 - Disponibilidad, rendimiento, protección, etc.
- Características que no debe mostrar el sistema

■ Diseño

- Dividir requisitos
 - Grupos de requisitos relacionados
- Identificar subsistemas
 - Generalmente están relacionados con los grupos de requisitos
- Asignar requisitos a los subsistemas
 - La asignación es directa si cada grupo de requisitos se corresponde con un subsistema
 - Si se trabaja con componentes comerciales puede ser necesario redefinir algunos requisitos
- Especificar la funcionalidad de los subsistemas
 - Definición detallada de los requisitos de cada subsistema y las relaciones entre los subsistemas
 - Para un subsistema *software* se correspondería con la actividad de especificación de requisitos
- Definir las interfaces entre subsistemas

Fases de la ingeniería de sistemas (ii)

■ **Desarrollo de los subsistemas**

- Implementación de los subsistemas (*software* y *hardware*)
- Para un subsistema *software* sería un proceso de ingeniería (requisitos, diseño, implementación...)
- Puede incluir la **adquisición de subsistemas COTS** (*Commercial Off The Shelf*)
- Los subsistemas pueden desarrollarse en paralelo

■ **Integración del sistema**

- Enfoque *big bang*
 - Integración de todos los subsistemas a la vez
- Integración creciente
 - Integración gradual de los subsistemas
 - Es el enfoque más apropiado
 - Se pueden ir integrando los sistemas a medida que se van desarrollando
 - Se reduce el coste en la localización de errores

Fases de la ingeniería de sistemas (iii)

■ **Instalación del sistema**

- Ubicación del sistema en el entorno de operación
- Problemas: diferencias con el entorno de desarrollo, oposición de los usuarios, problemas de espacio físico, etc.

■ **Evolución**

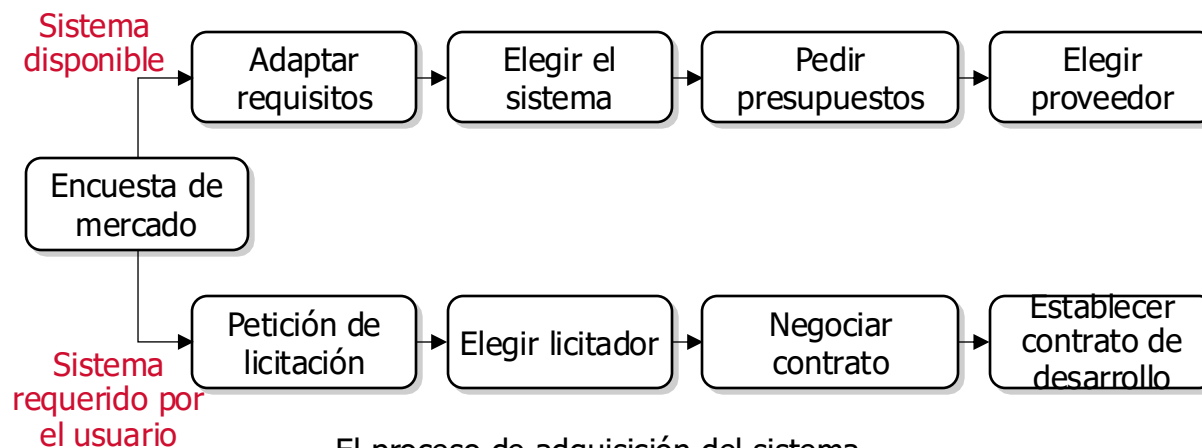
- Corrección de errores e introducción de nuevos requisitos

■ **Desmantelamiento**

- Poner al sistema fuera de servicio
- Los sistemas pueden contener materiales peligrosos para el entorno
- Alguna funcionalidad del *software* se puede incorporar en un sistema para ayudar en el proceso de desmantelamiento
- Los componentes en bien estado se pueden identificar y reutilizar en otros sistemas

Adquisición del sistema

- El sistema se puede comprar como un todo, como partes separadas que deben integrarse o como un sistema diseñado y desarrollado
- Antes de la adquisición se debe realizar
 - Especificación de alto nivel donde se indique qué debe hacer el sistema
 - Diseño arquitectónico para identificar qué partes pueden comprarse y cuales deben desarrollarse de forma específica
- Los sistemas grandes y complejos generalmente están formados por
 - componentes comerciales (COTS) y
 - componentes construidos de forma especial



El proceso de adquisición del sistema

<https://bit.ly/3aQxpJC>



6. Aportaciones principales del tema

Aportaciones principales

- Los sistemas forman parte de la vida cotidiana y existen desde el principio de los tiempos
- Existen una serie de principios recogidos en la “teoría de sistemas” que comparten todos los sistemas, incluidos los sistemas de información automatizados, y pueden resultar muy útiles para su desarrollo
- Los sistemas de información se organizan en una estructura piramidal que sirve como base para su clasificación
- La ingeniería de sistemas es un proceso difícil y complejo que requiere información de un amplio rango de disciplinas de ingeniería
- El proceso de ingeniería de sistemas incluye una serie de fases (especificación, diseño, desarrollo, integración, etc.) en la que hay que considerar tanto el hardware como el *software*
- Algunas partes de los sistemas grandes se construyen a partir de componentes comerciales (COTS)
- El proceso de adquisición está definido y formalizado

7. Cuestiones y ejercicios



Cuestiones y ejercicios

- Pensar en un sistema de información automatizado concreto de una empresa u organización, identificar diferentes tipos de usuario e indicar las funciones que realizan
- Poner ejemplos, diferentes a los que se dan en el tema, de información que se maneja en los diferentes niveles de la pirámide de los sistemas de información
- Buscar áreas de aplicación de la inteligencia de negocio en los sistemas de planificación estratégica y explicar la ayuda que proporcionan en la toma de decisiones
- ¿De qué forma pueden ayudar los principios generales de la teoría general de sistemas en el desarrollo de un sistema de información automatizado?
- Suponiendo que un sistema solicitado por una empresa cumple con la especificación, describir utilizando ejemplos tres problemas que pueden surgir cuando se instala dicho sistema
- Describir un sistema real que puede ser desarrollado utilizando la ingeniería de sistemas y documentar brevemente la realización de cada una de las fases



<https://bit.ly/38L6k87>

8. Lecturas complementarias

Lecturas complementarias

- J. Chandra *et al.*, "Information systems frontiers," *Communications of the ACM*, vol. 43, no. 1, pp. 71-79, 2000. doi: 10.1145/323830.323847
 - Artículo que trata sobre el crecimiento y aplicación de los sistemas de información, junto a las Tecnologías de la Información, en dominios de aplicación que nunca habían sido considerados
- A. J. Swartz, "Airport 95: automated baggage system?," *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, vol. 21, no. 2, pp. 79-83, 1996. doi: 10.1145/227531.227544. Disponible en: <https://d66z.short.gy/Apc3ap>
 - Artículo que presenta un caso de estudio de lo que puede resultar mal en un proyecto de ingeniería de sistemas y como el *software* tiende a ser el responsable de los grandes fallos en los sistemas
- S. White *et al.*, "Systems engineering of computer-based systems," *Computer*, vol. 26, no. 11, pp. 54-65, 1993. doi: 10.1109/2.241426
 - Este artículo contiene una buena descripción de los sistemas de información basados en computadora



9. Referencias

Referencias

- [**Bertalanffy, 1968**] **Bertalanffy, L.V.** "General Systems Theory: Foundations, Development, Applications", NY, George Brazillier, 1968
- [**De Pablo, 1989**] **De Pablo, I.** "El reto informático: La gestión de la información en la empresa". Pirámide, 1989
- [**Kendall y Kendall, 1997**] **Kendall, K.E. y Kendall, J.E.** "Análisis y Diseño de Sistemas", Prentice Hall, 1997
- [**Pressman, 2002**] **Pressman, R. S.** "Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico". 5ª Edición. McGraw-Hill. 2002
- [**Pressman, 2010**] **Pressman, R.S.** "Ingeniería del Software, un Enfoque Práctico", 7ªed., Mc Graw Hill, 2010
- [**O´Brien, 2001**] **O´Brien, J.A.** "Sistemas de Información Gerencial", 4ª Edición, Irwin McGraw-Hill, Bogotá, 2001
- [**Piattini et al., 2004**] **Piattini, M., Calvo-Manzano, J. A., Cervera, J., Fernández, L.** "Análisis y Diseño Detallado de Aplicaciones Informáticas de Gestión". Ra-ma, 2004
- [**RAE, 2024**] **Real Academia Española** "Diccionario de la Lengua Española". Versión electrónica 23.8. <http://www.rae.es>. [Última vez visitado, 8-2-2025]. 2024
- [**Sommerville, 2002**] **Sommerville, I.** "Ingeniería de Software", 6ª ed., Addison Wesley, 2002
- [**Yourdon, 1993**] **Yourdon, E.** "Análisis Estructurado Moderno", Prentice Hall, 1993

INGENIERÍA DE SOFTWARE I

Tema 2: Sistemas de Información

Grado en Ingeniería Informática
Fecha de última modificación: 8-2-2025

Dr. Francisco José García-Peñalvo / fgarcia@usal.es
Dra. Alicia García-Holgado / aliciagh@usal.es
Dra. Andrea Vázquez-Ingelmo / andreavazquez@usal.es



Departamento de Informática y Automática
Universidad de Salamanca

