# Introducción a la Tecnología VLSI

Enrique Pastor Llorens
Rosa M. Badia

Agost 2001

Disseny Bàsic VLSI

Departament d'Arquitectura de Computadors
Universitat Politècnica de Catalunya

# Introducción

**Introducción a la Tecnología VLSI:**

La tecnología VLSI es el proceso de diseñar e implementar circuitos digitales integrados directamente sobre silicio.

El proceso de implementación de circuitos VLSI ha evolucionado de forma continua desde los años 60.

- Inicialmente se utilizaban componentes discretos.
- **SSI:** Integración de puertas AND, OR, biestables, etc.
- **MSI:** Integración de sumadores, registros, multiplexores, etc.
- **LSI:** Integración de pequeños controladores o microprocesadores.
- **VLSI:** Integración de microprocesadores y circuitos de propósito especifico.
- **ULSI**: .......

# Introducción

## Evolución de la tecnología VLSI:

| **Año** | **1947** | **1950** | **1961** | **1966** |
|---|---|---|---|---|
| Tecnología | Invención del transistor | Componentes discretos | SSI | MSI |
| Transistores en chips comerciales | 1 | 1 | 10 | 100 - 1000 |
| Productos típicos | — | Transistor | Puertas lógicas flip-flops | Sumador, mux, contador |

| **1971** | **1980** | **1985** | **1990** |
|---|---|---|---|
| LSI | VLSI | ULSI | GSI |
| 1000 - 20.000 | 20.000-500.000 | $\geq$500.000 | $\geq$10.000.000 |
| 8 bit Micros, ROM/RAM | 16/32 bit Micros | Procesadores especiales | 64 bit Micros |

# Introducción

**Ventajas de la tecnología VLSI:**

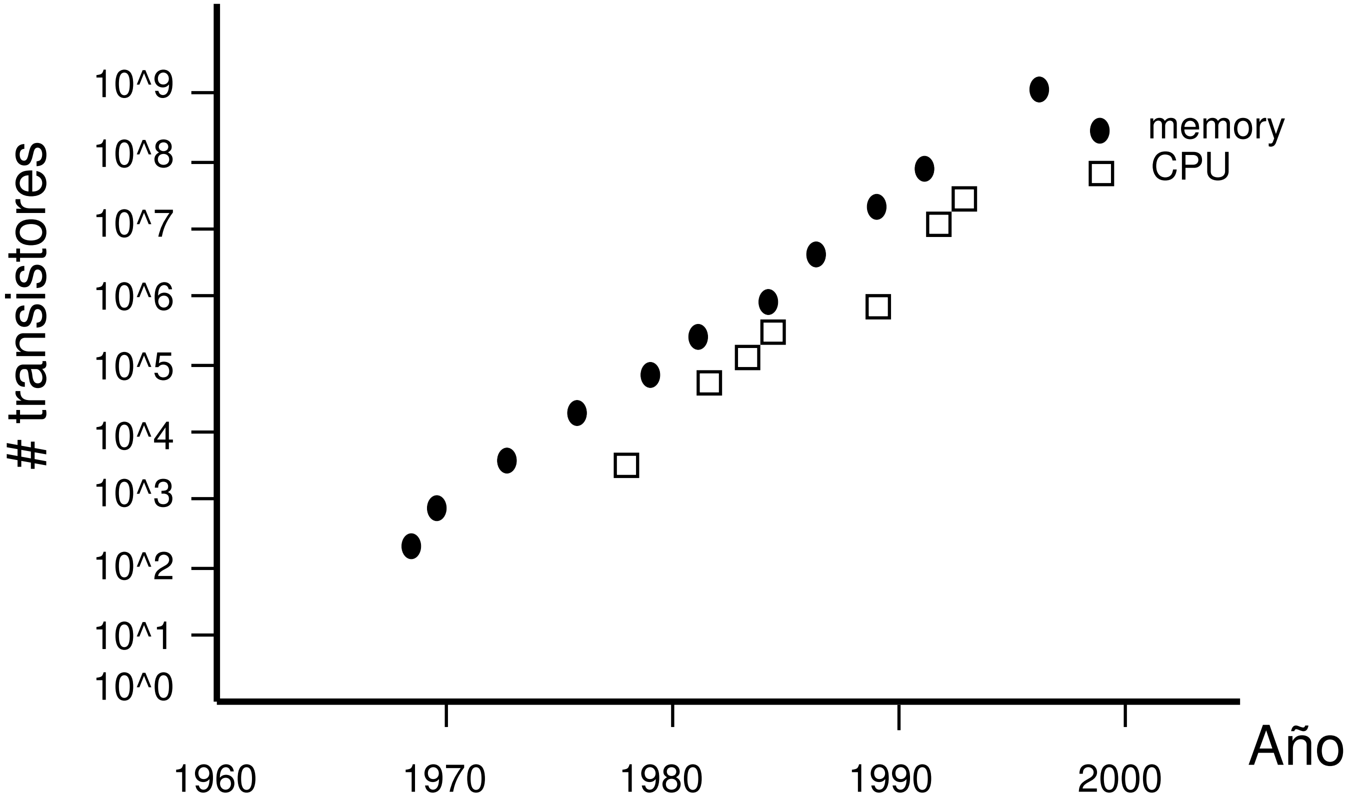
- Menor tamaño físico.
- Reducción del consumo.
- Incremento de la velocidad de proceso.
- Reducción de los costes de fabricación.

**Circuitos integrados aplicados en todas las áreas del desarrollo humano:**

- Computadores ...
- Electrónica de consumo ...
- Automoción, aviación, ...
- Medicina ...

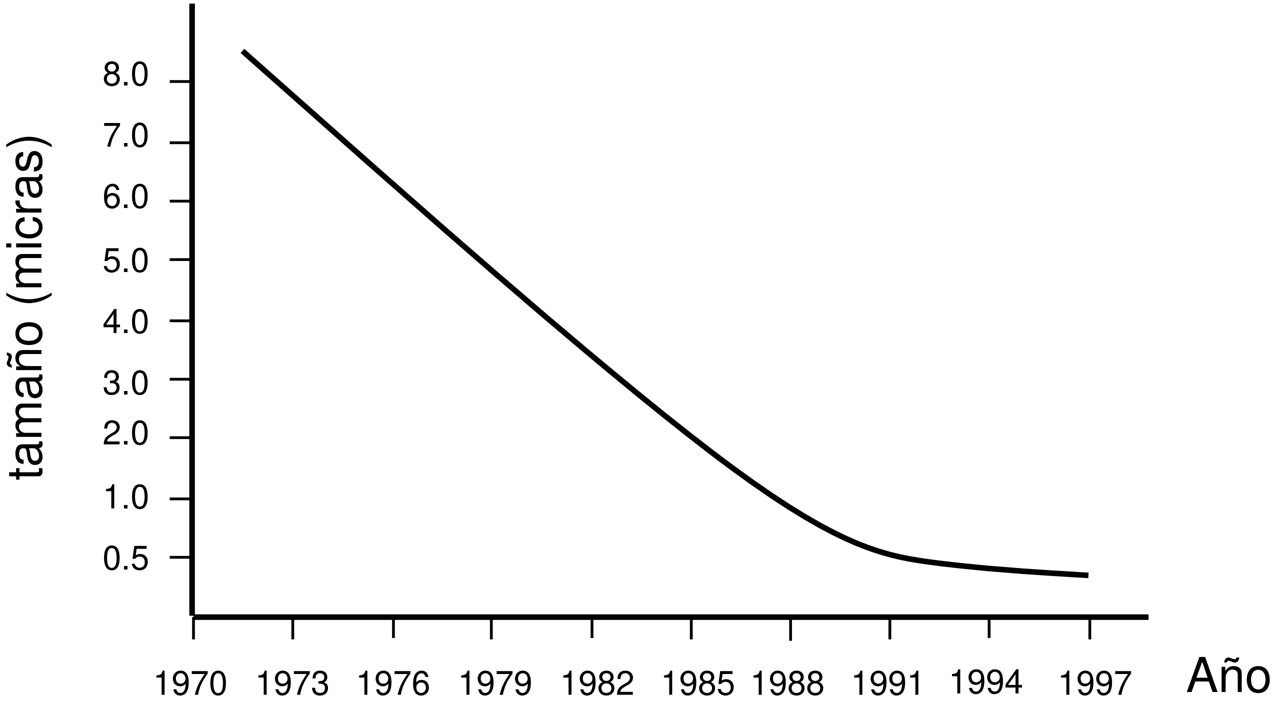
# Ley de Moore

En los años 60, Gordon Moore predijo un incremento exponencial del número de transistores integrados.



# Ley de Moore

La integración de millones de transistores en un chip es posible debido a la continua reducción de su tamaño:



# Ley de Moore

**La ley de Moore en la familia Intel:**

| Nombre | Fecha | # Transistores | Tamaño |
|---|---:|---:|---:|
| 4004 | 1971 | 2.300 | 10 $\mu$ |
| 8008 | 1972 | 3.500 | 10 $\mu$ |
| 8080 | 1974 | 5.000 | 6 $\mu$ |
| 8085 | 1976 | 6.500 | 3 $\mu$ |
| 8086 | 1978 | 29.000 | 3 $\mu$ |
| 8088 | 1979 | 29.000 | 3 $\mu$ |
| 80286 | 1982 | 134.000 | 1,5 $\mu$ |
| 80386 | 1985 | 275.000 | 1,5 $\mu$ |
| 80486 | 1989 | 1.200.000 | 1,0 $\mu$ |

# Ley de Moore

**La ley de Moore en la familia Intel:(cont)**

| Nombre | Fecha | # Transistores | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Pentium | 1993 | 3.100.000 | 0,8 $\mu$ |
| Pentium Pro | 1995 | 5.500.000 | 0,6 $\mu$ |
| Pentium 2 | 1997 | 7.500.000 | 0,25 $\mu$ |
| Pentium 3 | 1999 | 9.500.000 | 0,25 $\mu$ |
| Pentium 4 | 2000 | 42.000.000 | 0,18 $\mu$ |

# Múltiples tecnologías VLSI

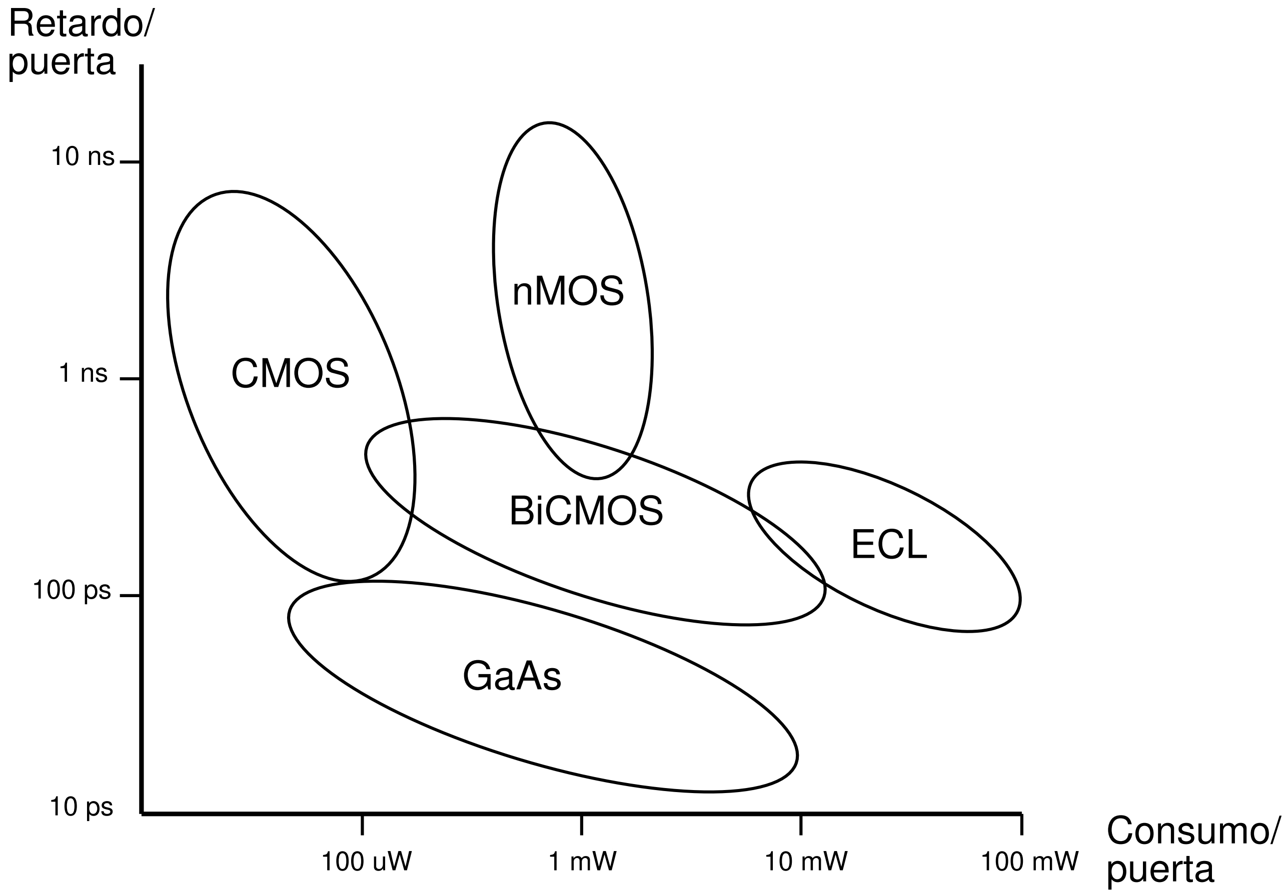
Desde la introducción de los primeros circuitos VLSI se han desarrollado múltiples procesos tecnológicos.

Las tecnologías que pretenden alcanzar una alta velocidad suelen tener un alto consumo y viceversa.

Por el contrario, otras tecnologías son de difícil utilización por la complejidad del diseño.

- **nMOS:** Velocidad media, consumo alto.
- **CMOS:** Velocidad media, consumo bajo.
- **BiCMOS:** Velocidad alta, consumo alto.
- **ECL:** Velocidad alta, consumo muy alto.
- **GaAs:** Velocidad muy alta, consumo alto, dificultad de integración.

# Múltiples tecnologías VLSI



# Introducción

## Diseño de sistemas VLSI:

El diseño de sistemas VLSI es un proceso muy complejo que requiere automatizar el ciclo de síntesis. Para ello se desarrollan herramientas de CAD (Computer-Aided Design).

## Existen tres familias de herramientas:

- Síntesis de circuitos.

  Diseño e implementación a partir de lenguajes de descripción del hardware.

- Análisis y verificación.

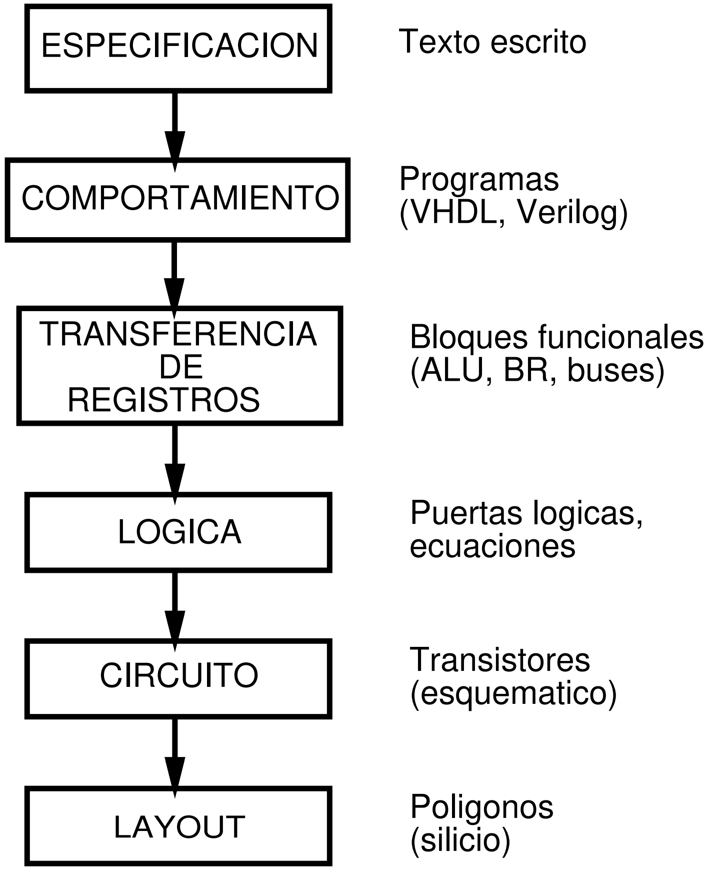
  Garantizar las prestaciones y la corrección del diseño.

- Test del circuito fabricado.

  Verificar que no se han producido errores en el proceso de fabricación y encapsulado.

# Ciclo de Diseño

La implementación de un circuito VLSI se realiza a través de sucesivos niveles de abstracción.



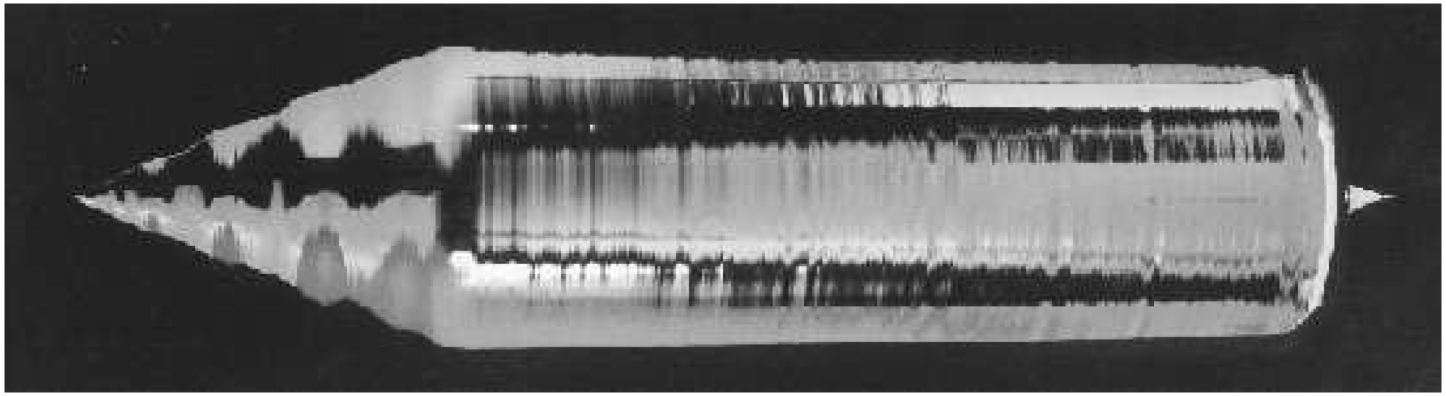

**Síntesis:**

Reducción del nivel de abstracción.

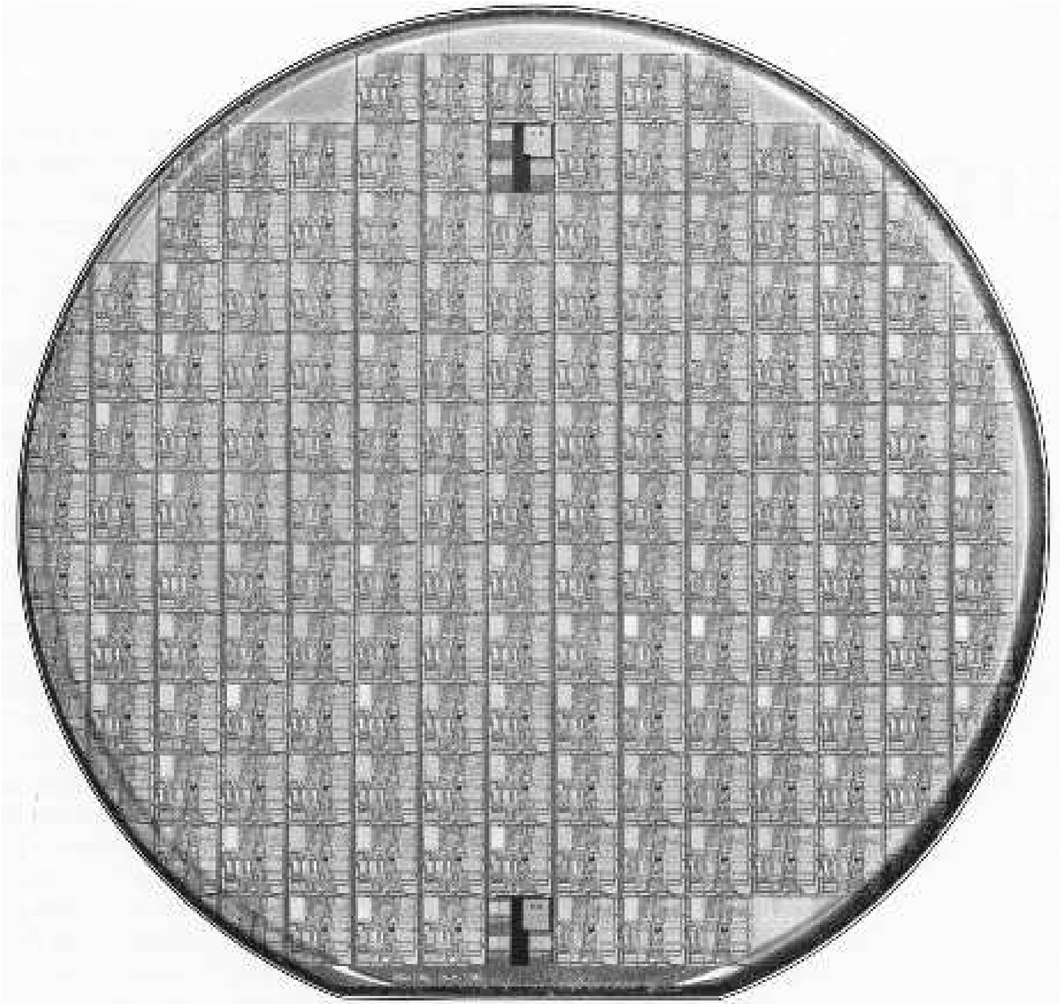
**Verificación:**

Comprobar que dos niveles son equivalentes.

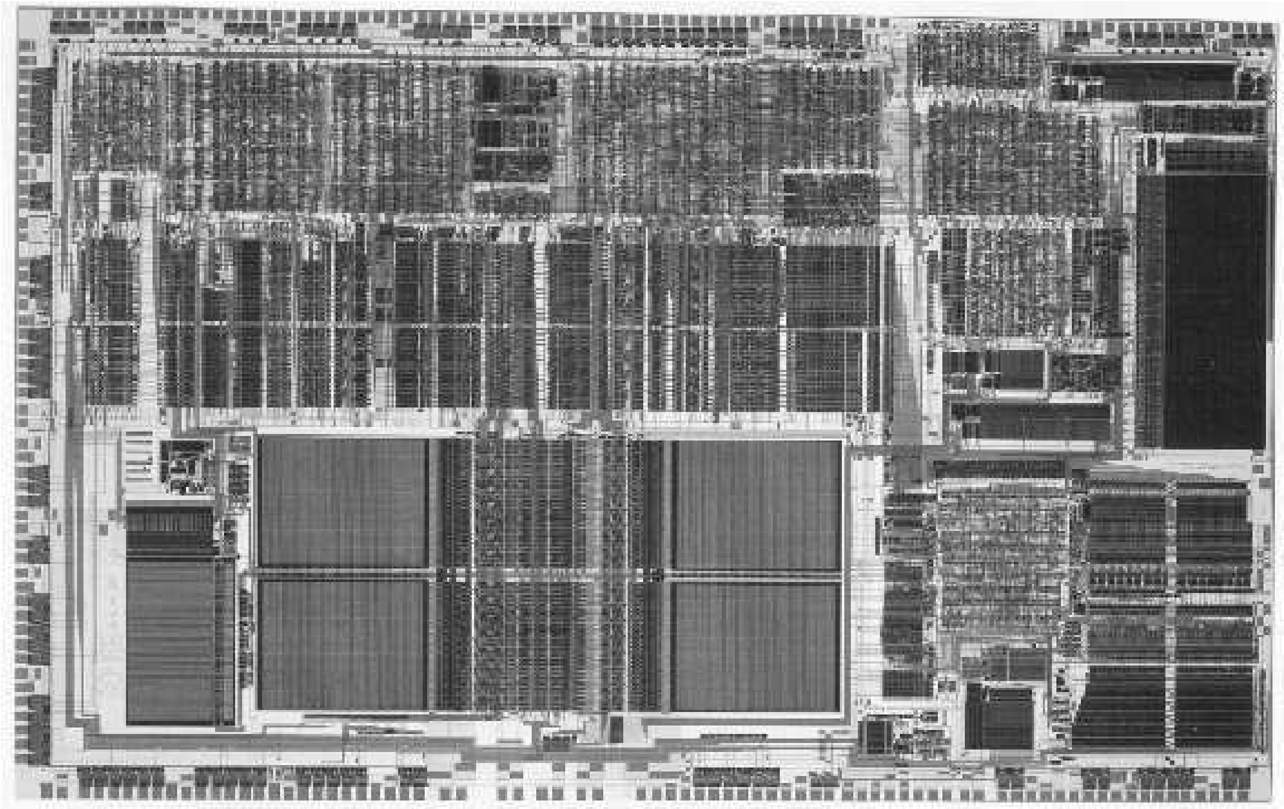
# Proceso de fabricación



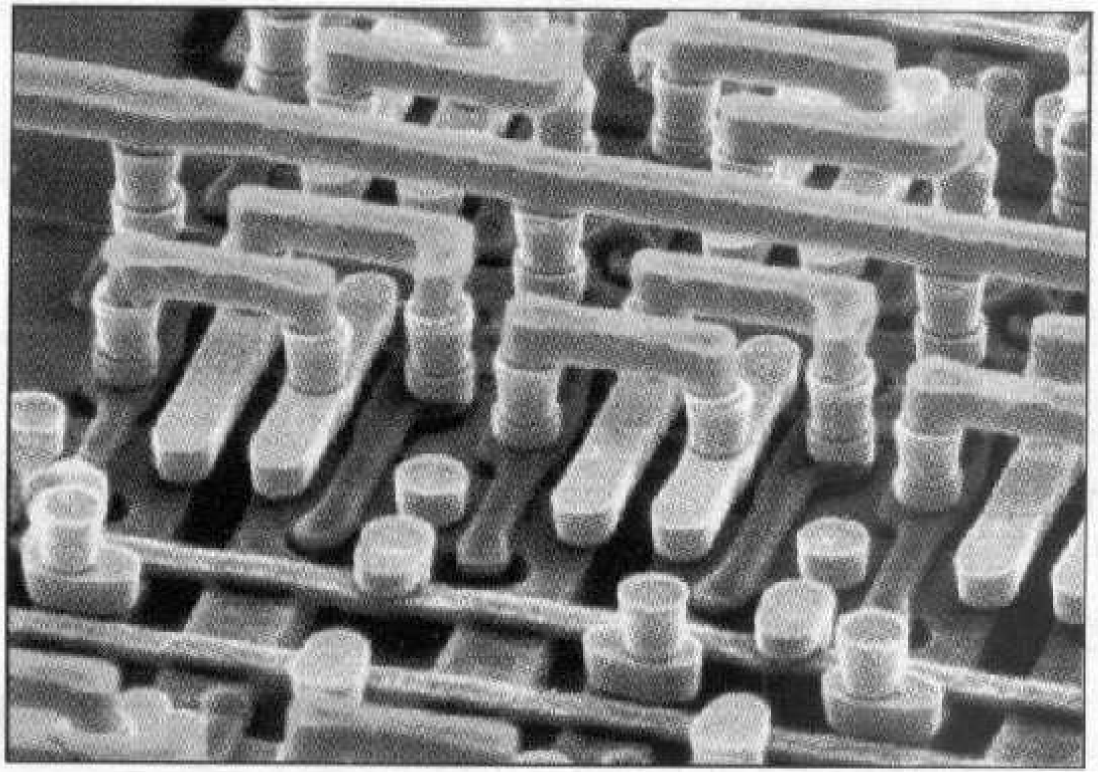
# Proceso de fabricación



# Proceso de fabricación



# Proceso de fabricación



*Éste es el aspecto que tiene la die de un procesador PowerPC vista al microscopio electrónico.*