



INGENIERÍA DEL SOFTWARE III

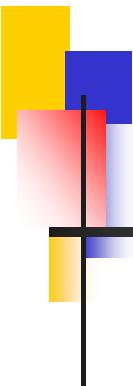
TEMA 4

CONTROL Y GESTIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE



CONTROL Y GESTIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SOFTWARE

- Introducción al Aseguramiento de la Calidad del Software.
- Marco normativo relacionado con la calidad.
- Factores y modelos de calidad.
- Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad.
- Plan General de Calidad.



Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

- Se conoce como SQA (Software Quality Assurance) o GCS (Gestión de la Calidad del Software).
- Es una actividad de protección que se aplica a lo largo de todo el ciclo de vida.
- Varias definiciones:
 - Conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie (Diccionario de la Real Academia Española)
 - Conjunto de Características de un producto o servicio relativas a su capacidad para satisfacer unas necesidades dadas. (Norma UNE 66-001-92 traducción de ISO 8402) [AENOR, 1992]
 - Concordancia con los requisitos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características implícitas que se espera de todo software desarrollado profesionalmente. (Pressman)
- Grado con el que un sistema, componente o proceso cumple:
 - Los requisitos especificados
 - Las necesidades o expectativas del cliente o usuario. (IEEE Std. 610-1990) [IEEE, 1993].



Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

Algunos conceptos

■ **Gestión de la calidad del software:**

Aspecto de la función general de la gestión que determina y aplica la política de calidad [AENOR].

■ **Aseguramiento de la calidad del software:**

Conjunto de actividades planificadas y sistemáticas necesarias para aportar la confianza en que el producto satisfará los requisitos dados de calidad [AENOR, 1992].

Conjunto de actividades para evaluar el proceso mediante el cual se desarrolla el producto. [IEEE].

■ **Control de calidad del software:**

Técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para satisfacer los requisitos relativos a la calidad, centradas en dos objetivos fundamentales: mantener bajo control un proceso y eliminar las causas de defectos en las diferentes fases del ciclo de vida [AENOR].

Proceso de verificar el propio trabajo o el de un compañero. [IEEE].

■ **Verificación y validación:**

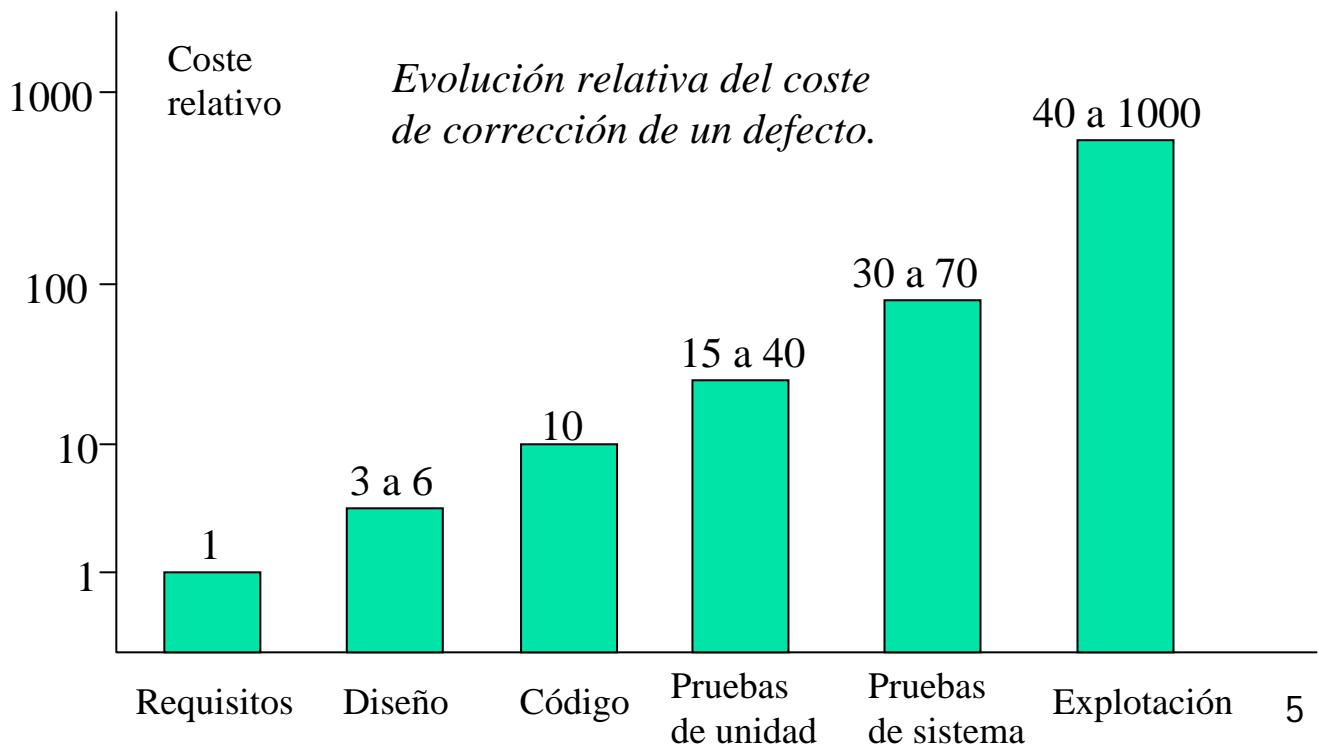
- **Verificación.** Comprobar si los productos construidos en una fase del ciclo de vida satisfacen los requisitos establecidos en la fase anterior.

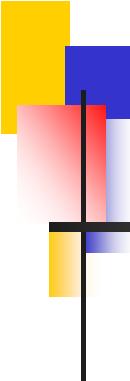
- **Validación:** Comprobar si el software construido satisface los requisitos de usuario.

Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

El coste de calidad

- Coste de prevención:
 - Planificación de la calidad.
 - Revisiones técnicas formales.
 - Equipo de pruebas.
 - Formación.
- Costes de evaluación:
 - Inspección en el proceso y entre procesos.
 - Calibrado y mantenimiento del equipo.
 - Pruebas.
- Costes de fallos:
 - Internos: revisión y reparación, ...
 - Externos: resolución de quejas. devolución y sustitución del producto, ...

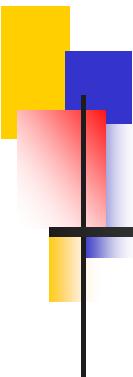




Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

Principios básicos de la calidad del software

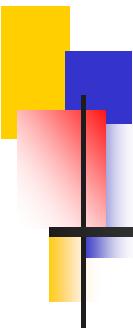
- Debe construirse durante todo el ciclo de vida del proyecto.
- Sólo se alcanza con la contribución de todas las personas involucradas.
- Se debe planificar y gestionar con eficacia.
- Se debe invertir recursos en la prevención de defectos.
- Se deben reforzar los sistemas de detección y eliminación de defectos durante las primeras fases del proyecto.
- Es un parámetro importante del proyecto al igual que los plazos de entrega, coste y productividad.
- Es esencial que se involucre la dirección.



Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

Actividades básicas que garantizan la calidad del software.

- Establecimiento de un plan para el aseguramiento de la calidad del proyecto:
 - Se desarrolla durante la planificación del proyecto
 - Se revisa por todas las partes involucradas
- Aplicación de metodologías y herramientas en el desarrollo.
- Ajuste a los estándares y normas establecidos, ajustándose en todo momento a la política de empresa.
- Realización de revisiones técnicas formales.
- Controlar los cambios.
- Recopilación y análisis de métricas para evaluar tanto la calidad del producto como la calidad del proceso.
- Verificación y validación del software.
- Realización de pruebas
- Revisión de las actividades de IS:
 - Seguimiento de las desviaciones
 - Verificación de la realización de las correcciones
- Asegurar la documentación de las desviaciones
- Registrar lo que no se ajuste a los requisitos
- Elaboración de bases históricas e informes.



Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

Equipo de aseguramiento de la calidad

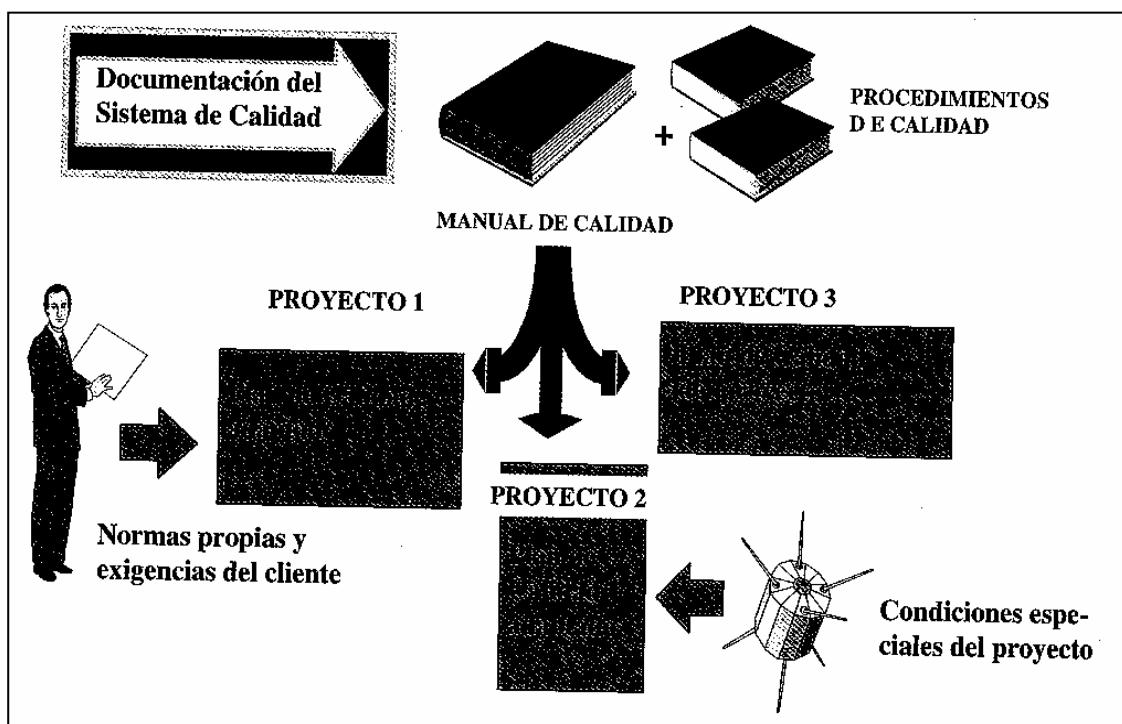
- Es el encargado de realizar el aseguramiento de la calidad del software.
- Sus miembros deben tener como características:
 - Titulación informática y experiencia en desarrollo de software.
 - Conocimiento de la organización.
 - Conocimiento de las metodologías de desarrollo y de los métodos y técnicas de control de calidad.
 - Capacidad de comunicación oral y escrita.
 - Capacidad de interrelación personal.
 - Capacidad de hacer frente a problemas.
 - Capacidad de diálogo.
- Sus funciones son:
 - Establecer el plan SQA del proyecto.
 - Participar en la definición del proceso de software del proyecto.
 - Revisar las actividades de ingeniería de software aplicadas en el proyecto.
 - Auditar los productos software obtenidos.
 - Garantizar la documentación de las desviaciones detectadas.
 - Registrar las diferencias respecto a los requisitos.
 - Decidir las acciones correctoras necesarias.
 - Desarrollar herramientas de prueba.
 - Coordinar el control y la gestión de cambios.
 - Recopilar y analizar las métricas del software.



Introducción al aseguramiento de la calidad del Software

Ámbitos del aseguramiento de la calidad

- El aseguramiento de la calidad a nivel de empresa u organización consiste en la creación de una estructura organizativa apropiada para fomentar el trabajo por la calidad de todas las personas y departamentos de la empresa.
- En cada proyecto de desarrollo se deben aplicar las directrices de calidad fijadas a nivel de la organización. Para ello es imprescindible la adaptación de las mismas a las condiciones de cada proyecto.





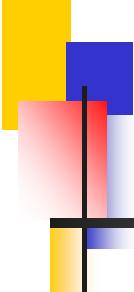
Marco normativo relacionado con la calidad

Principales organismos de normalización



- Los estándares ANSI/IEEE están orientados al aseguramiento de la calidad a nivel del proyecto:
 - Std. 730: proporciona la estructura de la documentación del plan de aseguramiento de la calidad.
 - Std.1061: definición de métricas para productos y para procesos, así como procedimientos para la recogida de valores de métricas.
 - Existen también estándares para otras actividades relacionadas con la calidad como pruebas, verificación y validación, revisiones, etc. Los principales se recogen en la siguiente tabla.

IEEE 730-1998	Planes de aseguramiento de la calidad del software
IEEE 829-1998	Documentación de pruebas del software
IEEE 982.1, 982.2	Diccionario estándar de medidas para producir software fiable
IEEE 1008-1987	Pruebas de unidad del software
IEEE 1012-1998	Verificación y validación del software
IEEE 1028-1997	Revisiones del software
IEEE 1044-1993	Clasificación estándar para anomalías del software
IEEE 1061-1992	Estándar para una metodología de métricas de calidad del software
IEEE 1228-1994	Planes de seguridad del software



Marco normativo relacionado con la calidad

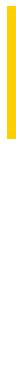
Estándares ISO 9000

- La Organización Internacional de Estándares, ISO, ha producido una serie de estándares para la **gestión y aseguramiento de la calidad** conocidos colectivamente como ISO 9000.
- Se pueden dividir en dos grupos:
 - Normas para el **aseguramiento externo de la calidad**.
 - ISO 9001: Aseguramiento de la calidad en organizaciones cuyo proceso abarca desde el diseño hasta el servicio posventa.
 - ISO 9002: Aseguramiento de la calidad en organizaciones cuya actividad se basa en las fases de producción y de instalación.
 - ISO 9003: Aseguramiento de la calidad en organizaciones cuya actividad requiere inspecciones y ensayos finales.
 - Normas para la **gestión interna de la calidad**.
 - ISO 9004: define los elementos de un sistema de calidad
- Guía ISO 9000-3: guía para aplicar ISO 9001 al desarrollo, suministro y mantenimiento de software.

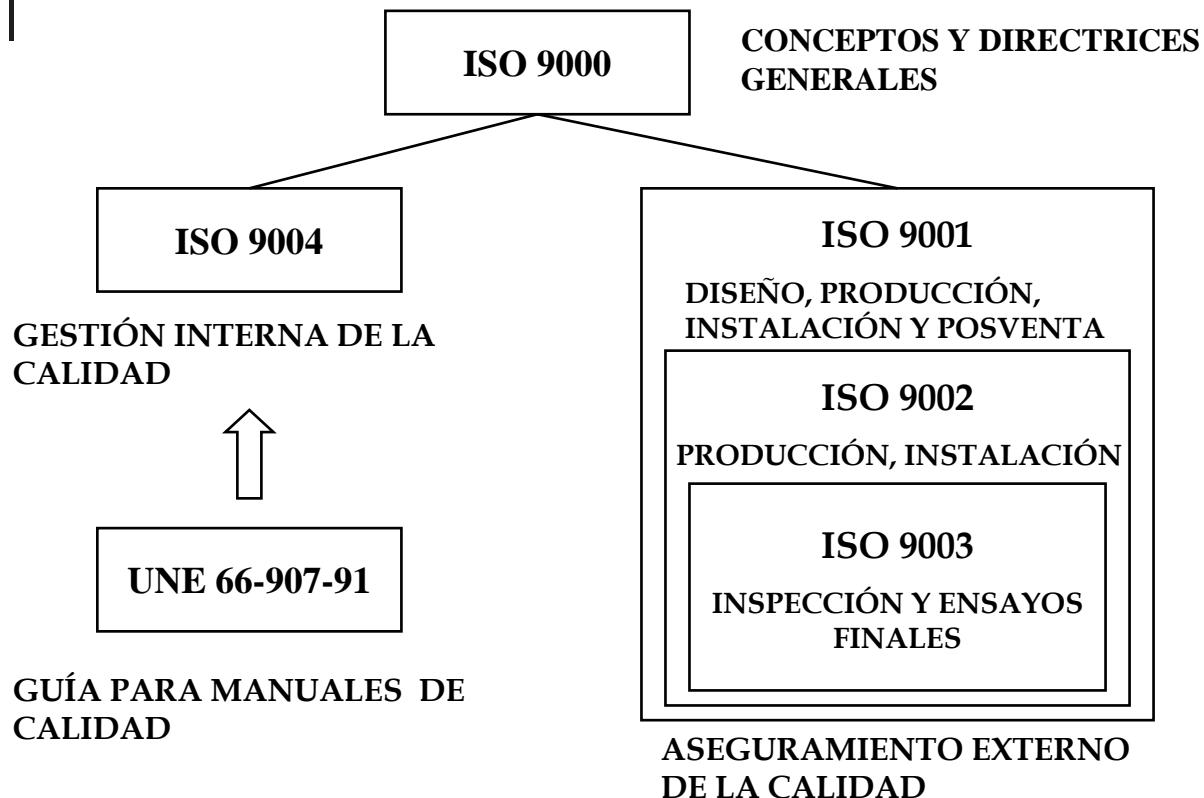


Marco normativo relacionado con la calidad

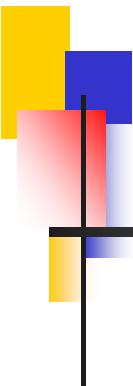
- Guía ISO 9000-3 contempla:
 - Marco de trabajo de la empresa
 - Responsabilidades de gestión (proveedor y comprador)
 - Sistema de calidad
 - Auditorias internas
 - Acciones correctivas
 - Actividades del ciclo de vida
 - Revisión de la contratación
 - Especificación de requisitos del comprador
 - Planificación del desarrollo
 - Planificación de la calidad
 - Diseño e implementación
 - Prueba y validación
 - Aceptación
 - Replicación, venta e instalación
 - Mantenimiento
 - Actividades de apoyo (no dependientes del c.v)
 - Gestión de la configuración
 - Control de la documentación
 - Registro de la calidad
 - Medición
 - Reglas, prácticas y convenios
 - Herramientas y técnicas
 - Ventas
 - Productos software incluidos
 - Formación



Marco normativo relacionado con la calidad



- Las normas de la serie ISO 9000 han sido adoptadas sin modificación como normas europeas (serie EN 29000) y como normas españolas (serie UNE 66-900).
- La norma UNE 66-907-91 (guía para manuales de calidad) es la correspondiente a ISO 9004.



Marco normativo relacionado con la calidad

ISO 9000

■ **Aspectos positivos:**

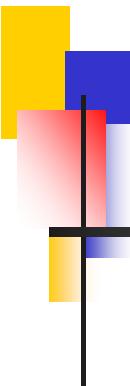
- Es un elemento competitivo para las empresas.
- Proporciona confianza a los clientes.
- Ahorra tiempo y dinero una vez que está implantado.
- Implantado en más de 90 países y en todo tipo de empresas industriales y de servicios.
- Proporciona cierta seguridad de que las cosas se hacen tal y como se han dicho que se han de hacer.

■ **Aspectos negativos:**

- Es costoso de implantar, especialmente en las pequeñas empresas.
- Muchas veces se hace por obligación.
- Puede existir diferentes interpretaciones de los apartados del estándar.
- Existe publicidad engañosa.

La importancia de estos estándares radica en que permiten la certificación a las empresas.

Certificación: proceso realizado por auditores externos que examinan si la empresa se ajusta o no a ciertos estándares.



Factores y Modelos de Calidad

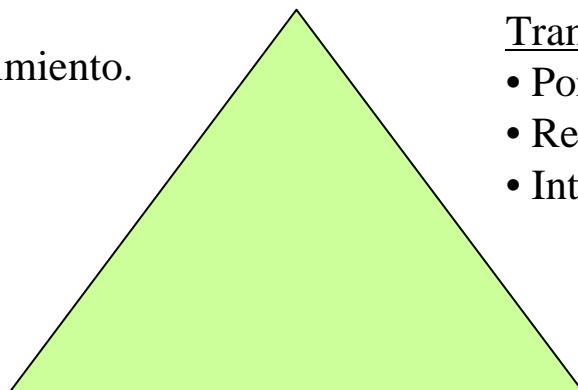
La calidad del producto software se sustenta en una compleja mezcla de factores.

Revisión

- Facilidad de mantenimiento.
- Flexibilidad.
- Facilidad de prueba.

Transición

- Portabilidad.
- Reusabilidad.
- Interoperatividad.



Categorización de McCall

Operación

- Corrección.
- Fiabilidad.
- Usabilidad.
- Integridad.
- Eficiencia.



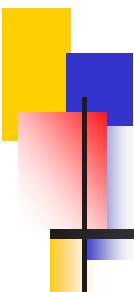
Factores y Modelos de Calidad

Para medir los factores de calidad existen diversos modelos a seguir.

Modelo de McCall

Define las siguientes métricas:

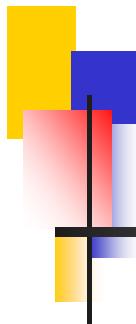
- Facilidad de auditoría (FA).
- Exactitud (EX).
- Normalización de comunicaciones (NO).
- Completitud (COT).
- Complejidad (COJ).
- Concisión (COC).
- Consistencia (COS).
- Estructuración de datos (ES).
- Tolerancia al error (TO).
- Eficiencia en la ejecución (EF).
- Facilidad de expansión (FAE).
- Generalidad (GE).
- Independencia del hardware (INH).
- Instrumentación (INS).
- Modularidad (MO).
- Facilidad de operación (FAO).
- Seguridad (SE).
- Autodocumentación (AU).
- Simplicidad (SI).
- Independencia del entorno software (INS).
- Trazabilidad (FAT).
- Formación (FO).



Factores y Modelos de Calidad

La relación entre las métricas de calidad y los factores es:

Métrica de la calidad del software	Corrección	Fiabilidad	Eficiencia	Integridad	Mantenimiento	Flexibilidad	Capacidad de pruebas	Portabilidad	Reusabilidad	Interoperatividad	Usabilidad
Factor de calidad											
Facilidad de auditoría				X			X				
Exactitud	X										
Estandarización de comunicaciones										X	
Compleción	X										
Complejidad		X			X X						
Concisión		X			X X						
Consistencia	X X				X X						
Estandarización de datos											X
Tolerancia a errores	X										
Eficiencia de ejecución		X									
Capacidad de expansión						X					
Generalidad						X		X X X			
Independencia del hardware								X X			
Instrumentación			X X		X						
Modularidad	X			X X	X X			X X X			
Operatividad		X									X
Seguridad			X								
Autodocumentación				X X X	X X X						
Simplicidad	X			X X X							
Independencia del sistema								X X			
Trazabilidad	X										
Facilidad de formación											X



Factores y Modelos de Calidad

Modelo de McCall

- Cada métrica se estima en la escala de 0 a 10.
- Para cada factor de calidad se calcula:

$$F_c = \sum_{i=1}^n C_i \cdot m_i$$

F_c : valor cuantitativo del factor de calidad.

m_i : valor asignado a la métrica (de 0 a 10).

C_i : peso (tanto por uno) de la métrica en el factor de calidad.

$$\sum C_i = 1.$$



Factores y Modelos de Calidad

SQA Estadística

Implica los siguientes pasos:

- Se clasifica la información sobre los defectos del software durante un tiempo determinado.
- Se intenta encontrar la causa subyacente de cada defecto.
- Se aplica el principio de Pareto: el 80% de los defectos se pueden encontrar en el 20% de las posibles causas. Se aislan el 20% de los defectos no vitales.
- Una vez identificados los defectos vitales, se actúa para corregir los problemas que los han originado.

Tiene como objetivos:

- Detectar los errores que más se producen y analizar sus causas.
- Medir la calidad de los proyectos.



Factores y Modelos de Calidad

SQA Estadística (aplicación)

Las causas de error localizadas son:

- Especificación incompleta o errónea (EIE).
- Mala interpretación de la comunicación con el cliente/usuario (MCC).
- Desviación deliberada de la especificación (DDE).
- Incumplimiento de los estándares de programación (IEP).
- Error en la representación de los datos (ERD).
- Interfaz de módulo inconsistente (IMI).
- Error en la lógica de diseño (ELD).
- Prueba incompleta o errónea (PIE).
- Documentación imprecisa o incompleta (DII).
- Error en la traducción del diseño al lenguaje de programación (TLP).
- Interfaz hombre-máquina ambigua o inconsistente (IHM).
- Varios (VAR).



Factores y Modelos de Calidad

SQA Estadística (aplicación)

La distribución de errores por causa es:

	Total		Grave		Moderado		Leve	
Error	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
EIE	205	22	34	27	68	18	103	24
MCC	156	17	12	9	68	18	76	17
DDE	48	5	1	1	24	6	23	5
IEP	25	3	0	0	15	4	10	2
IMI	58	6	9	7	18	5	31	7
ERD	130	14	26	20	68	18	36	8
ELD	45	5	14	11	12	3	19	4
PIE	95	10	12	9	35	9	48	11
DII	36	4	2	2	20	5	14	3
TLP	60	6	15	12	19	5	26	6
IHM	28	3	3	2	17	4	8	4
VAR	56	5	0	0	15	5	41	9
TOTAL	942	100	128	100	379	100	435	100



Factores y Modelos de Calidad

SQA Estadística (aplicación)

Además de la recopilación de información de los defectos, los equipos de desarrollo pueden calcular un Índice de Errores (IE) para cada etapa principal (análisis, diseño, codificación, prueba y entrega) del ciclo de vida.

- Para cada etapa se recopila:
 - E_i : n° total de defectos descubiertos en la etapa i.
 - S_i : n° de defectos graves.
 - M_i : n° de defectos moderados.
 - T_i : n° de defectos leves.
- PS : tamaño del producto (LDC, sentencias de diseño, páginas de documentación, etc.).
- Sean W_s , W_m , W_t los factores de peso de errores graves, moderados y leves (10, 3 y 1 como valores recomendados).
- Para cada etapa se calcula el índice de fase (IF_i):

$$IF_i = W_s (S_i/E_i) + W_m (M_i/E_i) + W_t (T_i/E_i)$$

Los factores de peso de cada fase deberían aumentar a medida que el desarrollo evoluciona.

- Para calcular el índice de errores:

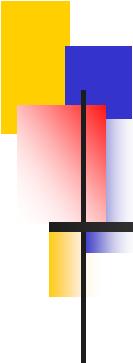
$$IE = \sum_{i=1}^n (i * IF_i) / PS = (1 * IF_1 + \dots + i * IF_i) / PS$$



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

Procedimientos de control

- Revisiones: aplicables a productos documentales en las fases iniciales e intermedias del proyecto.
 - Revisión mínima: intensidad 0. (DIR, EDS, USR).
 - Revisiones técnicas formales: intensidad 1. (DIR, EGC, EDS, USR).
 - Inspecciones detalladas: intensidad 2. (DIR, EGC, EDS, USR).
- Pruebas: aplicables a productos software ejecutables.
 - Validación de módulos: (DIR, EDS, EGC).
 - Integración: (DIR, EDS, EGC).
 - Aceptación: (DIR, EDS, EGC, USR).
- Auditorías: pretende garantizar la tarea del EDS y del EGC. (DIR, AUD, EDS, EGC, USR).
- Evaluación de prototipos: (USR, EGC, EDS).



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

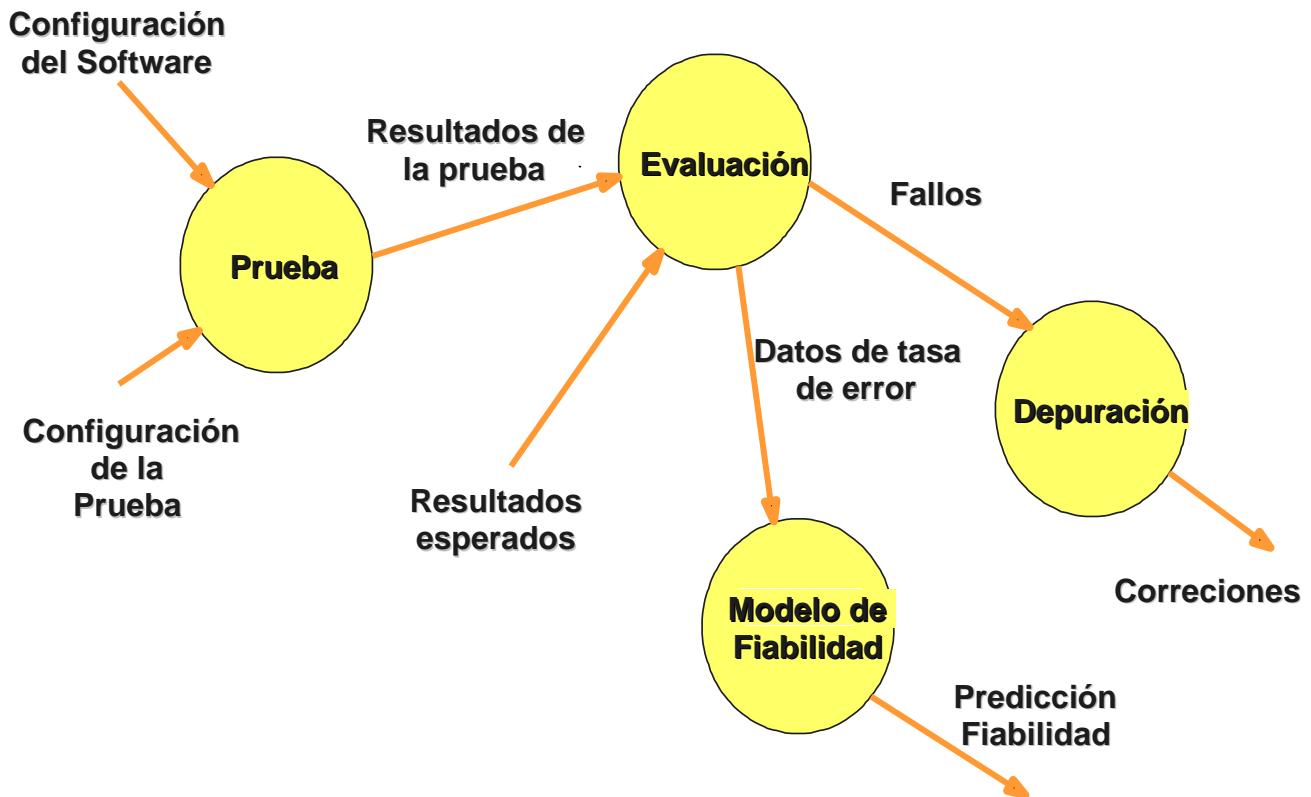
Revisiones e inspecciones

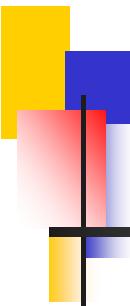
- Pretenden detectar manualmente defectos, mediante la lectura, en productos de desarrollo impresos en papel.
- Fases:
 - Inicio.
 - Planificación: selección de participantes y definición de roles.
 - Lanzamiento: explicación del producto.
 - Detección de defectos.
 - Búsqueda de defectos.
 - Actividad individual o de grupo.
 - Colección de defectos.
 - Evaluación de los defectos.
 - Documentación de defectos.
 - Corrección y seguimiento.
 - Los autores corrigen el producto.
 - El equipo de revisión/inspección hace el seguimiento de la corrección y de la finalización de la inspección.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

Contexto de la Prueba de Software





Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

CARACTERÍSTICAS DE UNA BUENA PRUEBA

- Una buena prueba ha de tener una alta probabilidad de encontrar un fallo.
- Una buena prueba no debe ser redundante.
- Una buena prueba debería ser la “mejor de la cosecha”.
- Una buena prueba no debería ser ni demasiado sencilla ni demasiado compleja.

FASES DE LA PRUEBA

- Diseño de las pruebas (¿técnicas?)
- Generación de casos de prueba (¿datos de prueba?)
- Definición del procedimiento de la prueba (¿cómo, donde?)
- Ejecución de la prueba
- Informe de la prueba (¿resultados?)

TÉCNICAS DE PRUEBA

- Pruebas estructurales o de Caja Blanca.
- Pruebas funcionales o de caja negra.

ESTRATEGIAS DE PRUEBA

- Pruebas unitarias.
- Pruebas de integración.
- Pruebas de sistema.
- Pruebas de aceptación.
- Pruebas de regresión.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

PRUEBAS ESTRUCTURALES

- Atienden al comportamiento interno y la estructura del programa, examinando la lógica interna.
- Diseñar casos de prueba para que se ejecuten:
 - Todas las sentencias al menos una vez
 - Todas las condiciones con valor verdadero y falso.
- Información de entrada: diseño y código.
- Hay distintos criterios de cobertura:
 - Cobertura de sentencias
 - Cobertura de decisiones
 - Cobertura de condiciones
 - Cobertura de decisión/condición
 - Cobertura de condición múltiple
 - **Cobertura de caminos**

COBERTURA DE CAMINOS

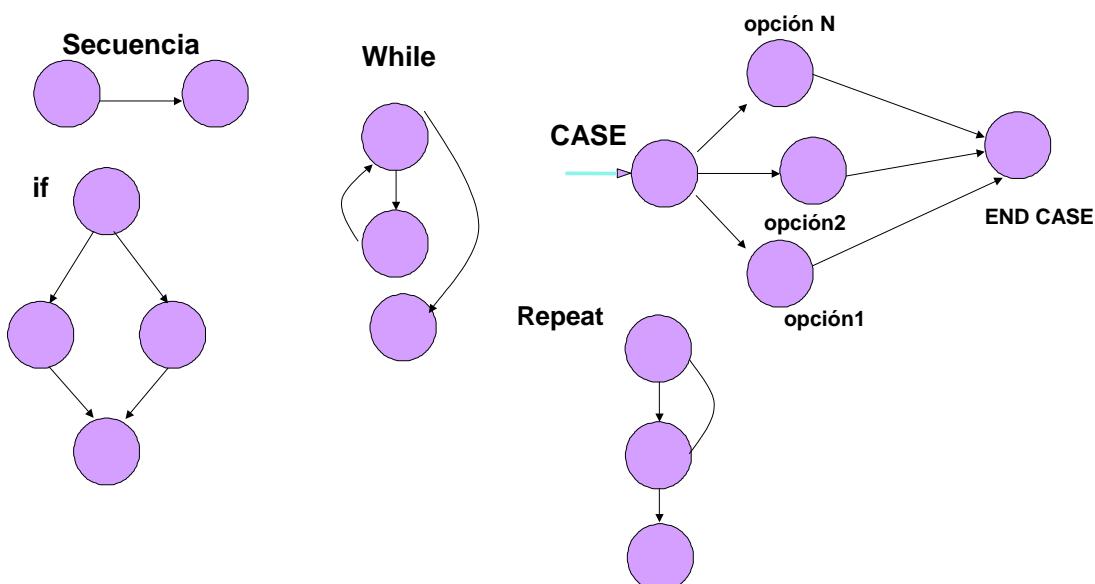
- Camino: Secuencia de sentencias encadenadas desde la entrada del programa hasta su salida.
- Diseña casos para caminos independientes:
 - Todas las sentencias se ejecutan al menos una vez.
 - Las condiciones son probadas para valores verdadero y falso.
- Técnica, **prueba del camino básico** :
 - Se basa en la medida de complejidad ciclomática de Mc Cabe.
 - Consta de los pasos:
 - Representación del programa como grafo de flujo.
 - Cálculo de la complejidad ciclomática.
 - Determinación de un conjunto básico de caminos linealmente independientes.
 - Derivación de los casos de prueba.

Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

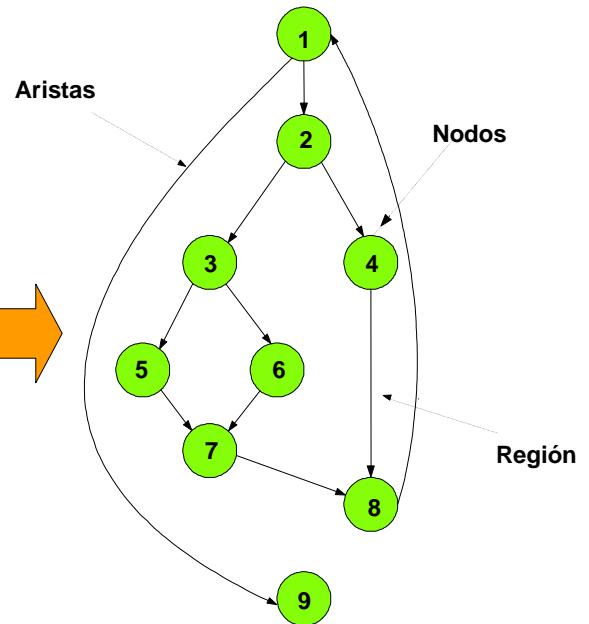
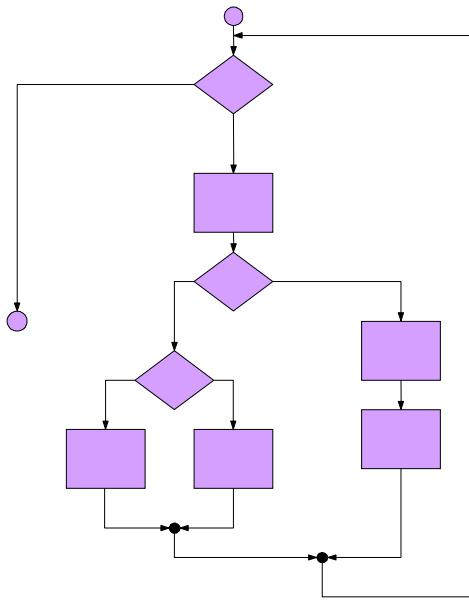
PRUEBA DEL CAMINO BÁSICO: Representación del Programa como Grafo de Flujo

Notación

- **Nodos.** Representan cero, una o varias sentencias.
- **Aristas:** Unen dos nodos.
- **Regiones:** Áreas delimitadas por aristas y nodos.
Para contarlas, se incluirá la externa.
- **Nodos Predicado:** Surgen al descomponer las sentencias condicionales compuestas en simples.

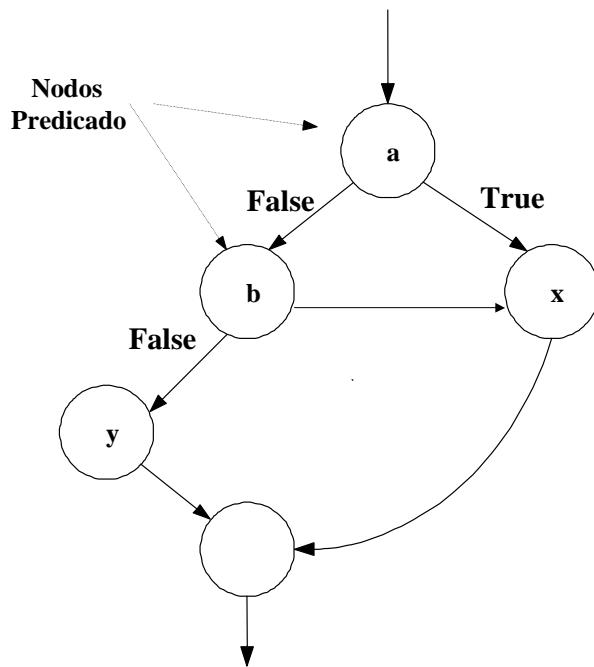


Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad



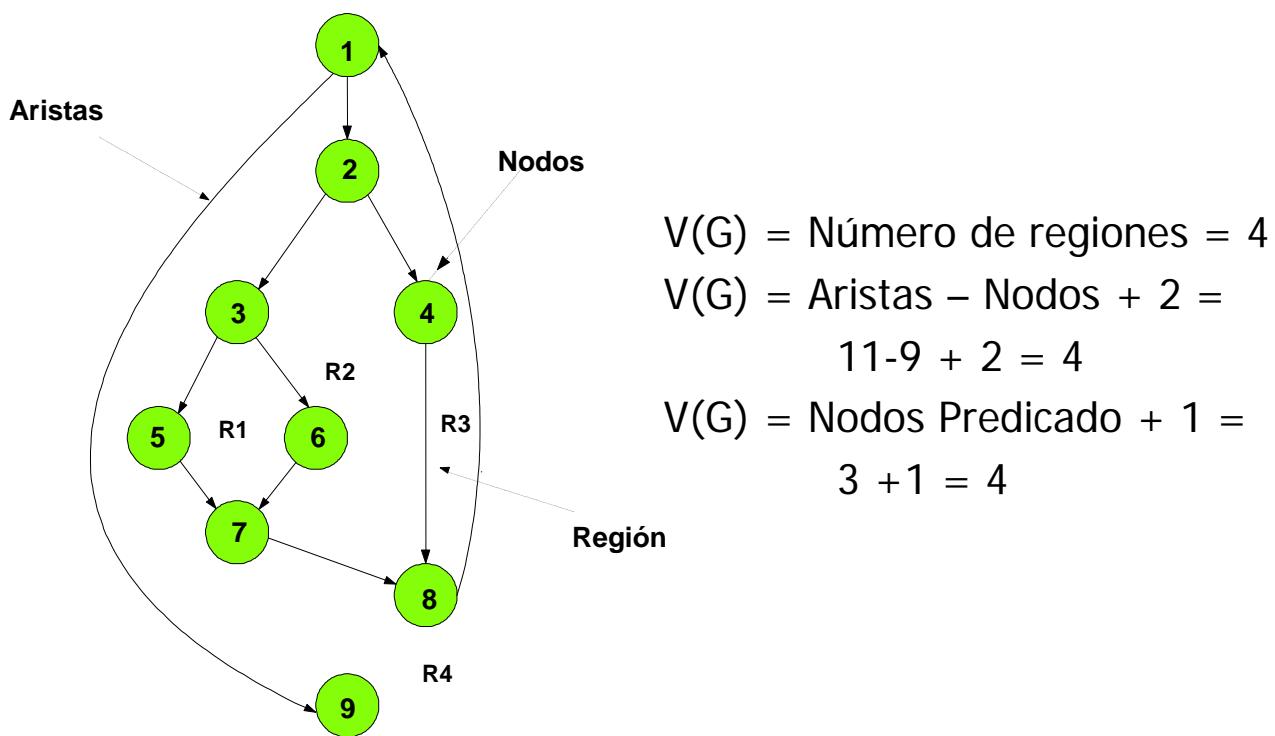
```

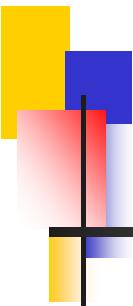
IF a OR b
  THEN
    x
  ELSE
    y
  ENDIF
  
```



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

- Complejidad ciclomática
 - Métrica software para averiguar la complejidad lógica de un programa.
 - Aquí define el número de caminos independientes.
 - Pone límite superior al número de caminos a recorrer.
- Representando como $V(G)$ la complejidad:
 - $V(G) = \text{Número de regiones}$
 - $V(G) = \text{Aristas} - \text{Nodos} + 2$
 - $V(G) = \text{Número de nodos predicado} + 1$





Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

CONJUNTO BÁSICO DE CAMINOS INDEPENDIENTES

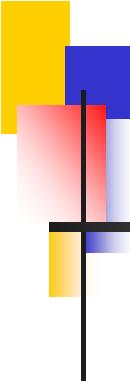
- Camino independiente es cualquier camino del programa que introduce, al menos, un nuevo conjunto de sentencias de proceso o una condición, respecto a los caminos existentes.
- Elegir como primer camino un camino principal que atraviese el máximo número de decisiones en el grafo.
- Definir los restantes caminos a partir del análisis de los diferentes nodos predicados.
- Para el ejemplo anterior:
 - Camino 1 : 1-9
 - Camino 2 : 1-2-4-8-1-9
 - Camino 3 : 1-2-3-5-7-8-1-9
 - Camino 4 : 1-2-3-6-7-8-1-9

DERIVACIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBA

- Cada caso de prueba se diseñará de tal modo, que corresponda a cada uno de los caminos elegidos.

Número de Camino	Caso de Prueba	Resutado Esperado

- PROBLEMA: El número ciclomático no da idea acerca de la complejidad de los datos.



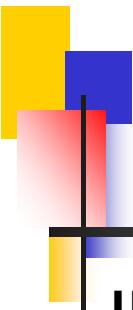
Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

PRUEBAS FUNCIONALES

- Se utiliza la especificación del componente
- El componente se ve como una *Caja Negra*.
- Se estudia el comportamiento a partir de entradas y salidas.
- Técnicas:
 - Partición de Equivalencia
 - Análisis de Valores Límite

PARTICIÓN DE EQUIVALENCIA

- Se basa en dos consideraciones:
 - Se debe dividir el dominio de entrada en clases de datos (clases de equivalencia).
 - Se deben crear casos de prueba que descubran clases de errores.
 - Se debe minimizar el número total de casos de prueba.
- Dos pasos
 - Identificar las clases de equivalencia.
 - Identificar los casos de prueba.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

IDENTIFICAR CLASES DE EQUIVALENCIA

- Una clase de equivalencia representa un conjunto de estados válidos o no válidos para las condiciones de entrada de un programa.
- Se examina cada condición de entrada y se divide en dos o más grupos.
- Se identifican dos tipos de clases:
 - Clases de equivalencia válidas.
 - Clases de equivalencia no válidas.
- Pautas de identificación:
 - Rango de valores: una clase válida y dos inválidas.
 - Rango de valores: una clase válida y dos no válidas.
 - Número de valores: una clase válida y dos no válidas
 - Conjunto de valores de entrada: una clase válida y otra no válida, o también, otras clases válidas como valores y una no válida.
 - Situación (lógica) que debe ocurrir: Una clase válida y una no válida.
 - Se cree que no todos los elementos de la case se tratan igual: dividir en subclases.

Condición de entrada	Tipo	Clases de Equivalencia Válidas	Clases de Equivalencia No Válidas
Código banco	Lógica (puede estar o no). Si está es rango	1: en blanco 2: $100 \leq$ código banco ≤ 999	3: un valor no numérico 4: código banco < 100 5: código banco > 999



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

IDENTIFICACIÓN DE LOS CASOS DE PRUEBA

- El objetivo es minimizar el número de casos de prueba.
- Asignar un número único a cada clase de equivalencia.
- Escribir un caso que cubra tantas clases válidas no cubiertas como sea posible hasta que se cubran todas las clases de equivalencia válidas.
- Escribir un caso que cubra una sola clase no válida no cubierta hasta que se cubran todas las clases de equivalencia no válidas.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

ANÁLISIS DE VALORES LÍMITES

- Condiciones límite: aquellas que se hallan en los márgenes de las clases de equivalencia, tanto de entrada como de salida.
- Complementan la técnica anterior:
 - Se seleccionan uno o más elementos tal que los márgenes de la clase se sometan a prueba.
 - Se considerará también el dominio de salida.
- Selección de casos de prueba:
 - Rango de valores: dos casos de prueba para los dos límites del rango y dos casos para situaciones justo más allá de los extremos.
 - Número de valores: casos de prueba para los valores mínimo y máximo, otros dos casos para valores justo por encima del máximo y justo por debajo del mínimo.
 - Aplicar las reglas anteriores para datos de salida
 - Si la entrada o la salida es un conjunto ordenado, atención al primero y último.

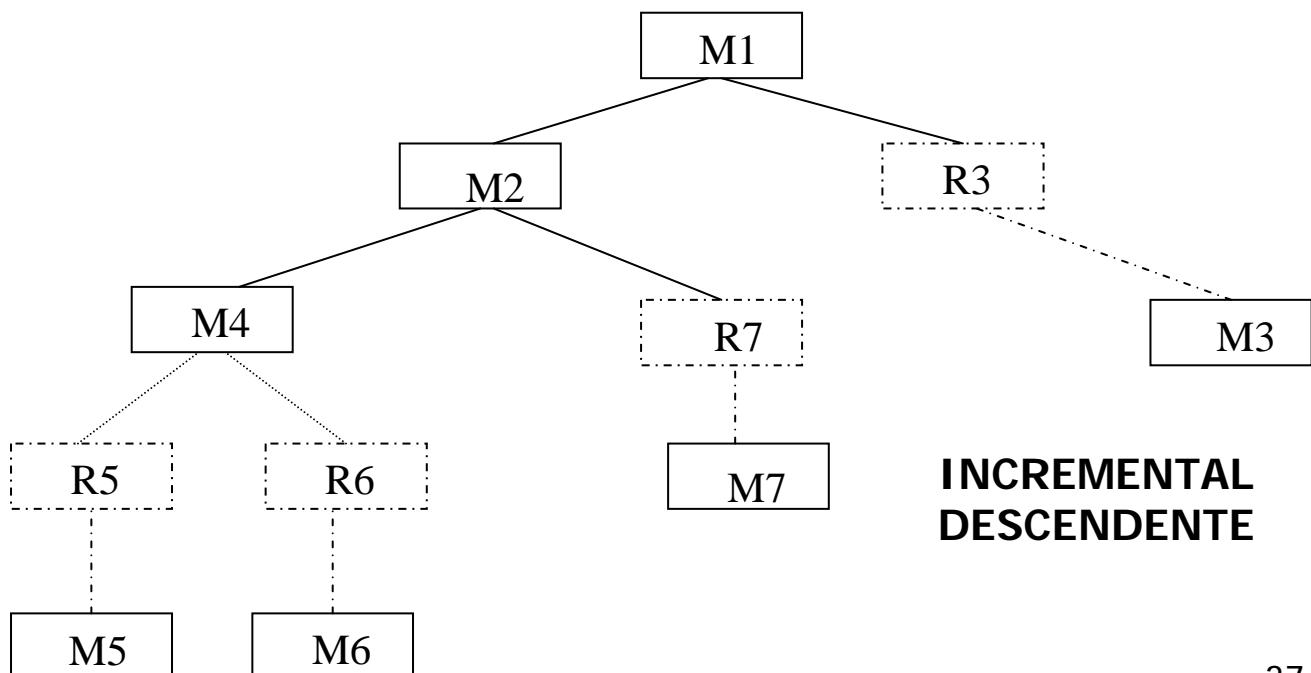
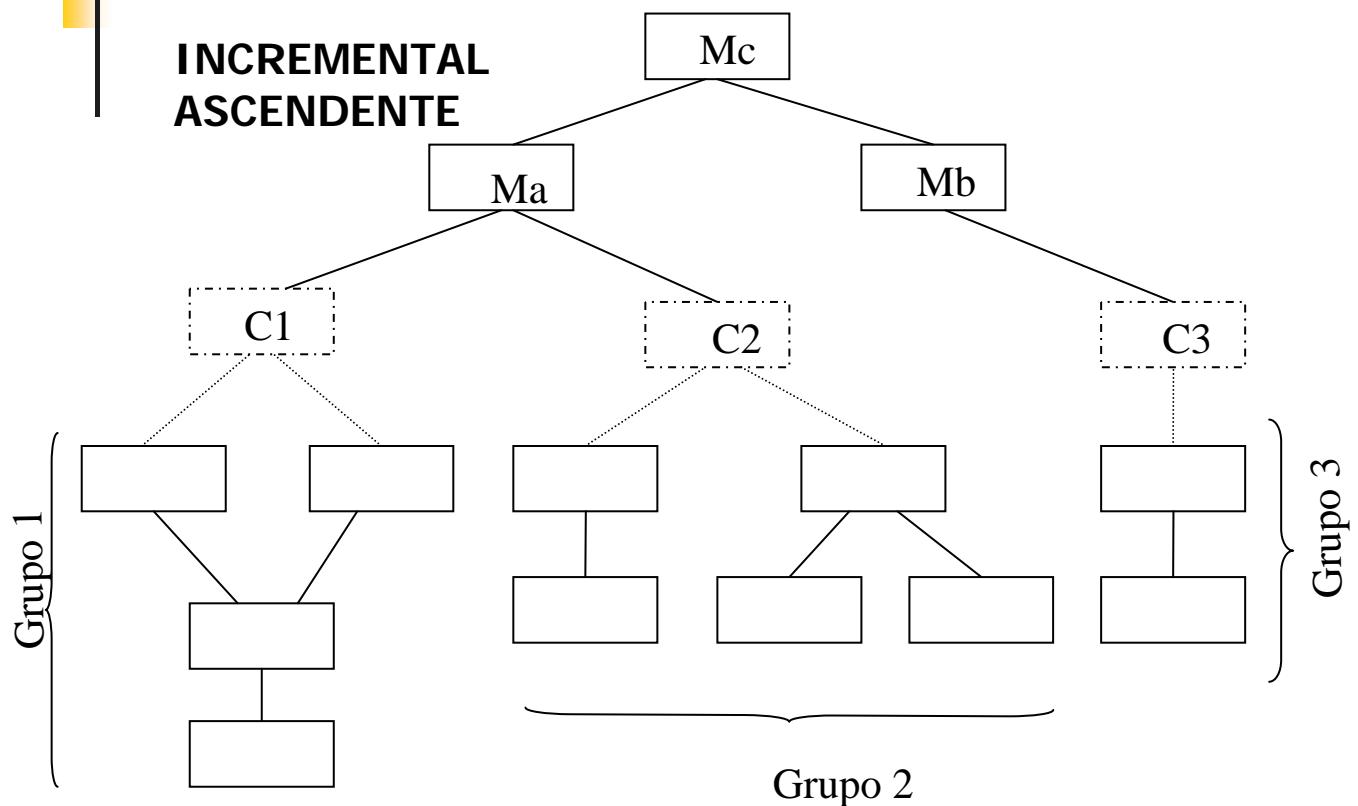


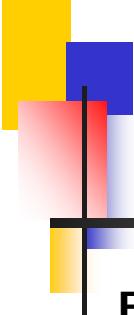
Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

ESTRATEGIA DE PRUEBAS

- Pruebas Unitarias: (caja blanca y caja negra)
 - Cada módulo es probado por separado y por la persona que lo creó:
 - **Módulo:** pieza de código que cumple:
 - Bloque básico de programa
 - Implementa función independiente simple
 - Puede probarse por separado
 - Normalmente menor de 500 líneas de código.
- Pruebas de Integración: (caja negra)
 - Incremental:
 - **Incremental Ascendente:** se combinan los módulos de más bajo nivel, utilizando controladores para los de más alto nivel.
 - **Incremental Descendente:** se comienza en el módulo de mayor nivel y se incorporan los módulos subordinados bien en profundidad o anchura
 - No incremental

Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

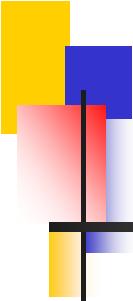




Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

ESTRATEGIA DE PRUEBAS

- Pruebas del Sistema: (caja negra)
 - Se cumplen los requisitos funcionales establecidos durante el análisis.
 - El funcionamiento y rendimiento en las interfaces hardware, software y de usuario.
 - La adecuación de la documentación de usuario.
 - Rendimiento y respuesta en condiciones límite y de sobrecarga.
 - Pruebas Alfa y pruebas Beta.
- Pruebas de Aceptación:
 - Participación activa del usuario, que deberá ejecutar casos de prueba ayudado por miembros del equipo de pruebas.
 - Están enfocadas para probar los requisitos de usuario.
 - Corresponden a la fase final del proceso de desarrollo software.
- Pruebas de Regresión:
 - **Regresión:** Repetición selectiva de pruebas para detectar fallos introducidos durante la modificación de un sistema o componente.
 - En ellas habrá que:
 - Probar los módulos cambiados
 - Decidir las pruebas a efectuar en los módulos no cambiados.
 - Deberán efectuarse:
 - Cuando existe riesgo de que los cambios afecten a otras áreas no modificadas directamente.
 - Durante el desarrollo, después de ciertos cambios.
 - Durante el mantenimiento.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

Instrumentos de control

- Listas de control: definen de forma explícita los puntos concretos que deben ser controlados al aplicar el procedimiento de control de calidad
- Guiones de recomendaciones: contienen criterios, ideas y recomendaciones aplicables al realizar las tareas correspondientes a los procedimientos de control de calidad.

Elementos auxiliares

Hacen referencia a formatos o plantillas que se pueden aplicar a los distintos documentos auxiliares que se han de ir generando al realizar las actividades de aseguramiento de la calidad:

- Hojas de comentarios de usuarios.
- Hojas de comentarios de revisión.
- Lista de acciones correctivas.
- Hoja de aprobación provisional.
- Plan de pruebas.
- Informe de pruebas de validación de módulos.
- Informe de pruebas de integración.
- Informe de monitorización de las pruebas de aceptación.
- Informe de análisis e interpretación de resultados.
- Plan de auditoría del proyecto.
- Informe de auditoría del proyecto.
- Informe de evaluación del prototipo.
- Informe final de verificación y validación de la aplicación.



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

<i>Instrumentos de control</i>	<i>Agente responsable de su aplicación</i>	<i>Producto(s) y componente(s) sobre los que se aplica</i>	<i>Procedimiento(s) en los que es aplicable</i>
<i>Listas de Control para las Revisiones Mínimas [L.C. RM] - [Dxx]</i>		Documentos [Dxx] producidos a lo largo de las fases iniciales e intermedias del proceso de desarrollo En función del modelo de referencia seleccionado serán los que correspondan de la lista [DBP] [DED] [DDD] [DDF] [DDT] [DTP]	Revisiones Mínimas
<i>Listas de Control para las Revisiones Técnicas Formales [L.C. RTF] - [Dxx]</i>	Equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC)		Revisiones Técnicas Formales
<i>Listas de Control para las Inspecciones Detalladas [L.C. ID] - [Dxx]</i>			Inspecciones Detalladas
<i>Listas de Control para las Revisiones de Usuario [L.C. RM] - [Dyy]</i>	Grupo de representantes del Organismo promotor (USR)	Documentos [Dyy] sensibles para los usuarios, en su caso [DBP], [DED], [DOP], [DRU]	Revisiones de todo tipo y pruebas de aceptación de la aplicación
<i>Listas de Control para la Doc. Final de la Aplicación [L.C. DFA] - [Dzz]</i>	Equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC)	Documentación final [Dzz] de la aplicación, en su caso [DOP] y [DRU]	Pruebas de aceptación de la aplicación

Tabla TLC
 Ambito de aplicación de las Listas de Control



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

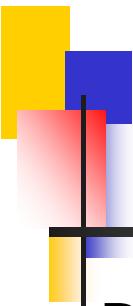
Instrumentos de control	Agente responsable de su aplicación	Producto(s) y componente(s) sobre los que se aplica	Procedimiento(s) en los que es aplicable
Guion de Recomendaciones para la realización de revisiones conjuntas [GR. REV/C]	Equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC)	Componentes de cualquier tipo (documentos + soft. ejecutable) cuando sea requerido	Procedimientos de cualquier tipo en los que se haya requerido
Guion de Recomendaciones para la realización de PRUEBAS [GR. PRB]		Componentes ejecutables (software correspondiente a la aplicación o sus partes)	Pruebas de Validación de Módulos Pruebas de Integración Pruebas de Aceptación de la Aplicación
Guion de Recomendaciones para la realización de auditorías [GR. AUD]	Equipo de Auditoría (AUD)	Componentes de todo tipo (documentos + soft. ejecutable) cuando sea requerido	Auditorías

Tabla TGR
Ámbito de aplicación de los Guiones de Recomendaciones

Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

<i>Elementos auxiliares de control</i>	<i>Agente responsable de su aplicación</i>	<i>Producto(s) Y componente(s) sobre los que se aplica</i>	<i>Procedimiento(s) en los que es aplicable</i>
<i>Hojas de comentarios de usuario [HCU]</i>	Grupo de usuarios (USR)	[DBP], [DED], [DOP], [DRU]	RM, RTF, ID, PAA
<i>Hojas de comentarios de revisión [HCR]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Todos los tipos	RM, RTF, ID
<i>Listas de acciones correctivas [LAC]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Todos los tipos	RM, RTF, ID, PVM, PAA, EVP
<i>Hojas de aprobadación provisional [HAP]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Todos los tipos	RM, RTF, ID, PVM, PAA, EVP
<i>Plan de pruebas del proyecto [PPRB]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Aplicación [API] y sus componentes ejec. + documentación final [DOP] y [DRU]	PVM, PI, PAA, EVP
<i>Informe de pruebas de validación de módulos [PPVM]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Modulo de la aplicación (soft. ejecutable)	PVM
<i>Informe de pruebas de integración [PI]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Aplicación [API] y sus componentes ejec.	PI
<i>Informe de las pruebas de aceptación de la aplicación [PPAA]</i>	Equipo de desarrollo (EDS)	Aplicación [API] y sus componentes ejec. + documentación final [DOP] y [DRU]	PVM
<i>Informe de análisis e interpretación de resultados [IAR]</i>	Equipo de desarrollo (EDS)	Aplicación [API] y sus componentes ejec.	PAA
<i>Plan de auditoría del proyecto [PAUD]</i>	Equipo de auditoría (AUD)	Todos los tipos	PAA
<i>Informe de auditoría [IAUD]</i>	Equipo de auditoría (AUD)	Todos los tipos	AUD
<i>Informes de evaluación del prototipo [IEP]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Prototipo (versiones) [PRT]	AUD
<i>Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Todos los tipos	EVP
			PAA

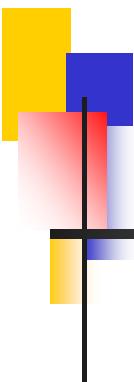
Tabla TEA
Ámbito de aplicación de los Elementos Auxiliares



Procedimientos, instrumentos de control y elementos auxiliares del aseguramiento de la calidad

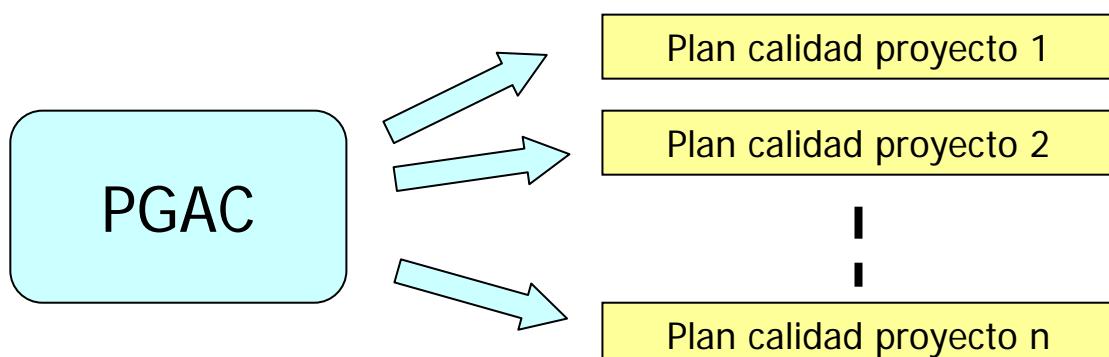
Dossier del Aseguramiento de la Calidad

- Documentos generados por el EDS:
 - DBP: documento base y de planificación.
 - DED: documento de especificaciones de diseño.
 - DDD: documento de descripción del diseño.
 - DDF: documento de diseño funcional.
 - DDT: documento de diseño técnico.
 - DTP: documentación técnica de programación.
 - DOP: documentación de operación.
 - DRU: documento de referencia para usuarios.
- Documentos auxiliares generados por el EDS:
 - IAIR: informe de análisis e interpretación de resultados de las pruebas de aceptación.
- Documentos generados por el USR:
 - HCU: hojas de comentarios de usuario.
- Documentos generados por el EGC:
 - PGC: plan de garantía de calidad del proyecto.
 - HCR: hojas de comentarios de revisión.
 - LAC: listas de acciones correctivas.
 - HAP: hojas de aprobación provisional.
 - PPRB: plan de pruebas.
 - IPVM: informe de pruebas de validación de módulos.
 - IPI: informe de pruebas de integración.
 - IPAA: informe de monitorización de pruebas de aceptación de la aplicación.
 - IEP: informes de evaluación de prototipos.
 - IVVA: informe final de verificación y validación de la aplicación.
- Documentos generados por AUD:
 - PAUD: plan de auditoría del proyecto.
 - IAUD: informes de auditoría del proyecto.



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

- Marco homogéneo de referencia para diseñar y aplicar los planes específicos de calidad a los proyectos.



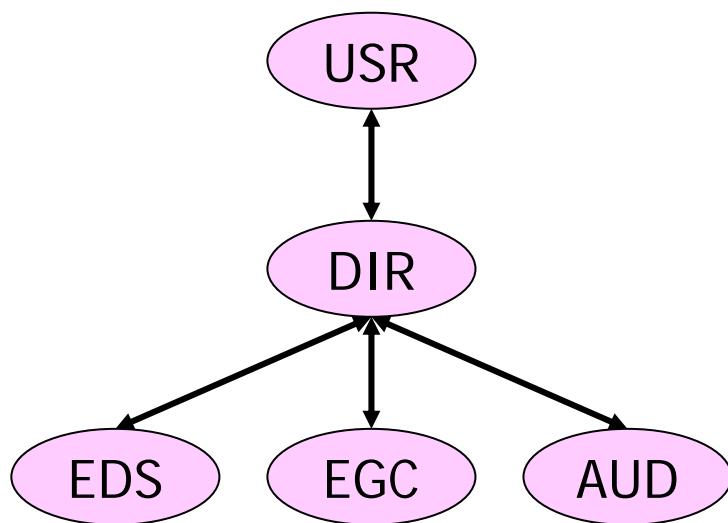
- Objetivos:
 - Ofrecer una metodología para elaborar los planes específicos.
 - Ofrecer una metodología para evaluar preliminarmente a los proyectos.
 - Elaborar procedimientos e instrumentos de control.
- Se estructura en:
 - Guía metodológica para elaborar Planes Específicos de Aseguramiento de la Calidad.
 - Esquema formal para la clasificación de proyectos.
 - Procedimientos de Control de Calidad.
 - Instrumentos de control y elementos auxiliares de aseguramiento de la calidad.
- Es independiente de las metodologías de desarrollo.
- Se basa en estándares: ISO 8402, 9000, 9001, 9002, 9003, 10011-1, -2, -3, y diferentes normas ANSI/IEEE.

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

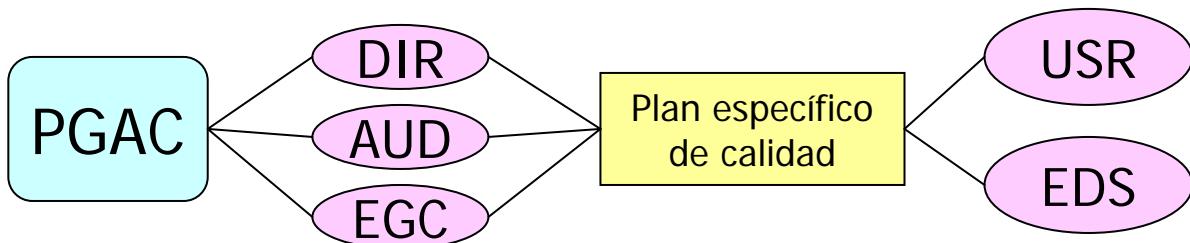
Características de los planes específicos de calidad

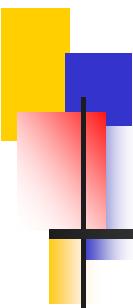
- Adaptación al proyecto y a las circunstancias.
- Respeto de los estándares de aseguramiento de calidad reconocidos.

Agentes participantes en un proyecto



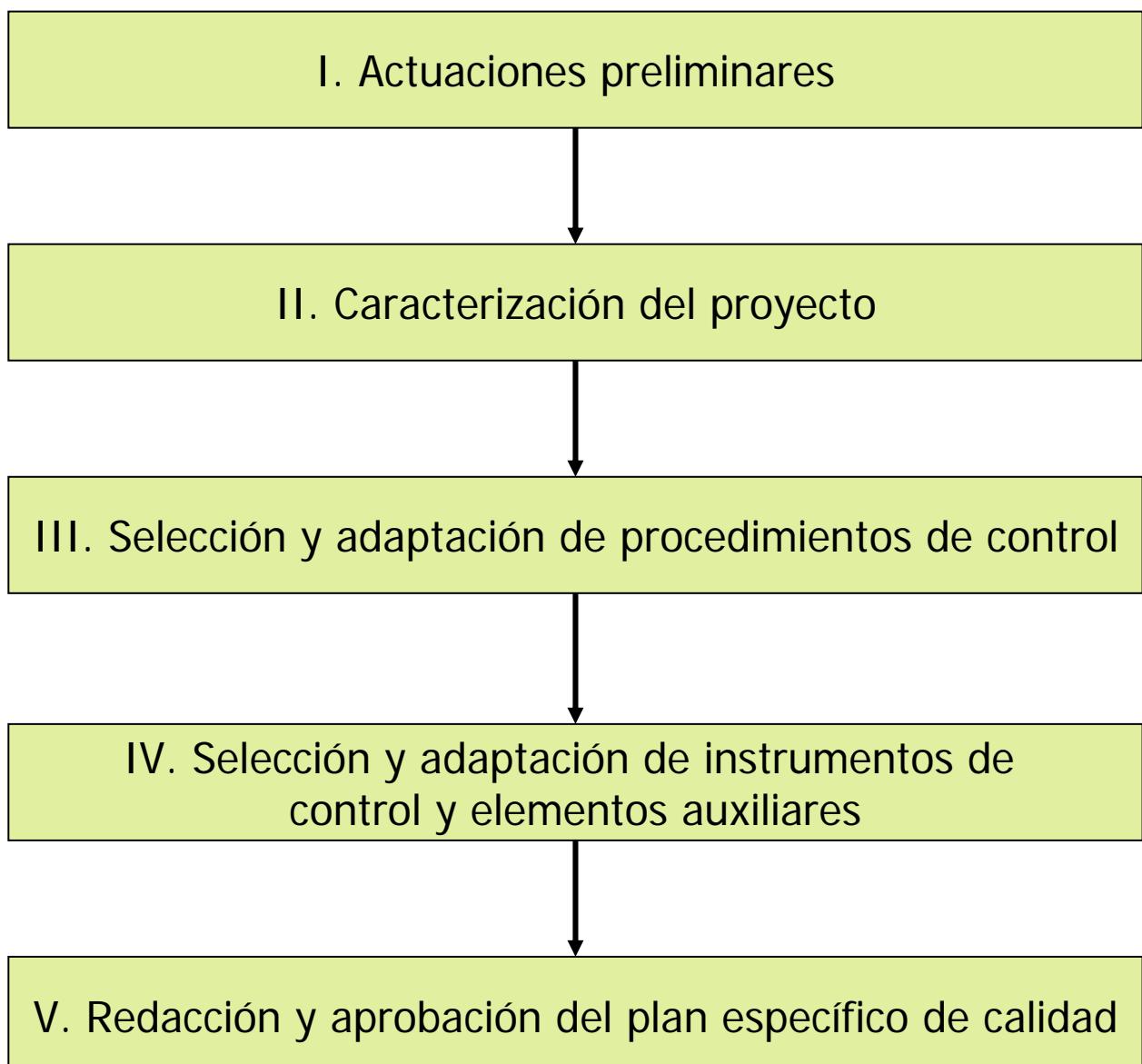
Relación de los agentes con el PGAC

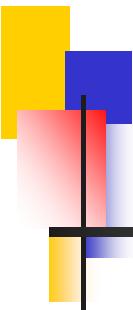




Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Metodología para la elaboración de planes específicos de calidad





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Metodología para la elaboración de planes específicos de calidad

- Actuaciones preliminares
 - Designar al representante de los usuarios
 - Designar al director del proyecto
 - Elaborar las especificaciones de usuario para desarrollo/contratación
- Caracterización del proyecto a efectos de calidad
 - Designar al responsable de calidad
 - Obtener el Diagrama Característico
 - Aplicar el esquema Formal de Clasificación
 - Modelo de referencia
 - Perfil de riesgo
 - Foco de interés
- Selección y adaptación de procedimientos de control calidad
- Selección y adaptación de instrumentos de control de calidad y elementos auxiliares
- Redacción y aprobación del plan
- Ejecución del plan (y del proyecto)



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Fase del desarrollo	Componentes del proyecto a controlar	Procedimientos de control aplicables	
		ordinarios	extraordinarios
Diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED] Documento de Descripción del Diseño [DDD]	Revisões según el nivel de intensidad (foco de interés): <i>mínima (0); Revisión Mínima - RM nominal (1); Revisión Técnica Formal - RTF especial (2); Inspección Detallada - ID</i>	Auditorías - AUD
Programación	Código Fuente y Documentación Técnica de Programación [DTP]		
Implantación Y Pruebas de Aceptación	Aplicación (Software Ejecutable) [API] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	Pruebas <i>Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA</i>	

Tabla TP-1: Selección de Procedimientos de Control
Modelo Secuencial Básico

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

		Procedimientos de control aplicables	
Fase del desarrollo	Componentes del proyecto a controlar	ordinarios	extraordinarios
Especificaciones de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]	Revisiones según el nivel de intensidad (foco de interés): mínimo (0); Revisión Mínima - RM nominal (1); Revisión Técnica Formal - RTF especial (2); Inspección Detallada - ID	
Diseño funcional	Documento de Diseño Funcional [DDF]		
Diseño técnico	Documento de Diseño Técnico [DDT]		
Programación	Código Fuente y Documentación Técnica de Programación [DTP]		
Implantación y Pruebas de Aceptación	Aplicación (Software Ejecutable) [API] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	Pruebas Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA	

Tabla TP-2: Selección de Procedimientos de Control
Modelo Secuencial Intermedio

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

		Procedimientos de control aplicables	
Fase del desarrollo	Componentes del proyecto a controlar	ordinarios	extraordinarios
Planificación del desarrollo	Documento Base y de Planificación [DBP]	Revisões	
Especificaciones de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]	según el nivel de intensidad (foco de interés): mínimo (0): Revisión Mínima - RM nómico (1): Revisión Técnica Formal - RTF especial (2): Inspección Detallada - ID	
Diseño funcional	Documento de Diseño Funcional [DDF]		
Diseño técnico	Documento de Diseño Técnico [DDT]		
Programación	Código Fuente y Documentación Técnica de Programación [DTP]		
Integración	Aplicación (Componentes Software Ejecutable) [API]	Pruebas	
Implantación y Pruebas de Aceptación	Aplicación (Software Ejecutable) [API] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	Pruebas de Integración - PI Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA	

Tabla TP-3: Selección de Procedimientos de Control
Modelo Secuencial Detallado

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

		Procedimientos de control aplicables	
Fase del desarrollo	Componentes del proyecto a controlar	ordinarios	extraordinarios
Experimentación	Prototipo [PRT]		Revisiones
Especificaciones finales de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]	según el nivel de intensidad (toco de interés): mínimo (0): Revisión Mínima - RM nominal (1): Revisión Técnica Formal - RTF especial (2): Inspección Detallada - ID	
Diseño	Documento de Descripción del Diseño [DDO] o alternativamente, Documento de Diseño Funcional [DDF] Documento de Diseño Técnico [DDT]		Auditorías - AUD
Programación	Código Fuente y Documentación Técnica de Programación [DTP]		
Implantación y Pruebas de Aceptación	Aplicación (Software Ejecutable) [APL] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	Pruebas	 <i>Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA</i>

Tabla TP-4: Selección de Procedimientos de Control
Desarrollo por Evolución de Prototipos

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

<i>Fase del desarrollo</i>	<i>Componentes del proyecto a controlar</i>	<i>Procedimientos de control aplicables ordinarios</i>	<i>Procedimientos de control aplicables extraordinarios</i>
Estudio preliminar y planificación del desarrollo	Documento Base y de Planificación	Revisões según el nivel de intensidad (foco de interés): <i>minimo (0): Revisión Mínima - RM nominal (1): Revisión Técnica Formal - RTF especial (2): Inspección Detallada - ID</i>	
Diseño de módulos	Documento de Especificaciones de Diseño [DEDM]		
Especificaciones de diseño de los módulos			
Diseño	Documento de Descripción del Diseño [DDDM] o alternativamente, Documento de Diseño Funcional [DDFM] Documento de Diseño Técnico [DDTM]		Auditorías - AUD
Programación	Código Fuente y Documentación Técnica de Programación [DTPM]		
Pruebas de validación de módulos y componentes	Módulos de Aplicación (Componentes Software Ejecutables) [MODM]	Pruebas <i>Pruebas de Validación de Módulos - PVM</i>	
Integración de módulos y componentes	Aplicación (Componentes Software Ejecutables) [API]	<i>Pruebas de Integración - PI</i>	
Implantación y Pruebas de Aceptación	Aplicación (Software Ejecutable) [APL] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	<i>Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA</i>	

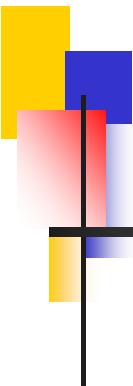
Tabla TP-5: Selección de Procedimientos de Control
Desarrollo Modular



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Estructura y contenido del PAC específico del proyecto

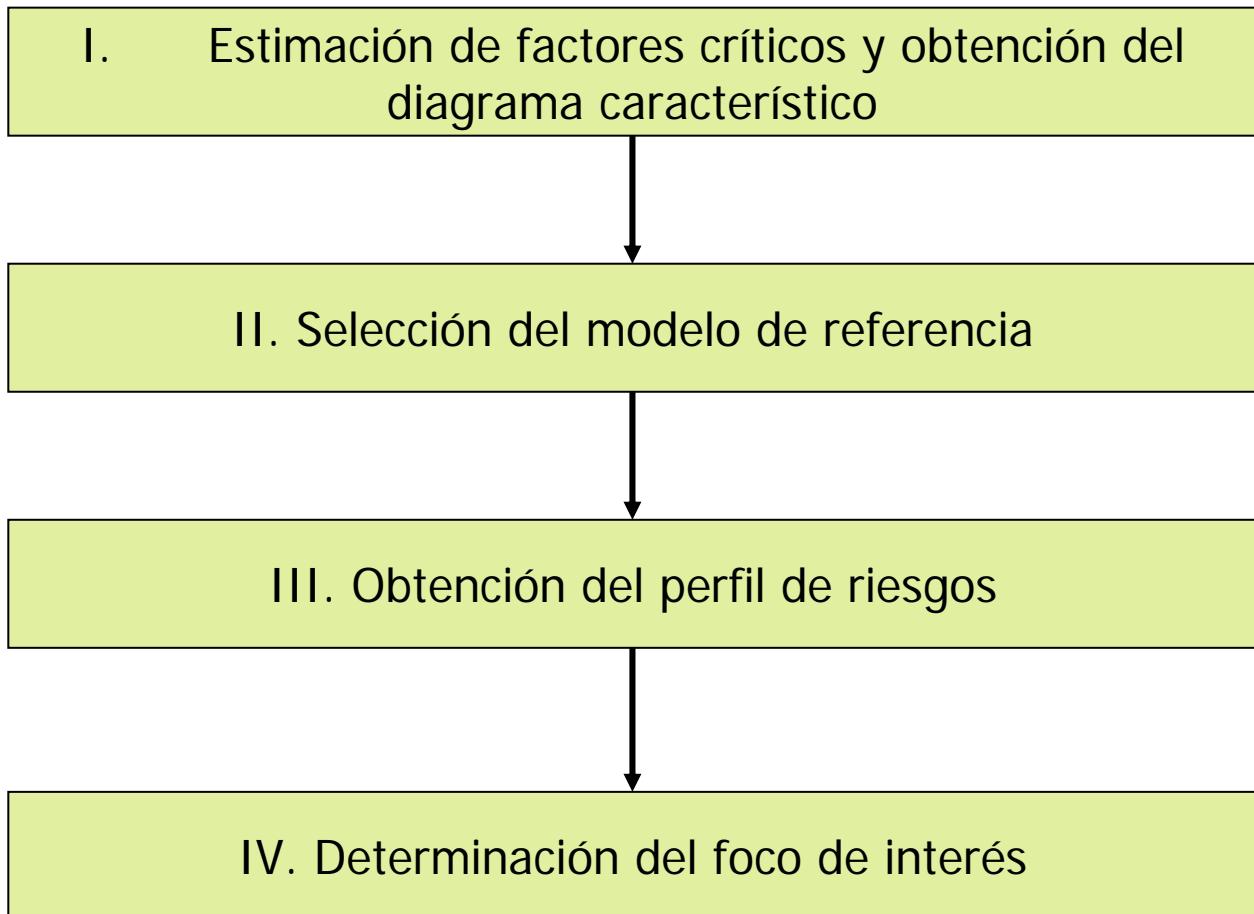
- Objetivos y alcance.
- Fases, productos y componentes del proyecto.
- Procedimientos de control.
- Instrumentos de control y elementos auxiliares.
- Organización y gestión del aseguramiento de la calidad del proyecto.
- Registro de actuaciones: el Dossier de Aseguramiento de la Calidad.
- Estándares y normas.
- Documentos de referencia.
- Revisión del Plan.

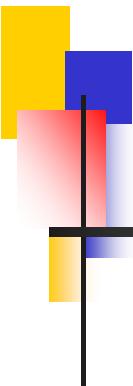


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Etapas a seguir





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Intrínsecos de la aplicación:
 - Dimensión (DIM).
 - Complejidad (COMP).
 - Requisitos de fiabilidad (FIAB).
 - Requisitos de seguridad (SEC).
 - Requisitos de comportamiento externo (CEX).
 - Requisitos de comportamiento interno (CIN).
 - Grado de definición y estructura de las especificaciones (DESP).
- Relativos al entorno de implantación:
 - Característica de la máquina:
 - Tipología (TPMV).
 - Funcionalidad (FCMV).
 - Grado de distribución y heterogeneidad (DHMV).
 - Carga de trabajo (CTR).
 - Nivel de interacción con otras aplicaciones o datos del entorno.
 - Diferencias entre los entornos de desarrollo y de implementación.



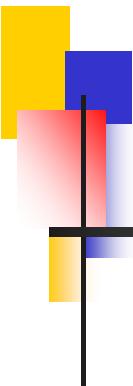
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Relativos al proyecto o proceso de desarrollo.
 - Coste estimado del proyecto (COST).
 - Plazo estimado de ejecución (PLZ).
 - Estabilidad del proyecto (EPRY).
 - Evaluación previa del contratista (ECON).
 - Disponibilidad de recursos para el aseguramiento de la calidad.



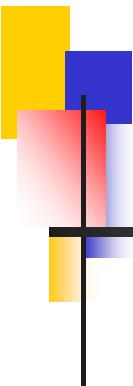
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- El rango de todos ellos es 1..5.
- Dimensión (DIM).
 - 1: pequeño. 1 a 6 meses hombre.
 - 2: moderado. 6 a 24 meses hombre.
 - 3: mediano. 24 a 60 meses hombre.
 - 4: grande. 60 a 120 meses hombre.
 - 5: muy grande. \geq 120 meses hombre.
- Complejidad (COMP).
 - Los factores a considerar son:
 - N° de módulos y nivel de interrelación.
 - N° y tipo de interfaces con otros sistemas.
 - Distribución y heterogeneidad del entorno de implantación.
 - Grado de satisfacción de las herramientas de desarrollo.
 - Naturaleza de los algoritmos que hay que diseñar e implementar.
 - Otros factores.
 - A cada factor se le asigna un valor de 1 a 5 y se promedia el valor final.
- Requisitos de fiabilidad (FIAB).
 - 1: el efecto de un fallo no causa perjuicio significativo para el usuario.
 - 2: el efecto de un defecto causa perjuicios que el usuario puede asumir.
 - 3: el efecto del defecto lo puede asumir el usuario a un elevado coste.
 - 4: el defecto causa grandes pérdidas al usuario o perjuicios a un número considerable de personas.
 - 5: el defecto puede poner en peligro vidas humanas o causar pérdidas irrecuperables.



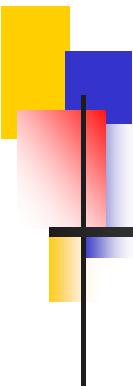
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Requisitos de seguridad (SEC).
 - 1 a 3: sistemas administrativos.
 - 4 a 5: sistemas críticos.
- Requisitos de comportamiento externo (CEX).
 - 1: inexistencia de requisitos de comportamiento externo en el documento de especificaciones.
 - ...
 - 5: condicionantes muy severos de requisitos de comportamiento externo.
- Requisitos de comportamiento interno (CIN).
 - 1: inexistencia de requisitos de comportamiento interno en el documento de especificaciones.
 - ...
 - 5: condicionantes muy severos de requisitos de comportamiento interno.
- Grado de definición, estructura y modularidad de las especificaciones (DESP).
 - 1 a 4: en función de la claridad, facilidad de comprensión, verificabilidad, trazabilidad,
 - 5: las especificaciones, además de un buen nivel de detalle poseen un notable grado de modularidad.



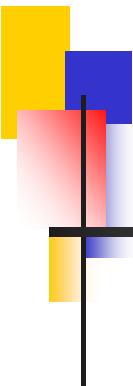
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Tipología de la máquina virtual (TPMV).
 - 1: bajo nivel de sofisticación.
 - 2: moderado nivel de sofisticación.
 - 3: nivel intermedio de sofisticación.
 - 4: Nivel alto de sofisticación.
 - 5: Nivel muy alto de sofisticación.
- Funcionalidad de la máquina virtual (FCMV).
 - 1 a 3: rica.
 - 4 a 5: pobre.
- Grado de distribución y heterogeneidad de la máquina virtual (DHMV).
 - 1: sistema monolítico.
 - 2: varias plataformas hardware idénticas con el mismo sistema operativo y el mismo software intermedio.
 - 3: varias plataformas hardware con la misma familia de ordenadores con el mismo sistema operativo y el mismo software intermedio.
 - 4: varias plataformas hardware diferentes, con diferentes sistemas operativos y con el mismo software intermedio.
 - 5: varias plataformas hardware diferentes, con diferentes sistemas operativos y con diferentes software intermedio.
- Carga de trabajo (CTR).
 - 1: mínima severidad de las condiciones de carga de trabajo.
 - ...
 - 5: máxima severidad de las condiciones de carga de trabajo.



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Nivel de interacción con otros sistemas o datos (INT).
 - 1: no existe interacción.
 - 2: el sistema usa datos o procedimientos compartidos.
 - 3: el sistema actúa como post-procesador de otros sistemas.
 - 4: el sistema actúa en modo cliente-servidor con otros sistemas.
 - 5: el sistema intercambia mensajes y datos con otros sistemas en un entorno distribuido y heterogéneo.
- Diferencias entre los entornos de desarrollo y de implementación (DIFE).
 - 1: total coincidencia.
 - 2: coincidencia en la máquina pero existen diferencias organizativas y de recursos humanos.
 - 3: diferencias moderadas en la máquina y en las organizaciones.
 - Diferencias significativas en la máquina y en las organizaciones.
 - Diferencias acusadas en la máquina y en las organizaciones.
- Coste total estimado del proyecto (COST).
 - 1: pequeño (≤ 18.000 euros).
 - 2: moderado ($18000 \leq \text{coste} \leq 60000$).
 - 3: medio ($60000 \leq \text{coste} \leq 150000$).
 - 4: grande ($150000 \leq \text{coste} \leq 600000$).
 - 5: muy grande (≥ 600000).



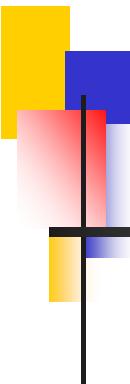
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

Atributos significativos del proyecto

- Plazo estimado de desarrollo (PLZ).
 - 1: pequeño (<= 3 meses).
 - 2: moderado (3 meses <= plazo <= 6 meses).
 - 3: medio (6 meses <= plazo <= 1 año).
 - 4: grande (1 año <= plazo <= 2 años).
 - 5: muy grande (>= 2 años).
- Estabilidad del proyecto (EPRY).
 - Se puede contemplar:
 - Definición, exhaustividad y precisión de las especificaciones.
 - Neutralidad del dominio del problema frente a disposiciones normativas de probable aparición.
 - Independencia de las especificaciones respecto al entorno de implantación.
 - Permanencia de los usuarios o promotores.
 - Número de interlocutores o centros de decisión afectados por el proyecto.
 - Grado de homogeneidad y de comunidad de intereses entre los distintos interlocutores.
- Evaluación previa del contratista (ECON).
 - 1: elevado grado de confianza.
 - 2: moderado grado de confianza.
 - 3: situación de incertidumbre y neutralidad.
 - 4: cierto grado de prevención, o varios contratistas.
 - 5: manifiesto recelo, o excesivo número de contratistas.
- Disponibilidad de recursos para el aseguramiento de la calidad (REC).
 - 1: serias dificultades.
 - 2: claras limitaciones.
 - 3: cierto nivel de disponibilidad, pero con limitaciones.
 - 4: situación favorable.
 - 5: no existen limitaciones.



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				
	[COMP]				
	[FIAB]				
	[SEC]				
	[CEX]				
	[CIN]				
	[DESP]				
Entorno de implantacion	[TPMV]				
	[FCMV]				
	[DHMV]				
	[CTR]				
	[INT]				
	[DIFE]				
Proyecto	[COST]				
	[PLZ]				
	[EPRY]				
	[ECON]				
	[REC]				

Diagrama Característico de un Proyecto Informatico
(modelo de parrilla)

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Estimación de factores críticos y obtención del diagrama característico

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				
	[COMP]				
	[FIAB]				
	[SEC]				
	[CEX]				
	[CIN]				
	[DESP]				
Entorno de implantacion	[TPMV]				
	[FCMV]				
	[DHMV]				
	[CTR]				
	[INT]				
	[DIFE]				
Proyecto	[COST]				
	[PLZ]				
	[EPRY]				
	[ECON]				
	[REC]				

Diagrama Característico de un Proyecto Informatico
(ejemplo hipotético)



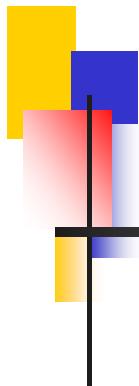
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

El PGAC contempla cinco modelos de referencia:

- Secuencial básico.
- Secuencial intermedio.
- Secuencial detallado.
- Desarrollo evolutivo por prototipo.
- Desarrollo modular.



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

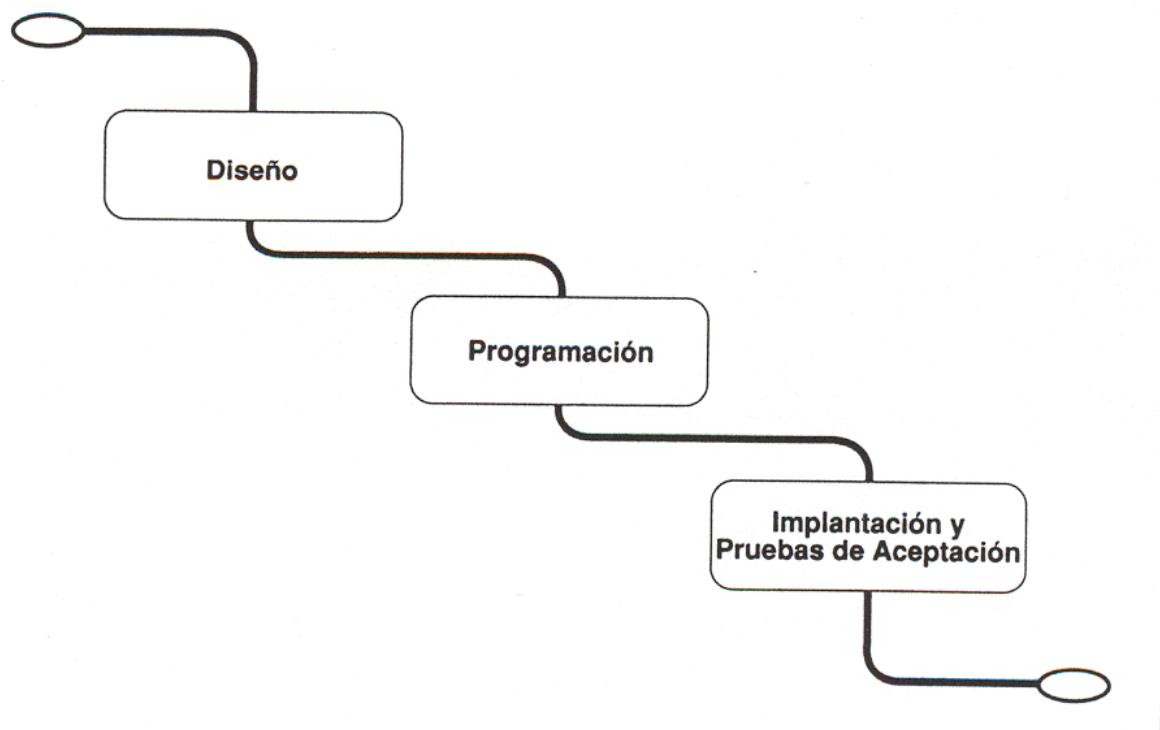
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Secuencial básico

Productos a obtener:

- Diseño: documento de especificaciones de diseño (DED); documento de descripción del diseño (DDD).
- Programación: código fuente; documentación técnica de programación (DTP).
- Implementación y pruebas de aceptación: aplicación software ejecutable (APL); documento de operación (DOP); documento de referencia para usuarios (DRU).





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

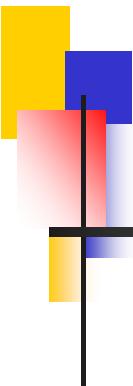
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Secuencial intermedio

Productos a obtener:

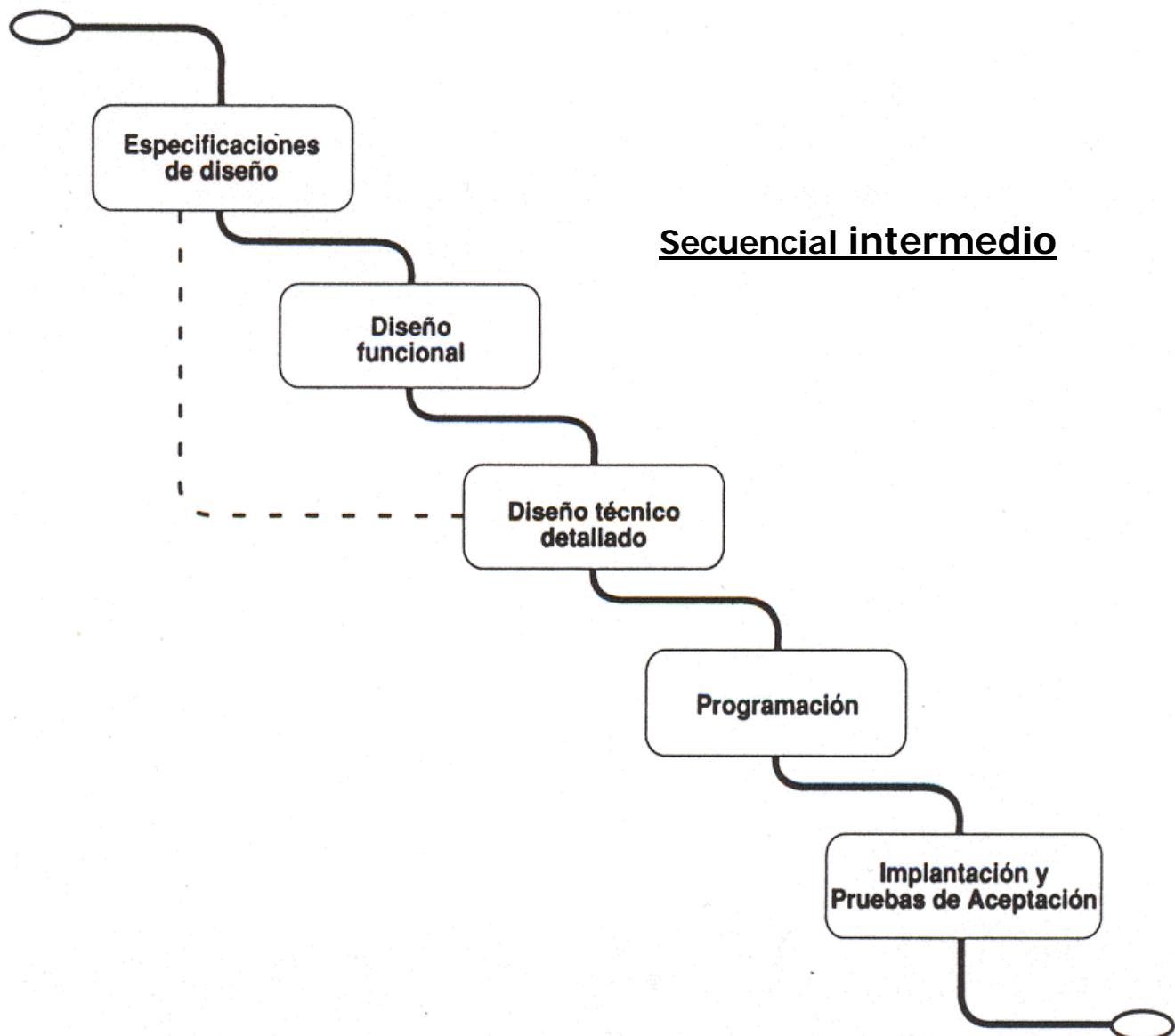
- Elaboración especificaciones de diseño: documento de especificaciones de diseño (DED).
- Diseño funcional: documento de diseño funcional (DDF).
- Diseño técnico detallado: documento de diseño técnico (DDT).
- Programación: código fuente; documentación técnica de programación (DTP).
- Implementación y pruebas de aceptación: aplicación software ejecutable (APL); documento de operación (DOP); documento de referencia para usuarios (DRU).

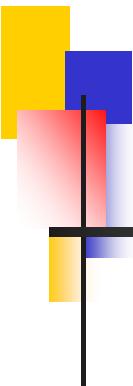


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Secuencial detallado

Productos a obtener:

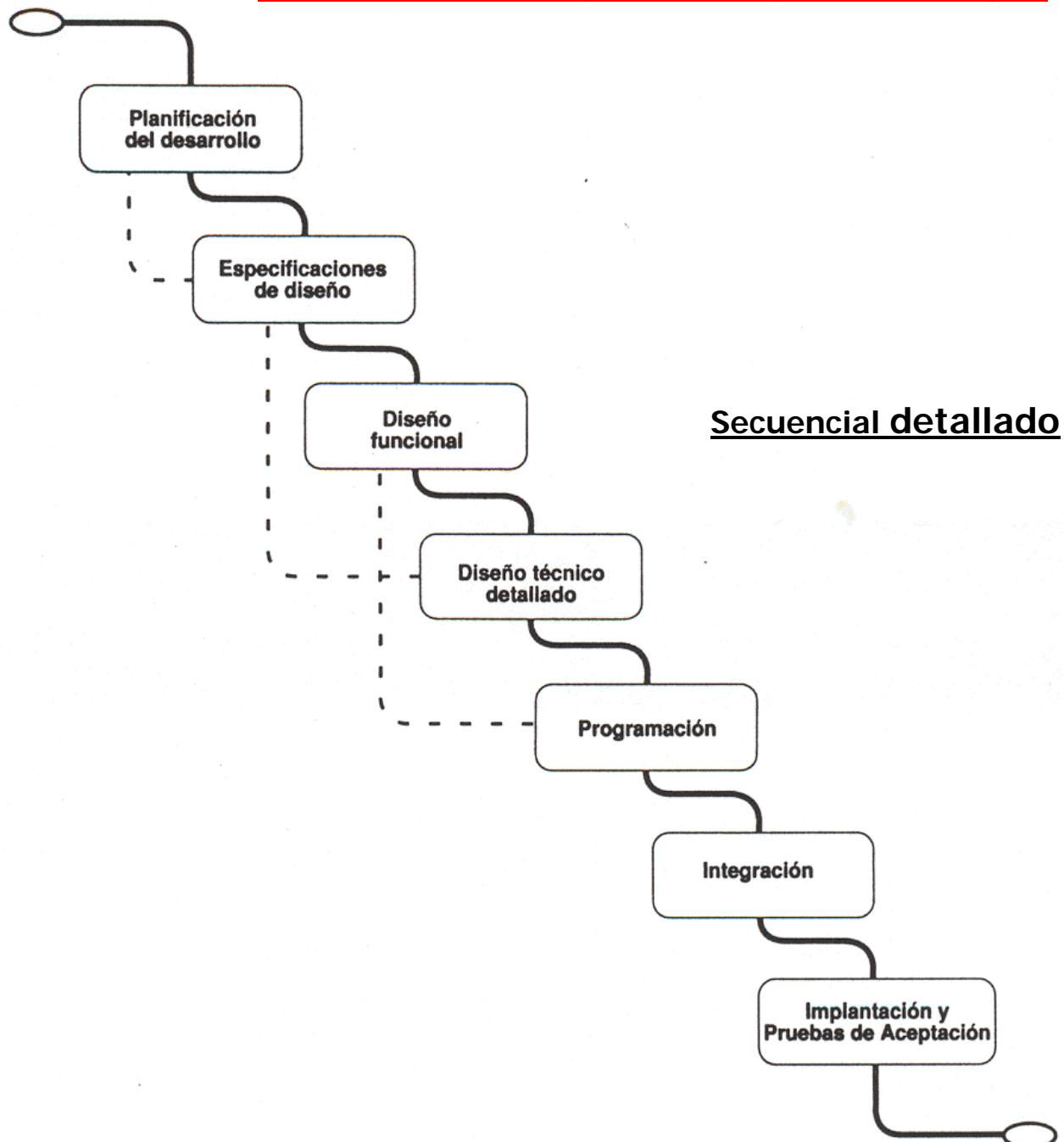
- Planificación del desarrollo: Documento baso de planificación del desarrollo (DBP)
- Elaboración especificaciones de diseño: documento de especificaciones de diseño (DED).
- Diseño funcional: documento de diseño funcional (DDF).
- Diseño técnico detallado: documento de diseño técnico (DDT).
- Programación: código fuente; documentación técnica de programación (DTP).
- Integración: software ejecutable de partes constituyentes de la aplicación (APL).
- Implementación y pruebas de aceptación: aplicación software ejecutable (APL); documento de operación (DOP); documento de referencia para usuarios (DRU).

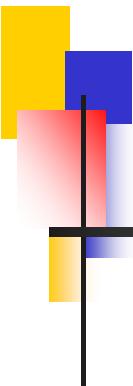


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

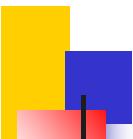
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Desarrollo evolutivo por prototipo

Productos a obtener:

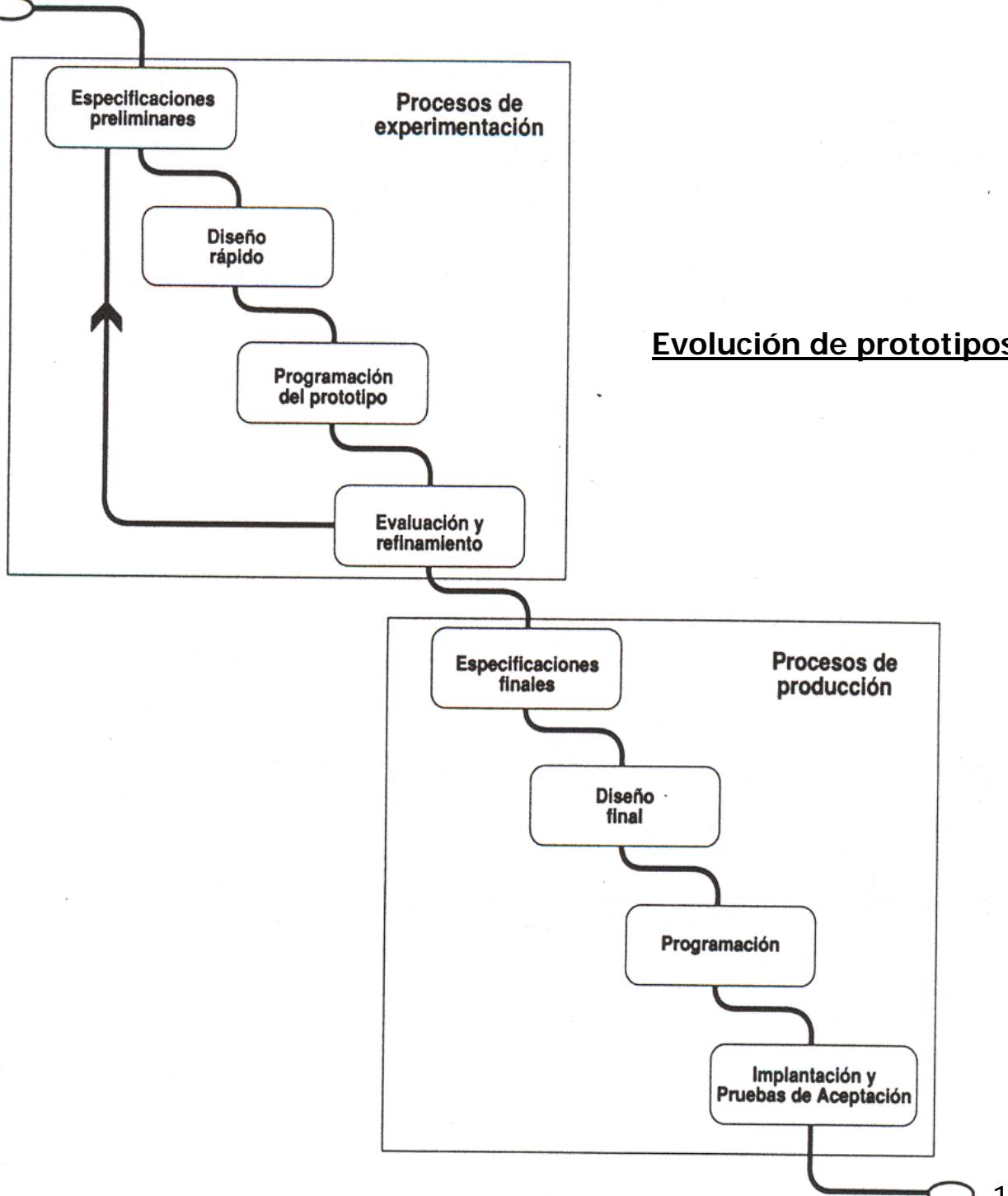
- Procesos de experimentación: por cada iteración se realiza el Informe de Evaluación del Prototipo (IEP).
- Especificaciones finales y diseño:
 - documento de especificaciones de diseño (DED) y documento de descripción del diseño (DDD), si se sigue el modelo secuencial básico.
 - documento de diseño funcional (DDF) y documento de diseño técnico (DDT), si se sigue el modelo secuencial intermedio.
- Programación: código fuente; documentación técnica de programación (DTP).
- Implementación y pruebas de aceptación: aplicación software ejecutable (APL); documento de operación (DOP); documento de referencia para usuarios (DRU).



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

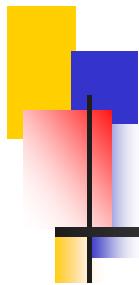
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Desarrollo modular

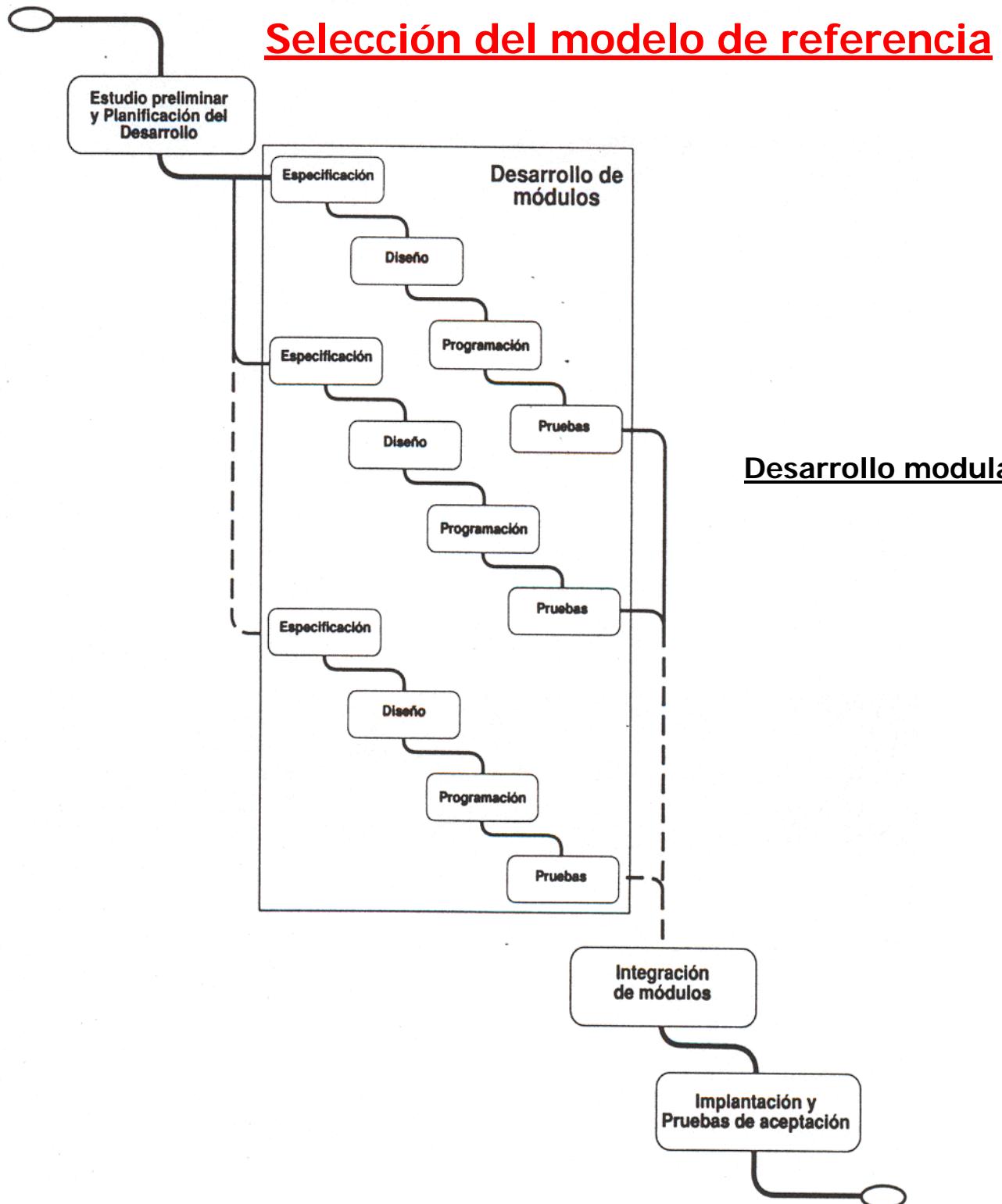
Productos a obtener:

- Estudio preliminar y planificación del desarrollo:
Documento base de planificación del desarrollo (DBP).
- Desarrollo de módulos en paralelo: los correspondientes a cada fase del modelo secuencial que se siga y aplicados a cada uno de los módulos.
- Integración de módulos: software ejecutable e integrado de todos los módulos.
- Implantación y pruebas de aceptación: aplicación software ejecutable (APL); documento de operación (DOP); documento de referencia para usuarios (DRU).



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)





Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia

Pasos a seguir

- Evaluar los factores de discriminación del proyecto (FDPI) en relación con cada uno de los modelos de referencia. Para ello, para cada modelo:
 - Se contrasta el diagrama característico del proyecto con la plantilla de comparación correspondiente.
 - Para cada fila de la parrilla (atributo A_j) se obtien el valor del factor de discriminación parcial f_j :

$$f_j = (\sum t_{jk} * d_k) / n$$

T_{jk} : valor de cada uno de los cuadros de la trama del diagrama característico del proyecto no cubierto por la trama de la plantilla de comparación que se está utilizando.

d_k : distancia medida entre ese cuadro y el que resulte más próximo en la plantilla (valor absoluto de la diferencia entre los valores correspondientes).

n : número total de cuadros del diagrama característico no cubiertos por la plantilla del modelo, en la fila de que se trate.

- El valor del FDPI correspondiente es la media aritmética simple de los valores f_j :

$$FDPI = \sum f_j / 18$$

- Se seleccionará el modelo que presente el FDPI menor.

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia (plantillas de comparación)

Secuencial básico

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM] [COMP] [FIAB] [SEC] [CEX] [CIN]				
Entorno de implantacion	[DESP] [TPMV] [FCMV] [DHMV] [CTR] [INT] [DIFE] [COST] [PLZ] [EPRY] [ECON] [REC]				
Proyecto					

Secuencial intermedio

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM] [COMP] [FIAB] [SEC] [CEX] [CIN]				
Entorno de implantacion	[DESP] [TPMV] [FCMV] [DHMV] [CTR] [INT] [DIFE] [COST] [PLZ] [EPRY] [ECON] [REC]				
Proyecto					

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

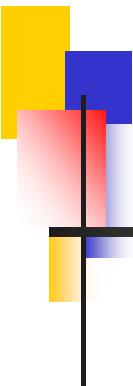
Selección del modelo de referencia (plantillas de comparación)

Secuencial detallado

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				
	[COMP]				
	[FIAB]				
	[SEC]				
	[CEX]				
	[CIN]				
	[DESP]				
	[TPMV]				
	[FCMV]				
	[DHMV]				
	[CTR]				
	[INT]				
	[DIFE]				
	[COST]				
	[PLZ]				
	[EPRY]				
	[ECON]				
	[REC]				

Evolución de prototipos

	1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				
	[COMP]				
	[FIAB]				
	[SEC]				
	[CEX]				
	[CIN]				
	[DESP]				
	[TPMV]				
	[FCMV]				
	[DHMV]				
	[CTR]				
	[INT]				
	[DIFE]				
	[COST]				
	[PLZ]				
	[EPRY]				
	[ECON]				
	[REC]				



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia (plantillas de comparación)

Desarrollo modular

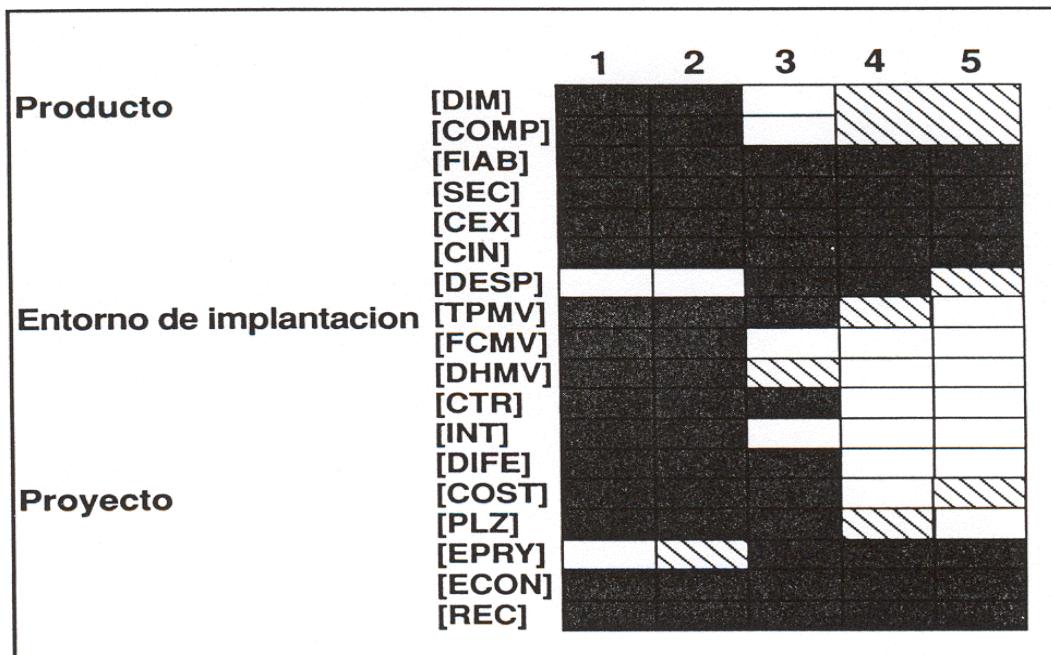
	1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				
	[COMP]				
	[FIAB]				
	[SEC]				
	[CEX]				
	[CIN]				
	[DESP]				
	[TPMV]				
	[FCMV]				
	[DHMV]				
	[CTR]				
	[INT]				
	[DIFE]				
Entorno de implantacion	[COST]				
	[PLZ]				
	[EPRY]				
	[ECON]				
Proyecto	[REC]				

Plan General de Aseguramiento de la Calidad

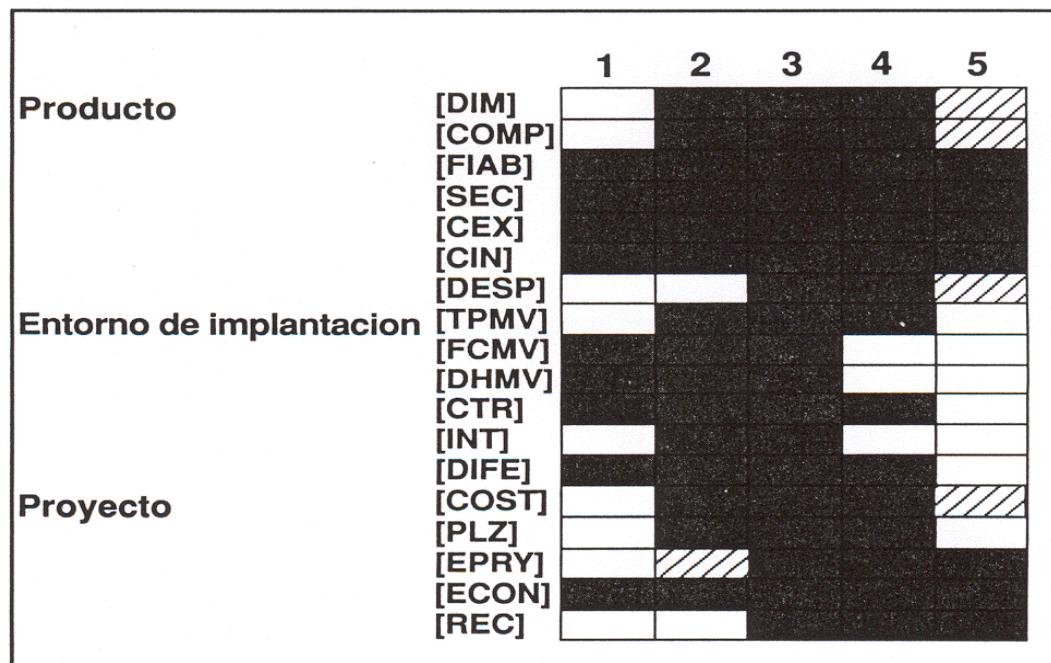
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia (comparación con la plantilla)

Secuencial básico



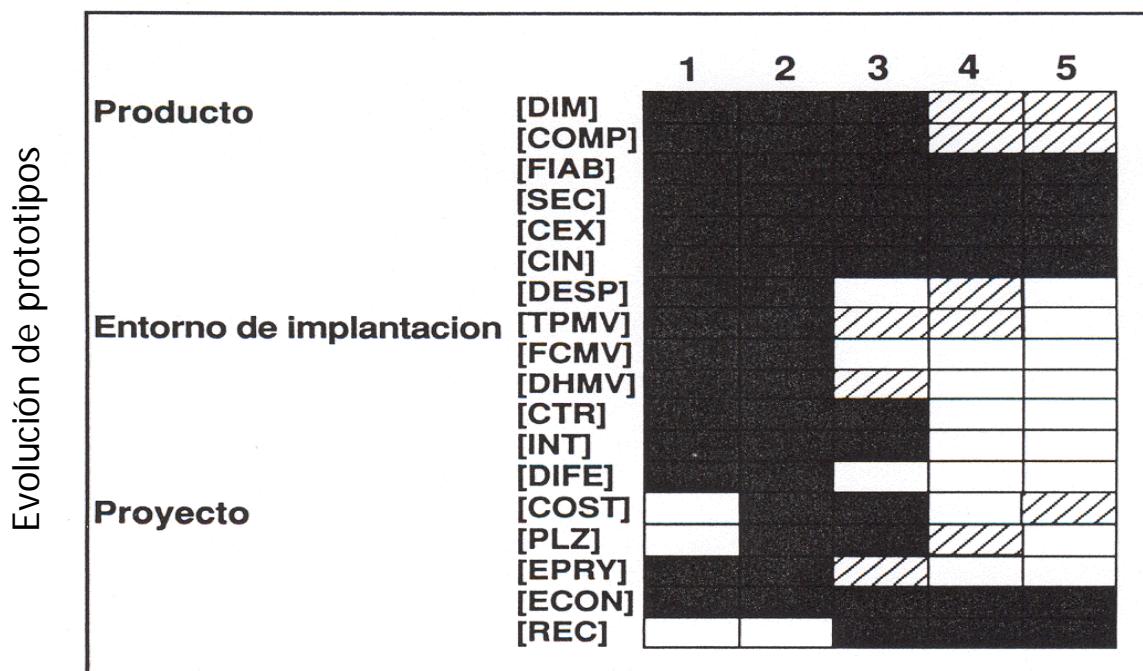
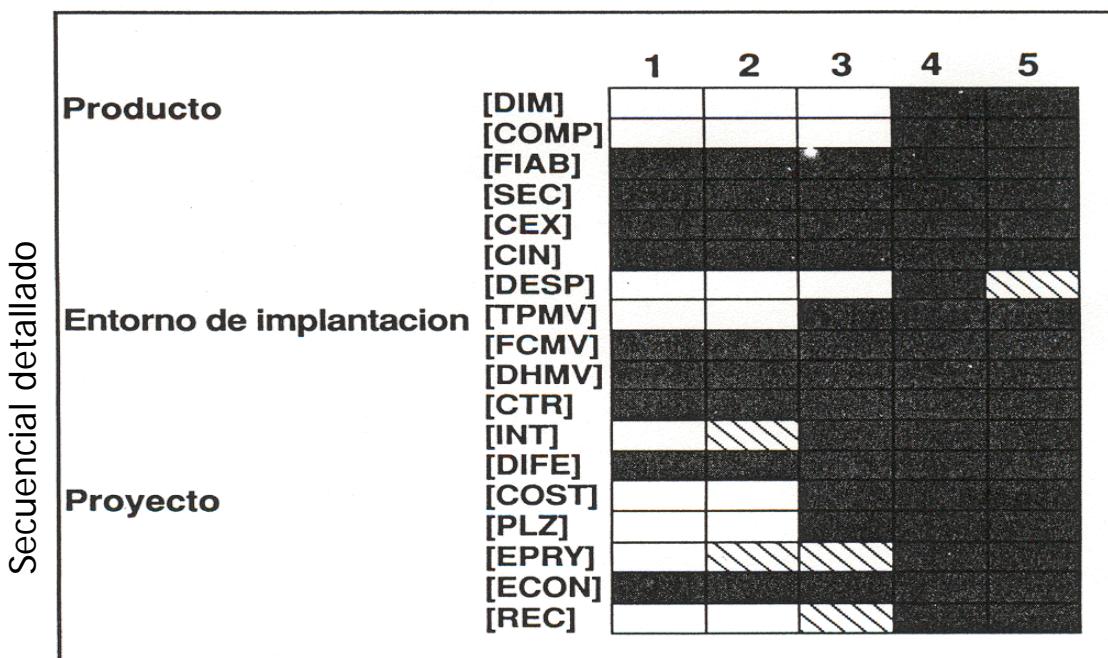
Secuencial intermedio

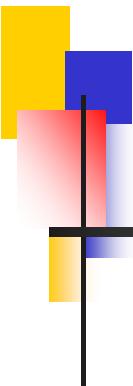


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia (comparación con la plantilla)

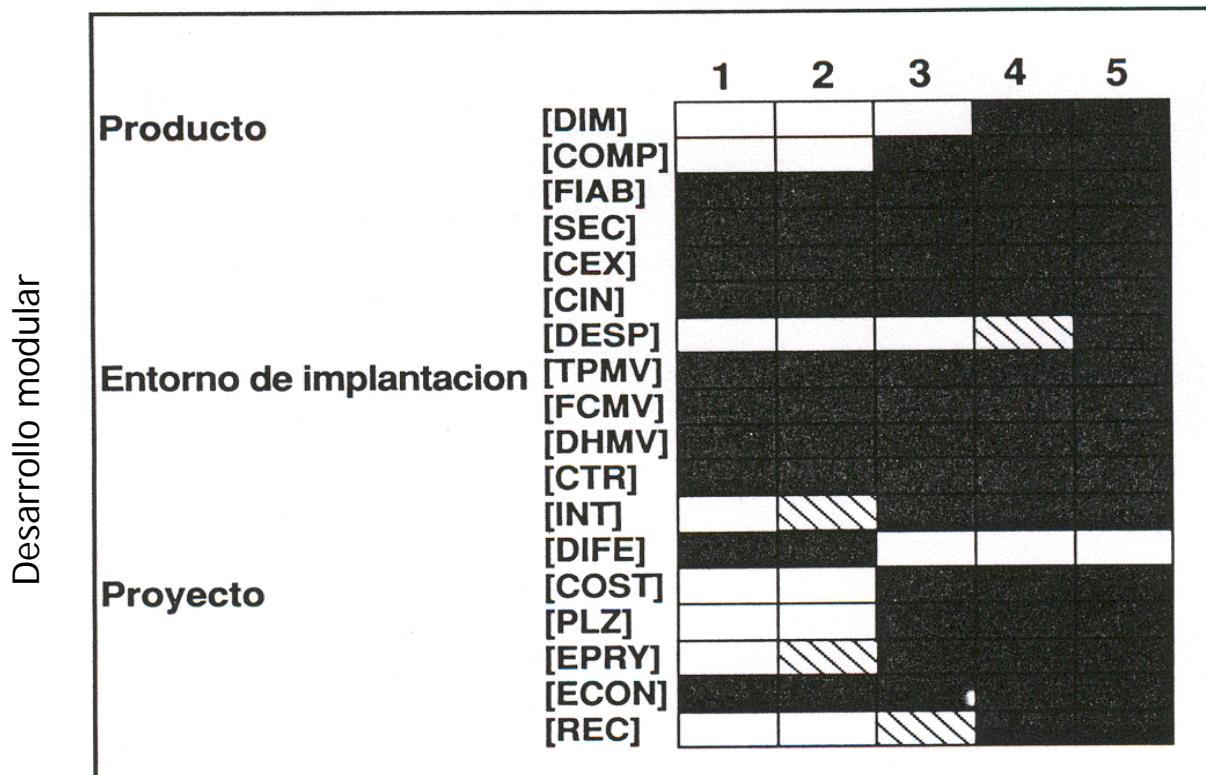


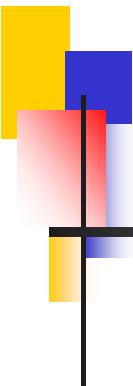


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Selección del modelo de referencia (comparación con la plantilla)





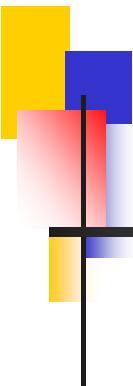
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Obtención del perfil de riesgos

- Dos umbrales de riesgos: ordinario y extraordinario.
- Siete tipos de riesgos:
 - R1: defectos graves y recurrentes en el comportamiento externo de la aplicación.
 - R2: baja calidad de los productos obtenidos en las fases del desarrollo.
 - R3: dificultades graves de implantación por mala adecuación de la aplicación a su entorno real de operación.
 - R4: imposibilidad de mantener los costes de desarrollo en consonancia con lo establecido en la contratación.
 - R5: incumplimiento grave de los plazos de ejecución.
 - R6: imposibilidad de gestionar y controlar adecuadamente el desarrollo del proyecto.
 - R7: no finalización del proyecto.
- Se ha de obtener el coeficiente de divergencia CDI para cada tipo de riesgo:

$$CD_j = \left(\sum_{j=1,n} a_{ij} \right) / n - \left(\sum_{k=1,m} b_{ik} \right) / m$$



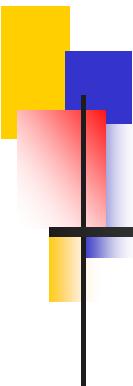
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Obtención del perfil de riesgos

Los atributos de los grupos A y B para cada tipo de riesgo son:

- Para R1.
 - Grupo A: [FIAB], [SEC], [CEX],[CTR], [ECON]
 - Grupo B: [DESP], [PLZ], [REC]
- Para R2.
 - Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [SEC], [CEX], [ECON]
 - Grupo B: [DESP], [COST], [PLZ], [EPRY], [REC]
- Para R3.
 - Grupo A: [CIN], [FCMV], [DHMV], [INT], [DIFE], [ECON]
 - Grupo B: [COST], [PLZ], [REC]
- Para R4.
 - Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [FCMV], [ECON]
 - Grupo B: [DESP], [COST], [EPRY]
- Para R5.
 - Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [FCMV], [ECON]
 - Grupo B: [DESP], [PLZ], [EPRY]
- Para R6.
 - Grupo A: [DIM], [COMP]
 - Grupo B: [REC]
- Para R7.
 - Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [SEC], [CEX], [CIN], [TPMV], [FCMV], [DHMV], [CTR], [INT], [DIFE], [ECON]
 - Grupo B: [DESP], [COST], [PLZ], [EPRY], [REC]

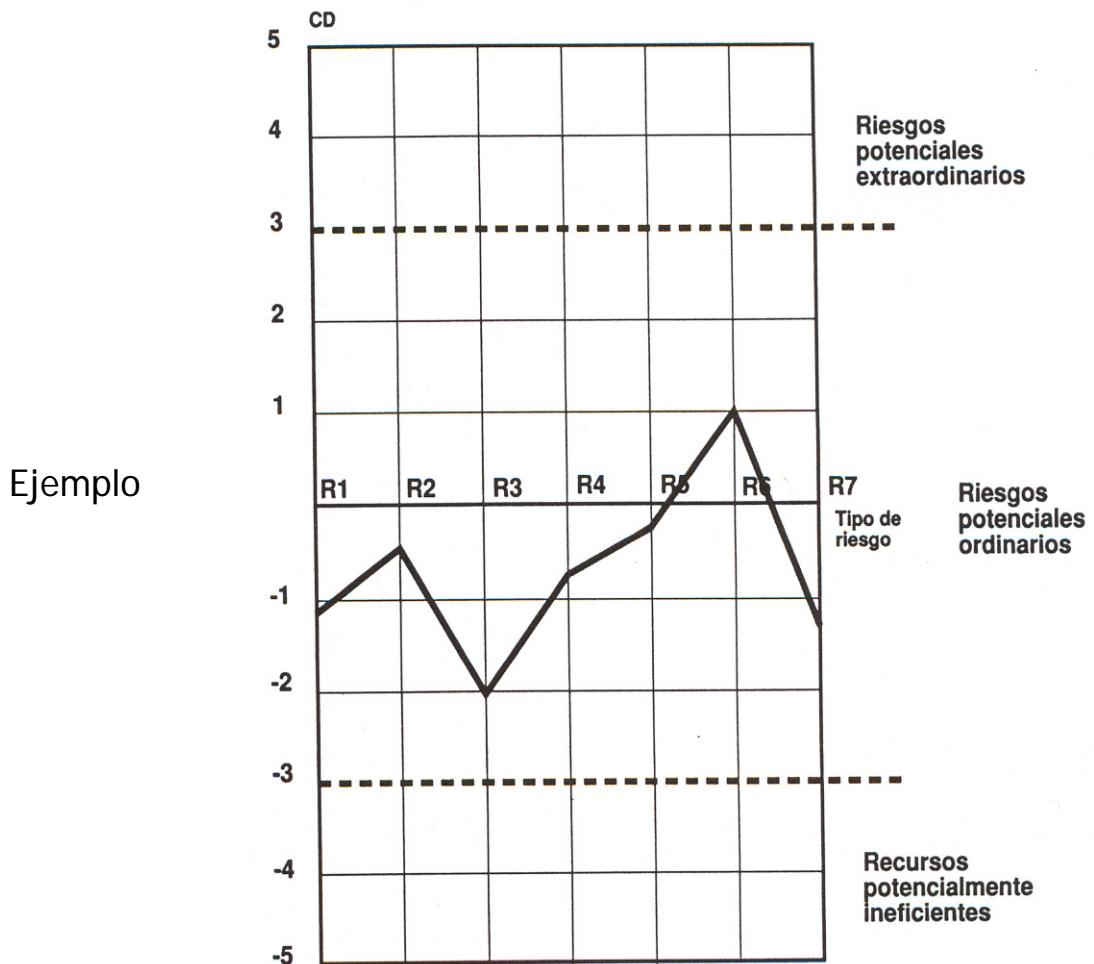


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Obtención del perfil de riesgos

- La interpretación de los valores obtenidos para cada Cdi es:
 - $0 \leq Cdi < 3$: nivel ordinario de riesgos.
 - $3 \leq Cdi <= 5$: nivel de riesgos extraordinarios.
 - $-3 < Cdi \leq 0$: proyecto satisfactorio.
 - $-5 \leq Cdi \leq -3$: planteamiento inicial del proyecto desajustado.
- Se obtiene el perfil de riesgos del proyecto:



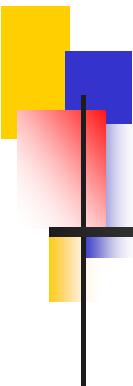


Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés

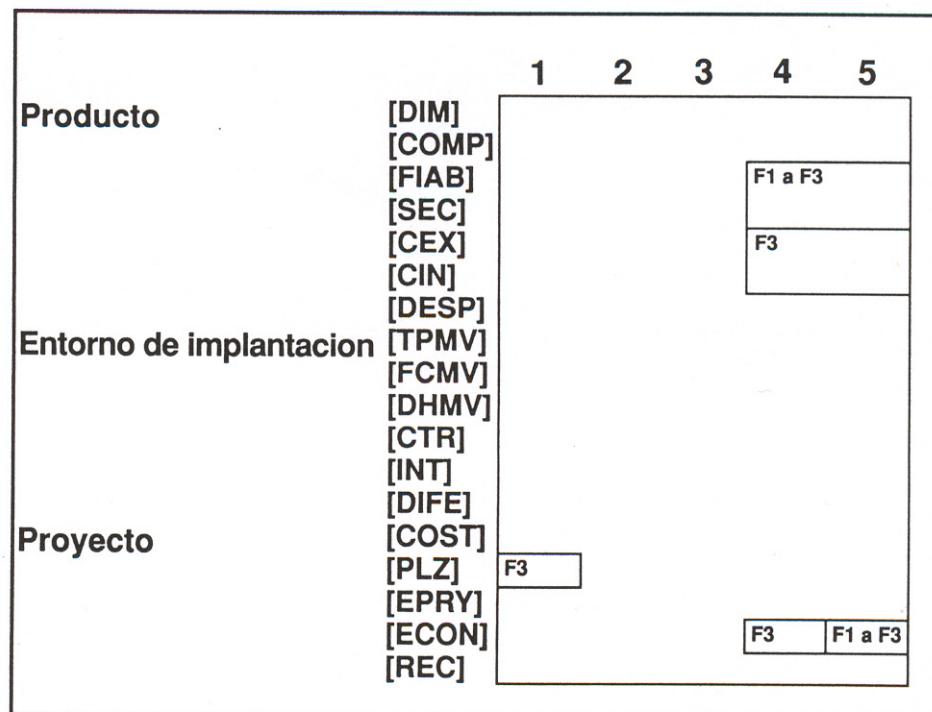
- Permite diseñar el plan específico de garantía de calidad del proyecto.
- Se asigna a cada fase y producto del proyecto el nivel de intensidad correspondiente.
- Los dos niveles de intensidad son: normal (1) y especial (2).
- El procedimiento a seguir:
 - Se contrasta el diagrama característico del proyecto con la plantilla correspondiente.
 - Se elabora la matriz de intensidades.
 - Se deduce el grado de intensidad más adecuado para el control de las fases y productos a partir de la matriz de intensidades y de la criticidad de los atributos del proyecto.
 - A partir del foco de interés se diseña el plan específico de garantía de calidad del proyecto.
- Existe un nivel mínimo de intensidad (0) aplicable a las situaciones en las que no se disponga de recursos adecuados para la gestión de la garantía de calidad.



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés



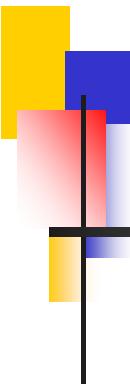
Foco de Interés Modelo Secuencial Básico

* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:

F1: Diseño

F2: Programación

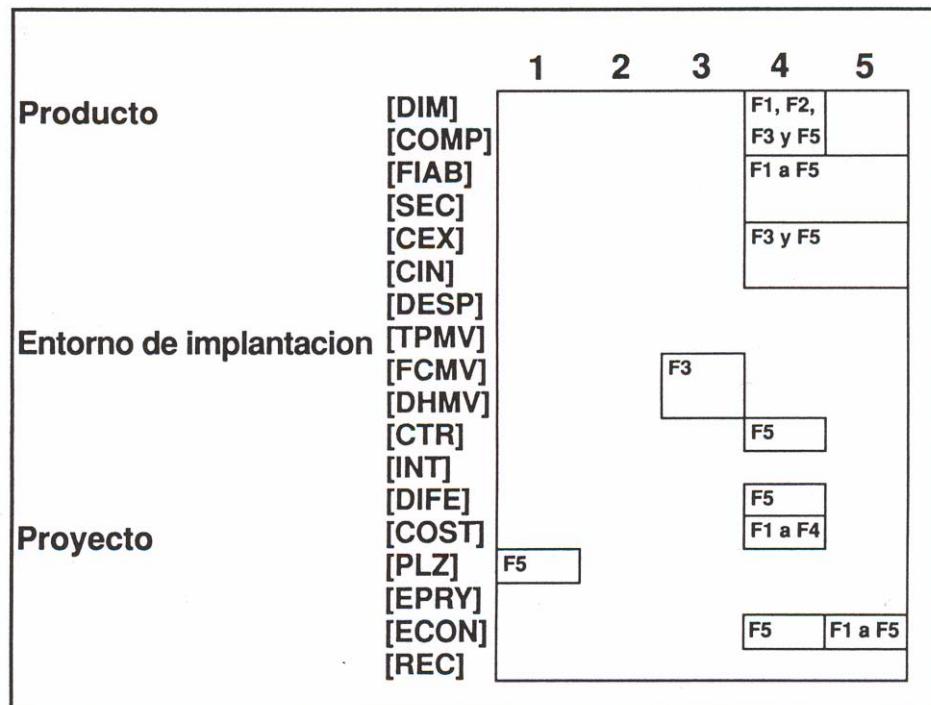
F3: Implementación y pruebas de aceptación



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

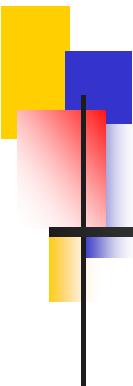
Determinación del foco de interés



**Foco de Interés
Modelo Secuencial Intermedio**

* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:

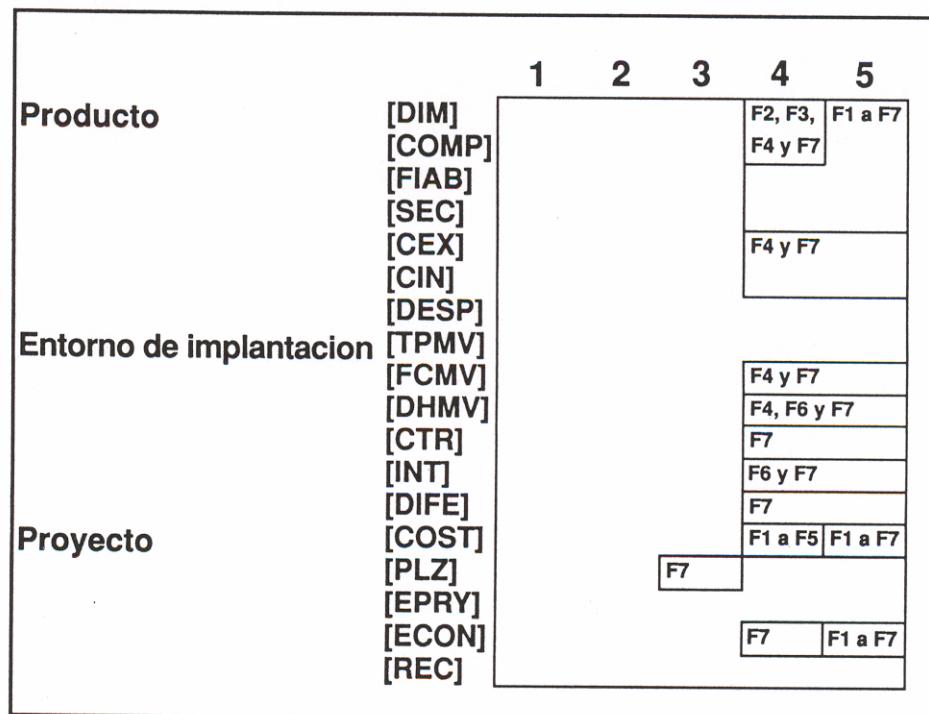
- F1:** Elaboración de las especificaciones de diseño
- F2:** Diseño funcional
- F3:** Diseño técnico detallado
- F4:** Programación
- F5:** Implantación y pruebas de aceptación



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

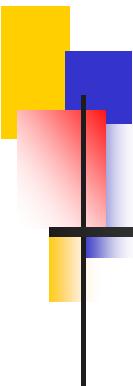
Determinación del foco de interés



Foco de Interés Modelo Secuencial Detallado

* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:

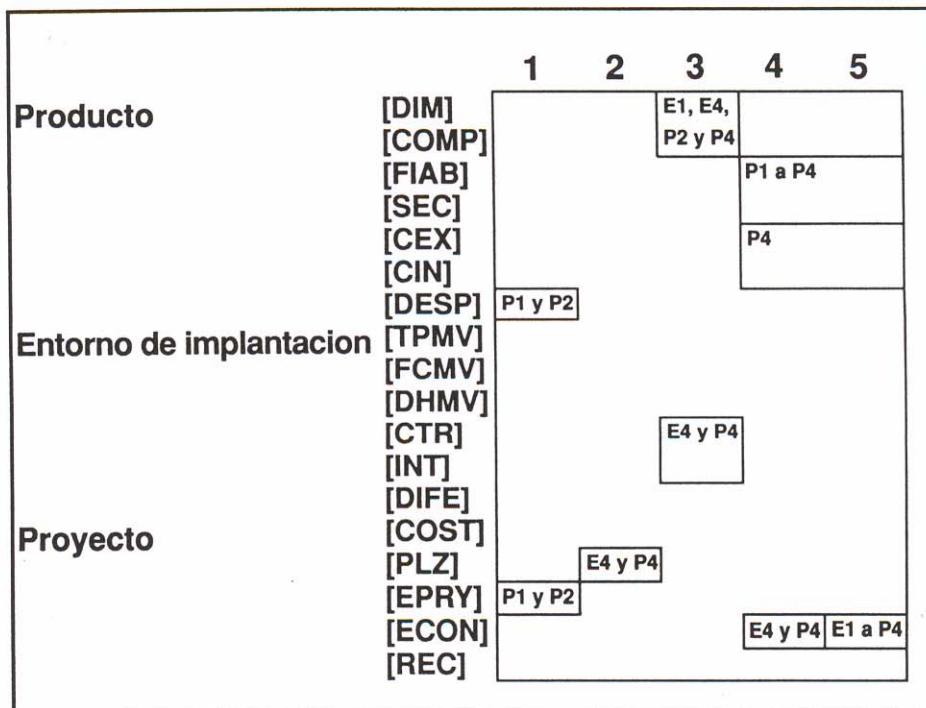
- F1:** Planificación del desarrollo
- F2:** Elaboración de las especificaciones de diseño
- F3:** Diseño funcional
- F4:** Diseño técnico detallado
- F5:** Programación
- F6:** Integración
- F7:** Implantación y pruebas de aceptación



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés



Foco de Interés Modelo de Desarrollo por Prototipos

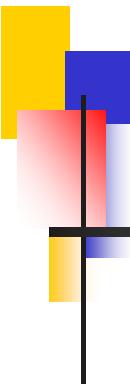
* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:
En este caso se diferencian en dos bloques:

- Procesos de experimentación (k-ciclos):

- E1:** Especificación
- E2:** Diseño rápido
- E3:** Programación del prototipo
- E4:** Evaluación y refinamiento

- Procesos de producción (secuencial):

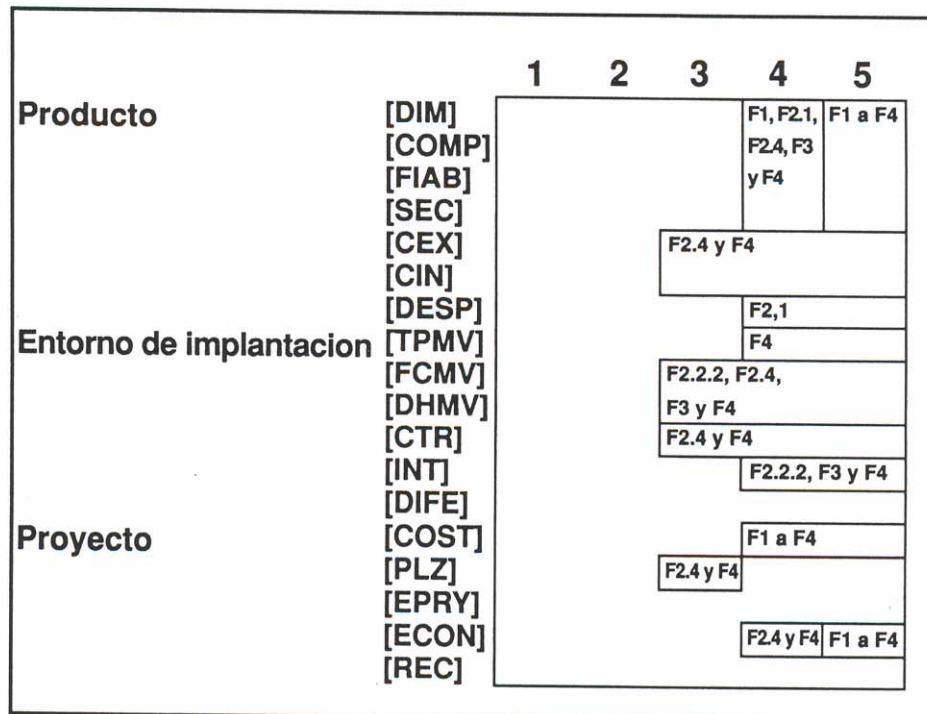
- P1:** Especificaciones finales de diseño
- P2:** Diseño final
- P3:** Programación
- P4:** Implantación y pruebas de aceptación



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

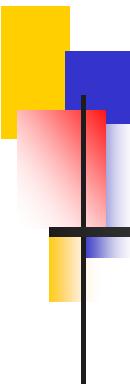
Determinación del foco de interés



Foco de Interés Modelo de Desarrollo Modular

* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:

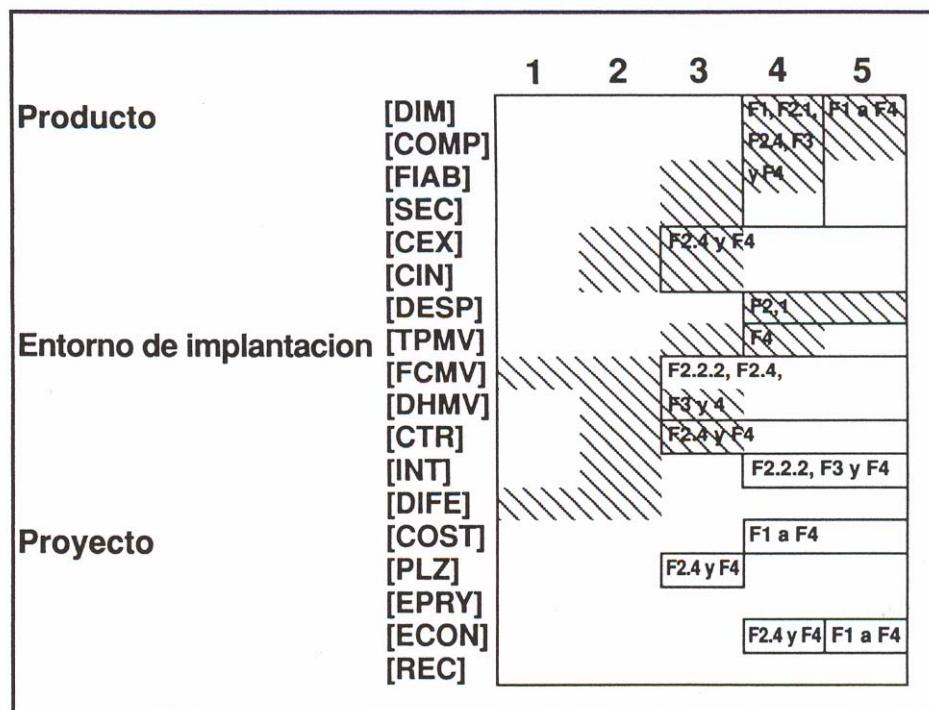
- F1:** Estudio preliminar y planificación del desarrollo
- F2:** Desarrollo de módulos (k-procesos paralelos)
 - F2.1:** especificación
 - F2.2:** diseño (y en su caso **F2.2.1**, funcional, y **F2.2.2**, técnico)
 - F2.3:** programación
 - F2.4:** pruebas de validación
- F3:** Integración
- F4:** Implantación y pruebas de aceptación



Plan General de Aseguramiento de la Calidad

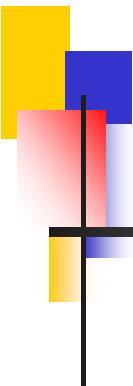
Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés



Foco de Interés Ejemplo de Aplicación

APLICACION AL PROYECTO EJEMPLO



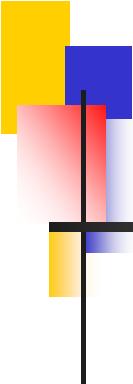
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés

	F1	F2.1	F2.2.1	F2.2.2	F2.3	F2.4	F3	F4
[DIM]	2	2	2	2	2	2	2	2
[COMP]	2	2	2	2	2	2	2	2
[FIAB]	2	2	1	1	1	2	2	2
[SEC]	1	1	1	1	1	1	1	1
[CEX]	1	1	1	1	1	2	1	2
[CIN]	1	1	1	1	1	2	1	2
[DESP]	1	2	1	1	1	1	1	1
[TPMV]	1	1	1	1	1	1	1	2
[FCMV]	1	1	1	1	1	1	1	1
[DHMV]	1	1	1	2	1	2	2	2
[CTR]	1	1	1	1	1	2	1	2
[INT]	1	1	1	1	1	1	1	1
[DIFE]								
[COST]	2	2	2	2	2	2	2	2
[PLZ]	1	1	1	1	1	1	1	1
[EPRY]								
[ECON]	1	1	1	1	1	1	1	1
[REC]								

valor medio 1.27 1.33 1.20 1.27 1.20 1.53 1.33 1.60



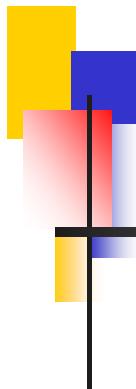
Plan General de Aseguramiento de la Calidad

Esquema formal para la clasificación de proyectos (EFC)

Determinación del foco de interés

Según la matriz anterior, el foco de interés del proyecto ejemplo sería:

- Fase 1(Análisis): nivel 1
- Fase 2(Desarrollo):
 - 21.(Especificaciones): nivel 2.
 - 2.2.1 (Diseño funcional): nivel 1.
 - 2.2.2. (Diseño técnico): nivel 1.
 - 2.3 (Programación): nivel 1.
 - 2.4 (Pruebas del módulo): nivel 2.
- Fase 3 (Integración de módulos): nivel 2.
- Fase 4: Pruebas de aceptación): nivel 2.



BIBLIOGRAFÍA

Dolado, j.j.; Fernández, I y otros. Medición para la gestión en la Ingeniería del Software. Ra-Ma, 2000

Jenner, M. L. Software Quality Management and ISO 9001. How to make them work for you. JohnWiley & Sons, Inc., 1995.

IEEE Standards Collection Software Engineering. IEEE, 1997.

Plan General de Garantía de Calidad Aplicable al Desarrollo de Equipos Lógicos. Ministerio de Administraciones Públicas, 1991.

Pressman, R.S., *Ingeniería del Software, un enfoque práctico*, Mc Graw Hill, 2001.