

MAP

Ministerio
para las
Administraciones
Públicas

Colección
Informes
y
Documentos

Plan General de Garantía de Calidad aplicable al desarrollo de equipos lógicos

Serie
Administración
General

PLAN GENERAL DE GARANTIA
DE CALIDAD APLICABLE AL
DESARROLLO DE EQUIPOS LOGICOS



PLAN GENERAL DE GARANTIA
DE CALIDAD APLICABLE AL
DESARROLLO DE EQUIPOS LOGICOS

MINISTERIO PARA LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS
MADRID
1991

Primera edición: Noviembre 1991

EQUIPO RESPONSABLE DEL PROYECTO

— Director del Proyecto

D^a M^a Dolores Sepúlveda Ibáñez
Ministerio para la Administraciones Públicas

— Grupo de Expertos

D. Juan Franciso Alonso Salvado
Ministerio de Cultura

D. Angel Seguismundo González López
D. Manuel Iglesias Quintana
Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

D. Ignacio Martínez Arrieta
D. Eduardo Díaz Fraile
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

D. José Luis Herrera Carrillo
Ministerio de Relaciones con las Cortes y Secretaría de Gobierno

D. Alberto Bach Capella
Ministerio de Justicia

— Empresa consultora externa

TECNOVA, S.A.

Edita:

MINISTERIO PARA LAS ADMINISTRACIONES PUBLICAS

Secretaría General Técnica

Instituto Nacional de Administración Pública

NIPO: 329-91-023-6

ISBN: 84-7088-596-0

Depósito Legal: M. 43594-1991

Fotocomposición e Impresión: AREGRAF, S.L.

SUMARIO

	<u>Pág.</u>
FASCICULO 1	
Guía metodológica para la elaboración de Planes de Garantía de Calidad	7
GLOSARIO	57
FASCICULO 2	
Esquema formal para la clasificación de proyectos informáticos ...	63
FASCICULO 3	
Procedimientos de Control de Calidad	165
FASCICULO 4	
Instrumentos de Control y elementos auxiliares de Control de Calidad	229



FASCICULO 1

**GUIA METODOLOGICA PARA LA
ELABORACION DE PLANES DE
GARANTIA DE CALIDAD**



FASCICULO 1

**GUIA METODOLOGICA PARA LA
ELABORACION DE PLANES DE
GARANTIA DE CALIDAD**



CONTENIDO

1 - El Plan General de Calidad para el desarrollo de aplicaciones informáticas. Presentación y objetivos.....	11
2 - Criterios y recomendaciones para la utilización del Plan General de Calidad.....	19
3 - Metodología para la elaboración de Planes de Garantía de Calidad específicos aplicables a proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas.....	29
ANEXO: Glosario.....	57



1 - EL PLAN GENERAL DE CALIDAD PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMATICAS. PRESENTACION Y OBJETIVOS.

- 1.1 - Introducción y objetivos
- 1.2 - Estructura y contenido del Plan General de Calidad
- 1.3 - Referencia a estándares y normas internacionales de garantía de calidad

1.1 - Introducción y objetivos

La Administración del Estado promueve un volumen muy importante de actividad en relación con el desarrollo de aplicaciones informáticas destinadas tanto a su funcionamiento interno como a la prestación de servicios públicos a los ciudadanos.

Los proyectos correspondientes son en general muy diversos en razón de su naturaleza, magnitud, grado de criticidad, importancia estratégica, etc., y suelen llevarse a cabo mediante la contratación con empresas (desarrollo externo) o bien utilizando los medios propios de que dispone cada organismo (desarrollo interno).

En cualquier caso los funcionarios responsables de la dirección de los proyectos informáticos deben velar para que en el desarrollo de las aplicaciones correspondientes se produzcan las siguientes circunstancias:

- (i) los productos que se generen, tanto ejecutables (programas) como de tipo documental o auxiliar deberán poseer un nivel adecuado de calidad
- (ii) lo anterior deberá conseguirse respetando las condiciones de plazo de ejecución y en su caso de coste previstas al inicio del proyecto, salvo que circunstancias extraordinarias lo impidan

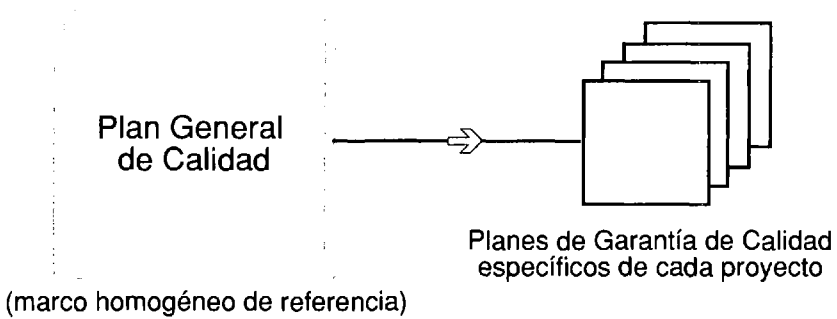
La consecución de los objetivos anteriores aconseja la utilización sistemática de procedimientos, técnicas e instrumentos de control de

calidad adecuados a las particularidades de cada proyecto. La realización de tareas de garantía de calidad debe plantearse con un nivel de profesionalidad que excluya la improvisación y la superficialidad de las actuaciones correspondientes.

Con el fin de facilitar el ejercicio de las funciones indicadas, la Subdirección General de Coordinación Informática del Ministerio para las Administraciones Públicas ha considerado oportuno promover la elaboración de un Plan General de Calidad para el desarrollo de aplicaciones informáticas.

Este Plan General constituye un *marco homogéneo de referencia* para que los funcionarios con responsabilidades en la dirección de proyectos informáticos puedan primero diseñar y después aplicar los planes específicos de garantía de calidad que resulten más adecuados a las peculiaridades de cada proyecto.

Parece conveniente que la elaboración de esos planes se lleve a cabo de acuerdo con unas directrices y criterios de actuación inspirados en una metodología común, conforme con los estándares internacionales y con las normas de buena práctica de más amplia aceptación en el campo de la garantía de calidad del software, naturalmente adaptadas al entorno de aplicación de la Administración del Estado.



El Plan General de Calidad ha sido diseñado por un grupo de trabajo "ad-hoc" que a tal efecto se ha consituído en el seno de la Comisión Interministerial de Adquisición de Bienes y Servicios Informáticos

(CIABSI). Los trabajos correspondientes se han llevado a cabo mediante contrato de asistencia técnica con la empresa Tecnova Consultores e Ingenieros de Sistemas de Información S.A. (referencia del contrato MMT/ST/91/421/Exp.20/91).

Los objetivos principales que se han pretendido conseguir son los siguientes:

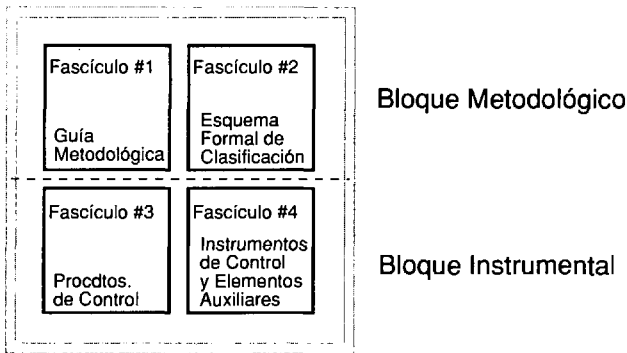
- Poner a disposición de los funcionarios de los distintos Organismos Públicos responsables de la dirección de proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas un *marco homogéneo de referencia* y una metodología para la elaboración de *planes específicos de garantía de calidad*. Estos planes deberán adaptarse a las peculiaridades de cada proyecto y al mismo tiempo ser conformes con los estándares internacionales de garantía de calidad y las normas reconocidas de buena práctica en la materia.
- Definir una metodología que permita realizar una *evaluación preliminar* de cada proyecto con el fin de obtener su clasificación a efectos de garantía de calidad. Para ello se realizará la asignación de un modelo de desarrollo adecuado (*modelo de referencia*), la detección de los riesgos potenciales en que se pueda incurrir (*perfil de riesgos*) y la determinación del nivel de intensidad más adecuado a aplicar en el control de las distintas fases del proyecto (*foco de interés*).
- Elaborar una serie de *procedimientos e instrumentos de control* de carácter genérico para ser aplicados con las ligeras adaptaciones que resulten necesarias a los planes específicos de garantía de calidad de proyectos concretos de desarrollo de aplicaciones.

Como se ha indicado anteriormente, el Plan General de Calidad está dirigido a los funcionarios públicos responsables de la dirección de los proyectos informáticos que se promueven en el ámbito de la Administración del Estado, y a las personas que en dependencia de los mismos deberán llevar a cabo este tipo de tareas (equipos de garantía de calidad).

1.2 - Estructura y contenido del Plan General de Calidad

El Plan General de Calidad se ha estructurado en cuatro fascículos titulados respectivamente:

- Fascículo #1: “Guía Metodológica para la elaboración de Planes de Garantía de Calidad”
- Fascículo #2: “Esquema formal para la clasificación de proyectos informáticos”
- Fascículo #3: “Procedimientos de control de calidad”
- Fascículo #4: “Instrumentos de control y elementos auxiliares de garantía de calidad”



Plan General de Calidad

Los dos primeros fascículos forman el denominado *bloque metodológico* del Plan, mientras que los dos últimos corresponden al *bloque instrumental*, tal como se indica en el diagrama siguiente.

El *bloque metodológico* hace referencia a una serie de *técnicas y métodos* de orden práctico diseñados específicamente para ser aplicados en el diseño y definición de los planes específicos de garantía de calidad de los proyectos informáticos promovidos por los órganos y organismos de la Administración del Estado.

El *bloque instrumental* contiene un conjunto seleccionado de *procedimientos e instrumentos* de garantía de calidad que aplicados de acuerdo con los métodos definidos en el bloque anterior permitirán su puesta en práctica en proyectos concretos de desarrollo de aplicaciones.

El *fascículo #1* describe el procedimiento general y los criterios aplicables para la elaboración de planes específicos a partir del Plan General

de Calidad, de tal manera que se pueda cumplir el doble objetivo de su adecuación a las peculiaridades de cada proyecto concreto y de su conformidad con el marco común de referencia que constituye el Plan General.

El *fascículo #2* describe la metodología denominada EFC (Esquema Formal de Clasificación) que se utilizará para determinar a partir de los valores de un conjunto seleccionado de atributos característicos, los tres elementos fundamentales de un proyecto concreto a efectos de su garantía de calidad que son respectivamente:

- (i) su *modelo de referencia* para el proceso de desarrollo (identificación de fases y productos a obtener en cada una)
- (ii) el *perfil de riesgos* correspondiente (detección y evaluación preliminar de riesgos potenciales)
- (iii) el *foco de interés* en garantía de calidad (detección de las fases y productos más críticos en cada caso, sobre los que deberá ejercerse un control más intenso)

Dentro del bloque instrumental, el *fascículo #3* incluye la descripción detallada de varios procedimientos genéricos de control aplicables a lo largo de las distintas fases del desarrollo, en función del nivel de intensidad que señale el foco de interés en garantía de calidad del proyecto. Estos procedimientos genéricos servirán de base para el diseño de los de carácter específico que se vayan a emplear en cada proyecto particular. En cualquier caso se considera que las adaptaciones que resulte necesario realizar serán normalmente de orden menor.

Finalmente el *fascículo #4* contiene instrumentos de control y elementos auxiliares, que utilizados en el contexto de los procedimientos anteriores permitirán llevar a cabo de forma sistemática y rigurosa las funciones de garantía de calidad en consonancia con las características particulares de un determinado proyecto de desarrollo y en conformidad con el Plan General.

Conviene declarar de forma explícita que este Plan General es neutral en relación con las distintas metodologías de desarrollo que existen en el mercado. Consecuentemente su utilización no se encuentra vinculada a ninguna de ellas en particular y por lo tanto el alcance del Plan se extiende potencialmente a todo tipo de proyectos informáticos, pudiendo aplicarse independientemente de cual sea la metodología de desarrollo empleada.

1.3 - Estándares y normas internacionales de garantía de calidad aplicables

El Plan General de Calidad constituye un marco común de referencia para la definición y puesta en práctica de planes específicos de garantía de calidad aplicables a proyectos concretos de desarrollo de aplicaciones informáticas. A lo largo de su elaboración (especialmente en cuanto respecta al bloque instrumental) se ha procurado garantizar la conformidad del Plan con los estándares internacionales de mayor aceptación en relación con esta materia, adaptados en la medida necesaria para su acomodación al entorno de aplicación constituido por la Administración del Estado.

Por lo tanto, los planes específicos que se diseñen a partir del Plan General poseerán un notable grado de conformidad con las normas y recomendaciones internacionales sobre buena práctica en el campo de la garantía de calidad en el desarrollo de software.

Por otra parte debe señalarse que la elaboración del bloque metodológico del Plan se ha llevado a cabo fundamentalmente a partir del análisis e interpretación de la problemática específica que plantea el desarrollo de aplicaciones informáticas en el contexto de la Administración del Estado. De esta manera se ha pretendido que en su conjunto el Plan General constituya un marco de referencia equilibrado por una parte entre los aspectos más formales relativos a la conformidad con estándares y normas rigurosas y por otra entre los de carácter más práctico relacionados con la operatividad de las funciones de garantía de calidad en el entorno real de aplicación.

A continuación se relacionan los principales estándares en los que se basa este Plan General de Calidad.

- Estándares de la Organización Internacional de estandarización - ISO

ISO 8402	Quality Vocabulary
ISO 9000	Quality Management and Quality Assurance Standard Guidelines for Selection and USE (ANSI/ASQC Q90)
ISO 9001	Quality Systems - Model for Quality Assurance in Design/Development, Production, Installation and Servicing (ANSI/ASQC Q91)
ISO 9002	Quality Systems - Model for Quality Assurance in Production and Installation (ANSI/ASQC Q92)

ISO 9003	Quality Systems - Model for Quality Assurance in Final Inspection and Test (ANSI/ASQC Q93)
ISO 9004	Quality Management and Quality System Elements Guidelines (ANSI/ASQC Q94)
ISO 10011-1	Guidelines for Auditing Quality Systems - Part 1: Auditing
ISO 10011-2	Guidelines for Auditing Quality Systems - Part 2: Qualification Criteria for Auditors
ISO 10011-3	Guidelines for Auditing Quality Systems - Part 3: Managing Audit Programs
ISO/IEC Guide 39	General requirements for the Acceptance of Inspection Bodies
ISO/IEC Guide 40	General Requirements for the Acceptance of Certification Bodies
ISO/IEC Guide 48	Guidelines for Third-Party Assessment and Registration of Supplier's Quality Systems

- Estándares del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
 - IEEE (institución internacional con base en los EEUU)

ANSI/IEEE Std 610-12-1990	IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology
ANSI/IEEE Std 730-1989	IEEE Standard for Software Quality Assurance Plans
ANSI/IEEE Std 829-1983	IEEE Standard for Software Test Documentation
ANSI/IEEE Std 830-1984	IEEE Guide to Software Requirements Specifications
ANSI/IEEE Std 983-1986	IEEE Guide for Software Quality Assurance Planning
ANSI/IEEE Std 1008-1987	IEEE Standard for Software Unit Testing
ANSI/IEEE Std 1012-1986	IEEE Standard for Software Verification and Validation Plans
ANSI/IEEE Std 1028-1988	IEEE Standard for Software Reviews and Audits
ANSI/IEEE Std 1063-1987	IEEE Standard for Software User Documentation



2 - CRITERIOS Y RECOMENDACIONES PARA LA UTILIZACION DEL PLAN GENERAL DE CALIDAD.

- 2.1 - La garantía de calidad en el desarrollo de aplicaciones informáticas
- 2.2 - El Plan General de Calidad como marco de referencia
- 2.3 - Modo de utilización del Plan General de Calidad

2.1 - La garantía de calidad en el desarrollo de aplicaciones informáticas

El concepto de calidad de un producto se interpreta habitualmente en términos de la posesión por el mismo de una serie de características que lo hacen satisfactorio para sus usuarios, es decir conforme a sus especificaciones de diseño suponiendo que éstas sean adecuadas.

Aunque existe una amplia variedad de definiciones sobre lo que es o debe ser la calidad de una aplicación informática o de un producto software, a los efectos de este Plan General se entenderá por tal su conformidad con los requisitos que se hayan declarado explícitamente sobre funcionalidad y rendimiento, el cumplimiento de los estándares o normas documentadas que se hayan establecido o a las que haya hecho referencia, y la existencia de otras características implícitas que son de esperar en un producto desarrollado en un contexto de práctica profesional¹.

Las peculiaridades del software como producto y de sus procesos productivos, hacen que las técnicas tradicionales de control de calidad de la producción industrial no sean de aplicación práctica más que en muy pequeña medida. Deben tenerse en cuenta entre otros los siguientes factores:

¹ Esta definición corresponde a R.S. Pressman en su obra: Software Engineering. A practitioner's approach.

- El modelo de ciclo que normalmente se utiliza en la producción industrial (diseño-fabricación) no es aplicable en este caso. La producción de software consiste fundamentalmente en un conjunto de fases diferentes y en cierta medida sucesivas de diseño (en sentido amplio) sin que la fabricación física tenga relevancia más que en aspectos de orden generalmente secundario. A lo largo de su ciclo de producción (que en este caso se denomina ciclo de desarrollo o de vida) el producto evoluciona y cambia en su contenido y forma de representación externa desde un estado inicial en el cual consiste en un conjunto de especificaciones más o menos abstractas hasta su estado final en el que adquiere la forma de código de ordenador ejecutable sobre una máquina virtual determinada.
- Como resultado de cualquier proyecto de desarrollo de una aplicación informática no se genera solamente en un producto final unitario, sino una serie de elementos o componentes del desarrollo (entendido como diseño en sentido amplio) estrechamente interrelacionados. Una parte importante de los mismos es al menos en la actualidad, de naturaleza documental (los que corresponden a las fases iniciales e intermedias del desarrollo) y tan sólo los productos de las fases finales son de tipo ejecutable (programas codificados adecuadamente). Las tareas de garantía de calidad deben extenderse sin embargo a todas las fases del ciclo de desarrollo y no sólo a las que corresponden a componentes ejecutables (programas).
- En la medida que los proyectos aumentan en complejidad, tamaño o grado de criticidad, lo mismo sucede con la importancia de las funciones de garantía de calidad. Estas actividades deben abordarse con un grado de profesionalidad y rigor análogo a las propias de desarrollo. Las funciones de garantía de calidad deben realizarse en cualquier caso de manera sistemática y formal a lo largo de todas las fases del proyecto, aunque su nivel de intensidad dependa de las características particulares del mismo.
- La garantía de calidad tiene un coste que se traduce en la necesidad de asignar medios humanos, materiales y tiempo a este tipo de tareas. Las personas responsables de la dirección de un determinado proyecto deben ser conscientes de este hecho y realizar en consecuencia una planificación realista en la medida de lo posible. Aunque es difícil adelantar estimaciones generales sobre el coste asociado a la garantía de calidad, algu-

nas aproximaciones heurísticas² indican que el esfuerzo imputable suele variar en condiciones normales entre un 10% y un 30% en relación con el esfuerzo de desarrollo. El porcentaje concreto depende como es lógico de las peculiaridades del proyecto.

- Este último punto debe tenerse bien presente en el momento de diseñar el plan específico de garantía de calidad de un proyecto determinado. Cualquier plan sólo será práctico si es ejecutable, para lo cual su alcance e intensidad deberán guardar proporción con los recursos de que realmente se disponga para la realización de estas tareas.

2.2 - El Plan General de Calidad como marco de referencia

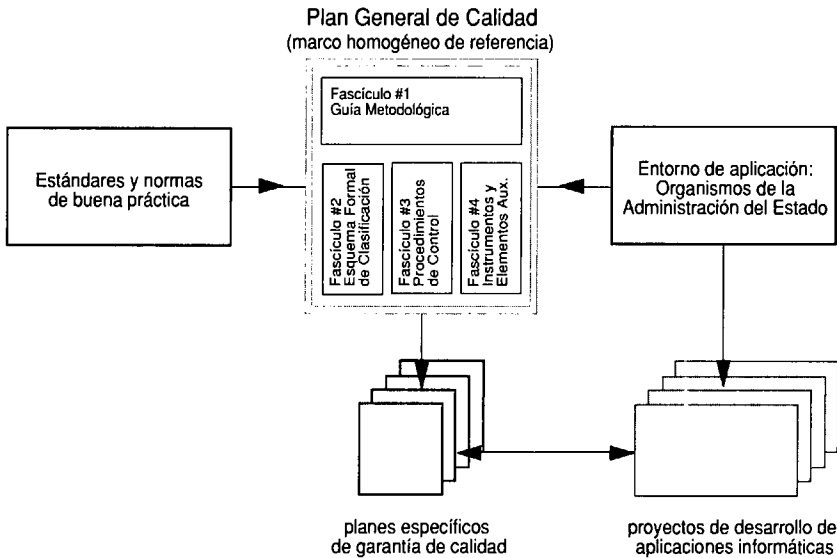
Se ha señalado en los epígrafes anteriores que este Plan General de Calidad debe entenderse como un marco homogéneo de referencia para la realización de las funciones correspondientes en el contexto de proyectos concretos de desarrollo de aplicaciones informáticas.

Ello significa en la práctica que a partir del Plan General será necesario elaborar en cada caso el correspondiente plan específico o Plan de Garantía de Calidad del proyecto en cuestión. Se ha pretendido que la aplicación del Plan General permita y facilite la elaboración de planes específicos que posean las dos características siguientes:

- adaptación a las características particulares del proyecto de que se trate en cada caso y de las circunstancias presentes en su entorno de desarrollo
- cumplimiento de estándares y normas reconocidas de buena práctica en el campo de la garantía de calidad del software

Para ello el Plan General de Calidad se ha elaborado teniendo en cuenta los factores indicados, y su papel como marco de referencia debe interpretarse de acuerdo con el siguiente esquema.

² Software Quality Assurance & Management. M.W. Evans & J.J. Marciniak John Wiley and Sons, Inc.



Conviene reiterar que la aplicación del Plan General a un proyecto concreto deberá realizarse en cualquier caso por medio del correspondiente plan específico. La elaboración del Plan de Garantía de Calidad específico de cada proyecto será por lo tanto un requisito imprescindible para que las tareas de control puedan llevarse a cabo en la forma prevista en el Plan General.

El diseño y aplicación de un plan específico será en gran medida responsabilidad del denominado equipo de garantía de calidad (EGC) del proyecto, que se constituirá en cada caso a instancias de su director (DIR) o persona responsable por parte del organismo que lo promueve. Las funciones y responsabilidades de cada uno de los agentes que intervienen en la garantía de calidad de un proyecto se describen con mayor detalle en los epígrafes siguientes.

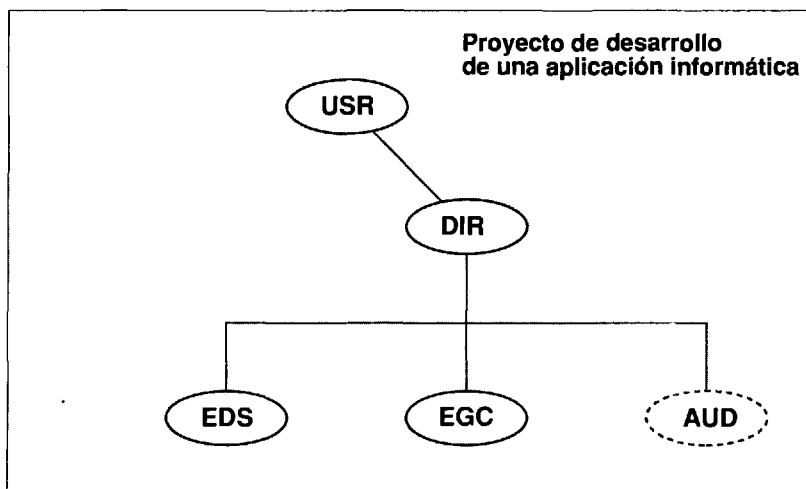
2.3 - Modo de utilización del Plan General de Calidad

Agentes que intervienen en un proyecto

A los efectos de este Plan General, se considerará que en la garantía de calidad de un determinado proyecto intervienen los agentes siguientes:

- **(USR):** Organismo usuario o promotor del proyecto. Estará representado por las personas que perteneciendo al mismo se consideren oportunas
- **(DIR):** Director del proyecto.
Persona nombrada por el Organismo usuario o promotor como responsable del proyecto por parte de la Administración. En general pertenecerá al Departamento de Informática o Centro de Proceso de Datos del Organismo correspondiente
- **(EDS):** Equipo de desarrollo
Estará constituido por las personas responsables directamente del desarrollo de la aplicación. Este equipo podrá estar formado por personas del propio Organismo usuario o promotor o de su Departamento de Informática (desarrollo interno), por personas pertenecientes a una empresa contratista (desarrollo externo), o bien por una mezcla de los tipos anteriores (desarrollo mixto)
- **(EGC):** Equipo de garantía de calidad
Estará constituido por las personas directamente responsables del ejercicio de este tipo de funciones. Podrán pertenecer al Organismo usuario o promotor, al Departamento de Informática correspondiente o una empresa externa, pero en cualquier caso el (EGC) será independiente del (EDS) en el contexto del proyecto
- **(AUD):** Equipo de auditoría
Su existencia es potestativa, y en su caso estará constituido por las personas directamente responsables del ejercicio de este tipo de funciones. Podrán pertenecer al Organismo usuario o promotor, al Departamento de Informática correspondiente o una empresa externa, pero en cualquier caso el (AUD) será independiente del (EDS) y del (EGC) en el contexto del proyecto

La interacción de los cinco agentes anteriores se producirá generalmente según se indica en el siguiente esquema de relaciones funcionales.



Debe tenerse en cuenta que en función de las circunstancias particulares de cada proyecto, los agentes de los tipos (EDS), (EGC) y (AUD) podrán pertenecer al Organismo usuario o promotor, al Departamento de Informática o Centro de Proceso de Datos correspondiente, o bien a un contratista externo a la Administración. La existencia de un equipo de auditoría (AUD) tendrá lugar exclusivamente en el marco de proyectos muy singulares, tal como se indica en el fascículo #3.

Conviene reiterar que la aplicación del Plan General de Calidad exige que en el contexto de un determinado proyecto los tres equipos estén formados por personas diferentes, y que no existan relaciones de dependencia entre los mismos. Una misma persona sólo podrá simultanear tareas de desarrollo y garantía de calidad en proyectos diferentes.

Funciones y responsabilidades en garantía de calidad

En este apartado se relacionan sucintamente por cada uno de los tipos de agentes considerados sus principales funciones y responsabilidades en

relación con las tareas de garantía de calidad. La descripción detallada en cada caso se incluye en el capítulo 3 de esta Guía Metodológica (elaboración del Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto en cuestión) así como en el fascículo #3 (procedimientos de control) del Plan General de Calidad.

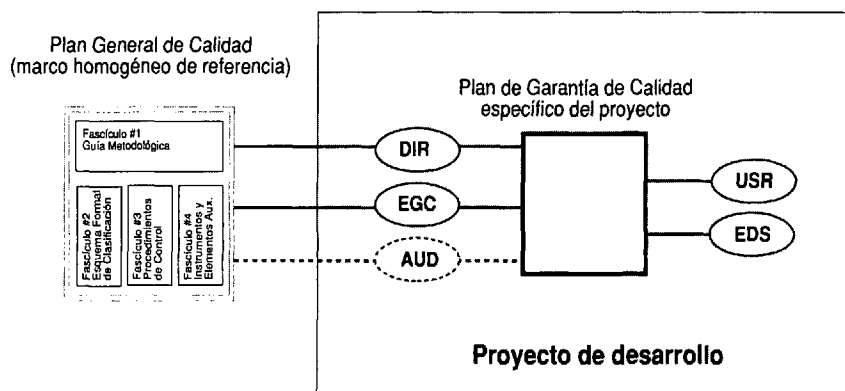
- **(USR):** Es el cliente a todos los efectos y por lo tanto quien demanda en última instancia la calidad del desarrollo. Intervendrá directamente en determinados procedimientos de revisión y en las pruebas de aceptación de la aplicación
- **(DIR):** En función de su papel como responsable último frente al Organismo usuario o promotor, el director del proyecto será responsable de la definición de las líneas generales y de la aprobación del Plan de Garantía de Calidad correspondiente, e impulsará su ejecución y puesta en práctica
- **(EDS):** Como responsable de la producción de los distintos elementos componentes del software en cuestión, será el sujeto pasivo de todos los procedimientos ordinarios de control (revisiones y pruebas)
- **(EGC):** Se encargará del diseño detallado del Plan de Garantía de Calidad del proyecto, y como responsable directo de la ejecución práctica de este tipo de funciones, será el sujeto activo principal en todos los procedimientos ordinarios de control incluidos en el plan correspondiente. Podrá ser a su vez el sujeto pasivo en los casos en que se lleven a cabo procedimientos extraordinarios (auditorías)
- **(AUD):** Intervendrá exclusivamente en aquellos casos en los que se hayan previsto procedimientos extraordinarios de control (auditorías), razón por la que presencia de este agente no tendrá lugar en la mayoría de los proyectos

Utilización del Plan General de Calidad

Dos de los agentes anteriormente indicados, (DIR) y (EGC), deberán utilizar en cualquier caso el Plan General de Calidad en su totalidad, de forma directa y con notable intensidad. El equipo de auditoría (AUD), lo utilizará de forma parcial en los casos en que tal agente exista. Finalmente los representantes del Organismo usuario (USR) y el equipo

de desarrollo (EDS) no utilizarán directamente el Plan General, sino que su participación en las tareas de garantía de calidad se regulará a través de lo establecido en el plan específico del proyecto.

Las relaciones de los tipos de agentes con el Plan General y el Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto se recogen de forma esquemática en el siguiente diagrama.



- **(USR):** No utilizará directamente el Plan General
- **(DIR):** Deberá utilizar el Plan General para obtener la caracterización del proyecto a efectos de garantía de calidad (fascículo #2), definir las líneas generales de su plan específico y proceder a su aprobación una vez que éste haya sido diseñado en detalle por el equipo de garantía de calidad (EGC)
- **(EDS):** No utilizará directamente el Plan General
- **(EGC):** Utilizará el Plan General para proceder, de acuerdo con las directrices del director del proyecto (DIR), al diseño detallado de su Plan de Garantía de Calidad específico y a la puesta en práctica de las actuaciones correspondientes
- **(AUD):** Utilizará exclusivamente el Plan General para acomodar sus actuaciones, en los casos en que tengan lugar, a lo que se haya dispuesto en el plan específico

Las directrices concretas para la utilización del Plan General de Calidad por parte de los agentes correspondientes se describen con detalle en el capítulo siguiente.



3 - METODOLOGIA PARA LA ELABORACION DE PLANES DE GARANTIA DE CALIDAD ESPECIFICOS APLICABLES A PROYECTOS DE DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMATICAS.

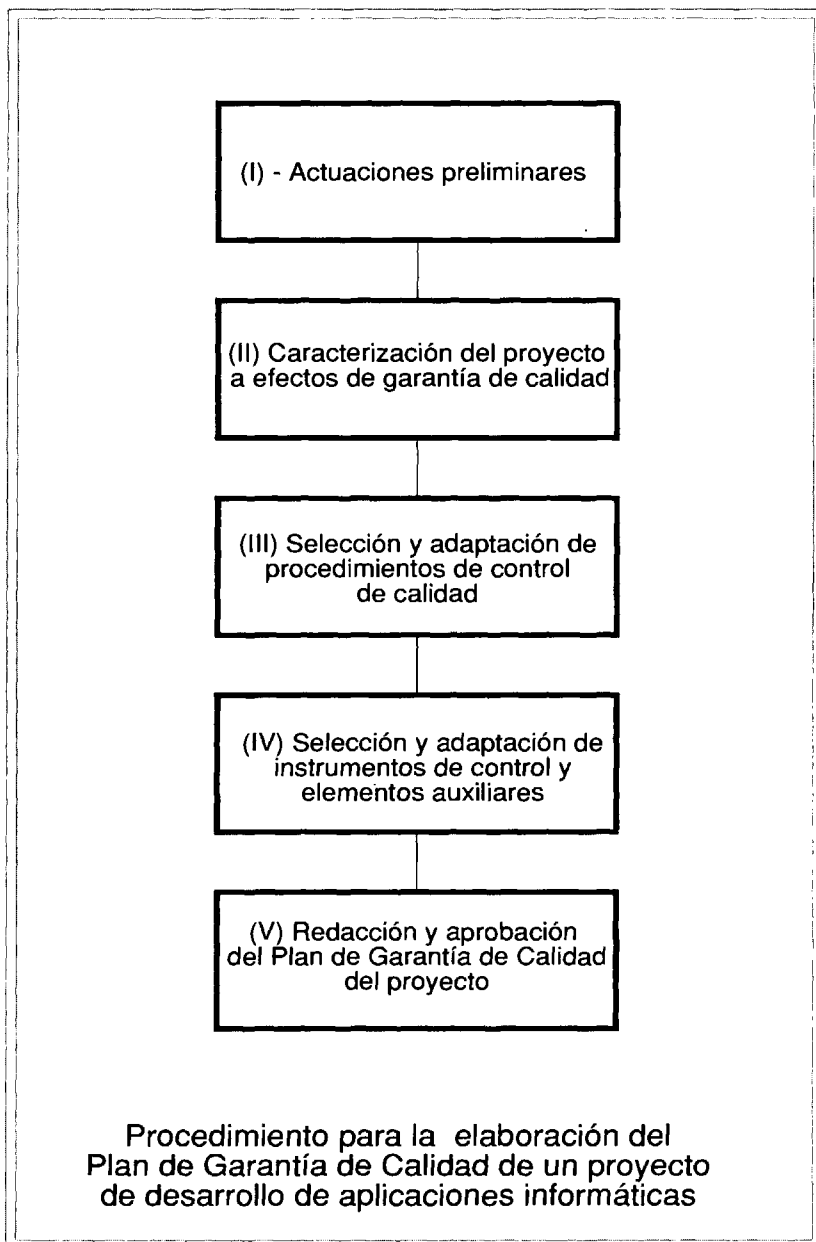
- 3.1 - Procedimiento para la elaboración del Plan de Garantía de Calidad de un proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas
- 3.2 - Aplicación práctica del Plan de Garantía de Calidad

3.1 - Procedimiento para la elaboración del Plan de Garantía de Calidad de un proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas

El procedimiento que se seguirá comprende de acuerdo con el diagrama de la página siguiente, la realización normalmente secuencial de los siguientes grupos de actividades:

- (I) - Actuaciones preliminares
- (II) - Caracterización del proyecto a efectos de garantía de calidad.
- (III) - Selección y adaptación de procedimientos de control de calidad
- (IV) - Selección y adaptación de instrumentos de control y elementos auxiliares de garantía de calidad
- (V) - Redacción y aprobación del Plan de Garantía de Calidad del proyecto

A continuación se describen las diferentes acciones que se llevarán a cabo dentro de cada uno de los grupos anteriores.



(I) - Actuaciones preliminares

Antes de dar comienzo a la elaboración del Plan de Garantía de Calidad de un proyecto determinado, deberán haberse practicado las siguientes actuaciones de carácter preliminar:

(I.1) - Constitución del grupo de personas representantes del Organismo usuario en el proyecto (USR). Su número será variable en función de las circunstancias particulares, y las personas que lo formen deberán poseer un conocimiento funcional profundo de la problemática y entorno sobre los que va a incidir la aplicación informática que se va a desarrollar.

(I.2) - Designación de la persona responsable en última instancia por parte de la Administración en relación con la dirección del proyecto (DIR). Esta persona deberá poseer una formación técnica en informática adecuada a las peculiaridades del desarrollo que se va a acometer y también tendrá un conocimiento razonable de la problemática funcional de la aplicación y su entorno. Normalmente el director del proyecto pertenecerá a la unidad administrativa responsable de la informática en el Organismo en cuestión.

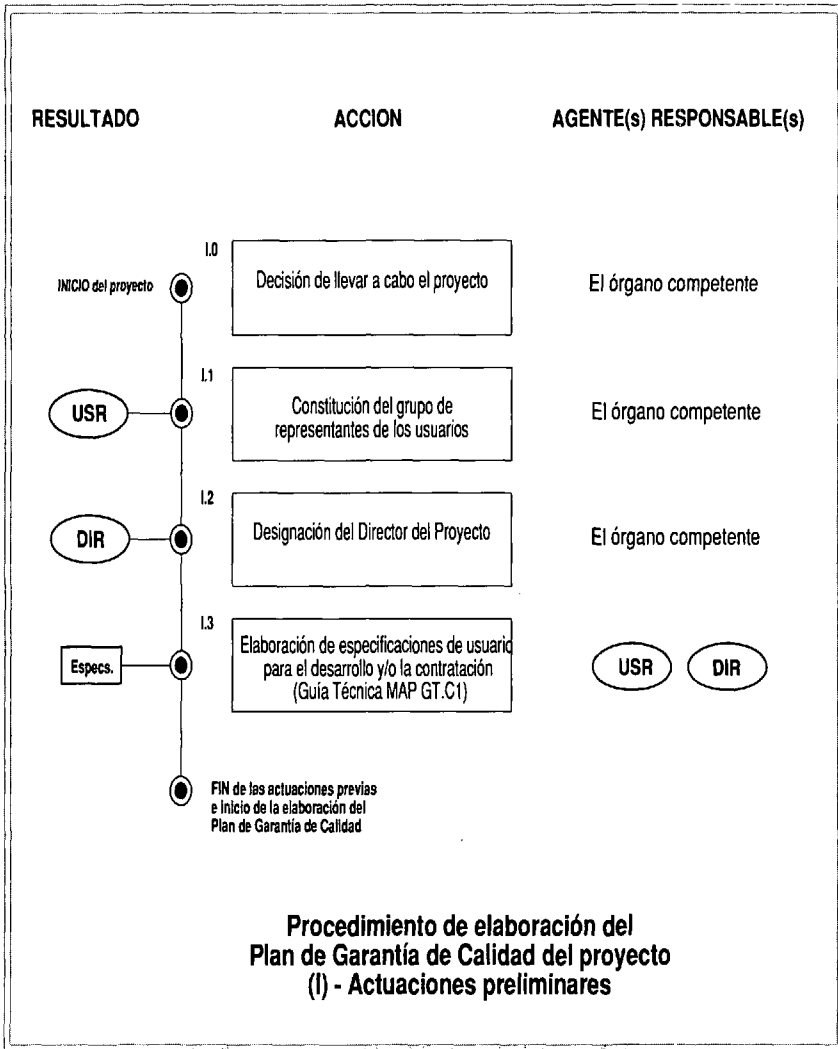
(I.3) - Elaboración de las especificaciones de usuario para el desarrollo de la aplicación y en su caso del Pliego de Condiciones para la contratación. Este documento posee una excepcional importancia para las funciones de garantía de calidad del proyecto, ya que constituye su punto de partida y de referencia. Para la definición de las especificaciones se seguirá el procedimiento descrito en la "Guía Técnica para la adquisición de servicios de desarrollo de aplicaciones informáticas y sistemas de información"³.

*** ADVERTENCIA IMPORTANTE:** En ningún caso se dará comienzo a la elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto sin que se hayan cumplido previamente los requisitos anteriores, tal como se indica en el esquema de la página siguiente.

³ GT C.1 , editada por el Ministerio para las Administraciones Públicas, Secretaría General Técnica, Madrid 1990

Elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto:

(I) Actuaciones preliminares



(II) - Caracterización del proyecto a efectos de garantía de calidad

Una vez elaboradas las especificaciones de usuario para el desarrollo de la aplicación en cuestión, se procederá a aplicar el Esquema Formal de Clasificación - EFC, instrumento metodológico que permitirá caracterizar al proyecto a efectos de garantía de calidad.

La aplicación del EFC se llevará a cabo según se dispone en el fascículo #2 de este Plan General, y como resultado se obtendrán los tres elementos característicos del proyecto a efectos del diseño de su Plan de Garantía de Calidad:

- el *modelo de referencia para el desarrollo* (descomposición del proyecto en fases y productos)
- el *perfil de riesgos* (detección preliminar de riesgos potenciales)
- el *foco de interés* en garantía de calidad (determinación del nivel de intensidad en el control aplicable en cada una de las fases del proyecto)

El Esquema Formal de Clasificación se aplicará siguiendo el siguiente procedimiento:

(II.1) - El Director del proyecto designará a la persona responsable del equipo de garantía de calidad (EGC*)⁴. En función de las circunstancias existentes se seleccionará la persona más adecuada de las disponibles, teniéndose en cuenta que en proyectos de dimensión pequeña y mediana será en general el propio Director del proyecto quien asuma estas funciones. En cualquier caso la persona seleccionada deberá tener suficiente experiencia en la realización de funciones de garantía de calidad en el desarrollo de software. El (EGC*) trabajará conjuntamente con el (DIR) en la caracterización del proyecto mediante la aplicación del EFC, con el fin de facilitar su participación en las tareas posteriores de diseño del Plan de Garantía de Calidad.

(II.2) - El (DIR) y el (EGC*) procederán a obtener el *diagrama característico* del proyecto, de acuerdo con el método definido en el fascículo #2 de este Plan General, capítulos 2 a 5.

(II.3) - Una vez obtenido el diagrama característico, se determinará el *modelo de referencia para el desarrollo* del proyecto. Para ello se empleará la metodología descrita en el

⁴ El acrónimo (EGC*) representa tan sólo al responsable del equipo de garantía de calidad, y no a éste en su totalidad

fascículo #2, capítulo 6. Como resultado se seleccionará el modelo más adecuado entre los cinco posibles que considera la metodología señalada, al cual se referirán las actuaciones de control que se incluirán en el Plan de Garantía de Calidad del proyecto.

(II.4) - A continuación, y partiendo igualmente del diagrama característico, se obtendrá el *perfil de riesgos* del proyecto. Se utilizará el método que se describe en el apartado correspondiente del fascículo #2, capítulo 6. De esta manera se procederá a la detección y evaluación preliminar de los principales riesgos potenciales en que puede incurrir el desarrollo del proyecto.

* **ADVERTENCIA IMPORTANTE:** La detección de riesgos extraordinarios constituye una seria advertencia para el Director del proyecto que aconseja el reestudio del mismo y la redefinición de sus condiciones de desarrollo con el fin de reducir el nivel de riesgos a niveles controlables. Los procedimientos e instrumentos de control definidos en este Plan General tienen como fin su aplicación en el marco de proyectos con un nivel razonable de riesgos (ordinarios). Si el perfil de riesgos del proyecto excede del umbral que a tal efecto se define como tolerable en el fascículo #2 no se garantiza que la aplicación de un Plan de Garantía de Calidad diseñado a partir de este Plan General pueda producir los resultados deseados. En tales casos se deberá reconsiderar muy seriamente la conveniencia de llevar a cabo el proyecto en las condiciones inicialmente previstas.

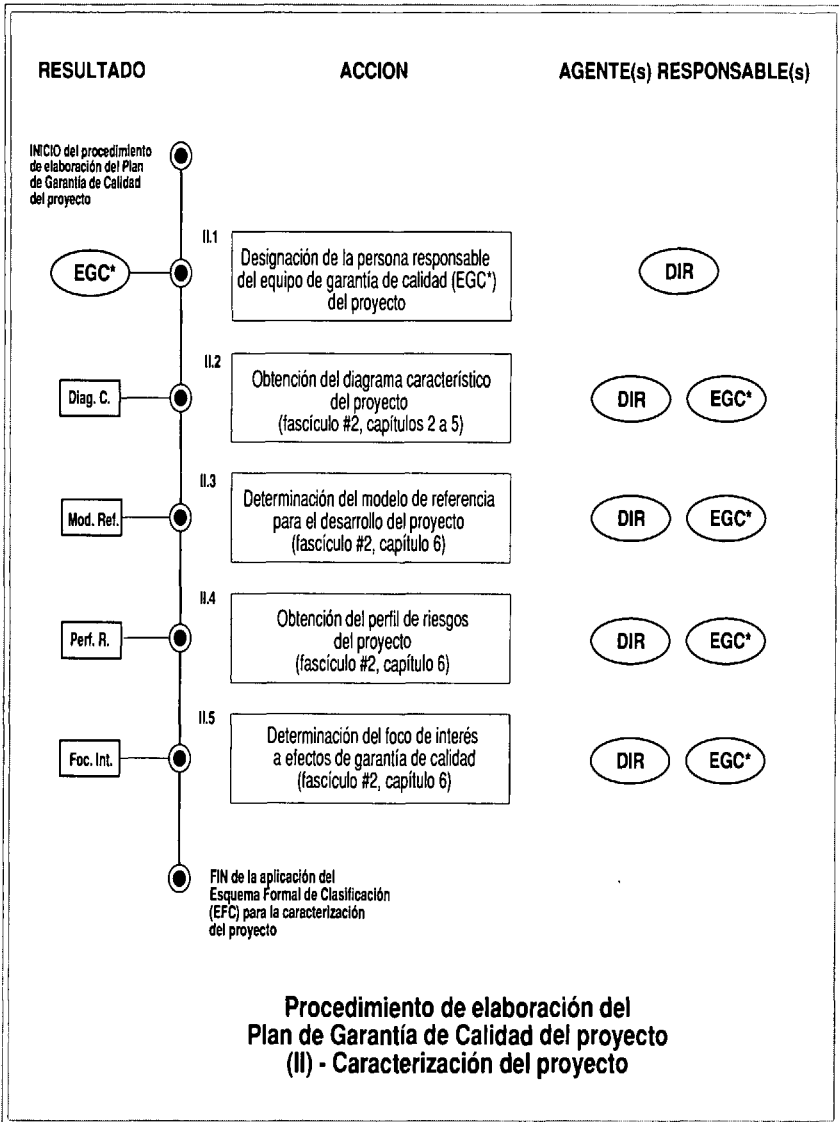
(II.5) - Finalmente se obtendrá el *foco de interés* en garantía de calidad, que consiste en la determinación de los niveles de intensidad a aplicar en cada una de las fases del modelo de referencia seleccionado para el proyecto.

El Plan General considera dos niveles progresivos denominados nominal (nivel 1) y especial (nivel 2). En aquellos casos en los que exista una carencia manifiesta de recursos humanos y/o medios materiales para ser dedicados a las tareas de garantía de calidad del proyecto, el Plan General contempla con carácter excepcional un nivel de intensidad mínimo (nivel 0) para ser asignado a las actividades de control a lo largo de todas las fases.

En el apartado correspondiente del fascículo #2, capítulo 6, se describe detalladamente el método a emplear para la determinación del foco de interés en la garantía de calidad del proyecto.

Elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto:

(II) - Caracterización del Proyecto mediante la aplicación del Esquema Formal de Clasificación -EFC



(III) - Selección y adaptación de procedimientos de control de calidad

A partir de la aplicación del Esquema Formal de Clasificación - EFC, el Director del proyecto se encontrará en una de las dos situaciones siguientes:

- (a) el perfil de riesgos se sitúa dentro del umbral tolerable, y se han obtenido además el modelo de referencia para el desarrollo del proyecto - MRP así como el foco de interés para las tareas de garantía de calidad -FOI
- (b) el análisis del perfil de riesgos ha permitido detectar niveles por encima del umbral tolerable

En este último caso el Director del proyecto deberá poner el hecho en conocimiento del Organismo usuario o promotor, con el fin de que se modifique el planteamiento inicial, o bien para que al menos quede constancia explícita de las circunstancias existentes.

La situación habitual será sin embargo la primera, y en tales casos el responsable del equipo de garantía de calidad (EGC*) procederá a la selección y en su caso a la adaptación de los procedimientos de control que se van a utilizar. Para ello se partirá del MRP y del FOI que se hayan determinado, y se elegirán entre los procedimientos genéricos de control de calidad que se encuentran definidos en el fascículo #3 de este Plan General, aquellos que deban aplicarse al proyecto en cuestión. La selección se llevará a cabo utilizando las tablas TP-1 / TP-5 (una por cada tipo de MRP), incluidas en las páginas siguientes.

En función de las circunstancias que concurren en cada proyecto, el (EGC*) podrá optar por aplicar los procedimientos de control directamente tal como se definen en el fascículo #3 (procedimientos genéricos), o bien proceder a su adaptación. Si ello fuese necesario, se introducirían algunas modificaciones en los mismos con el fin de facilitar su aplicación en el contexto del proyecto de que se trate, respetando en cualquier caso las características fundamentales de los procedimientos originales y los principios del Plan General de Calidad.

Para la realización de este grupo de actividades se procederá del siguiente modo:

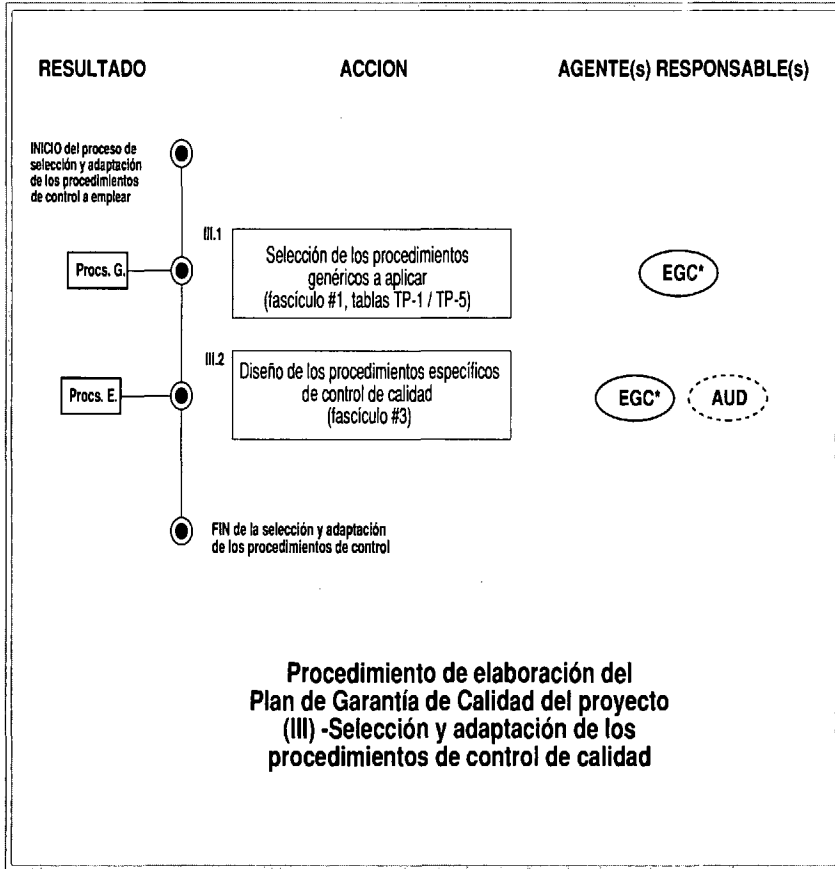
- (III.1)** - El responsable del equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC*) seleccionará a partir del modelo de referencia para

el desarrollo del proyecto - MRP y de su foco de interés en garantía de calidad - FOI, los procedimientos genéricos de control a aplicar en cada una de las fases y componentes. La selección se podrá realizar de forma inmediata utilizando la tabla que corresponda entre las TP-1 / TP-5 que se incluyen en las páginas siguientes. Cada tabla hace referencia a uno de los cinco MRPs considerados en el Plan General.

(III.2) - El Plan General define de forma detallada en su fascículo #3 todos los procedimientos genéricos de control a que hacen referencia las tablas anteriores. El (EGC*), una vez consideradas las peculiaridades del proyecto y su entorno de desarrollo decidirá si los procedimientos de control seleccionados se aplican directamente tal como se indica en el fascículo #3 (procedimientos genéricos) o si resulta conveniente realizar algún tipo de adaptación. En este último supuesto se introducirán las modificaciones que se consideren oportunas, respetando en cualquier caso los aspectos fundamentales de los procedimientos genéricos.

Elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto:

(III) - Selección y adaptación de los procedimientos de control de calidad



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

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

		<i>Procedimientos de control aplicables</i>	
		<i>ordinarios</i>	<i>extraordinarios</i>
<i>Fase del desarrollo</i>	<i>Componentes del proyecto a controlar</i>		
Especificaciones de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]	Revisiones según el nivel de intensidad (foco de interés): <i>mínimo (0): Revisión Mínima - RM</i> <i>nominal (1): Revisión Técnica Formal - RTF</i> <i>especial (2): Inspección Detallada - ID</i>	Auditorías - AUD
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) [APL] Documentación de Operación [DOP] Documentación de Referencia para Usuarios [DRU]	Pruebas <i>Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA</i>	

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

		Procedimientos de control aplicables	
		ordinarios	extraordinarios
<i>Fase del desarrollo</i>	<i>Componentes del proyecto a controlar</i>		
Planificación del desarrollo	Documento Base y de Planificación [DBP]	Revisiones según el nivel de intensidad (foco de interés): <i>mínimo (0): Revisión Mínima - RM</i> <i>nominal (1): Revisión Técnica Formal - RTF</i> <i>especial (2): Inspección Detallada - ID</i>	Auditorías - AUD
Especificaciones de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]		
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) [APL]	Pruebas <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-3: Selección de Procedimientos de Control Modelo Secuencial Detallado

		<i>Procedimientos de control aplicables</i>	
		<i>ordinarios</i>	<i>extraordinarios</i>
<i>Fase del desarrollo</i>	<i>Componentes del proyecto a controlar</i>		
Experimentación	Prototipo [PPT]	Revisiones según el nivel de intensidad (foco de interés): <i>mínimo (0): Revisión Mínima - RM</i> <i>nominal (1): Revisión Técnica Formal - RTF</i> <i>especial (2): Inspección Detallada - ID</i>	Auditorías - AUD
Especificaciones finales de diseño	Documento de Especificaciones de Diseño [DED]		
Diseño	Documento de Descripción del Diseño [DDD] o alternativamente, Documento de Diseño Funcional [DDF] Documento de Diseño Técnico [DDT]		
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

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

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

(IV) - Selección y adaptación de instrumentos de control y elementos auxiliares de garantía de calidad

La puesta en práctica de los procedimientos que se hayan seleccionado o adaptado para llevar a cabo las tareas de garantía de calidad en relación con las distintas fases y componentes en el desarrollo del proyecto exige la utilización de una serie de instrumentos de control y elementos auxiliares.

Cada uno de los procedimientos genéricos descritos en el fascículo #3 de este Plan General hace referencia a los instrumentos de control y elementos auxiliares necesarios para llevarlo a cabo. El fascículo #4 contiene la definición detallada de los mismos y las instrucciones y recomendaciones que facilitarán su uso.

El responsable del equipo de garantía de calidad (EGC*) decidirá en cada caso si la utilización de los instrumentos de control y elementos auxiliares debe llevarse a cabo exactamente en los términos que se indican en el fascículo #4 o bien mediante su adaptación a las peculiaridades del proyecto y su entorno de desarrollo.

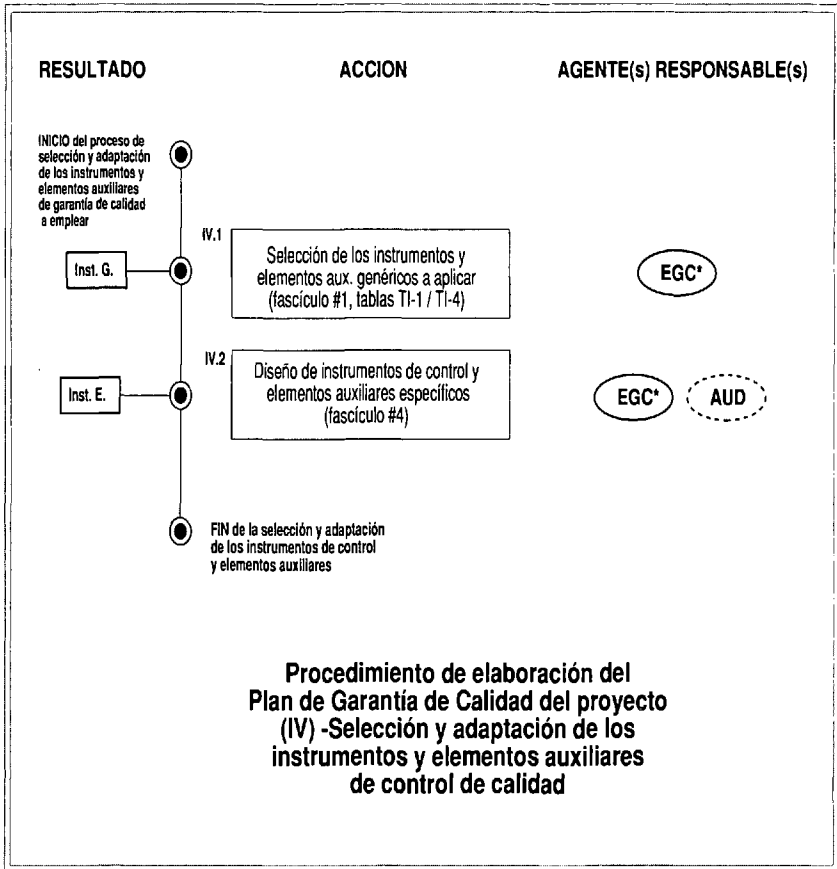
Para la realización de este grupo de actividades se procederá del siguiente modo:

(IV.1) - El responsable del equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC*) seleccionará en relación con cada uno de los procedimientos de control a aplicar los instrumentos y elementos auxiliares correspondientes. La selección se podrá realizar de forma inmediata utilizando las tablas TI-1 / TI-4 que se incluyen en las páginas siguientes. Cada tabla hace referencia a los diversos procedimientos que pueden agruparse en un determinado tipo.

(IV.2) - El Plan General define de forma detallada en su fascículo #4 todos los instrumentos a que hacen referencia las tablas anteriores. El (EGC*), una vez consideradas las peculiaridades del proyecto y su entorno de desarrollo decidirá si los instrumentos y elementos auxiliares correspondientes se aplican directamente tal como se indica en el fascículo o si resulta conveniente realizar algún tipo de adaptación. En este último supuesto se introducirán las modificaciones que se consideren oportunas, respetando en cualquier caso los aspectos fundamentales de los mismos.

Elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto:

(IV) - Selección y adaptación de instrumentos de control y elementos auxiliares de garantía de calidad



<i>Procedimientos de control</i>	<i>Nivel de Int.</i>	<i>Componentes a los que se aplica</i>	<i>Instrumentos a emplear</i>	<i>Elementos auxiliares</i>
Revisiones Mínimas - RM	minimo (0)	Documentos (Dxx) producidos a lo largo de las fases iniciaes e intermedias del proceso de desarrollo.	Listas de Control [L.C. RM]-Dxx y [L.C.-RUJ]-Rxx	Hojas de comentarios [HCR]-Dxx y [HCU]-Dxx Hoja de aprobación provisional [HAP]-Dxx
Revisiones Técnicas Formales - RTF	nominal (1)	En función del modelo de referencia seleccionado serán los que correspondan entre los siguientes: [DBP] [DED] [DDD] [DDF] [DDT] [DTP]	Listas de Control [L.C. RTF]-Dxx y [L.C.-RUJ]-Rxx Guión de Recomendaciones para Revisiones Conjuntas [GR. REVC]	Hojas de comentarios [HCR]-Dxx y [HCU]-Dxx Lista de acciones correctivas [LAC]-Dxx Hoja de aprobación provisional [HAP]-Dxx
Inspecciones Detalladas - ID	especial (2)		Listas de Control [L.C. ID]-Dxx y [L.C.-RUJ]-Rxx Guión de Recomendaciones para Revisiones Conjuntas [GR. REVC]	Hojas de comentarios [HCR]-Dxx y [HCU]-Dxx Lista de acciones correctivas [LAC]-Dxx Hoja de aprobación provisional [HAP]-Dxx

Tabla TI-1: Selección de Instrumentos y Elementos Auxiliares de Control
Procedimiento Tipo: Revisiones

Procedimientos de control	Nivel	Componentes a los que se aplica	Instrumentos a emplear	Elementos auxiliares
	de Int.			
Pruebas de Validación de Módulos - PVM	todos	Módulos de la aplicación [MODMi] (componentes software ejecutables)	Guión de Recomendaciones para la Realización de Pruebas [GR. PRB] Guión de Recomendaciones para Revisiones Conjuntas [GR. REVC]	Plan de pruebas [PPRB] Informe de prueba de validación de módulos [IPVM] Lista de acciones correctivas [LAC] Hoja de aprobación provisional [HAP]
Pruebas de Integración - PI	todos	Aplicación [APL] y sus componentes software ejecutables	Guión de Recomendaciones para la Realización de Pruebas [GR. PRB] Guión de Recomendaciones para Revisiones Conjuntas [GR. REVC]	Plan de pruebas [PPRB] Informe de prueba de Integración [IPi] Lista de acciones correctivas [LAC] Hoja de aprobación provisional [HAP]
Pruebas de Aceptación de la Aplicación - PAA	todos	Aplicación [APL] (software ejecutable en versión entregable) + Documentación final de la aplicación, concretamente: [DOP]: Doc. de operación y [DRU]: Doc. de ref. de usuario	Lista de Control de la Doc. Final de la Aplicación [L.C. DFA] Lista de Control para Revisiones de Usuarios [L.C. RU] Guión de Recomendaciones para la Realización de Pruebas [GR. PRV] Guión de Recomendaciones para Revisiones Conjuntas [GR. REVC]	Plan de pruebas [PPRB] Informe de las pruebas de aceptación [IPAA] Informe de análisis e Interpretación de resultados [IAIR] Lista de acciones correctivas [LAC] Hoja de aprobación provisional [HAP] Hoja de comentarios de usuario [HCU] Hoja de comentarios de revisión [HCR] Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

Tabla TI-2: Selección de Instrumentos y Elementos Auxiliares de Control
Procedimiento Tipo: Pruebas

<i>Procedimientos de control</i>	<i>Nivel</i>	<i>Componentes a los que se aplica</i>	<i>Instrumentos a emplear</i>	<i>Elementos auxiliares</i>
	<i>de Int.</i>			
<i>Pruebas de Prototipos - EVP</i>	todos	Prototipo [PRT] en sus diferentes versiones	<i>No se incluye ningún instrumento específico</i>	<i>Informe de Evaluación [IEP]</i>
<i>Auditorías - AUD</i>		Al proyecto en su totalidad (procedimiento extraordinario)	<i>Guión de Recomendaciones para la Realización de Auditorías (GR. AUD)</i>	<i>Plan de auditorías del proyecto [PAUD] Informe de auditoría del proyecto [IAUD]</i>

Tabla TI-3 y TI-4: Selección de Instrumentos y Elementos Auxiliares de Control
Procedimiento Tipo: Evaluación de Prototipos (TI-3) y Auditorías (TI-4)

(V) - Redacción y aprobación del Plan de Garantía de Calidad

Después de haber completado las tareas anteriores, el responsable del equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC*) deberá redactar el Plan de Garantía de Calidad, documento base para las actuaciones que en relación con este tema vayan a llevarse a cabo. Para ello se procederá del siguiente modo:

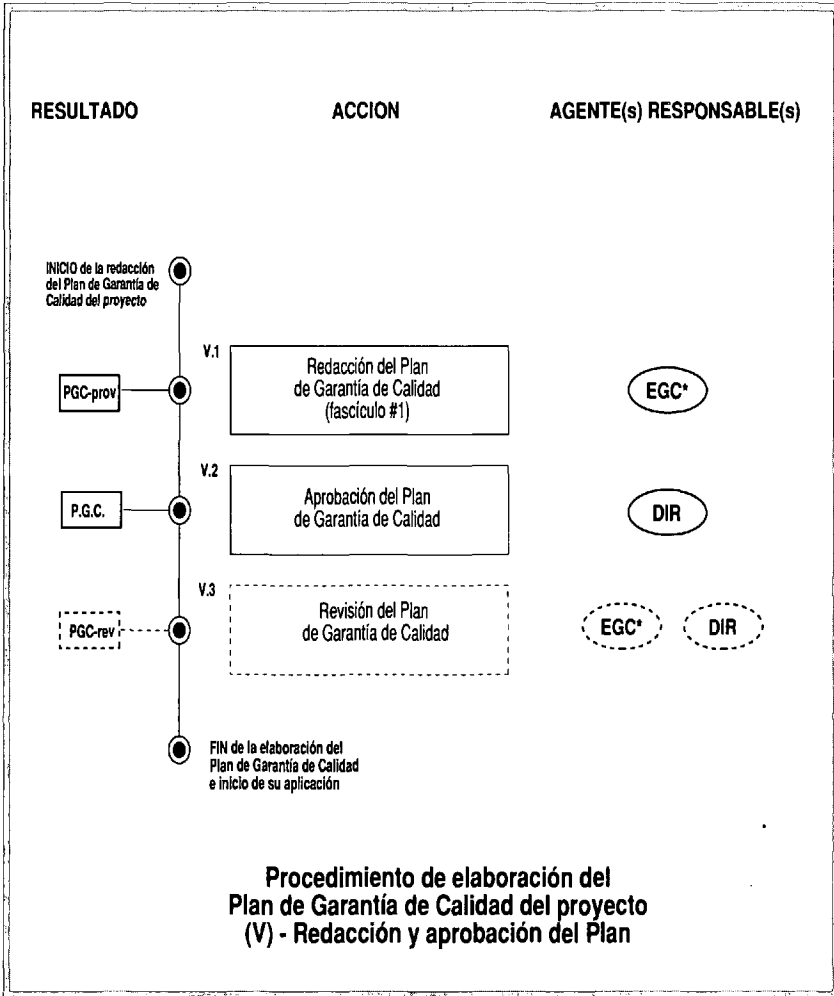
(V.1) - El responsable de garantía de calidad (EGC*) redactará como conclusión de las actividades preparatorias anteriores (grupos II, III y IV) un documento denominado Plan de Garantía de Calidad, que se ajustará en estructura y contenido a lo que se indica más adelante en este mismo epígrafe.

(V.2) - El documento anterior antes de ser efectivo deberá someterse a la aprobación preceptiva del Director del proyecto. El Plan de Garantía de Calidad podrá ponerse en conocimiento (en su totalidad o parcialmente) de la organización responsable del desarrollo (EDS), en función de la decisión que a tal respecto adopte el Director del proyecto.

(V.3) - En aquellos casos en que el Plan de Garantía de Calidad una vez aprobado y en curso de aplicación deba sufrir algún tipo de alteración, bien sea por refinamiento, adición o variación de su contenido, se procederá previa justificación razonada de acuerdo con las formalidades anteriores. Los cambios que se introduzcan, una vez aprobados se comunicarán a todos los agentes afectados.

Elaboración del Plan de Garantía de Calidad del proyecto:

(V) - Redacción y aprobación del Plan



Estructura y contenido del Plan de Garantía de Calidad

El Plan de Garantía de Calidad específico de un proyecto determinado se ajustará en estructura y contenido al siguiente esquema:

- (1) Objetivos y alcance
- (2) Fases, productos y componentes del proyecto a controlar
- (3) Procedimientos de control
- (4) Instrumentos de control y elementos auxiliares
- (5) Organización y gestión de la garantía de calidad del proyecto
- (6) Registro de actuaciones: el Dossier de Garantía de Calidad de proyecto
- (7) Estándares y normas
- (8) Documentos de referencia
- (9) Revisión del Plan

Pueden incluirse otros apartados adicionales en los casos necesarios. Partes del Plan pueden a su vez aparecer en otros documentos si se estima oportuno. A continuación se describen someramente los puntos a incluir en los apartados anteriores.

(1) Objetivos y alcance

Contendrá una declaración explícita sobre los objetivos y alcance específicos del Plan, especialmente los de carácter particular que no se encuentren incluidos en el Plan General de Calidad.

(2) Fases, productos y componentes del proyecto a controlar

Se identificarán (de acuerdo con el modelo de referencia para el desarrollo que se haya adoptado) las fases en que se divide el proyecto a efectos de su garantía de calidad, así como los productos y componentes a controlar en cada una de ellas. Se empleará bien la terminología genérica propuesta en el fascículo #2, o bien otra diferente si se considera más adecuada a las circunstancias existentes en el entorno del proyecto.

(3) Procedimientos de control

Se definirán para cada una de las fases, productos y componentes anteriores, los procedimientos específicos de control de calidad que se van a utilizar.

Si coinciden con los procedimientos genéricos que se describen en el fascículo #3 de este Plan General, se identificarán por medio de su denominación y referencia. Cuando consistan en adaptaciones de los anteriores se optará por describir en detalle el alcance de las mismas, o alternativamente los procedimientos específicos en su totalidad.

(4) Instrumentos de control y elementos auxiliares

Se definirán para cada uno de los procedimientos a emplear, los instrumentos de control y elementos auxiliares que corresponde aplicar en cada caso.

Si coinciden con los instrumentos genéricos que se describen en el fascículo #4 de este Plan General, se identificarán por medio de su denominación y referencia. Cuando consistan en adaptaciones de los anteriores se optará por describir en detalle el alcance de las modificaciones introducidas, o alternativamente los instrumentos específicos en su totalidad.

En cuanto respecta al Plan de Pruebas [PPRB] a que se debe someter la aplicación (fascículos #3 y #4), debe hacerse la advertencia de que en determinados casos no será posible definirlo con la precisión requerida en el momento de redactar el Plan de Garantía de Calidad. La especificación de una parte importante de los tests a llevar a cabo tendrá lugar como consecuencia de la evolución y resultados que se vayan produciendo a lo largo de las fases de desarrollo del proyecto. Por lo tanto ciertos aspectos del Plan de Pruebas no podrán definirse con el detalle requerido hasta que el proyecto se encuentre suficientemente avanzado.

En tales casos lo que se incluirá inicialmente en el Plan de Garantía de Calidad será un Avance del Plan de Pruebas, con el nivel de definición que sea posible realizar en ese momento. Posteriormente se elaborará el Plan de Pruebas definitivo y se añadirá previa aprobación al Plan de Garantía de Calidad del proyecto.

(5) Organización y gestión de la garantía de calidad del proyecto

Se identificarán los agentes que intervienen en las tareas de control de calidad, especificando los nombres de las personas responsables de cada uno de los equipos diferentes. Se definirán explícitamente las funciones y responsabilidades de cada agente así como las relaciones entre los mismos, bien por referencia directa al Plan General, o bien mediante la descripción detallada de las mismas cuando así sea aconsejable.

En relación con el equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC), se procederá a su dimensionamiento y estructuración interna, en función

de las características particulares del proyecto y de su Plan de Garantía de Calidad específico. El (EGC) podrá estar formado por una o varias personas, en cuyo caso se realizará la asignación de tareas y responsabilidades que resulte oportuna.

(6) Registro de actuaciones: el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

De las distintas actuaciones que se vayan practicando quedará constancia documental, según se indica en los procedimientos de control (fascículo #3). Se empleará a modo de registro el Dossier de Garantía de Calidad (fascículo #4). El Plan de Garantía de Calidad indicará en este apartado las instrucciones y normas particulares que se deberán seguir para la administración del mismo.

(7) Estándares y normas

Se indicarán explícitamente todos los estándares y normas de conformidad exigibles, así como los métodos, técnicas y procedimientos a emplear que no se encuentren incluidos en el marco del Plan General.

(8) Documentos de referencia

Se incluirá una lista completa de los documentos a los que se haga referencia en cualquiera de los apartados del Plan de Garantía de Calidad del proyecto.

(9) Revisión del Plan

Se describirá el procedimiento a emplear en los casos en que una vez iniciado el desarrollo y control de calidad del proyecto, sea necesario proceder a la revisión, modificación, adaptación o extensión de su Plan de Garantía de Calidad.

3.2- Aplicación práctica del Plan de Garantía de Calidad

La utilización de esta Guía Metodológica (fascículo #1 del Plan General) finaliza en el momento en que se ha elaborado el Plan de Garantía de Calidad específico o particular de un determinado proyecto informático. A partir de ese punto comenzará la aplicación práctica del PGC a las tareas de control que se hayan especificado.

No se ha pretendido contemplar en esta Guía la problemática correspondiente a este último punto, ya que en gran medida viene recogida en la descripción de los procedimientos e instrumentos de control a emplear en cada caso (fascículos #3 y #4). Sin embargo conviene enunciar o reiterar algunos principios que se consideran importantes.

- Las tareas de garantía de calidad deben llevarse a cabo con un grado de seriedad, rigor y profesionalidad al menos análogo al de las tareas de desarrollo. Por lo tanto deben excluirse la improvisación y la superficialidad en cualquiera de las actuaciones que se lleven a cabo.
- La garantía de calidad exige la asignación adecuada de recursos. El equipo (EGC) podrá variar en tamaño desde una persona (a veces incluso el mismo Director del proyecto) a varias, pero siempre deberá existir. Para que un Plan sea aplicable en la práctica deberá diseñarse en consonancia con las disponibilidades reales de recursos existentes en el entorno correspondiente.
- El (EGC) es el agente a quien le corresponderá la participación más activa en la aplicación del Plan específico, pero debe tenerse en cuenta que en cualquier caso el liderazgo del proyecto recae en su Director. El (EGC) actuará siempre bajo la dependencia directa de esa persona.
- Los equipos de desarrollo (EGC), garantía de calidad (EGC) y en su caso auditoría (AUD) que intervengan en el contexto de un determinado proyecto deberán ser mutuamente independientes. Sin embargo ello no impide que en otros proyectos una misma persona pueda pertenecer a equipos diferentes.
- El Plan de Garantía de Calidad no constituye un documento cerrado en sí mismo e inmutable. Explícitamente se ha considerado su posibilidad de revisión, y de hecho en determinados casos el correspondiente Plan de Pruebas se deberá definir en detalle y añadir a posteriori. Sin embargo debe advertirse que por lo general resulta muy desaconsejable el introducir variaciones importantes o frecuentes en el mismo, salvo en los casos en que las circuns-

tancias lo exijan claramente. El Plan debe tener un notable grado de estabilidad, lo cual redundará en beneficio de su aplicación práctica y consecuentemente del éxito del proyecto correspondiente.



GLOSARIO



ANEXO: Glosario

Ai: acrónimo genérico que representa a cada uno de los atributos o factores representativos de un proyecto informático, a efectos de su caracterización para garantía de calidad

APL: aplicación entregada en versión final (lista para pruebas) y formato ejecutable

AUD: auditoría (procedimiento extraordinario de control) o también equipo de auditores

CDi: coeficiente de divergencia; mide el nivel de exposición de un proyecto en relación con un tipo de riesgos determinado

CEX: requisitos de comportamiento externo; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

CIN: comportamiento interno; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

COMP: complejidad; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

COST: coste; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

CTR: carga de trabajo; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

DBP: documento base de planificación; es uno de los productos intermedios del desarrollo en determinados modelos de referencia

DDD: documento de descripción del diseño; es uno de los productos intermedios del desarrollo en determinados modelos de referencia

DDF: documento de diseño funcional; es uno de los productos intermedios del desarrollo en determinados modelos de referencia

DDT: documento de diseño técnico; es uno de los productos intermedios del desarrollo en determinados modelos de referencia

DED: documento de especificaciones de diseño; es uno de los productos intermedios del desarrollo en determinados modelos de referencia

DESP: grado de definición y estructura de las especificaciones; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

DHMV: grado de distribución y heterogeneidad de la máquina virtual; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

DIFE: grado de diferencia entre el entorno de desarrollo y de implantación; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

DIM: dimensión; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

DOP: documentación de operación; es uno de los componentes de la documentación final de la aplicación a entregar

DSGC: dossier de garantía de calidad del proyecto; es un registro que contiene la constancia documental de todas las actuaciones de control de calidad practicadas por los agentes correspondientes a lo largo del desarrollo del proyecto

DTP: documentación técnica de programación; incluye los listados del código fuente y la documentación anexa correspondiente a una determinada aplicación informática

DRU: documentación de referencia para el usuario; es uno de los componentes de la documentación final de la aplicación a entregar

Dxx: acrónimo genérico que indica los distintos productos y componentes de carácter documental generados a lo largo del desarrollo de un proyecto determinado

ECON: evaluación previa del contratista; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

EFC: esquema formal de clasificación; metodología para la caracterización de un proyecto informático a efectos de garantía de calidad

EGC: equipo de garantía de calidad; es uno de los agentes que intervienen en el control de calidad de un proyecto informático determinado

EGC*: persona responsable del equipo de garantía de calidad de un proyecto

EPRY: estabilidad del proyecto; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

EVP: evaluación de prototipos; procedimiento de control característico del modelo de referencia correspondiente

FCMV: funcionalidad de la máquina virtual; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

FDPI: factor de discriminación del proyecto en relación con un determinado modelo de referencia; es un instrumento perteneciente al esquema formal de clasificación

FIAB: fiabilidad; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

GR.AUD: guión de recomendaciones para la realización de auditorías; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto del correspondiente procedimiento de control

GR.PR.B: guión de recomendaciones para la realización de pruebas; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto del correspondiente procedimiento de control

GR.REVC: guión de recomendaciones para la realización de revisiones conjuntas; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto del correspondiente procedimiento de control

HAP: hoja de aprobación provisional; es un elemento auxiliar a emplear en los procedimientos de control

HCR: hoja de comentarios de revisión; es un elemento auxiliar a emplear en determinados procedimientos de control

HCU: hoja de comentarios de usuario; es un elemento auxiliar a emplear en determinados procedimientos de control

IAUD: informe de auditoría; es un elemento auxiliar a emplear en los procedimientos de auditoría

IAIR: informe de análisis e interpretación de resultados; es un elemento auxiliar a emplear en las pruebas de aceptación de la aplicación

ID: inspección detallada; es un procedimiento de control de calidad aplicable a productos y componentes de tipo documental correspondiente a un nivel de intensidad especial (2)

IEP: informe de evaluación de prototipos; es un elemento auxiliar a emplear en el procedimiento de evaluación de prototipos

Iij: matriz de intensidad de control; es un instrumento para la determinación del foco de interés de un proyecto a efectos de garantía de calidad (esquema formal de clasificación)

INT: grado de integración con otras aplicaciones; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

IPAA: informe de las pruebas de aceptación de la aplicación; es un elemento auxiliar a emplear en las pruebas de aceptación de la aplicación

IPI: informe de las pruebas de integración; es un elemento auxiliar a emplear en las pruebas de integración

IPVM: informe de las pruebas de validación de módulos; es un elemento auxiliar a emplear en las pruebas de validación de módulos

IVVA: informe de verificación y validación de la aplicación; es un elemento auxiliar a emplear en las pruebas de aceptación de la aplicación

LAC: lista de acciones correctivas; es un elemento auxiliar a emplear en los procedimientos de control de documentos, productos y componentes del desarrollo

LC.DFA: lista de control de la documentación final de aplicación; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto de las pruebas de aceptación de la aplicación

LC.ID: lista de control para la inspección detallada; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto de los procedimientos de inspección detallada

LC.RM: lista de control para la revisión mínima; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto de los procedimientos de revisión mínima

LC.RTF: lista de control para la revisión técnica formal; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto de los procedimientos de revisión técnica formal

LC.RU: lista de control para la revisión de usuario; es un instrumento de garantía de calidad aplicable en el contexto de los correspondientes procedimientos de control

MODMi: un determinado módulo de una aplicación

PAUD: plan de auditoría; es un elemento auxiliar a emplear en los procedimientos de auditoría

PGC: plan de garantía de calidad específico de un proyecto determinado

PLZ: plazo de desarrollo; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

PPRB: plan de pruebas de un proyecto determinado; es un elemento auxiliar a emplear en los procedimientos de control de los componentes ejecutables del desarrollo

PROT: prototipo; es el producto de la fase de experimentación de un proyecto informático, previa a la definición de las especificaciones finales para el desarrollo

REC: disponibilidad de recursos para garantía de calidad; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

RM: revisión mínima; es un procedimiento de control de calidad aplicable a productos y componentes de tipo documental correspondiente a un nivel de intensidad mínimo (0)

RTF: revisión técnica formal; es un procedimiento de control de calidad aplicable a productos y componentes de tipo documental correspondiente a un nivel de intensidad nominal (1)

SEC: nivel de seguridad exigible; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

TEA: tabla de elementos auxiliares de garantía de calidad

TGR: tabla de guiones de recomendaciones

TI1-TI4: tablas de instrumentos de control

TLC: tabla de listas de control

TPMV: tipología de la máquina virtual; es uno de los atributos o factores representativos de un proyecto a efectos de su caracterización para garantía de calidad

TP1-TP5: tablas de procedimientos de control

USR: grupo de usuarios; es uno de los agentes que intervienen en la garantía de calidad de un proyecto informático



FASCICULO 2

**ESQUEMA FORMAL PARA LA
CLASIFICACION DE PROYECTOS
INFORMATICOS**



FASCICULO 2

**ESQUEMA FORMAL PARA LA
CLASIFICACION DE PROYECTOS
INFORMATICOS**



CONTENIDO

1 - Introducción.....	67
2 - Modo de utilización	69
3 - Grupos de atributos de un proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas	71
4 - Atributos específicos de un proyecto: definición, rango y métrica	73
5 - Diagrama característico de un proyecto.....	97
6 - Esquema formal de clasificación: tipología de proyectos informáticos.....	101
6.1 - Determinación del modelo de referencia.....	104
6.1.1 - Descripción de los modelos considerados en el Plan General de Calidad	104
6.1.2 - Método para la determinación del modelo de referencia más adecuado a un proyecto determinado ...	134
6.2 - Obtención del perfil de riesgos.....	147
6.3 - Determinación del foco de interés en garantía de calidad.....	155



1 - INTRODUCCION

Dentro del Plan General de Calidad para el desarrollo de aplicaciones informáticas se distinguen dos bloques temáticos, con un contenido diferente pero complementario:

(I) Bloque metodológico: hace referencia a una serie de *métodos* de orden práctico, diseñados expresamente para ser aplicados al ejercicio de las funciones de garantía de calidad en el contexto de los proyectos informáticos promovidos por los órganos y organismos de la Administración del Estado (fascículos #1 y #2).

(II) Bloque instrumental: contiene un conjunto seleccionado de *procedimientos e instrumentos* de garantía de calidad, que aplicados de acuerdo con los métodos definidos en el bloque anterior, permitirán su puesta en práctica en proyectos concretos (fascículos #3 y #4).

La estructuración del bloque metodológico está directamente relacionada con el procedimiento general de actuación que se propone para llevar a cabo de forma ordenada y sistemática las tareas de control de calidad. El presente fascículo hace referencia a la realización de una serie de tareas cuya finalidad es la de orientar y facilitar la aplicación del bloque instrumental a la problemática específica de un proyecto concreto.

La variedad de aplicaciones informáticas a las que se dirige este Plan General de Calidad es muy amplia según la naturaleza, magnitud, grado de criticidad, importancia estratégica y otros factores característicos de las mismas. Parece claro que la aplicación de técnicas de garantía de calidad debe hacerse en cada caso de acuerdo con las peculiaridades del proyecto en cuestión. Resulta difícil pensar que un único conjunto de procedimientos o herramientas determinadas pueda ser aplicable de forma indistinta al control de calidad de cualquier tipo de aplicaciones informáticas. El examen de las características específicas de un proyecto concreto debe influir en la definición del plan de garantía de calidad que se va a llevar a cabo.

El esquema formal de clasificación de proyectos informáticos - EFC que se propone en este documento, consiste fundamentalmente en un método estructurado para el establecimiento de la *tipología* de un determinado proyecto a efectos de garantía de calidad.

Para llevar a cabo la clasificación de un proyecto de desarrollo informático se partirá del correspondiente documento de especificaciones para la contratación (especificaciones de usuario o Pliego de Bases) y se le aplicará la metodología descrita en este fascículo. Como resultado se obtendrá en primer lugar el *diagrama característico* del proyecto en cuestión y a continuación su *clasificación tipológica* a efectos de garantía de calidad; como consecuencia se podrán identificar con carácter preliminar los *riesgos potenciales* que pueden afectar a su desarrollo.

El esquema de clasificación permitirá determinar para cada proyecto tres de los elementos esenciales para definir su plan particular de garantía de calidad, que son respectivamente:

- (i) el *modelo de referencia* para el proceso de desarrollo (identificación de sus distintas fases y de los productos o componentes a obtener en cada una)
- (ii) el *perfil de riesgos* del proyecto en cuestión (detección y evaluación preliminar en su caso de los riesgos extraordinarios que pueden comprometer seriamente el desarrollo del proyecto)
- (iii) el *foco de interés* en garantía de calidad para el control de riesgos ordinarios (detección de las fases y/o productos del desarrollo que son potencialmente más críticos, y en los cuales se deberá ejercer un control más intenso)

La determinación de estos tres elementos será el punto de partida para la definición del Plan de Garantía de Calidad específico o particular del proyecto en cuestión.

2 - MODO DE UTILIZACION

La utilización del Esquema Formal para la Clasificación de proyectos informáticos (EFC) que se propone en este documento, se deberá llevar a cabo mediante la realización secuencial de las etapas siguientes:

- (1) estimación de los valores de los factores característicos (atributos) del proyecto en cuestión, determinantes de su clasificación tipológica a efectos de garantía de calidad; obtención del *diagrama característico* del proyecto (capítulos 3, 4 y 5), y directamente a partir de éste,
- (2) selección del *modelo de referencia* más adecuado para su desarrollo (capítulo 6, epígrafe 6.1)
- (3) obtención del *perfil de riesgos* para la detección y evaluación preliminar de riesgos potenciales extraordinarios (capítulo 6, epígrafe 6.2)
- (4) determinación del *foco de interés* de las actividades de garantía de calidad, en función de los riesgos ordinarios que deban controlarse y de la intensidad de aplicación de los instrumentos de control (capítulo 6, epígrafe 6.3)



3 - GRUPOS DE ATRIBUTOS DE UN PROYECTO DE DESARROLLO DE APLICACIONES INFORMATICAS

La clasificación tipológica a efectos de garantía de calidad de un proyecto informático, se obtiene a partir de sus características particulares en relación con una serie de factores representativos o atributos. Con el fin de facilitar la aplicación del método de clasificación, se han establecido tres grupos homogéneos de atributos, tal como se indica a continuación.

Grupo I: Atributos relativos a la aplicación que se va a desarrollar

Son los que hacen referencia exclusivamente a las características intrínsecas de la aplicación o aplicaciones informáticas. Se han seleccionado los siguientes:

- 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]**

Grupo II: Atributos relativos al entorno previsto de implantación

Dentro de este grupo se incluyen las características principales del entorno en que van a ser implantadas las aplicaciones de que se trate en cada caso. Se utilizarán los atributos siguientes:

- características de la “máquina virtual”:
 - tipología: **[TPMV]**
 - funcionalidad: **[FCMV]**
 - grado de distribución y heterogeneidad : **[DHMV]**

- carga de trabajo: **[CTR]**
- nivel de interacción con otras aplicaciones o datos del entorno: **[INT]**
- diferencias entre los entornos de desarrollo y de implantación: **[DIFE]**

Grupo III: Atributos relativos al propio proyecto o proceso de desarrollo

También existen elementos característicos que dependen fundamentalmente de las particularidades del propio proyecto o proceso de desarrollo, y deben asimismo tenerse en cuenta. Se considerarán explícitamente los siguientes:

- coste total estimado del proyecto: **[COST]**
- plazo estimado de ejecución: **[PLZ]**
- estabilidad del proyecto: **[EPRY]**
- evaluación previa del contratista: **[ECON]**
- disponibilidad de recursos para garantía de calidad: **[REC]** (tiempo, presupuesto, personal)

4 - ATRIBUTOS ESPECIFICOS DE UN PROYECTO: DEFINICION, RANGO Y MÉTRICA

Grupo I: Atributos relativos al producto (aplicación) que se va a desarrollar

[DIM]: dimensión

Definición:

Este atributo no es sencillo de definir ni de evaluar, dado que es difícil medir el tamaño o la magnitud de un ente inmaterial, como es el software. El problema suscitado por la inexistencia de una métrica objetiva y fiable en relación con este punto es uno de los más importantes que experimenta la disciplina de la ingeniería del software.

Existen dos tendencias principales en relación con este punto. La primera define la dimensión de una determinada aplicación mediante la estimación a priori del número de líneas de código fuente de los programas correspondientes (KDSI). Este tipo de métodos resulta poco práctico salvo en los casos en que se pueda disponer de un modelo de estimación particular que sea suficientemente representativo y se mantenga bien calibrado.

La segunda tendencia adopta un enfoque más funcional, estableciendo una correlación entre la dimensión de una aplicación y factores tales como el número de "inputs" y de "outputs" inducidos por el usuario, el número de ficheros con los que interactúa, en número de interfaces externas, etc. Al final se obtiene una medida, denominada número de puntos funcionales ("function-points"), mediante el cual se expresa la magnitud de la aplicación correspondiente.

En cualquiera de los casos, la estimación de la dimensión de una determinada aplicación tiene una importante dosis de subjetivismo y exige la aplicación de criterios heurísticos; una aproximación en esta línea es la que se propone en este método.

Rango de valores:

[1... 5] de acuerdo con la métrica que a continuación se define

Métrica:

La dimensión del proyecto dentro del intervalo indicado, se estimará de acuerdo con el nivel de conocimiento que del mismo se tenga en relación con una serie de factores, entre los que pueden señalarse los siguientes:

- . número y tipo de las entidades lógicas diferentes que se manejarán (datos)
- . nivel de interrelación de las entidades
- . número, tipo y tamaño de las estructuras de datos que se van a utilizar
- . número y tipo de las funciones diferentes a implantar (módulos)
- . número y tipo de las transacciones diferentes a diseñar y programar
- . número y tipo de los algoritmos diferentes a diseñar y programar
- . otros factores específicos

A cada uno de los factores considerados se le asociará un valor en el intervalo [1 5] en función de la apreciación que del mismo se haga de acuerdo con la siguiente escala:

- 1 - valores pequeños
- 2 - valores moderados
- 3 - valores medios
- 4 - valores grandes
- 5 - valores muy grandes

Finalmente se obtendrá el valor de la dimensión global estimada promediando los valores que se hayan asignado en relación con los puntos anteriores.

A título indicativo se presenta la siguiente tabla de correspondencia entre dimensión de la aplicación y esfuerzo en meses-hombre de técnico de desarrollo (analista-programador)

dimensión	esfuerzo
pequeña (1)	entre 1 y 6 meses-hombre
moderada (2)	entre 6 y 24 meses-hombre
media (3)	entre 24 y 60 meses-hombre
grande (4)	entre 60 y 120 meses-hombre
muy grande (5)	≥ 120 meses-hombre

Se aconseja, en los casos que sea posible, que el valor final que se asigne a este atributo se obtenga contrastando estimaciones singulares efectuadas por más de una persona.

*** OBSERVACION IMPORTANTE:** En relación tanto con la valoración de este atributo como con la de los restantes, debe tenerse en cuenta que se pueden presentar casos en los que exista un nivel de incertidumbre que dificulte la estimación mediante un valor concreto. En tales casos, la evaluación se llevará a cabo seleccionando el intervalo de valores que, incluido dentro del rango máximo de variación [1 ... 5], mejor refleje el nivel de certidumbre (o incertidumbre existente).

[COMP]: complejidad

Definición:

Igual que en el caso anterior, la valoración de este atributo se encuentra por lo general condicionada por factores subjetivos y por la dificultad que existe para establecer una definición suficientemente precisa del término.

El estudio científico de la complejidad del software viene abordándose desde hace ya varios años, ya que este problema junto con el del dimensionamiento, constituyen quizás las dos dificultades más relevantes para el establecimiento de una métrica objetiva y fiable.

Debe señalarse que en la actualidad se suelen utilizar dos métodos para evaluar la complejidad de un determinado software, denominados método de Halstead y método de la complejidad ciclométrica de Mc Cabe. El primero se basa en la identificación de operadores y operandos de tipos diferentes, y mide la complejidad a través de una expresión algebraica de tipo logarítmico. El segundo se basa en el estudio de un determinado programa como grafo, y asocia su complejidad con la topología de éste.

Ninguna de esas técnicas son de utilidad en el contexto del método EFC, ya que en principio se han concebido para ser utilizadas “a posteriori”, es decir cuando el software ya ha sido diseñado y los programas fuente correspondientes están disponibles. Nuestro caso es bien distinto ya que se trata de realizar una estimación “a priori”, a partir de un documento de especificaciones técnico-funcionales para la contratación. Por esta razón se utilizará una métrica aproximativa de tipo heurístico, que estime la complejidad de una aplicación a partir de la consideración explícita de una serie de factores, tal como se indica más adelante.

Rango de valores:

[1... 5] de acuerdo con la métrica que a continuación se define

Métrica:

La complejidad de una aplicación determinada se medirá por un valor dentro del intervalo indicado, estimado de acuerdo con el nivel de conocimiento que se tenga en relación con un conjunto de factores, entre los que pueden indicarse los siguientes:

- . número de módulos y nivel de interrelación entre los mismos
- . número y tipo de las interfaces externas con otras aplicaciones, programas o datos
- . grado de distribución y heterogeneidad del entorno de implantación
- . grado de sofisticación (dificultad de uso) de las herramientas de desarrollo
- . naturaleza de los algoritmos que se deben diseñar y programar
- . otros factores específicos

A cada uno de los factores considerados se le asociará un valor en el intervalo [1 ...5], en función de la apreciación que del mismo se haga de acuerdo con la siguiente escala:

- 1 - valores pequeños
- 2 - valores moderados
- 3 - valores medios
- 4 - valores grandes
- 5 - valores muy grandes

Finalmente se obtendrá el valor de la complejidad global estimada, promediando los valores asignados a los puntos anteriores

Se aconseja, en los casos que sea posible, que el valor final que se asigne a este atributo se obtenga contrastando varias estimaciones singulares efectuadas por personas diferentes

[FIAB]: requisitos de fiabilidad*Definición:*

Se entenderá por nivel de fiabilidad la probabilidad de que la aplicación desarrollada funcione en las condiciones previstas de operación, de

acuerdo con los requisitos en cuanto a funcionalidad y rendimiento expresados en las especificaciones de diseño, es decir sin ningún tipo de fallos.

Rango de valores:

[1 ... 5] de acuerdo con la métrica que a continuación se define

Métrica:

Se graduará la importancia de los requisitos de fiabilidad asignando a cada aplicación un valor numérico en el rango indicado, teniendo en cuenta la siguiente escala de graduación:

1 - El efecto causado por un fallo o mal funcionamiento de la aplicación se limitaría al inconveniente de modificar algunos aspectos relativos a su diseño o a la programación, sin que el usuario experimentase perjuicios que se puedan evaluar objetivamente

2 - El efecto de un funcionamiento defectuoso causaría perjuicios claramente identificables, pero que podrían ser asumidos por el usuario sin demasiados trastornos

3 - Los problemas producidos por el mal funcionamiento de la aplicación tendrían una influencia de cierta consideración para el usuario y le causarían inconvenientes serios (disfunciones, pérdidas económicas), que sin embargo podrían ser subsanadas a un coste limitado

4 - Fallos en el funcionamiento normal de la aplicación causarían graves pérdidas económicas a los usuarios, o producirían trastornos importantes a un número considerable de personas

5 - El mal funcionamiento de la aplicación podría poner en peligro vidas humanas o causar pérdidas totalmente irrecuperables

[SEC]: requisitos de seguridad

Definición:

Se entenderá por nivel de seguridad de una aplicación la exigencia de cumplimiento de una serie de requisitos entre los que podrían incluirse los siguientes:

- . restricciones de acceso, que en cualquier caso debería realizarse a través de un esquema formal de autorizaciones que verifique la identidad y privilegios de los usuarios
- . garantías de que la corrección de su funcionamiento no se vea afectada por la actuación de agentes fuera del control de sus diseñadores, administradores y usuarios
- . garantías de que aún en el caso de que se produjera un acceso físico o lógico incontrolado a la misma, se impediría o dificultaría en buen grado la filtración de información o la corrupción de datos o programas relativos al entorno considerado

Puede afirmarse que en general, el cumplimiento de requisitos de seguridad tales como los anteriormente señalados es una tarea externa a la propia aplicación, cuya responsabilidad recae sobre determinados elementos de su entorno (sistema operativo, sistemas lógicos y físicos de seguridad, etc.). No obstante pueden existir casos en los que la aplicación en cuestión deba incluir mecanismos de seguridad específicos (p.e. encriptación de datos).

Rango de valores:

[1 ... 5] de acuerdo con la métrica que a continuación se define.

Métrica:

Se graduará la importancia de los requisitos de seguridad asignando a cada aplicación un valor numérico en el rango indicado, teniendo en cuenta la severidad de las exigencias que puedan presentarse en relación con este punto.

Por lo general, una buena parte de las aplicaciones que son promovidas por los órganos y organismos de la Administración Civil del Estado se situarán en los valores más bajos del intervalo [1 ... 3], mientras que aplicaciones en áreas críticas podrían alcanzar los valores más elevados [4 ...5]

[CEX]: requisitos de comportamiento externo

Definición:

Este atributo refleja las exigencias que pueden existir en cuanto a la funcionalidad y al rendimiento de la aplicación desde el punto de vista

externo, es decir tal como son percibidos por el usuario final. Entre los parámetros que según los casos pueden ser especificados, se podrían señalar los siguientes:

- en cuanto a funcionalidad externa:
 - . amigabilidad
 - . apariencia o “look and feel” de la interfaz de usuario
 - . adecuación en su caso a personas con minusvalías

- en cuanto a rendimiento externo
 - . tiempos de respuesta en función de la carga de trabajo (apl. interactivas y transacc.)
 - . carga máxima de trabajo soportable para un tiempo de respuesta garantizado (idem)
 - . rendimiento medio o “throughput” en nº de trabajos/u. de tiempo (apl. “batch”)
 - . tiempo medio de ejecución de un determinado tipo de trabajos (apl. “batch”)
 - . rendimiento computacional (apl. científicas y de ingeniería)

Rango de valores:

Se mantiene el rango [1 ... 5]

Métrica:

El valor que se asigne a este atributo se graduará dentro del rango señalado, en función de la severidad de los requisitos que en relación con este punto se hayan incluido en el documento de especificaciones. Debe advertirse que el rendimiento externo de una determinada aplicación depende en parte de factores ajenos a la misma, entre los que se pueden señalar la configuración de la máquina virtual, el “tuning” del sistema, el modo de explotación y otras características del entorno. No obstante lo anterior, la consecución de un nivel de rendimiento satisfactorio depende también de los detalles concretos de diseño e implantación de la aplicación en cuestión. Por contra la amigabilidad y otros elementos de funcionalidad externa dependen en buena medida de la bondad del diseño que se lleve a cabo.

La valoración que se realice en relación con este atributo podrá variar desde 1 (inexistencia de requisitos explícitos en el documento de especificaciones) hasta 5 (condicionantes extraordinariamente severos)

[CIN]: requisitos de comportamiento interno

Definición:

Este atributo refleja las limitaciones y restricciones que podrían existir en relación con factores tales como la ocupación máxima en memoria del código objeto, el tamaño máximo del código fuente (ocupación en disco) y otros relativos a la utilización de recursos máquina por parte de la aplicación

Rango de valores:

Se mantendrán en el intervalo habitual [1 ...5]

Métrica:

La valoración concreta se realizará en función de la severidad de las limitaciones existentes. Si no se incluyesen explícitamente condicionantes de este tipo en el documento de especificaciones se asignaría el valor 1, graduándose en función de la intensidad en caso contrario.

[DESP]: grado de definición, estructura y modularidad de las especificaciones

Definición:

Este atributo hace referencia al nivel de detalle, grado de precisión y modularidad del documento de especificaciones para la contratación del desarrollo de que se trate. Es un punto de gran importancia por varias razones entre las cuales basta con señalar las dos siguientes:

- . las especificaciones son el documento contractual por excelencia; el contratista se verá obligado a realizar el producto de acuerdo con lo que se indica en ese documento

- . las especificaciones son el documento básico de referencia para el ejercicio de las funciones de garantía de calidad

La existencia de unas especificaciones detalladas, claras y completas indicará por una parte que el usuario o promotor del proyecto y el director del mismo han llevado a cabo un análisis de cierta profundidad sobre la naturaleza y características del problema a resolver; reducirá por parte del contratista el grado de incertidumbre y facilitará para ambas partes la aplicación de un esquema claro de garantía de calidad.

Hay que señalar que la naturaleza o las circunstancias que rodean a determinados proyectos o aplicaciones pueden obligar en ocasiones el inicio de los trabajos sin que se disponga de unas especificaciones completas. En esos casos pueden verse afectados tanto el modelo de desarrollo correspondiente (podría materializarse a partir de un prototipo, por desarrollo evolutivo o incremental), como el plan particular de garantía de calidad que se diseñe.

Por otra parte, unas especificaciones que posean un buen grado de modularidad pueden hacer aconsejable que el desarrollo se aborde siguiendo el denominado precisamente modelo modular, como más adelante se indica.

Rango de valores:

[1 ...5], como en el resto de los atributos considerados

Métrica:

- El grado de definición y estructura del documento de especificaciones se valorará de menor a mayor entre los valores **1 a 4** en función de la apreciación de los siguientes factores:

aspectos de forma:

- . claridad y facilidad de comprensión (reducción de ambigüedades)
- . verificabilidad y facilidad de comprobación de las especificaciones funcionales
- . operatividad, nivel de detalle y formalismo de las descripciones
- . nivel de estructuración y cohesión interna del documento

aspectos de contenido:

- . descripción de los objetivos de la aplicación a desarrollar
 - . descripción de funciones y procesos
 - . descomposición en módulos o elementos
 - . definición de condicionantes y limitaciones
 - . presupuesto máximo y plazo de ejecución
- Cuando las especificaciones además de un buen nivel de detalle posean un notable grado de modularidad se otorgará el valor 5 a este atributo.

*Grupo II: Atributos relativos al entorno de implantación previsto***Características de la “máquina virtual”**

En primer lugar se definirá el significado del término “máquina virtual”. Por tal se entenderá el conjunto estructurado de todos los recursos informáticos (hardware + software) necesarios para la operación de una aplicación determinada. Una “máquina virtual” consistirá en cualquier caso en una colección de componentes de distinta naturaleza que se sitúan “por debajo” de la aplicación correspondiente.

Con el fin de facilitar la representación de una determinada “máquina virtual” se pueden agrupar sus distintos componentes en tres niveles más o menos homogéneos:

- El primer nivel (el más bajo) hace referencia a la plataforma o plataformas hardware (incluidos sus diversos componentes: procesador, dispositivos periféricos, dispositivos de comunicaciones, ...) sobre la(s) que actúa una aplicación
- En el segundo nivel se puede situar el (o los) sistema(s) operativo(s) y demás productos de software de sistemas que se sitúan directamente sobre la plataforma hardware
- El tercer nivel hace referencia a otros componentes de software de carácter intermedio sobre los que se apoya la aplicación. Entre ellos se podrían señalar los siguientes: compiladores, librerías especializadas, gestores de bases de datos, monitores de transacciones, sistemas de seguridad, ...

Las características particulares que presente la “máquina virtual” existente en el entorno de aplicación influyen como es lógico en el plan de garantía de calidad que se debe poner en práctica en cada caso.

Los atributos que desde este punto de vista reflejan las peculiaridades de la “máquina virtual” son los siguientes:

- tipología: **[TPMV]**
- funcionalidad: **[FCMV]**
- grado de distribución y heterogeneidad: **[DHMV]**

[TPMV]: tipología de la “máquina virtual”*Definición:*

Este atributo se refiere a las características técnicas de los elementos que componen los dos primeros niveles de la máquina virtual (plataforma hardware y software de sistemas)

Rango de valores:

[1...5], de acuerdo con la métrica siguiente

Métrica:

El valor de este atributo estará en correspondencia de forma más o menos directa con factores asociados principalmente al grado de “sofisticación” de los componentes de la máquina virtual en los niveles señalados. Se ordenará en sentido creciente, pudiendo hacerse uso de la siguiente escala tentativa de referencia:

- 1 - Bajo nivel de sofisticación, como por ejemplo un PC compatible, con sistema operativo MS-DOS, en modo “stand-alone”
- 2 - Moderado nivel de sofisticación, como por ejemplo un entorno de PCs trabajando en red local, o un pequeño sistema multiusuario ($\approx \leq 16$ puestos) sobre sistema operativo UNIX y conexiones locales por puertos serie
- 3 - Nivel intermedio de sofisticación, como por ejemplo un sistema de tamaño medio ($\approx \leq 200$ puestos) y sistema operativo “ligero” (UNIX, VMS, ...) en un entorno de red local o multipunto
- 4 - Nivel alto de sofisticación, como por ejemplo un sistema grande de tipo mainframe ($\approx \geq 200$ puestos) con un sistema operativo de tipo “pesado” (MVS, OS 1100, ...) y arquitectura de comunicaciones (SNA, DCA, ...)
- 5 - Nivel muy alto de sofisticación, como por ejemplo una máquina virtual formada por la unión de varios sistemas del tipo anterior (4)

[FCMV]: funcionalidad de la “máquina virtual”*Definición:*

Este atributo hace referencia al grado de funcionalidad de la máquina virtual, entendido como el nivel de los servicios que proporciona a la aplicación que actúa sobre la misma.

Debe tenerse en cuenta que el grado de funcionalidad dependerá en buena medida del tipo de componentes que existan en el denominado tercer nivel (o software intermedio) de la máquina virtual. Una aplicación para operar correctamente necesita una serie de servicios de soporte, que dependen fundamentalmente de su naturaleza y requisitos. Por ejemplo, una aplicación de tipo transaccional necesitará disponer de una serie de funciones esenciales para preservar la integridad de los datos (“two-phase commit”, recuperación, “roll-back”, ...), que bien serán suministradas por la máquina virtual si dispone de un SGBD o monitor de transacciones apropiado, o en caso contrario deberán incluirse dentro de las funciones que realice la propia aplicación. En el primer caso, los elementos de software que proporcionan la funcionalidad requerida serán productos comerciales que ya habrán sido sometidos a un exhaustivo control de calidad, mientras que en el segundo la funcionalidad demandada deberá comprobarse en el contexto del plan de calidad de la aplicación. Por otra parte conviene señalar que en aplicaciones sobre bases de datos debe tenerse bien presente hasta qué punto el SGBD de que se dispone posee las herramientas y mecanismos adecuados para facilitar la gestión automática de la integridad de los datos.

Entre los distintos tipos de componentes software de nivel intermedio que podría necesitar una determinada aplicación y a su vez podrían o no encontrarse presentes en la máquina virtual de que se disponga, se indican los siguientes:

- librerías especializadas: matemáticas, estadísticas, gráficas en 2D y 3D, ...
- sistemas de gestión de bases de datos de diversa sofisticación
- monitores de transacciones
- interfaces gráficas de usuario
- sistemas de seguridad: autenticación, encriptación de datos, ...
- acceso a servicios de comunicaciones
- otras utilidades

Rango de valores:

[1...5], como habitualmente

Métrica:

La valoración que se realice dentro del intervalo indicado, reflejará en **sentido inverso** la existencia en la máquina virtual de que se disponga en el entorno de implantación, de los componentes necesarios para garantizar el nivel de servicio adecuado a la aplicación. Valores **altos** indicarán una **reducida** funcionalidad, y en consecuencia que el responsable del desarrollo deberá proporcionar dentro de la aplicación funcionalidades internas más allá de las habituales, que dado su carácter crítico deberán ser comprobadas exhaustivamente. Contrariamente valores **bajos** denotarán la existencia de un **elevado nivel** de soporte por parte de la máquina virtual, limitando por lo tanto el foco de interés del control de calidad a la funcionalidad externa, es decir desde el punto de vista del usuario final y del dominio del problema a resolver. De forma simplificada:

- máquina virtual rica en funcionalidad: valores bajos (1, 2, ...)
- máquina virtual pobre: valores altos (... , 4, 5)

* **OBSERVACION IMPORTANTE:** La aparición de valores altos de este atributo en proyectos de cierta dimensión, complejidad o criticidad es un síntoma de la aparición de riesgos extraordinarios que podrían aconsejar el replanteamiento del proyecto por insuficiencia manifiesta de soporte informático en el entorno de implantación. Este tema se trata con más detalle en el epígrafe correspondiente al análisis del perfil de riesgo del proyecto en cuestión.

[DHMV]: grado de distribución y heterogeneidad de la “máquina virtual” de implantación

Definición:

El grado de distribución y heterogeneidad de la máquina virtual se establecerá en función de que esté constituida por una o varias platafor-

mas, y en este último caso de las diferencias o similitudes que puedan existir entre las mismas.

El valor que se asigne a este atributo estará en correspondencia directa con el número de instancias diferentes que existan en el entorno de implantación, en relación con cada uno de los tres niveles descritos y con el grado de similitud que exista entre ellas. Debe tenerse presente que la heterogeneidad puede presentarse en cualquiera de los tres niveles de referencia de la máquina virtual.

Rango de valores:

[1...5] de acuerdo con la métrica que a continuación se define

Métrica:

El grado de distribución y homogeneidad de la máquina virtual variará en el intervalo señalado, cuyos valores extremos 1 y 5 representarían respectivamente situaciones de monolitismo (una sólo plataforma, software de sistemas y software intermedio) y de gran variedad (varias plataformas diferentes, con componentes también diferentes en los niveles del software de sistemas e intermedio).

El valor de este atributo podrá asignarse teniendo en cuenta la siguiente escala de referencia:

1 - La aplicación operaría sobre una máquina virtual donde cada uno de los niveles que la forman son únicos (monolítica). Por tanto existiría una sola plataforma hardware, un único sistema operativo y un único conjunto de elementos software de carácter intermedio. Ejemplo: un entorno de implantación constituido un único mainframe IBM ES/9000 con sistema operativo MVS-ESA y utilizando el compilador COBOL-CICS sobre ficheros VSAM

2 - La aplicación operaría sobre una máquina virtual donde cada uno de sus niveles está compuesto de varias instancias idénticas de cada uno de sus elementos. Por tanto podrían existir varias plataformas hardware iguales que utilizarasen el mismo sistema operativo y el mismo gestor de bases de datos. Ejemplo: una aplicación para pequeños sistemas multiusuario HP 9000 815-S sobre sistema operativo HP-UX y SGBD Ingres

3 - La aplicación operaría sobre una máquina virtual en cuyo primer nivel (plataforma hardware) se produce más de una instancia

distinta. El resto de los niveles se mantienen como en el primer o segundo caso (una instancia o varias instancias idénticas). Ejemplo: una aplicación que deba funcionar sobre modelos distintos de una misma “familia” de ordenadores de un mismo fabricante (p. e. Unisys 6000 mods, 50, 70 y 80), con AT&T System V.3 como sistema operativo e Informix como SGBD

4 - La aplicación operaría en este caso sobre una máquina virtual donde además de existir varias plataformas hardware distintas cada una posee su propio sistema operativo (segundo nivel). El conjunto de componentes del tercer nivel sería prácticamente el mismo exceptuando algunas peculiaridades debidas a la diversidad de los sistemas operativos. Ejemplo: una aplicación sobre IBM 6000 y UNISYS 2200, utilizando respectivamente los sistemas operativos AIX v. 3.0 y OS 1100, y en tercer nivel el SGBD Oracle

5 - En este último caso extremo la aplicación opera sobre una máquina virtual donde cada uno de sus niveles está compuesto de varias instancias distintas. Ejemplo: una aplicación que sea necesario desarrollar sobre Oracle y Adabas en plataformas hardware distintas (DEC-VAX 8000 e IBM 9370) y sistemas operativos distintos (VMS y DOS-VSE respectivamente)

[CTR]: carga de trabajo

Definición:

Hace referencia a las previsiones de cuantificación de la carga de trabajo a que se verá sometida la aplicación en cuestión en su entorno de implantación. Este atributo se encuentra directamente relacionado con aquel del grupo I que mide los requisitos de comportamiento externo [REX]. La carga de trabajo se caracterizará en términos generales por medio de una serie de parámetros, que dependiendo de la naturaleza de la aplicación podrían ser los siguientes:

- en aplicaciones interactivas y de tipo transaccional:
 - . número de usuarios concurrentes
 - . régimen de carga transaccional (tps o tpm)
- en aplicaciones tipo “batch” de proceso de datos:

- . número y tamaño de trabajos a ejecutar por unidad de tiempo
- en aplicaciones científicas y de ingeniería:
 - . número de usuarios concurrentes en aplicaciones gráficas
 - . y de visualización
 - . carga computacional: número y “voracidad” de los programas a ejecutar de modo simultáneo

Rango de valores:

Se mantiene el intervalo [1...5]

Métrica:

El valor de este atributo se graduará dentro del rango señalado, ordenándose en sentido creciente en función de la severidad de las condiciones de carga

[INT]: nivel de interacción con otras aplicaciones o datos

Definición:

Hace referencia a la existencia de interfaces entre la aplicación que se va a desarrollar y otras aplicaciones o estructuras de datos ajenas a la misma, existentes en el entorno de implantación

Rango de valores:

[1...5], como viene siendo habitual

Métrica:

El valor de este atributo se asignará teniendo en cuenta el número y la complejidad de las interfaces que se deben desarrollar y la influencia que pueden tener en el funcionamiento de otras aplicaciones del entorno. A título indicativo podría utilizarse la siguiente escala de referencia:

- 1** - La aplicación es autocontenida y no interacciona en manera alguna con otras aplicaciones o datos del entorno.

2 - La aplicación hace uso de determinados datos o rutinas, de modo compartido con otras aplicaciones existentes en el entorno de implantación. Ejemplo: una aplicación sobre bases de datos que hiciese uso de tablas externas con datos compartidos (p.e. un diccionario de datos).

3 - La aplicación interactúa como post-procesador de otras aplicaciones o estructuras de datos. Ejemplo: una aplicación de visualización gráfica de datos numéricos generados por otra aplicación de tipo científico o técnico

4 - La aplicación interacciona en modo cliente-servidor con otras aplicaciones o estructuras de datos. Ejemplo: una aplicación diseñada para actuar como interfaz gráfica sofisticada de usuario final en un entorno de base de datos de tipo relacional

5 - La aplicación presenta un alto nivel de interacción intercambiando mensajes y datos con otras aplicaciones diferentes en un entorno distribuido y heterogéneo

[DIFE]: diferencias entre los entornos de desarrollo y de implantación

Definición:

Este atributo refleja el grado de disparidad o de semejanza que puede existir tanto desde el punto de vista técnico como organizativo entre los entornos de implantación y desarrollo. Desde el punto de vista técnico hace referencia a las diferencias existentes entre los diversos niveles de la máquina virtual de desarrollo (plataforma hardware, sistema operativo, software intermedio) y la de implantación. Desde el punto de vista organizativo se deben reflejar las posibles similitudes o diferencias que existan entre ambos entornos.

Rango de valores:

[1...5]

Métrica:

El valor de este atributo se asignará teniendo en cuenta la siguiente escala de referencia:

1 - El entorno de desarrollo coincide totalmente con el de implantación. Ejemplo: la aplicación va a ser desarrollada en la instalación del usuario por personal propio (desarrollo interno)

2 - Ambos entornos coinciden en lo relativo a las características de la máquina virtual, pero existen diferencias organizativas y de recursos humanos. Ejemplo: la aplicación va a ser desarrollada en la instalación del usuario por un contratista externo

3 - Ambos entornos difieren moderadamente en las características de la máquina virtual y también organizativamente. Ejemplo: la aplicación va a ser desarrollada por un contratista en su instalación con una máquina virtual que difiere de la del usuario en el primer nivel (plataforma hardware)

4 - Ambos entornos difieren de forma significativa en las características de la máquina virtual y también organizativamente. Ejemplo: la aplicación va a ser desarrollada por un contratista en su instalación con una máquina virtual que difiere de la del usuario en los niveles primero y segundo (plataforma hardware y software de sistemas)

5 - Ambos entornos difieren de forma acusada en las características de la máquina virtual y también organizativamente. Ejemplo: la aplicación va a ser desarrollada por un contratista en su instalación con una máquina virtual que difiere de la del usuario en los tres niveles (plataforma hardware, software de sistemas y software de tipo intermedio)

*** OBSERVACION IMPORTANTE:** La aparición de valores altos de este atributo en proyectos de cierta dimensión, complejidad o criticidad es un síntoma de la aparición de riesgos extraordinarios que podrían aconsejar el replanteamiento del proyecto. Este tema se trata con más detalle en el apartado correspondiente al análisis del perfil de riesgo del proyecto en cuestión.

Grupo III: Atributos relativos al propio proyecto o proceso de desarrollo

[COST]: coste total estimado del proyecto

Definición:

Es el coste presupuestado para el desarrollo, tal como se ha estimado por el usuario o el promotor de proyecto. Debe aparecer como un requisito del Pliego de Condiciones.

Rango de valores:

[1 ... 5], tal como viene siendo habitual

Métrica:

Se adoptará en principio la siguientes escala de valores:

- 1 - pequeño; coste ≤ 3 Mptas
- 2 - moderado; coste entre 3 y 10 Mptas
- 3 - medio; coste entre 10 y 25 Mptas
- 4 - grande; coste entre 25 y 100 Mptas
- 5 - muy grande; coste ≥ 100 Mptas

[PLZ]: plazo estimado de desarrollo

Definición:

Es el límite que no debe sobrepasarse en cuanto al tiempo transcurrido entre el inicio del desarrollo y su finalización satisfactoria. Debe aparecer como un requisito del Pliego de Condiciones.

Rango de valores:

[1 ... 5], tal como viene siendo habitual

Métrica:

Se adoptará la escala de valores siguiente:

- 1 - pequeño; plazo ≤ 3 meses
- 2 - moderado; plazo entre 3 y 6 meses
- 3 - medio; plazo entre 6 meses y 1 año
- 4 - grande; plazo entre 1 y 2 años
- 5 - muy grande; plazo ≥ 2 años

[EPRY]: estabilidad del proyecto

Definición:

Un determinado proyecto informático será estable fundamentalmente en la medida que sus especificaciones se mantengan a lo largo del proceso de desarrollo y que el número de personas o centros de decisión que lo puedan condicionar sea limitado. Esta situación no siempre existe; en ocasiones aparecen cambios que afectan al dominio del problema o bien a la percepción que del mismo tenga el usuario o el promotor (especificaciones), o incluso al entorno de implantación previsto. En otros casos un determinado proyecto puede afectar a varias unidades con diferentes funciones, modos de trabajo e incluso prioridades e intereses. Ambos tipos de fenómenos pueden introducir factores adicionales de riesgo que afectan a la finalización satisfactoria del proyecto. Debe advertirse que este factor hace referencia a la estabilidad del proyecto exclusivamente durante su fase de desarrollo (es decir desde especificaciones/contratación hasta finalización/recepción), sin considerar posibles modificaciones de tipo adaptativo o perfectivo que puedan tener lugar con posterioridad durante la fase de explotación/mantenimiento.

Rango de valores:

Se mantiene el habitual, es decir el intervalo [1 ... 5]

Métrica:

A la hora de asignar un valor concreto dentro del rango indicado podrían considerarse los siguientes factores de estabilidad:

- . grado de definición, exhaustividad y precisión de las especificaciones

- . neutralidad del dominio del problema en relación con el impacto de disposiciones normativas de probable aparición
- . independencia de las especificaciones frente a la estructura orgánica del entorno de implantación
- . permanencia de los usuarios o promotores (si corresponden a cargos electivos o de confianza)
- . número de interlocutores o centros de decisión afectados por el proyecto
- . grado de homogeneidad y de comunidad de intereses entre los distintos interlocutores

El valor de este atributo se establecerá de menor a mayor dentro del interval [1 ...5] en función de la consideración explícita de los factores indicados.

[ECON]: evaluación previa del contratista

Definición:

El presente atributo es en buena medida de carácter eminentemente subjetivo y por tanto difícilmente cuantificable. Hace referencia al nivel de incertidumbre o en su caso desconfianza que se pueda tener sobre el contratista (en caso de contratación externa), o el equipo de desarrollo (en caso de desarrollos internos).

Existen de cualquier modo una serie de factores relativos al contratista que deberían ser evaluados:

- conocimiento del dominio del problema
- conocimiento del entorno de implantación
- capacidad técnica
- experiencia de trabajo conjunto
-

También debería reflejar este atributo la dificultad de gestión del proyecto en el caso que interviniesen varios contratistas o grupos de desarrollo diferentes.

Rango:

[1...5], tal como viene siendo habitual

Métrica:

En relación con los factores identificados anteriormente y con otros que en su caso se estimen oportunos se atribuirán valores crecientes en función del grado de incertidumbre o desconfianza, para lo cual puede utilizarse la siguiente escala tentativa de referencia:

- 1 - elevado grado de certidumbre y de confianza
- 2 - moderado grado de certidumbre y de confianza
- 3 - situación de incertidumbre y neutralidad
- 4 - cierto grado de prevención, o varios contratistas
- 5 - manifiesto recelo, o excesivo número de contratistas diferentes

**[REC]: disponibilidad de recursos para garantía de calidad
(tiempo, presupuesto, personal)**

Definición:

Este atributo pretende reflejar la disponibilidad real que existe por parte del usuario o promotor del proyecto para poder llevar a cabo sin limitaciones significativas el plan de calidad que se diseñe en cada caso.

Aunque puede que no sea fácil en general apreciar este factor a priori, conviene tener una cierta idea sobre las posibilidades reales, ya que de lo contrario podría incurrirse en el error de establecer un plan de calidad muy exhaustivo y detallado que no se pudiese llevar a cabo de forma satisfactoria en la práctica.

La disponibilidad se evaluará como la ausencia de factores seriamente limitativos en cuanto a tiempo, presupuesto y personal cualificado para ejercer de forma efectiva las funciones de garantía de calidad.

Rango de valores:

[1 ... 5], tal como viene siendo habitual

Métrica:

Se asignará el valor que corresponda dentro del intervalo señalado, a partir de una evaluación a priori de las limitaciones reales o potenciales que se aprecien en relación con este punto. A modo de referencia se propone la escala siguiente:

- 1 - Existen limitaciones que se traducirán con seguridad en muy serias dificultades de orden práctico para aplicar de forma efectiva un plan de garantía de calidad adecuado
- 2 - Las condiciones existentes permiten apreciar la existencia de claras limitaciones, que pueden dificultar pero no imposibilitar de forma rotunda la puesta en práctica del plan
- 3 - La situación se caracteriza por un cierto nivel de disponibilidad en relación con este punto, aunque existen limitaciones
- 4 - La situación existente es bastante favorable y no se prevén limitaciones significativas en este sentido
- 5 - Definitivamente no existen limitaciones que condicionen de manera alguna el ejercicio de las funciones de garantía de calidad

*** OBSERVACION IMPORTANTE:** La aparición de valores muy bajos en este atributo en proyectos de cierta dimensión, complejidad o criticidad es un síntoma bastante claro de insuficiencia de medios que puede hacer inútil en la realidad cualquier planteamiento de garantía de calidad y por lo tanto ponen en cuestión la viabilidad del proyecto. En esos casos se podría incurrir en riesgos extraordinarios desde el punto de vista de la inmanejabilidad del proyecto y sería aconsejable o bien su reconsideración o la puesta en práctica de un esquema mínimo de garantía de calidad. Este punto se trata con más detalle en el apartado correspondiente a la determinación del perfil de riesgos del proyecto en cuestión.

5 - DIAGRAMA CARACTERISTICO DE UN PROYECTO

Una vez examinadas con detalle las especificaciones técnico-funcionales y contrastadas las características particulares del proyecto en cuestión con la relación anterior de atributos y las métricas correspondientes, se podrá elaborar su “diagrama característico”, elemento básico como se verá para llevar a cabo la clasificación tipológica del mismo a efectos de garantía de calidad.

Este diagrama refleja de forma gráfica la evaluación del proyecto en relación con cada uno de los atributos señalados. Su finalidad consiste en obtener una especie de “traza” o “huella” gráfica representativa del mismo, que a través de su comparación con un juego de plantillas predefinidas, permita al usuario o promotor del proyecto establecer con facilidad y rapidez los parámetros que van a definir su plan específico de garantía de calidad, tal como se explica en el apartado siguiente.

Conviene hacer notar que el diagrama característico permite reflejar la incertidumbre que pudiera existir en cuanto a la evaluación de algunos atributos en un proyecto particular. En los casos en que no se esté en condiciones de realizar la estimación de un atributo de forma suficientemente centrada en torno a un valor concreto, se asignará un intervalo dentro del rango total permitido que refleje adecuadamente la certidumbre o incertidumbre que existe en relación con el factor correspondiente (p.e. [2 .. 4], [1 .. 3], etc.)

A continuación se incluye un modelo de parrilla que puede utilizarse como base para la elaboración del diagrama característico y un ejemplo de su utilización para la obtención de la “traza” de un hipotético proyecto.

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

**Diagrama Característico de un Proyecto Informatico
(modelo de parrilla)**

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

Diagrama Característico de un Proyecto Informatico (ejemplo hipotético)



6 - ESQUEMA FORMAL DE CLASIFICACION: TIPOLOGIA DE PROYECTOS INFORMATICOS

6.1 - Determinación del modelo de referencia

6.2 - Obtención del perfil de riesgos

6.3 - Determinación del foco de interés en garantía de calidad

El esquema formal de clasificación - EFC que se propone está basado en un procedimiento de ejecución rápido y sencillo, que parte del diagrama característico de un proyecto (elaborado tal como se indicó en el apartado anterior), y permite a los responsables correspondientes determinar los tres elementos fundamentales para el diseño del plan de garantía de calidad correspondiente:

- (i) *modelo de referencia* para el proceso de desarrollo
- (ii) *perfil de riesgos* del proyecto
- (iii) *foco de interés* de las funciones de garantía de calidad

A continuación se describe el significado concreto de cada uno de estos tres elementos fundamentales.

Modelo de referencia del proceso de desarrollo

Identifica y describe cada una de las fases en que se puede descomponer el proceso de desarrollo del proyecto o aplicación correspondiente, la naturaleza y el contenido de los trabajos a realizar por el contratista en cada una, así como los distintos productos y componentes a obtener y entregar como resultado de las mismas.

El establecimiento de modelos de referencia forma parte habitualmente de las denominadas metodologías de desarrollo. Este Plan General de Calidad es neutral en relación con las mismas, razón por la cual los modelos de referencia que se han seleccionado tienen un carácter genérico que permite su utilización directa o bien su fácil adaptación a cualquier metodología previamente adoptada en el entorno de desarrollo del proyecto. En cualquier caso resulta obligado utilizar modelos de

este tipo ya que la garantía de calidad debe referirse a fases, productos y componentes concretos del desarrollo, y éstos son los elementos que definen precisamente un determinado modelo.

Los modelos que se consideran en este Plan General se diferencian en función del paradigma adoptado para los procesos de desarrollo y del nivel de detalle que toman en consideración. Se han seleccionado cinco modelos diferentes que se suponen representativos de una amplia mayoría de los tipos de proyectos más habituales que son promovidos por la Administración del Estado. Estos cinco modelos se describen con detalle en el epígrafe siguiente por lo que basta en este punto con enumerarlos:

- modelo secuencial (o “en cascada”) básico
- modelo secuencial intermedio
- modelo secuencial detallado
- modelo de desarrollo por evolución de prototipos
- modelo de desarrollo modular

Perfil de riesgos del proyecto

Servirá fundamentalmente para detectar la existencia de riesgos de carácter extraordinario, es decir aquéllos que de presentarse podrían impedir la ejecución satisfactoria del proyecto, posiblemente con independencia de cualquier plan de garantía de calidad que se aplicase. La atenuación de estos riesgos hasta niveles tolerables (riesgos ordinarios) debería ser un requisito imprescindible para el inicio de los trabajos de desarrollo, y en tal sentido se establecen una serie de recomendaciones al respecto.

Foco de interés de las funciones de garantía de calidad

Se refiere a la identificación de determinados aspectos parciales concretos dentro del modelo de referencia seleccionado (fases, productos y componentes del desarrollo), en los que convenga poner especial énfasis desde el punto de vista de las tareas de control de calidad. La determinación de estos elementos críticos provendrá de la evaluación previa de los riesgos ordinarios a controlar, realizada en función de las características particulares del proyecto de que se trate.

El foco de interés se definirá por lo tanto mediante la asignación a cada una de las fases del proceso y de los productos parciales correspondientes de un cualificador referente a la intensidad con que deben realizarse las funciones de control. Este cualificador servirá para graduar la profundidad y el nivel de detalle o intensidad en cuanto a la utilización

de los procedimientos e instrumentos de control incluidos en los fascículos #3 y #4 (bloque instrumental) de este Plan General de Calidad. Se han previsto dos niveles progresivos, denominados respectivamente:

- nivel 1: intensidad nominal
- nivel 2: intensidad especial

*** OBSERVACION IMPORTANTE:**

Con carácter excepcional y con el fin de poder extender la cobertura del Plan General a situaciones en las que no se dispone de los recursos necesarios para poner en práctica actuaciones de control ni siquiera de intensidad nominal, se considera adicionalmente un **nivel 0** o de **intensidad mínima**.

Las actuaciones que se practiquen en el marco de un esquema de intensidad mínima son difícilmente clasificables dentro de las técnicas de garantía de calidad sancionadas por los estándares internacionales y las normas reconocidas de buena práctica en este campo. Sin embargo constituyen un punto de inicio que permite en la medida que se pueda disponer de los recursos necesarios, abordar planteamientos de mayor rigor y alcance.

La utilización de procedimientos e instrumentos de control correspondientes a un nivel 0 o de intensidad mínima se reducirá a aquellos casos en que exista una imposibilidad manifiesta para aplicar esquemas de calidad en los niveles regulares (1 y 2).

6.1 - Determinación del modelo de referencia para el desarrollo

6.1.1 Descripción de los modelos considerados en el Plan General de Calidad

6.1.2 - Método para la determinación del modelo de referencia más adecuado a un proyecto determinado

6.1.1 - Descripción de los modelos considerados en el Plan General de Calidad

El Plan General considera cinco modelos genéricos de referencia aplicables a los desarrollos de aplicaciones promovidas por la Administración del Estado. En relación con este punto debe advertirse lo siguiente:

- por razones de neutralidad frente a metodologías concretas de desarrollo los modelos son genéricos, lo cual permite bien su aplicación directa o bien su fácil adaptación a una metodología y vocabulario determinados, en caso necesario (para ello se cambiarán los nombres de las fases, productos y componentes de la manera que resulte apropiada)
- podría suceder que, a pesar de que se ha pretendido reflejar con generalidad una amplia problemática, en algún caso particular ninguno de estos modelos sea suficientemente satisfactorio; si tal situación se produjese se procurará adaptar el modelo o modelos que se consideren más próximos a las circunstancias y peculiaridades existentes

Los modelos de referencia considerados en este Plan General de Calidad y que se describen en este apartado son los siguientes:

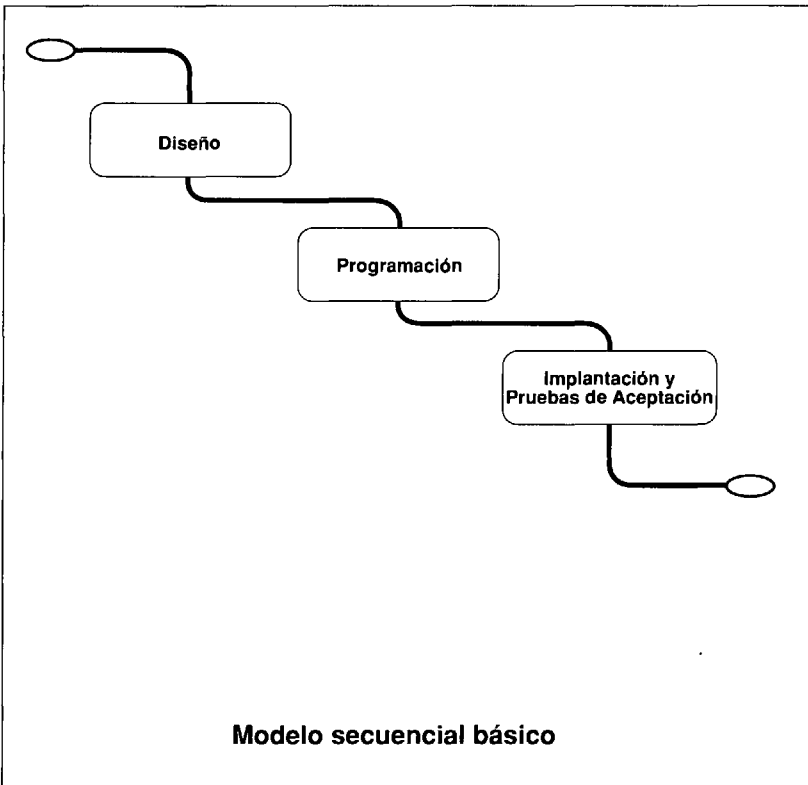
- modelo secuencial básico
- modelo secuencial intermedio
- modelo secuencial detallado
- modelo de evolución de prototipos
- modelo de desarrollo modular

Modelo secuencial básico

Descripción general

Es el modelo de referencia más sencillo y corresponde a una ordenación del ciclo de vida de un proyecto en fases sucesivas. Los modelos secuenciales también se suelen denominar “en cascada” y presentan una aplicabilidad muy amplia. Son modelos muy generales y conceptualmente claros, en los que una gran parte de las actividades de desarrollo se encuentran ordenadas secuencialmente. La división del proceso de producción en fases se puede realizar con distinto nivel de detalle en función de las peculiaridades de cada proyecto concreto. En este modelo básico se consideran únicamente las tres fases siguientes:

Diagrama



Fase 1: Diseño

Fase 2: Programación

Fase 3: Implantación y pruebas de aceptación

Un punto a tener en relación con los modelos en cascada es la posible existencia de bucles cíclicos de realimentación o “feedback” entre fases. En el modelo secuencial básico se considerará que el grado de realimentación es prácticamente inexistente y en todo caso muy puntual. Este modelo parece especialmente adecuado para proyectos de moderado tamaño y complejidad limitada.

Fases de que se compone

Fase 1: Diseño

Una vez definidas las especificaciones de usuario, en la fase de diseño se procederá a describir la aplicación en cuestión mediante un conjunto de técnicas de representación que resulten apropiadas a su naturaleza y características particulares (diagramas de flujo de datos, diagramas de tratamiento, modelos entidad-relación, descripción orientada a objetos, ...). El diseño deberá contemplar una doble perspectiva, en primer lugar funcional (es decir enfocada hacia el problema) y después técnica (enfocada hacia los detalles de implantación de la solución que se adopte).

Existe una amplia variedad de metodologías y técnicas específicas aplicables a las tareas de diseño, cuya consideración se encuentra fuera del alcance de este documento. Sin embargo debe señalarse que independientemente de las técnicas de representación y metodologías empleadas, los productos y componentes entregados por el responsable del desarrollo al final de esta fase deberán ser de calidad comprobable. A modo de ejemplo podría indicarse que como mínimo la fase de diseño debería incluir las siguientes actividades:

- Diseño de la arquitectura global del sistema o aplicación, tanto desde el punto de vista de las funciones y operaciones a realizar como de los detalles de implantación
- Diseño de las estructuras de datos
- Diseño de los procesos y operaciones de tratamiento

En cualquier caso un buen diseño debería producir módulos que en la medida de lo posible exhibiesen características funcionales independientes y claramente delimitadas, y estructuras de datos que reflejasen las relaciones lógicas entre los entes que constituyen los dominios de información.

Fase 2: Programación

La fase de programación incluirá las tareas de codificación e implantación informática del diseño en lenguaje(s) de programación apropiado(s). Los tipos de herramientas utilizados (lenguajes de sistemas, de alto nivel, de cuarta generación, ...) podrían influir en el método de trabajo que el contratista adoptase en esta fase.

El estilo de codificación debe procurar ser en la medida de lo posible claro y simple para facilitar la interpretación de los programas fuente. Se deberán respetar además los estándares que existan en el entorno de implantación a este respecto: nombres de variables y programas, indentación, comentarios, etc. Los programas fuente deberán incluir algún tipo de documentación interna (comentarios en el propio programa) y externa (descripción de algoritmos a través de PDL, etc.). Este punto es importante para la comprensión del código escrito y muchas veces imprescindible para el mantenimiento de la aplicación.

Fase 3: Implantación y pruebas de aceptación

Esta última fase hace referencia al diseño y realización de una serie de pruebas de carácter formal. Su finalidad es la de comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación, y su superación constituye un requisito previo indispensable para la recepción de los trabajos. Las pruebas deberán demostrar de forma inequívoca que la aplicación cumple como mínimo con todas las funcionalidades y requerimientos exigidos en las especificaciones que se hayan establecido.

Productos y componentes a obtener

El contratista deberá entregar al final de cada una de las fases señaladas los productos que a continuación se relacionan. De cada uno de ellos

se entregará una versión preliminar al final de la fase correspondiente y una versión definitiva una vez finalizado satisfactoriamente el proyecto en cuestión. Todos los documentos relativos al desarrollo deberán estar claramente estructurados y deberán utilizar de forma explícita un sistema consistente de referencias cruzadas que facilite el manejo y la comprensión del conjunto.

Fase 1: Diseño

• Documentación de diseño:

DED: Documento de Especificaciones de Diseño

Describirá de forma clara y precisa cada uno de los requerimientos esenciales (funciones, rendimientos, limitaciones y restricciones, otros atributos, ...) de la aplicación y de sus interfaces externas en su caso. Cada requerimiento se describirá de forma que se pueda verificar y validar su cumplimiento mediante alguno de los métodos de comprobación habituales (inspección, demostración, análisis o prueba).

El DED se podrá elaborar mediante la profundización y el refinamiento del contenido de uno o varios documentos aportados por el promotor/usuario (especificaciones para la contratación, declaración de objetivos, contrato, etc.). El DED especificará de forma operativa los requerimientos establecidos por el promotor/usuario interpretados por el responsable del desarrollo o en su caso el contratista.

DDD: Documento de Descripción del Diseño

Describirá los componentes principales del diseño, incluyendo las estructuras de datos, las unidades de tratamiento (módulos de procesamiento) y las interfaces internas entre las mismas. En caso necesario se descompondrá cada componente en los elementos constitutivos de más bajo nivel que correspondan.

El DDD contendrá la descripción técnica y detalles de implantación relativos a la forma en que la aplicación va a cumplir los requisitos establecidos en el DED.

El DDD describirá las principales características de la aplicación, tales como arquitectura general, ficheros y/o bases de datos,

módulos de procesamiento, interfaces externas e internas, etc. También deberá incluir referencias explícitas al entorno de operación previsto (características principales de la máquina virtual) y cualquier otro aspecto técnico relevante. En los casos en que el proyecto en cuestión se esté desarrollando de acuerdo con una metodología o conjunto de estándares determinados, el DDD será consistente con las normas y procedimientos que le sean de aplicación.

Fase 2: Programación

• Código fuente

Se proporcionarán todos los programas fuente, incluidas funciones auxiliares, código para la creación de estructuras de datos, interfaces externas y cualquier otro tipo de programas que sean llamados desde la aplicación y no formen parte directamente de la máquina virtual. Los programas fuente serán entregados en el soporte físico y formato de representación que hayan sido previamente establecidos por el promotor/usuario.

• DTP: Documentación Técnica de Programación

Los programas se estructurarán en la medida de lo posible en grupos homogéneos (módulos de procesamiento o unidades de tratamiento), cada uno de los cuales irá acompañado de la documentación técnica asociada que contendrá los siguientes elementos:

- . descripción global del módulo de procesamiento y por cada uno de los programas que lo constituyen:
- . listado del código fuente con comentarios internos
- . comentarios externos apropiados sobre:
 - . definición de algoritmos
 - . definición de estructuras de datos
 - . manejo de excepciones y gestión de errores

Fase 3: Implantación y pruebas de aceptación

- **APL:** Aplicación (software ejecutable)

El responsable del desarrollo entregará e implantará la aplicación lista para ser probada [APL], en formato directamente ejecutable sobre la máquina virtual que haya establecido el Organismo usuario/promotor del proyecto.

La aplicación será sometida al Plan de Pruebas que haya definido el equipo de garantía de calidad del proyecto (fascículo #3). Como consecuencia de las pruebas de aceptación de la aplicación, el responsable del desarrollo elaborará un informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR], tal como se indica en la descripción del procedimiento correspondiente.

- Documentación de operación y explotación:

- **DOP:** Documentación de Operación

Se elaborarán y entregarán los manuales necesarios, incluyendo la descripción detallada y operativa en relación con la gestión técnica y operación de la aplicación y en particular sobre los puntos siguientes:

- . procedimientos de instalación
- . procedimientos de administración y gestión de la configuración
- . procedimientos de operaciones especiales
- . procedimientos de mantenimiento

- Documentación de usuarios:

- **DRU:** Documentación de Referencia para Usuarios

Se elaborarán y entregarán los manuales necesarios en los que se especificarán y describirán de forma clara y detallada las instrucciones necesarias para que los usuarios finales puedan utilizar de forma efectiva la aplicación, de acuerdo con los requisitos de funcionalidad establecidos. Debería incluir en la medida de lo posible los apartados siguientes:

- . presentación y descripción funcional de la aplicación
- . tutorial:
 - . instrucciones de manejo de la interfaz de usuario
 - . operación funcional
 -

. manual de referencia:

- . relación de comandos y sentencias de control
- . manejo de errores
-

Modelo secuencial intermedio

Descripción general

Este modelo de referencia supone un refinamiento del anterior, y de igual modo se basa en el paradigma tradicional de ciclo de vida denominado desarrollo secuencial o “en cascada”. La principal diferencia radica en que el modelo intermedio presenta un mayor nivel de detalle, aumentando el número de fases en que se puede descomponer el desarrollo de 3 a 5. Esas fases son las siguientes:

Fase 1: Elaboración de las especificaciones de diseño

Fase 2: Diseño funcional

Fase 3: Diseño técnico detallado

Fase 4: Programación

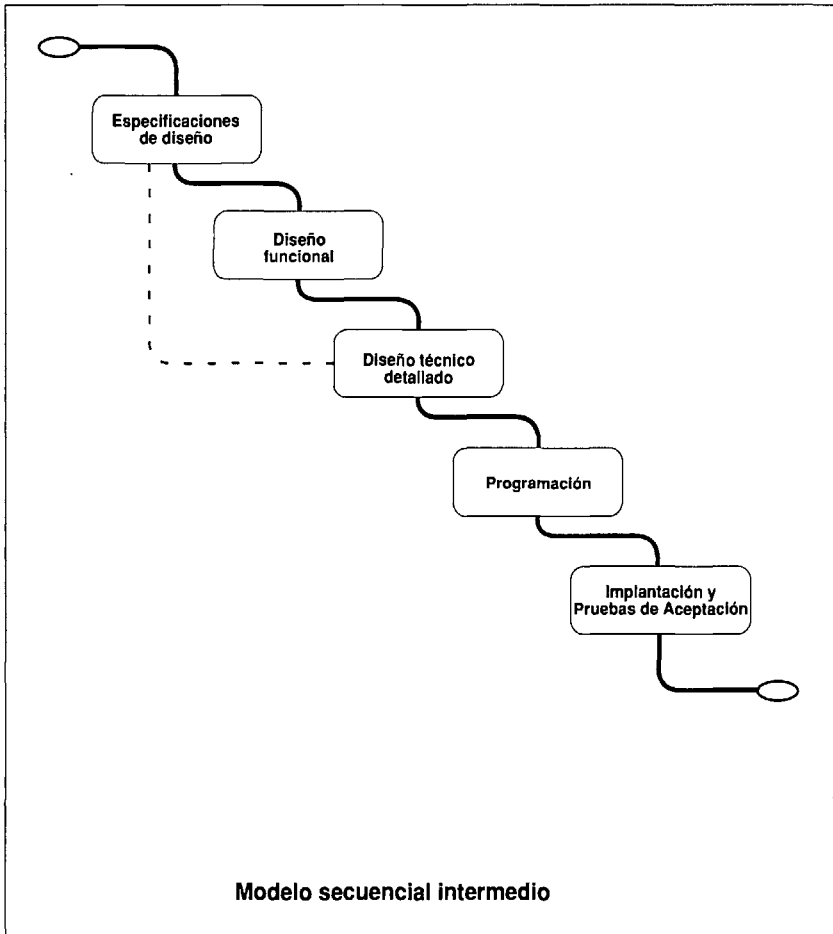
Fase 5: Implantación y pruebas de aceptación

En primer lugar puede observarse que las actividades de diseño se dividen en tres fases en las cuales recoge de forma explícita cada uno de los tres grupos principales de tareas correspondientes: especificaciones, diseño funcional y diseño técnico. De esta manera se resalta su importancia en el conjunto del desarrollo.

Por otra parte conviene hacer notar que en este modelo se considera que el grado de “feedback” que puede producirse entre fases distintas sería todavía limitado, y que por lo tanto en la mayoría de los casos este hecho supondría simplemente la existencia de algunos bucles entre fases próximas por revisiones parciales.

El modelo secuencial intermedio será normalmente adecuado para proyectos de desarrollo de aplicaciones de mediana complejidad y tamaño, en los que sin embargo sea conveniente introducir un cierto nivel de detalle a efectos de garantía de calidad.

Diagrama



Fases de que se compone

Fase 1: Elaboración de las especificaciones de diseño

Se procederá a refinar y definir con mayor detalle el documento de especificaciones de usuario o pliego de bases para la contrata-

ción. Se eliminarán tanto como sea posible las ambigüedades que pudieran existir y se definirán con claridad y precisión los requerimientos esenciales que debe cumplir la aplicación, tanto desde el punto de vista funcional como en lo que se refiere a su rendimiento, así como las limitaciones y restricciones que deban ser tenidas en cuenta.

En esta fase el contratista o responsable del desarrollo deberá trabajar en estrecha relación con el usuario o promotor del proyecto.

Fase 2: Diseño funcional

El diseño funcional es la siguiente fase del proceso de desarrollo, en la cual se partirá del documento validado que contiene las especificaciones de diseño, y se procederá a analizar y describir el comportamiento externo de la aplicación en cuestión, especialmente en términos de las funciones que se deben llevar a cabo.

Esta fase estará orientada esencialmente hacia el análisis de la naturaleza y características del problema, la información y el dominio funcional de la aplicación; será por lo tanto prácticamente independiente de los detalles concretos de implantación. El diseño funcional podrá llevarse a cabo mediante la utilización de metodologías y técnicas de análisis muy diversas. En cualquier caso se puede señalar que a lo largo de esta fase, el contratista o responsable del desarrollo deberá llevar a cabo tareas tales como las siguientes:

- análisis del dominio de información (naturaleza, contenido, estructura lógica y estimaciones cuantitativas)
- identificación de las principales operaciones y representación funcional de las mismas
- descripción de las interfaces externas y operaciones de entrada y salida
- ...

Fase 3: Diseño técnico detallado

En esta fase se contempla el diseño desde la perspectiva de la implantación de la aplicación sobre un entorno o máquina virtual concreta.

El diseño técnico traslada los resultados de las fases anteriores a un contexto “hard” + “soft” determinado y define de forma operativa los componentes técnicos informáticos más relevantes que van a formar parte de la aplicación. Entre las tareas que normalmente se llevarán a cabo pueden señalarse las siguientes:

- diseño lógico de las estructuras de datos tanto de carácter principal (bases de datos, diccionarios, ficheros, ...) como auxiliares (tablas, listas, árboles, pilas, ...)
- diseño físico de las estructuras de datos (detalles técnicos de su implantación), tales como indexación, tamaño, métodos de acceso, etc.
- diseño detallado de los módulos de procesamiento (unidades de tratamiento), mediante las técnicas apropiadas (flujo de datos, estructura de datos, orientadas a objetos, ...) incluyendo el diseño lógico de algoritmos en los casos necesarios
- definición en su caso de los flujos de control, rangos de valores permisibles, manejo de errores y excepciones, etc.

Fase 4: Programación

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga del modelo anterior

Fase 5: Implantación y pruebas de aceptación

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga del modelo anterior

Productos y componentes a obtener

Fase 1: Elaboración de las especificaciones de diseño

DED: Documento de Especificaciones de Diseño

Equivalente en contenido y alcance al documento análogo en el modelo anterior

Fase 2: Diseño funcional

DDF: Documento de Diseño Funcional

Contendrá la descripción de los resultados de los trabajos que hayan realizado durante esa fase en relación con el análisis del dominio (o dominios) de información (naturaleza, contenido, estructura lógica y estimaciones cuantitativas), la partición del problema y la representación funcional de las principales operaciones y procesos, la definición de la interfaces externas y operaciones principales de entrada y salida, así como cualquier otro punto relevante vinculado a las características funcionales de la aplicación o de su entorno de implantación.

Fase 3: Diseño técnico

DDT: Documento de Diseño Técnico

Describirá los componentes principales del diseño, incluyendo las estructuras de datos, las unidades de tratamiento (módulos de procesamiento) y las interfaces internas entre las mismas. En caso necesario se descompondrá cada componente en los elementos constitutivos de más bajo nivel que correspondan.

Este documento contendrá la descripción técnica y detalles de implantación relativos a la forma en que la aplicación va a cumplir los requisitos establecidos en el DED. El objetivo fundamental de este documento consiste en la descomposición del sistema o aplicación como un todo en sus componentes fundamentales desde del punto de vista técnico-informático, completos y claramente diferenciables.

El DDT describirá las principales características de la aplicación, tales como arquitectura general, ficheros y/o bases de datos, módulos de procesamiento, interfaces externas e internas, etc. También deberá incluir referencias explícitas al entorno de operación previsto (características principales de la máquina virtual) y cualquier otro aspecto técnico relevante. En los casos en que el proyecto en cuestión se esté desarrollando de acuerdo con una metodología o conjunto de estándares determinados, el DDT será consistente con las normas y procedimientos que le sean de aplicación.

Fase 4: Programación

- **Código fuente**

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en el modelo anterior

- **DTP:** Documentación Técnica de Programación

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en el modelo anterior

Fase 5: Implantación y pruebas de aceptación

- **APL:** Aplicación (software ejecutable)

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en el modelo anterior

- Documentación de operación y explotación:

- **DOP:** Documentación de Operación

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en el modelo anterior

- Documentación de usuarios:

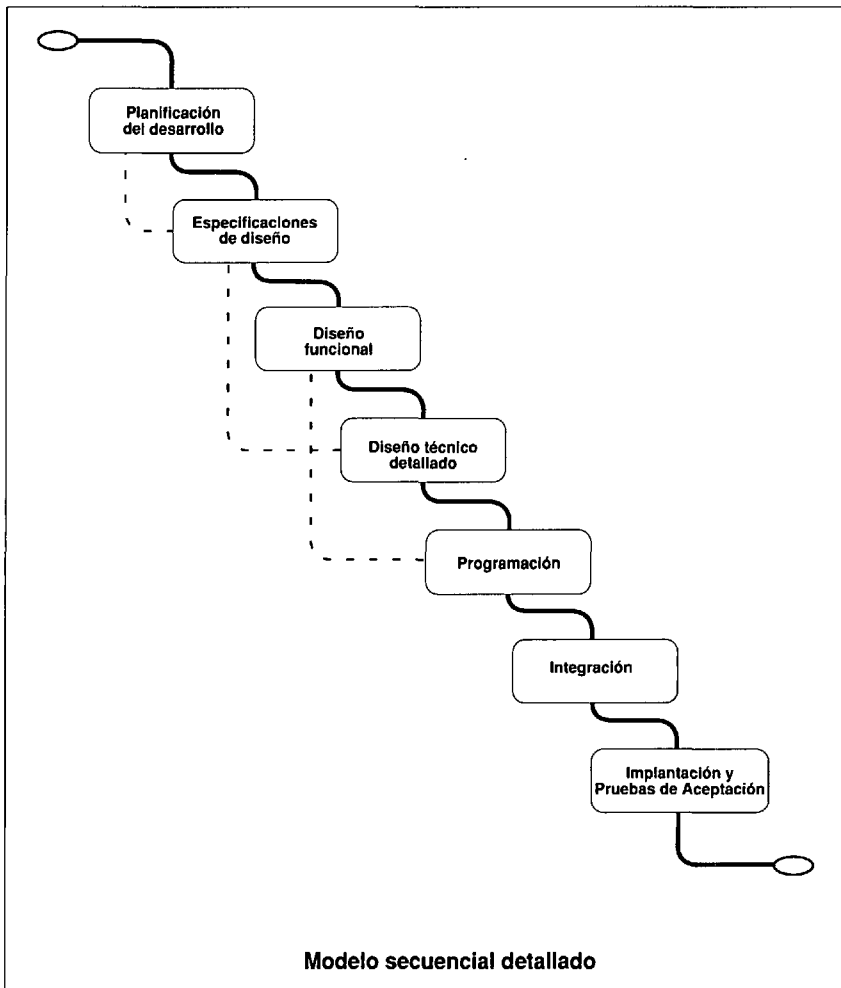
- **DRU:** Documentación de Referencia para Usuarios

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en el modelo anterior

* **OBSERVACION IMPORTANTE:** En este modelo secuencial intermedio se pueden producir algunos bucles de realimentación o “feedback” entre fases contiguas o próximas. En tales casos, la documentación de las fases afectadas deberá reflejar de forma consistente las sucesivas modificaciones que se hayan podido introducir en los componentes correspondientes.

Modelo secuencial detallado**Descripción general**

Este modelo de referencia es el último que se basa en el paradigma tradicional de ciclo de vida secuencial o “en cascada”, y supone un grado de refinamiento adicional al de los anteriores que se traduce en un

Diagrama

mayor nivel de detalle, y consecuentemente en un aumento del número de las fases en que se descompone el desarrollo. En este modelo se consideran las 7 fases siguientes:

- Fase 1: Planificación del desarrollo
- Fase 2: Elaboración de las especificaciones de diseño
- Fase 3: Diseño funcional
- Fase 4: Diseño técnico detallado
- Fase 5: Programación
- Fase 6: Integración
- Fase 7: Implantación y pruebas de aceptación

Las principales diferencias entre este modelo y el anterior (secuencial intermedio) provienen de la inclusión a efectos de control de las fases 1 (planificación) y 6 (integración). Ello se debe a que el modelo secuencial detallado tiene su ámbito de aplicación preferente en proyectos que por lo general se caracterizan por su notable importancia en cuanto a tamaño, complejidad, duración y coste. Dado que la gestión y el control de tales proyectos no es en absoluto una tarea sencilla, se ha considerado oportuno extender el modelo con la inclusión de las dos fases adicionales señaladas.

Finalmente debe señalarse que dado el tipo de proyectos a los que se dirige este modelo, es previsible que exista un cierto grado de “feedback” entre sus distintas fases (especialmente las cinco primeras) y que se produzcan ciclos de realimentación que de alguna manera vulneran el principio de secuencialidad entendido en sentido estricto.

Fases de que se compone

Fase 1: Planificación del desarrollo

En esta fase inicial el contratista o responsable del desarrollo deberá realizar la descomposición del proyecto en grupos homogéneos de tareas y de actividades dentro de ellas, así como proceder a su ordenación temporal y a la asignación de recursos a las mismas.

La planificación se llevará a cabo con un nivel de detalle adecuado a la complejidad, tamaño y grado de estructuración del proyecto. Para ello se podrán utilizar una amplia variedad de metodologías (Method-1, Racines, etc) y de técnicas y herramientas aplicables (diagramas de Gant, PERT, CPM, etc).

Fase 2: Elaboración de las especificaciones de diseño

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga en el modelo anterior

Fase 3: Diseño funcional

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga en el modelo anterior

Fase 4: Diseño técnico detallado

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga en el modelo anterior

Fase 5: Programación

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga en los modelos anteriores

Fase 6: Integración

En proyectos complejos o de grandes dimensiones suele ser conveniente por razones de facilidad de gestión y control, establecer una cierta descomposición en elementos y componentes, a veces con interrelaciones complejas. Por tanto se justifica incluir en este modelo una fase en la que se se proceda a la integración de las distintas partes que componen la aplicación, con el fin de controlar los posibles problemas de interacción que se pueden producir y garantizar el buen funcionamiento del conjunto.

Fase 7: Implantación y pruebas de aceptación

Equivalente en contenido y alcance a la fase análoga en los modelos anteriores

Productos a obtener**Fase 1: Planificación del desarrollo**

- **DBP:** Documento Base de Planificación del proyecto

Este documento tendrá el carácter de marco básico de referencia para la planificación del desarrollo del proyecto. Como tal, el DBP deberá incluir los puntos siguientes:

- . descripción y alcance de las tareas que se van a llevar a cabo
- . identificación de los principales métodos, instrumentos y procedimientos de trabajo que se van a utilizar
- . procedimientos de seguimiento y control de los trabajos,
- . y de revisión y aprobación de los documentos correspondientes
- . planificación del proyecto:
 - . diagrama de precedencias (PERT o similar)
 - . diagrama de ordenación temporal de tareas y actividades (GANTT o similar)
 - . esquema de asignación de recursos a grupos de tareas y actividades

Fase 2: Elaboración de las especificaciones de diseño

- **DED:** Documento de Especificaciones de Diseño

Equivalente en contenido y alcance al documento análogo en los modelos anteriores

Fase 3: Diseño funcional

- **DDF:** Documento de Diseño Funcional

Equivalente en contenido y alcance al documento análogo en el modelo anterior

Fase 4: Diseño técnico

- **DDT:** Documento de Diseño Técnico

Equivalente en contenido y alcance al documento análogo en el modelo anterior

Fase 5: Programación

- **Código fuente**

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en los modelos anteriores

- **DTP:** Documentación Técnica de Programación

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en los modelos anteriores

Fase 6: Integración

- **APL:** Partes constituyentes de la aplicación (software ejecutable)

El responsable del desarrollo entregará e integrará los distintos elementos y componentes ejecutables de la aplicación, que será sometida al Plan de Pruebas que haya definido el equipo de garantía de calidad del proyecto (fascículo #3) en la parte correspondiente (pruebas de integración).

Fase 7: Implantación y pruebas de aceptación

- **APL:** Aplicación (software ejecutable)

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en los modelos anteriores

- Documentación de operación y explotación:

- **DOP:** Documentación de Operación

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en los modelos anteriores

- Documentación de usuarios:
- **DRU:** Documentación de Referencia para Usuarios

Equivalente en contenido y alcance al componente análogo en los modelos anteriores

* **OBSERVACION IMPORTANTE:** En este modelo secuencial detallado es muy probable que se produzcan bucles de realimentación o “feed-back” entre las distintas fases del desarrollo. En tales casos, la documentación que se entregue deberá reflejar de forma consistente las sucesivas modificaciones que se hayan podido introducir en los productos correspondientes.

Modelo de desarrollo evolutivo por prototipos

Descripción general

El modelo de desarrollo por evolución de prototipos corresponde en su interpretación más estricta, a un paradigma de ciclo de vida bastante diferente del que presentan los modelos secuenciales. Este modelo parte de la consideración de que el diseño de un producto software (aplicación) puede (y debe) realizarse de forma “incremental”, es decir definiendo y añadiendo en el contexto de una aplicación, sucesivos niveles de funcionalidad a otros previamente implantados, mediante un proceso de desarrollo cíclico.

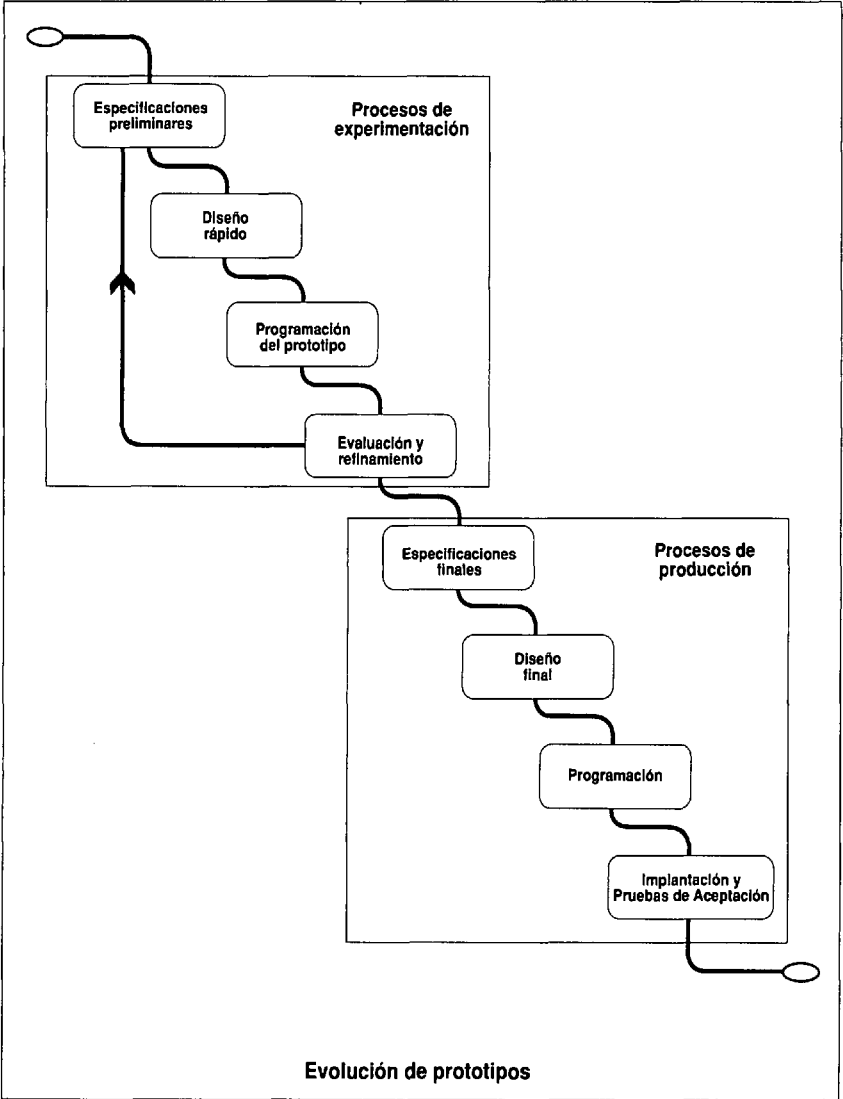
En la práctica real resulta difícil la aplicación directa de este método al desarrollo de aplicaciones operativas de cierta entidad (es decir de carácter no experimental). El modelo de desarrollo evolutivo a través de prototipos podrá resultar sin embargo aplicable de una forma híbrida, distinguiendo a lo largo del desarrollo dos tipos de procesos de distinta naturaleza:

- procesos de **experimentación** que corresponden a la ejecución de una serie de ciclos cuyas sucesivas etapas se repetirán tantas veces como sea necesario hasta que se alcance un nivel satisfactorio de definición del producto (aplicación) a desarrollar
- procesos de **producción** que partiendo del punto anterior proceden más o menos de acuerdo con el tradicional modelo secuencial de desarrollo, utilizando determinados productos parciales obtenidos en el proceso de experimentación

En cada uno de los tipos de procesos anteriores pueden distinguirse las etapas siguientes:

- Procesos de experimentación (k-ciclos)
 - . Fase 1: especificaciones del prototipo
 - . Fase 2: diseño rápido
 - . Fase 3: programación del prototipo
 - . Fase 4: evaluación y refinamiento
- Procesos de producción (secuencial)

Diagrama



- . Fase 1: especificaciones finales del diseño
- . Fase 2: diseño final
- . Fase 3: programación
- . Fase 4: pruebas de aceptación

Aunque el modelo de desarrollo por evolución de prototipos no presenta una aplicabilidad tan amplia como los modelos secuenciales, debe señalarse que puede resultar adecuado en proyectos pequeños y medios en los que se parta de unas especificaciones con muy bajo nivel de definición y estructuración.

Fases de que se compone

• Procesos de experimentación

Supondrán la ejecución de una serie de ciclos a través de los cuales se irán especificando funciones de forma incremental, y contrastando su implantación en un prototipo de la aplicación que se va a desarrollar. Cada uno de los ciclos de experimentación estará compuesto a su vez por las fases siguientes:

Fase 1: especificaciones del prototipo

En la primera fase del proceso de experimentación se procederá a elaborar unas especificaciones preliminares, en principio con un nivel de detalle limitado, que se irán refinando y aumentando a través del proceso cíclico de evolución

Fase 2: diseño rápido

En cada ciclo se irán incorporando nuevas funcionalidades, lo cual se traducirá en la modificación evolutiva del diseño

Fase 3: programación del prototipo

Corresponderá a la implantación de las nuevas funcionalidades definidas en cada ciclo, mediante la utilización de las herramientas apropiadas

(en bastantes ocasiones se tratará de lenguajes de cuarta generación o herramientas específicas para el prototipado)

Fase 4: evaluación y refinamiento

Al final de cada ciclo, la funcionalidad del prototipo será evaluada por el usuario o promotor del proyecto, y en consecuencia se introducirán correcciones y adiciones a incorporar en un nuevo ciclo hasta el punto en que se considere que el producto se encuentra lo suficientemente definido como para poder dar por finalizado el proceso de experimentación y elaborar directamente las especificaciones finales de diseño

• Procesos de producción

Una vez finalizados los procesos de experimentación se iniciará la producción o desarrollo de la aplicación definitiva. Será un proceso básicamente secuencial que se desarrollará a través de las fases que a continuación se indican, cuyo contenido es análogo al de los modelos que se han descrito anteriormente.

Fase 1: especificaciones finales del diseño

Fase 2: diseño final

Fase 3: programación

Fase 4: implantación y pruebas de aceptación

Productos a obtener

• Proceso de experimentación

Por cada uno de los ciclos que tengan lugar se entregará el siguiente documento:

- IEP: Informe de Evolución del Prototipo**

Contendrá una descripción breve pero suficientemente explicativa de las funciones incorporadas en cada ciclo y del comportamiento del prototipo, en cuanto respecta a la evaluación de sus ventajas y de sus puntos débiles. Se incluirá una exposición razonada de las previsiones de evolución y de la duración y recursos estimados para finalizar el proceso de experimentación.

- **Proceso de producción**

Se obtendrán productos y componentes equivalentes a los que corresponden al modelo secuencial que resulte aplicable (será el básico o alternativamente el intermedio), es decir:

Fases de especificaciones finales y diseño:

- **DED:** Documento de Especificaciones de Diseño
- **DDD:** Documento de Descripción del Diseño

o alternativamente,

- **DDF:** Documento de Diseño Funcional
- **DDT:** Documento de Diseño Técnico

Fase de programación:

- **Código fuente**
- **DTP:** Documentación Técnica de Programación

Fase de implantación y pruebas de aceptación:

- **APL:** Aplicación (software ejecutable)

Otros productos:

- **DOP:** Documentación de Operación
- **DRU:** Documentación de Referencia para Usuarios

Modelo de desarrollo modular

Descripción general

Este es el último de los modelos de referencia para el desarrollo de aplicaciones que se consideran en este Plan General de Calidad. De hecho puede contemplarse como una variante de los modelos secuenciales adaptados al caso particular de aplicaciones que posean una naturaleza manifiestamente modular, es decir que puedan descomponerse en módulos desarrollables con un notable grado de independencia y paralelismo.

Las tareas de desarrollo de estas aplicaciones podrá organizarse en paralelo en la medida en que pueda desacoplarse la producción de los distintos módulos que las componen. Este hecho significa en la práctica el desdoblamiento del modelo secuencial en tantos procesos paralelos como módulos puedan identificarse.

Los modelos de este tipo pueden descomponerse en las siguientes fases:

Fase 1: Estudio preliminar y planificación

Fase 2: Desarrollo (k-módulos paralelos)

2.1: Especificación

2.2: Diseño (y en su caso 2.2.1, funcional, y 2.2.2, técnico)

2.3: Programación

2.4: Pruebas

Fase 3: Integración de módulos

Fase 4: Pruebas de aceptación

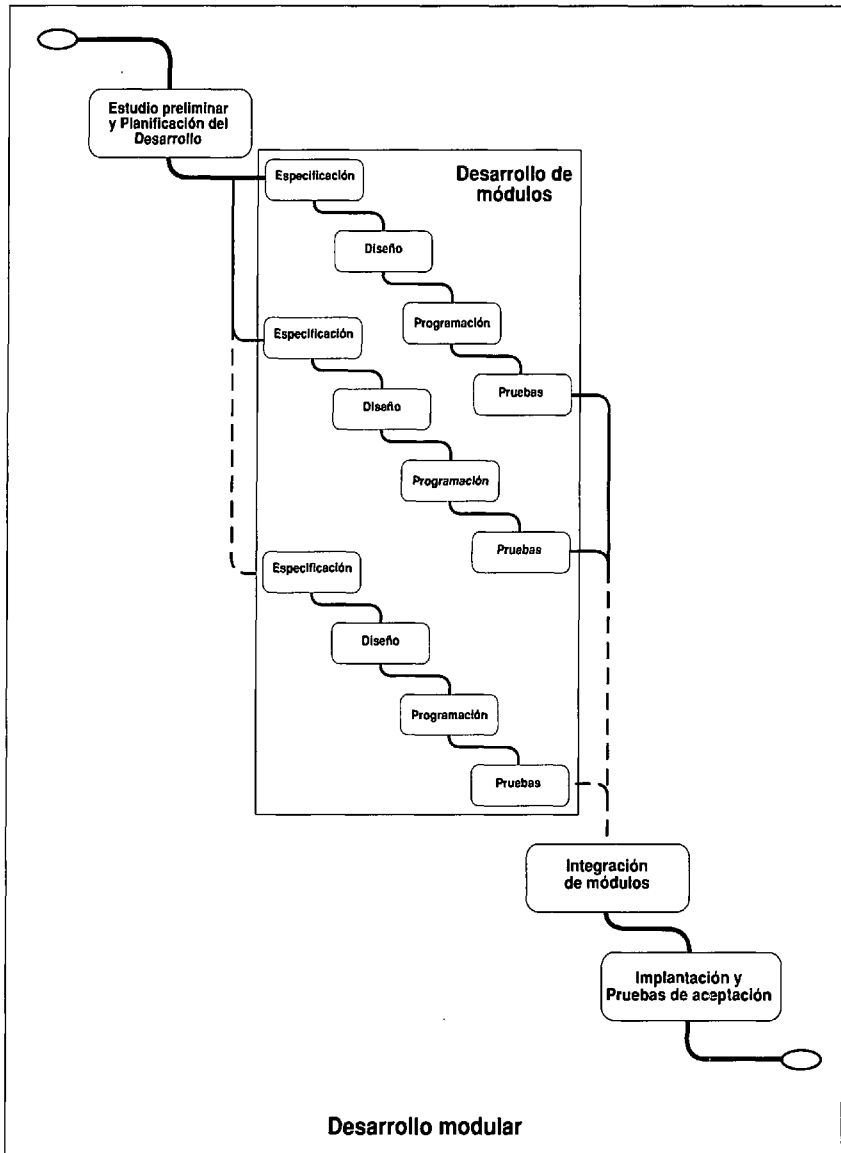
El desarrollo modular parece especialmente adecuado a proyectos con un elevado grado de definición y estructuración de sus especificaciones, que sean susceptibles de descomposición en módulos claramente diferenciados y con un bajo nivel de acoplamiento.

Fases de que se compone

Fase 1: Estudio preliminar y planificación del desarrollo

A partir de las especificaciones de usuario se llevará a cabo un análisis preliminar de la aplicación con el fin de identificar los módulos

Diagrama



funcionalmente diferentes en que se puede descomponer y planificar su desarrollo. Debe hacerse notar que para que este modelo sea plenamente aplicable, los módulos deberán estar débilmente acoplados, es decir poseer un notable grado de independencia. Para ello su nivel de interacción en el conjunto de la aplicación debería ser limitado y en cualquier caso producirse a través de interfaces definidas en detalle.

Fase 2: Desarrollo de módulos en paralelo

Una vez identificados de forma inequívoca los distintos módulos, podrán iniciarse los correspondientes procesos de desarrollo en paralelo. A cada uno de éstos le corresponderá un proceso secuencial de los tipos básico o intermedio, según la naturaleza y características particulares de cada módulo. El grado de paralelismo del desarrollo global de la aplicación se podrá graduaren función de factores de oportunidad y conveniencia dentro de los límites marcados por la descomposición modular establecida en la fase anterior.

En el desarrollo de cada módulo se considerarán las etapas siguientes:

2.1: Especificaciones

2.2: Diseño¹

2.3: Programación

2.4: Pruebas de validación del módulo

Su alcance y significado coinciden con los de las fases análogas en los modelos secuenciales correspondientes.

Fase 3: Integración

En la medida que se finalicen de forma satisfactoria los procesos de desarrollo de la fase anterior, será necesario proceder a la integración de los distintos módulos de la aplicación. Este aspecto resulta de crucial importancia ya que debe servir para comprobar la consistencia de las interfaces definidas y el buen funcionamiento de los mecanismos internos de comunicación e intercambio de datos.

¹ Cuando la naturaleza de los módulos lo requiera se desdoblará esta etapa en dos, una de diseño funcional y otra de diseño técnico detallado

Fase 4: Implantación y pruebas de aceptación

Finalmente esta fase hace referencia al diseño y realización de una serie de pruebas de carácter formal. Su finalidad es la de comprobar el correcto funcionamiento de la aplicación en su conjunto, y su superación constituye un requisito previo indispensable para la recepción de los trabajos. Las pruebas deberán demostrar de forma inequívoca que la aplicación cumple como mínimo con todas las funcionalidades y requisitos de rendimiento exigidos en las especificaciones que se hayan establecido.

Productos a obtener

El contenido y alcance de los documentos y componentes correspondientes a cada fase es equivalente al de sus análogos en los modelos secuenciales aplicables al desarrollo de cada uno de los módulos.

Fase 1: Estudio preliminar y planificación del desarrollo

- **DBP:** Documento Base y de Planificación

Fase 2: Desarrollo de módulos en paralelo

Se obtendrán por cada uno de los módulos M_i los productos que correspondan según el modelo secuencial correspondiente es decir:

. etapas de especificaciones y diseño:

- **DED- M_i :** Documento de Especificaciones de Diseño del Módulo
- **DDD- M_i :** Documento de Descripción del Diseño del Módulo

o alternativamente,

- **DDF- M_i :** Documento de Diseño Funcional del Módulo
- **DDT- M_i :** Documento de Diseño Técnico del Módulo

. etapa de programación:

- **Código Fuente del Módulo**
- **DTP-M_i**: Documentación Técnica de Programación del Módulo

. etapa de pruebas de validación:

- **MODM_i**: Módulo i (software ejecutable)

Fase 3: Integración de módulos

- **MODM_i**: Conjunto de todos los módulos (software ejecutable)

Fase 4: Pruebas de aceptación

- **APL**: Aplicación integrada (software ejecutable)

Otros productos:

- **DOP**: Documentación de Operación
- **DRU**: Documentación de Referencia para Usuarios

6.1.2 - Método para la determinación del modelo de referencia más adecuado a un proyecto determinado

Se empleará un procedimiento de utilización sencilla y directa, que consiste en la ejecución los siguientes pasos:

(1) Se evaluarán los factores de discriminación del proyecto (FDP_i) en relación con cada uno de los 5 modelos de referencia señalados en el epígrafe anterior. Para ello se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

Por **cada uno** de los 5 modelos de referencia:

- se contrastará el diagrama característico del proyecto con la plantilla de comparación correspondiente (se incluyen en las páginas siguientes)
- por cada uno de los atributos A_j (filas de la parrilla), se obtendrá en valor del factor de discriminación parcial (f_j), mediante la siguiente expresión:

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

en la que:

t_{jk} es el valor de cada uno de los cuadros de la trama del diagrama característico del proyecto no cubiertos por la trama de la plantilla de comparación que se está utilizando

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

n es el número total de cuadros del diagrama característico no cubiertos por la plantilla del modelo en la fila de que se trate

- el valor del FDP_i correspondiente se obtendrá extrayendo la media aritmética simple de los valores de f_j , es decir:

$$FDP_i = \sum f_j / 18$$

(2) Se seleccionará como más adecuado el modelo de referencia al que corresponda el valor **más bajo** de los 5 factores de discriminación obtenidos

Con el fin de facilitar la comprensión de este método, más adelante (páginas 44 a 50) se lleva a cabo su aplicación al proyecto hipotético tomado como ejemplo, cuyo diagrama característico se indicaba en el capítulo 5.

*** OBSERVACION IMPORTANTE:**

Debe advertirse que no todos los atributos que se han considerado para formar el diagrama característico de un proyecto determinado y las plantillas de comparación correspondientes a los cinco modelos de referencia para el desarrollo, son realmente significativos a los efectos de la determinación del modelo de referencia del proyecto en cuestión.

En particular los factores relativos a los requisitos de fiabilidad [FIAB], seguridad [SEC], comportamiento externo [CEX] y comportamiento interno [CIN] no resultan discriminantes a los efectos de determinación del modelo de referencia más adecuado para el desarrollo, aunque resultan de gran importancia para la obtención del perfil de riesgos del proyecto y de su foco de interés a los efectos de garantía de calidad.

Inversamente, otros atributos pueden a su vez resultar irrelevantes en cuanto a la obtención de estos dos últimos elementos, y sin embargo serlo a efectos del modelo de referencia, tal como se puede observar en la aplicación de los métodos correspondientes. La consideración de este hecho llevaría a definir no sólo uno sino varios diagramas característicos de un mismo proyecto con atributos diferentes, en función de que lo que se pretendiese determinar fuese su modelo de referencia para el desarrollo, el perfil de riesgos o el foco de interés en garantía de calidad.

Con el fin de unificar el diagrama característico de los proyectos y simplificar la utilización de los diversos juegos de plantillas de comparación, se ha preferido incluir en estas herramientas todos los atributos del proyecto, independientemente de que la aplicación práctica de cada uno de los tres métodos señalados los tome en consideración en su totalidad o tan sólo parcialmente.

Se ha procurado que este hecho resulte transparente a las personas que utilicen este Plan General, aunque se advierte a título explicativo.

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

**Plantilla de Comparación
Modelo Secuencial Básico**

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

**Plantilla de Comparación
Modelo Secuencial Intermedio**

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

**Plantilla de Comparación
Modelo Secuencial Detallado**

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

**Plantilla de Comparación
Desarrollo por Evolución de Prototipos**

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

**Plantilla de Comparación
Desarrollo Modular**

Ejemplo de aplicación

A continuación se aplica el método al proyecto hipotético que se ha tomado como ejemplo en el capítulo 5. Los valores del factor de discriminación de ese proyecto en relación con los cinco modelos de referencia se calculan en las páginas siguientes.

Como se puede comprobar en las páginas siguientes, los valores que se han obtenido para cada modelo son respectivamente:

$$FDP_1 = 2.83 \quad FDP_2 = 1.22 \quad FDP_3 = 0.75 \quad FDP_4 = 2.64 \quad FDP_5 = 0.61$$

Se observa que el mejor valor en este caso es el que corresponde al último modelo, es decir al modelo de desarrollo modular. Por lo tanto, éste será el que se tome como modelo de referencia para el desarrollo de ese proyecto hipotético.

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

Diagrama característico de un Proceso Informatico (ejemplo hipotético)

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

Comparación entre el Diagrama Característico y la Plantilla del Modelo Secuencial Basico

$$f_1 = (5 \times 3 + 4 \times 2) / 2 = 11.5$$

$$f_4 = 0$$

$$f_7 = 5 \times 1 = 5$$

$$f_{10} = 3 \times 1 = 3$$

$$f_{13} = 0$$

$$f_{16} = 2 \times 1 = 2$$

$$f_2 = (5 \times 3 + 4 \times 2) / 2 = 11.5$$

$$f_5 = 0$$

$$f_8 = 4 \times 1 = 4$$

$$f_{11} = 0$$

$$f_{14} = 5 \times 2 = 10$$

$$f_{17} = 0$$

$$f_3 = 0$$

$$f_6 = 0$$

$$f_9 = 0$$

$$f_{12} = 0$$

$$f_{15} = 4 \times 1 = 4$$

$$f_{18} = 0$$

$$\sum f_i = 51$$

$$FDP_1 = \sum f_i / 18 = 2.83$$

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

Comparación entre el Diagrama Característico y la Plantilla del Modelo Secuencial Intermedio

$f_1 = 5 \times 1 = 5$
 $f_4 = 0$
 $f_7 = 5 \times 1 = 5$
 $f_{10} = 0$
 $f_{13} = 0$
 $f_{16} = 2 \times 1 = 2$

$f_2 = 5 \times 1 = 5$
 $f_5 = 0$
 $f_8 = 0$
 $f_{11} = 0$
 $f_{14} = 5 \times 1 = 5$
 $f_{17} = 0$

$f_3 = 0$
 $f_6 = 0$
 $f_9 = 0$
 $f_{12} = 0$
 $f_{15} = 0$
 $f_{18} = 0$

$\Sigma f_i = 22$

$FDP_2 = \Sigma f_i / 18 = 1.22$

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

Comparación entre el Diagrama Característico y la Plantilla del Modelo Secuencial Detallado

$f_1=0$	$f_2=0$	$f_3=0$
$f_4=0$	$f_5=0$	$f_6=0$
$f_7=5 \times 1 = 5$	$f_8=0$	$f_9=0$
$f_{10}=0$	$f_{11}=0$	$f_{12}=2 \times 1 = 2$
$f_{13}=0$	$f_{14}=0$	$f_{15}=0$
$f_{16}=(3 \times 1 + 2 \times 2)/2 = 3.5$	$f_{17}=0$	$f_{18}=3 \times 1 = 3$

$\sum f_i = 13.5$

$FDP_3 = \sum f_i / 18 = 0.75$

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

Comparación entre el Diagrama Característico y la Plantilla del Modelo de Desarrollo por Evolución de Prototipos

$f_1 = (5 \times 2 + 4 \times 1) / 2 = 7$

$f_4 = 0$

$f_7 = 4 \times 2 = 8$

$f_{10} = 3 \times 1 = 3$

$f_{13} = 0$

$f_{16} = 3 \times 1 = 3$

$f_2 = (5 \times 2 + 4 \times 1) / 2 = 7$

$f_5 = 0$

$f_8 = (4 \times 2 + 3 \times 1) / 2 = 5.5$

$f_{11} = 0$

$f_{14} = 5 \times 2 = 10$

$f_{17} = 0$

$f_3 = 0$

$f_6 = 0$

$f_9 = 0$

$f_{12} = 0$

$f_{15} = 4 \times 1 = 4$

$f_{18} = 0$

$\Sigma f_i = 47.50$

$FDP_4 = \Sigma f_i / 18 = 2.64$

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

Comparación entre el Diagrama Característico y la Plantilla del Modelo de Desarrollo Modular

$f_1 = 0$

$f_4 = 0$

$f_7 = 4 \times 1 = 4$

$f_{10} = 0$

$f_{13} = 0$

$f_{16} = 2 \times 1 = 2$

$f_2 = 0$

$f_5 = 0$

$f_8 = 0$

$f_{11} = 0$

$f_{14} = 0$

$f_{17} = 0$

$f_3 = 0$

$f_6 = 0$

$f_9 = 0$

$f_{12} = 2 \times 1 = 2$

$f_{15} = 0$

$f_{18} = 3 \times 1 = 3$

$\Sigma f_i = 11$

$FDP_5 = \Sigma f_i / 18 = 0.61$

6.2 - Obtención del perfil de riesgos del proyecto

Se ha indicado en los apartados anteriores que en el desarrollo de cualquier proyecto informático existen riesgos que pueden afectar a su conclusión satisfactoria. Con el fin de obtener el denominado perfil de riesgos de un proyecto particular, se empleará un procedimiento que consiste básicamente en la detección y evaluación preliminar de riesgos potenciales, especialmente los de carácter extraordinario.

El método que se empleará establece dos umbrales de riesgo, denominados respectivamente ordinario y extraordinario. En general puede afirmarse que los proyectos situados en el umbral de riesgos ordinarios podrán controlarse de forma efectiva a través de planes de calidad de intensidades nominal o especial (1 ó 2), según se determine en su foco de interés. Los riesgos ordinarios son en principio tolerables, y el objetivo de un plan de calidad se dirige precisamente a su control.

Contrariamente a lo anterior, la existencia de riesgos extraordinarios hace muy difícil o incluso imposible su control efectivo una vez iniciado el proceso de desarrollo. La situación en estos casos suele deberse a la existencia de elementos contradictorios o desequilibrios importantes en el proyecto, que se traducen en que éste sea extremadamente vulnerable y en la mayoría de los casos hacen impráctica la aplicación de cualquier plan de calidad, razón por la que conviene su detección temprana. En estas situaciones se recomienda el reestudio del proyecto y la redefinición de sus condiciones de desarrollo, con el fin de atenuar los riesgos extraordinarios identificados y reducirlos hasta límites tolerables.

La detección preliminar de la existencia de riesgos de este tipo (o de su ausencia) se realizará de acuerdo con un procedimiento que evalúa el proyecto en cuestión (a través de su diagrama característico) en relación con una lista genérica de riesgos potenciales que se incluye en la página siguiente. La aplicación del método se realiza a través de la calificación del proyecto en relación con cada uno de los tipos de riesgos incluidos en la lista y la obtención del diagrama denominado *perfil de riesgos* del proyecto.

Listas genéricas de riesgos potenciales a evaluar

Se han considerado los siguientes siete tipos de riesgos:

R₁: Defectos graves y recurrentes en el comportamiento externo de la aplicación, bien sea por mala adecuación funcional o por problemas de rendimiento, falta de fiabilidad, problemas de seguridad, etc.

R₂: Baja calidad en general de los distintos productos obtenidos en las fases del desarrollo, con graves implicaciones en cuanto a la mantenibilidad de la aplicación y la gestión de su configuración

R₃: Dificultades graves de implantación por mala adecuación de la aplicación a su entorno real de operación, debidas a un bajo nivel de funcionalidad de la máquina virtual, falta de homogeneidad entre los entornos de desarrollo e implantación, mal comportamiento interno de la aplicación, etc.

R₄: Imposibilidad práctica de mantener los costes de desarrollo en consonancia con los límites establecidos en la contratación, bien por la necesidad de llevar a cabo ampliaciones o revisiones importantes del proyecto, bien por la aparición de costes ocultos significativos que le son directamente imputables

R₅: Incumplimiento grave de los plazos de ejecución

R₆: Imposibilidad de gestionar y controlar adecuadamente el desarrollo del proyecto, por razones de inmanejabilidad práctica del mismo, lo que se traduce entre otros problemas en la inoperabilidad de los planes de garantía de calidad establecidos

R₇: Inconclusión del proyecto, que correspondería a una situación extrema en alguno de los problemas anteriores

Procedimiento operativo

Se realizarán las siguientes operaciones:

(1) Se obtendrá para cada uno de los tipos de riesgos señalados anteriormente (R_i) el valor del *coeficiente de divergencia* (CD_i), que se calculará como la diferencia de los valores medios que en el diagrama característico del proyecto posean los denominados grupos de atributos antagonistas (se llamarán respectivamente grupo A y grupo B). En cada uno de estos grupos se incluirán atributos que deberían encontrarse equilibrados, es decir guardar cierta correspondencia mutua con el fin de no introducir desequilibrios previos en el desarrollo del proyecto. Para facilitar la obtención de los siete coeficientes de divergencia (CD_i), en el epígrafe siguiente se enumeran los atributos a incluir en los dos grupos A y B por cada uno de los tipos de riesgo.

(2) Se obtendrá el diagrama correspondiente al *perfil de riesgos* del proyecto, representándose en abscisas los siete tipos genéricos

de riesgos (R_1 a R_7) y en ordenadas los valores correspondientes de los coeficientes de divergencia que les corresponden (CD_1 a CD_7)

(3) Se analizará ese diagrama, mediante su comparación con los umbrales de referencia que se define más adelante. En los casos en que se identifiquen riesgos extraordinarios se recomienda encarecidamente a los promotores o responsables del proyecto que procedan a su reestudio o redefinición con el fin de mejorar su consistencia interna y reducir los desequilibrios que pueden existir entre los atributos de atributos antagonistas. De esa manera se conseguirá atenuar la vulnerabilidad del proyecto hasta límites tolerables que permitan la definición y la aplicación efectiva de un plan de garantía de calidad adecuado a su proceso de desarrollo. Especialmente se advierte que no debería iniciarse el desarrollo de ningún proyecto que se encuentre en situación de riesgos extraordinarios.

En las páginas siguientes se explica de forma detallada la utilización de este método y se lleva a cabo su aplicación al proyecto hipotético seleccionado como ejemplo.

Obtención de los coeficientes de divergencia CD_i

El valor del coeficiente de divergencia correspondiente a cada uno de los siete tipos de riesgo considerados se obtendrá mediante la siguiente expresión:

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

donde

a_{ij} = valor medio de cada uno de los atributos del grupo A tal como se refleja en el diagrama característico del proyecto

n = número de atributos incluidos dentro del grupo A en relación con cada tipo de riesgo

b_{ik} = valor medio de cada uno de los atributos del grupo B tal como se refleja en el diagrama característico del proyecto

m = número de atributos incluidos dentro del grupo B en relación con cada tipo de riesgo

Composición de los grupos de atributos antagonistas según tipos de riesgo:

R₁: Defectos graves y recurrentes en el comportamiento externo de la aplicación, bien sea por mala adecuación funcional o por problemas de rendimiento, falta de fiabilidad, problemas de seguridad, etc.

Grupo A: [FIAB], [SEC], [CEX], [CTR], [ECON]
Grupo B: [DESP], [PLZ], [REC]

R₂: Baja calidad en general de los distintos productos obtenidos en las fases del desarrollo, con graves implicaciones en cuanto a la mantenibilidad de la aplicación y la gestión de su configuración

Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [SEC], [CEX], [ECON]
Grupo B: [DESP], [COST], [PLZ], [EPRY], [REC]

FR₃: Dificultades graves de implantación por mala adecuación de la aplicación a su entorno real de operación, debidas a un bajo nivel de funcionalidad de la máquina virtual, falta de homogeneidad entre los entornos de desarrollo e implantación, mal comportamiento interno de la aplicación, etc.

Grupo A: [CIN], [FCMV], [DHMV], [INT], [DIFE], [ECON]
Grupo B: [COST], [PLZ], [REC]

R₄: Imposibilidad práctica de mantener los costes de desarrollo en consonancia con los límites establecidos en la contratación, bien por la necesidad de llevar a cabo ampliaciones o revisiones importantes del proyecto, bien por la aparición de costes ocultos significativos que le son directamente imputables

Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [FCMV], [ECON]
Grupo B: [DESP], [COST], [EPRY]

R₅: Incumplimiento grave de los plazos de ejecución

Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [FCMV], [ECON]
Grupo B: [DESP], [PLZ], [EPRY]

R₆: Imposibilidad de gestionar y controlar adecuadamente el desarrollo del proyecto, por razones de inmanejabilidad práctica del mismo, lo que se traduce entre otros problemas en la inoperabilidad de los planes de garantía de calidad establecidos

Grupo A: [DIM], [COMP]

Grupo B: [REC]

R₇: Inconclusión del proyecto, que correspondería a una situación globalmente desfavorable en los problemas anteriores

Grupo A: [DIM], [COMP], [FIAB], [SEC], [CEX],
[CIN], [TPMV], [FCMV], [DHMV], [CTR],
[INT], [DIFE], [ECON]

Grupo B: [DESP], [COST], [PLZ], [EPRY], [REC]

Criterios de interpretación

Los valores de los coeficientes de divergencia (CD_i) relativos a los distintos tipos de riesgos considerados (R_i) podrán oscilar entre los siguientes rangos:

Valores positivos:

$0 \leq CD_i < 3$: corresponden a un nivel ordinario de riesgos previos en relación con el factor considerado, que pueden ser en principio controlados mediante la aplicación de un plan de garantía de calidad adecuado

$3 \leq CD_i \leq 5$: el nivel de riesgos previos es extraordinario y por lo tanto muy difícilmente controlable; en este caso deberá redefinirse el proyecto para reducir el desajuste entre los atributos de los grupos A y B hasta valores admisibles

Valores negativos:

$0 \geq CD_i > -3$: indica que el planteamiento del proyecto es suficientemente satisfactorio en relación con el tipo de riesgo considerado, y que la propia definición inicial no introduce riesgos preliminares; no obstante, el control de los riesgos que se produ-

cirán una vez iniciado el desarrollo deberá llevarse a cabo siguiendo un plan adecuado de garantía de calidad
 $-3 \geq CD_i \geq -5$: si esta situación se produjese indicaría que el planteamiento inicial del proyecto resulta desajustado por defecto en relación con el tipo de riesgo considerado; si bien ello no resulta forzosamente negativo desde el punto de vista de garantía de calidad, conviene por razones de eficiencia en la asignación de recursos y equilibrio entre los grupos de atributos antagonistas que se proceda a la redefinición de los términos en que se piensa llevar a cabo el proyecto mediante el reajuste de los atributos correspondientes

Se define por lo tanto los umbrales siguientes:

- riesgos potenciales extraordinarios: $CD_i \geq 3$
- riesgos potenciales ordinarios: $-3 < CD_i < 3$
- ineficiencia potencial de la asignación de recursos: $CD_i \leq -3$

Para la representación del perfil de riesgos del proyecto se utilizará el sistema de coordenadas que se incluye en la página siguiente.

Aplicación al proyecto hipotético tomado como ejemplo

Valores de los coeficientes de divergencia:

Se obtienen a partir del diagrama característico del proyecto de acuerdo con el procedimiento descrito en las páginas 91 y 92.

$$CD_1 = [(3.5 + 3 + 2.5 + 2.5 + 3) / 5] - [(4.5 + 4 + 3.5) / 3] = -1.10$$

$$CD_2 = [(4.5 + 4.5 + 3.5 + 3 + 2.5 + 3) / 6] - [(4.5 + 5 + 4 + 2.5 + 3.5) / 5] = -0.40$$

$$CD_3 = [(2.5 + 1.5 + 2.5 + 2 + 1.5 + 3) / 6] - [(5 + 4 + 3.5) / 3] = -2$$

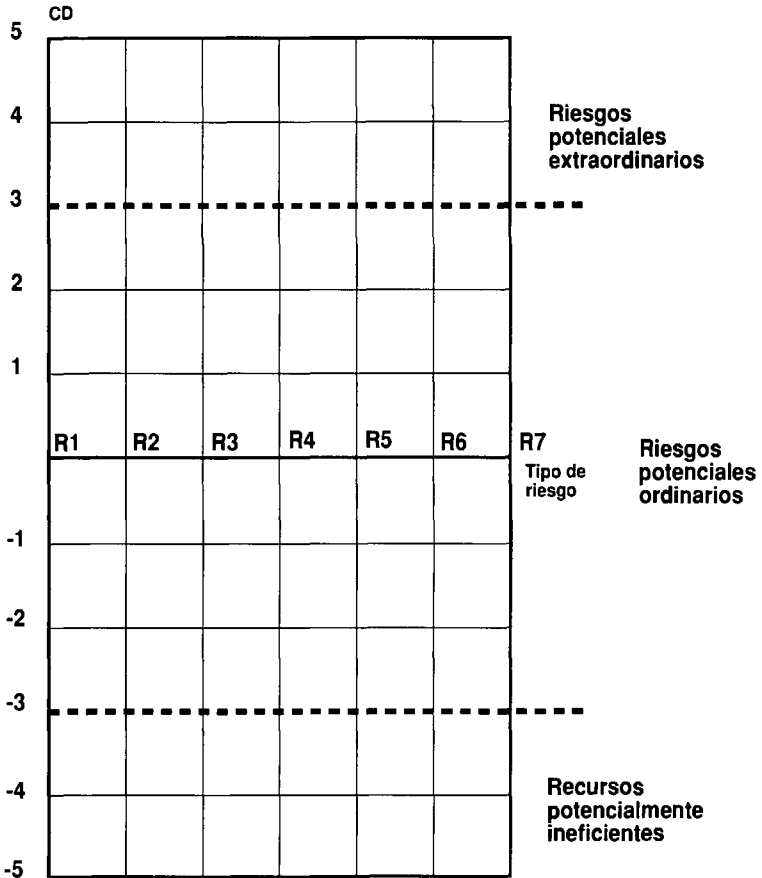
$$CD_4 = [(4.5 + 4.5 + 3.5 + 1.5 + 3) / 5] - [(4.5 + 5 + 2.5) / 3] = -0.60$$

$$CD_5 = [(4.5 + 4.5 + 3.5 + 1.5 + 3) / 5] - [(4.5 + 4 + 2.5) / 3] = -0.26$$

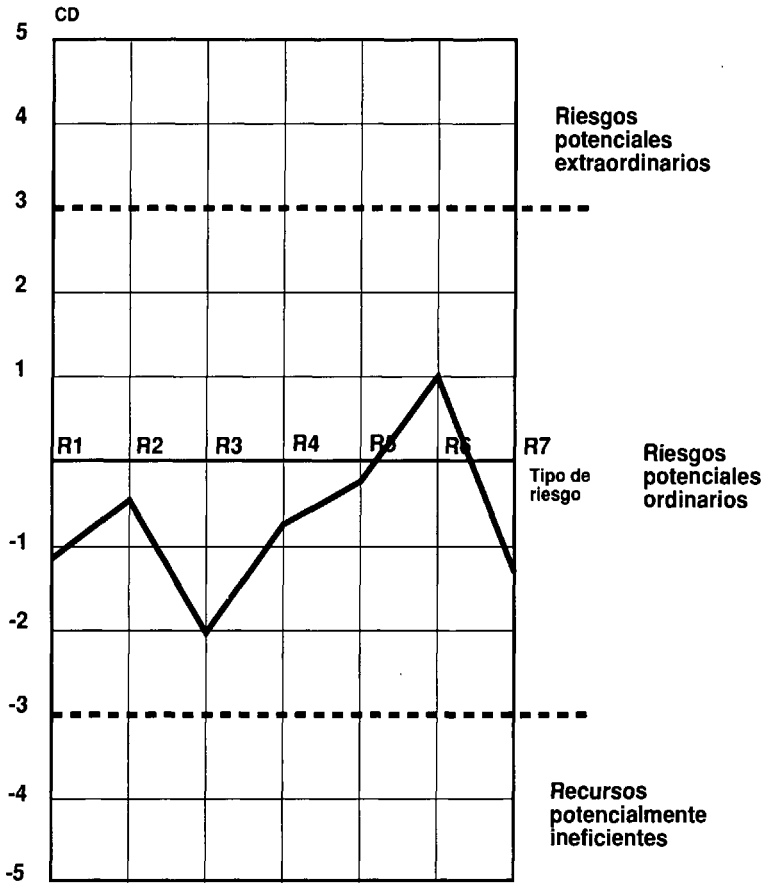
$$CD_6 = [(4.5 + 4.5) / 2] - [3.5] = 1$$

$$CD_7 = [(4.5 + 4.5 + 3.5 + 3 + 2.5 + 2.5 + 3.5 + 1.5 + 2.5 + 2 + 1.5 + 3) / 13] - [(4.5 + 5 + 4 + 2.5 + 3.5) / 5] = -1.25$$

Sistema de coordenadas para la representación del perfil de riesgos del proyecto



Perfil de riesgos del proyecto



INTERPRETACION: Puede observarse que en este caso el proyecto se sitúa en el umbral de riesgos ordinarios, en una posición que podría calificarse globalmente como moderada en cuanto a los riesgos preliminares. El proyecto se sitúa en la banda conservadora en relación con seis de los siete tipos de riesgos considerados. No parece por lo tanto necesaria su redefinición, y por lo tanto se puede esperar que la aplicación de un plan de garantía de calidad adecuado permita controlar el proceso de desarrollo hasta su conclusión satisfactoria del proyecto.

6.3 - Determinación del foco de interés en garantía de calidad

El diseño de un plan específico de garantía de calidad aplicable a proyectos cuyo perfil de riesgos se sitúa dentro del umbral de riesgos potenciales ordinarios se llevará a cabo una vez determinado el modelo de referencia más adecuado para su desarrollo, mediante la definición del foco de interés correspondiente.

Para ello se empleará un procedimiento de utilización sencilla y directa, que consiste en la aplicación sobre el diagrama característico del proyecto en cuestión, de una plantilla específica para la obtención del foco de interés. La plantilla a utilizar en cada caso será la que haga referencia dentro del juego correspondiente al modelo de referencia del proceso de desarrollo que se haya elegido.

El foco de interés se determinará asignando a cada una de las fases (y productos) del modelo de desarrollo elegido, un nivel de intensidad que sirva para graduar el ejercicio de las funciones de garantía de calidad. Los dos niveles considerados en el Plan General corresponden a intensidades nominal (nivel 1) o especial (nivel 2).

* OBSERVACION IMPORTANTE:

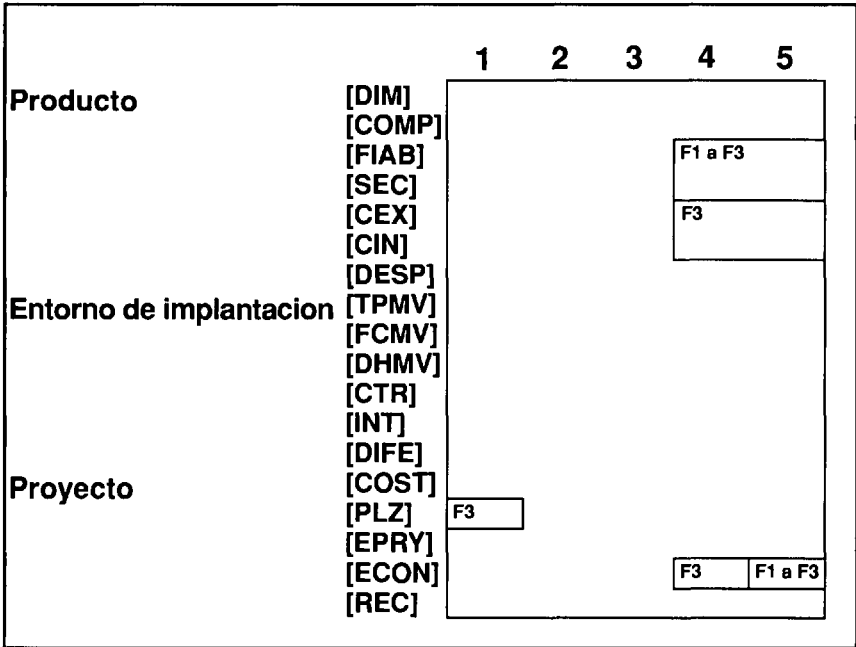
No obstante lo anterior debe recordarse que el Plan General de Calidad prevé también, aunque con carácter excepcional, un nivel mínimo de intensidad (nivel 0) aplicable en las situaciones en las que no se disponga de recursos para abordar la ejecución de las tareas regulares de garantía de calidad de la forma apropiada. En tales casos se asignará la intensidad mínima (0) al control de todas las fases, productos y componentes incluidos en el modelo de referencia correspondiente, y se seleccionarán consecuentemente los procedimientos e instrumentos de garantía de calidad a aplicar (fascículos #3 y #4).

Para definir el foco de interés en las funciones de garantía de calidad se seguirá el siguiente procedimiento:

- (1) Se contrastará la plantilla que sea de aplicación con el diagrama característico del proyecto; puede observarse que la plantilla consta de una serie de zonas encuadradas que señalan la conveniencia de adoptar un grado de intensidad especial (nivel 2) en el control de calidad de las fases y productos del desarrollo que se indican dentro del recuadro

(2) Se elaborará la matriz de intensidades $[I_{ij}]$ cuyas filas corresponderán a los atributos A_i del proyecto y sus columnas a las fases del desarrollo F_j (dependiendo del modelo de referencia de que se trate). El valor del elemento I_{ij} será alternativamente 1 ó 2 cuando corresponda a intensidad nominal o especial. Estos valores se obtendrán al contrastar la plantilla de foco de interés y el diagrama característico del proyecto, como se puede ver en el ejemplo.

(3) En función del contenido de esta matriz de intensidades y de la criticidad de los atributos del proyecto se podrá deducir el foco de interés de la garantía de calidad del proyecto, es decir el grado de intensidad más adecuado para el control de las fases, productos y componentes correspondientes.



**Foco de Interés
Modelo Secuencial Básico**

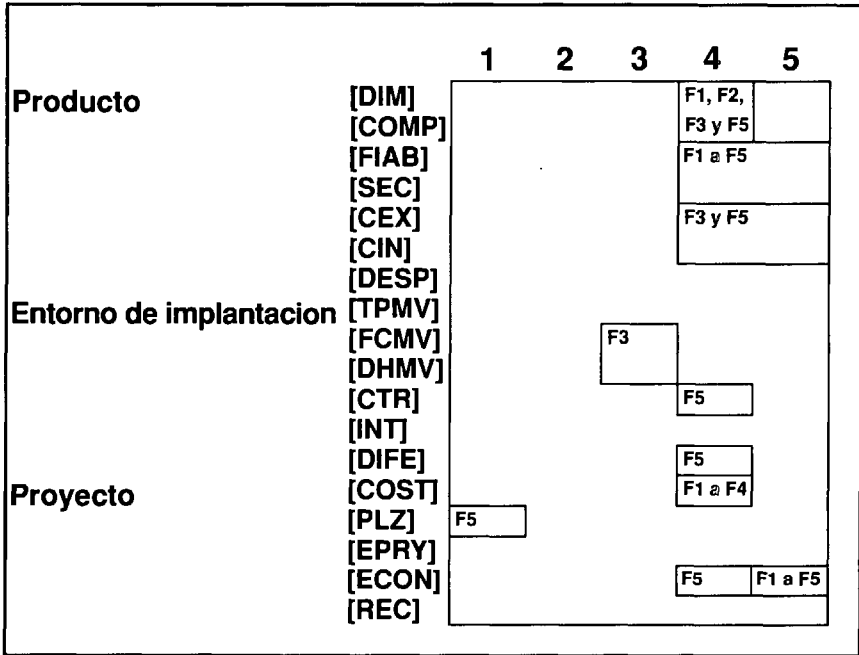
* Fases del proceso de desarrollo correspondiente a este modelo:

F1: Diseño

F2: Programación

F3: Implantación y pruebas de aceptación

NOTA: Las zonas recuadradas sugieren la conveniencia de utilizar una intensidad especial (nivel 2) en el control de las fases indicadas. El resto correspondería a intensidades nominales (nivel 1).



**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

NOTA: Las zonas recuadradas sugieren la conveniencia de utilizar una intensidad especial (nivel 2) en el control de las fases indicadas. El resto correspondería a intensidades nominales (nivel 1).

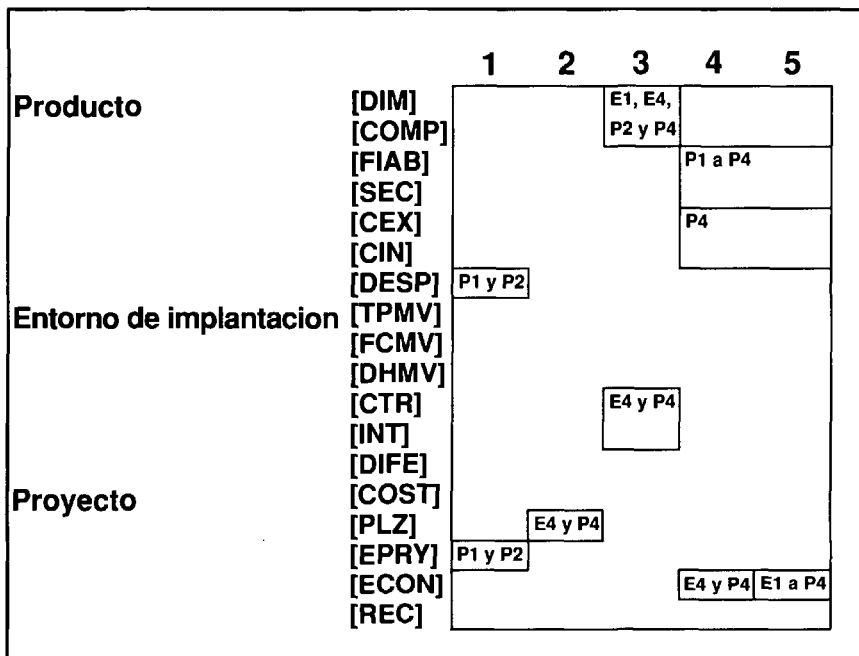
		1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				F2, F3,	F1 a F7
	[COMP]				F4 y F7	
	[FIAB]					
	[SEC]					
	[CEX]				F4 y F7	
	[CIN]					
Entorno de implantacion	[DESP]					
	[TPMV]					
	[FCMV]				F4 y F7	
	[DHMV]				F4, F6 y F7	
	[CTR]				F7	
	[INT]				F6 y F7	
Proyecto	[DIFE]				F7	
	[COST]				F1 a F5,	F1 a F7
	[PLZ]			F7		
	[EPRY]					
	[ECON]				F7	F1 a F7
	[REC]					

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

NOTA: Las zonas recuadradas sugieren la conveniencia de utilizar una intensidad especial (nivel 2) en el control de las fases indicadas. El resto correspondería a intensidades nominales (nivel 1).



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

NOTA: Las zonas recuadradas sugieren la conveniencia de utilizar una intensidad especial (nivel 2) en el control de las fases indicadas. El resto correspondería a intensidades nominales (nivel 1).

		1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				F1, F2.1,	F1 a F4
	[COMP]				F2.4, F3	
	[FIAB]				y F4	
	[SEC]					
	[CEX]			F2.4 y F4		
Entorno de implantacion	[CIN]					
	[DESP]				F2,1	
	[TPMV]				F4	
	[FCMV]			F2.2.2, F2.4,		
	[DHMV]			F3 y F4		
Proyecto	[CTR]			F2.4 y F4		
	[INT]				F2.2.2, F3 y F4	
	[DIFE]					
	[COST]				F1 a F4	
	[PLZ]			F2.4 y F4		
	[EPRY]					
	[ECON]				F2.4 y F4	F1 a F4
	[REC]					

**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

NOTA: Las zonas recuadradas sugieren la conveniencia de utilizar una intensidad especial (nivel 2) en el control de las fases indicadas. El resto correspondería a intensidades nominales (nivel 1).

		1	2	3	4	5
Producto	[DIM]				F1, F2.1	F1 a F4
	[COMP]				F2.4, F3	
	[FIAB]				y P4	
Entorno de implantacion	[SEC]					
	[CEX]				F2.4 y F4	
	[CIN]					
	[DESP]				F2.1	
	[TPMV]				F4	
	[FCMV]				F2.2.2, F2.4,	
	[DHMV]				F3 y 4	
	[CTR]				F2.4 y F4	
	[INT]				F2.2.2, F3 y F4	
	[DIFE]					
Proyecto	[COST]				F1 a F4	
	[PLZ]				F2.4 y F4	
	[EPRY]					
	[ECON]				F2.4 y F4	F1 a F4
	[REC]					

**Foco de Interés
Ejemplo de Aplicación**

APLICACION AL PROYECTO EJEMPLO

A partir del contraste entre la plantilla de foco de interés correspondiente al modelo de desarrollo modular y el diagrama característico del proyecto se obtiene la matriz de intensidades $[I_{ij}]$, tal como se indica en la página siguiente. Como se puede observar, en la misma, existen algunos atributos que son irrelevantes desde el punto de vista de la determinación del foco de interés; en este caso son tres: [DIFE], [EPRY] y [REC].

	F1	F2.1	F2.21	F2.22	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	<u>1.33</u>	1.20	1.27	1.20	<u>1.53</u>	1.33	<u>1.60</u>

Interpretación de la matriz de intensidades

Se obtendrán los valores medios de la intensidad en cada fase, para lo cual no deberán contarse los atributos considerados irrelevantes a estos efectos (en este caso [DIFE], [EPRY] y [REC]).

Finalmente se definirá el foco de interés para la garantía de calidad del proyecto asignando a cada una de sus fases el nivel de control que resulte de la aplicación del siguiente criterio:

* Control de calidad de la fase con intensidad **nominal**: valor medio correspondiente en la matriz de intensidades **< 1.30**

* Control de calidad de la fase con intensidad **especial**: valor medio correspondiente a la fase en la matriz de intensidades **≥ 1.30**

Según el criterio anterior, el foco de interés del proyecto hipotético que se ha utilizado como ejemplo, sería el siguiente:

Fase 1: Análisis preliminar, planificación
y descomposición en módulos

- intensidad nominal (1)

Fase 2: Desarrollo de los módulos

- 2.1: Especificaciones - intensidad especial (2)
- 2.2.1: Diseño funcional - intensidad nominal (1)
- 2.2.2: Diseño técnico - intensidad nominal (1)
- 2.3: Programación - intensidad nominal (1)
- 2.4: Pruebas del módulo - intensidad especial (2)

Fase 3: Integración de módulos

- intensidad especial (2)

Fase 4: Pruebas de aceptación

- intensidad especial (2)

Una vez determinados el modelo de referencia y el foco de interés, el diseño del Plan de Garantía de Calidad del proyecto particular de que se trate en cada caso se llevará a cabo según se indica en el fascículo #1 de este Plan General (Guía Metodología para la elaboración de Planes de Garantía de Calidad).

FASCICULO 3

**PROCEDIMIENTOS DE CONTROL
DE CALIDAD**

FASCICULO 3



FASCICULO 3

**PROCEDIMIENTOS DE CONTROL
DE CALIDAD**



CONTENIDO

1 - Introducción.....	169
2 - Revisiones:.....	173
2.1 -Revisiones mínimas - RM -.....	173
2.2 -Revisiones técnicas formales - RTF -	181
2.3 -Inspecciones detalladas - ID -	190
3 - Pruebas:	199
3.1 - Pruebas de validación de módulos - PVM -	202
3.2 - Pruebas de integración de módulos y componentes - PI -	207
3.3 - Pruebas de aceptación de la aplicación - PAA -.....	212
4 - Procedimientos extraordinarios:	
4.1 - Auditorías - AUD -.....	219
5 -Procedimientos particulares:	
5.1 - Evaluación de prototipos - EVP -	225



1 - INTRODUCCION

El control de calidad de los productos obtenidos a lo largo de las sucesivas fases del desarrollo de un determinado proyecto informático (componentes de la aplicación), se llevará a cabo de acuerdo con una serie de procedimientos genéricos cuya descripción se incluye en este fascículo.

El procedimiento-tipo a emplear en cada caso se determinará en función del modelo de referencia adoptado, la fase de que se trate y el foco de interés o nivel de intensidad en garantía de calidad que corresponda (véanse los fascículos # 1 y # 2 de este Plan General).

Los distintos procedimientos de control que contempla el Plan General se pueden clasificar en los grupos que se indican a continuación.

(I) Revisiones

Son procedimientos de control aplicables a componentes y productos obtenidos en las fases iniciales e intermedias del desarrollo de una aplicación (especificaciones, diseño, etc.). Los elementos a controlar se encontrarán habitualmente en soporte de tipo documental, es decir no ejecutable. A este grupo pertenecen los siguientes tipos de procedimientos:

- Revisiones mínimas: **-RM-**
- Revisiones técnicas formales: **-RTF-**
- Inspecciones detalladas: **-ID-**

Las diferencias existentes entre los tres tipos de procedimientos provienen del nivel de intensidad del control a efectuar en cada caso, de acuerdo con el foco de interés que se haya determinado (fascículo #2).

Las revisiones mínimas **-RM-** se aplicarán con carácter excepcional cuando existan limitaciones muy severas en la disponibilidad de recursos para garantía de calidad. Corresponden a un nivel de intensidad mínimo (nivel 0) en el control de calidad.

Las revisiones técnicas formales **-RTF-** corresponden a niveles de intensidad nominal (nivel 1), y constituirán por lo tanto el procedimiento de uso más habitual en un gran número de proyectos.

Finalmente las inspecciones detalladas **-ID-** son procedimientos que se llevarán a cabo tan sólo en las fases, productos y componentes en las que se requiera un nivel de control de intensidad especial (nivel 2).

(II) Pruebas

Son procedimientos de control que se aplican a productos o componentes de tipo software ejecutable, es decir programas en formato y soporte adecuados. Estos programas pueden corresponder bien a la aplicación en su totalidad, o en su caso a partes homogéneas de la misma (módulos). El Plan de Garantía de Calidad del proyecto y dentro de él el correspondiente Plan de Pruebas, podrá contemplar en función del modelo de referencia adoptado para el desarrollo, la realización de pruebas de las clases siguientes:

- Pruebas de validación de módulos: **-PVM-**
- Pruebas de integración: **-PI-**
- Pruebas de aceptación de la aplicación: **-PAA-**

Los tres tipos de pruebas comparten elementos comunes en cuanto a su ejecución, aunque debe tenerse en cuenta que cada procedimiento posee sus propias características diferenciales y un grado de exhaustividad variable en función del nivel de intensidad correspondiente.

Las pruebas de validación de módulos **-PVM-** se realizarán en el contexto de proyectos que corresponden al modelo de desarrollo modular, en los que existe la posibilidad de segregar el software de la aplicación en partes homogéneas o módulos relativamente independientes.

En los proyectos que correspondan a los modelos de desarrollo modular o secuencial detallado, es posible que se deba comprobar la interacción conjunta de los distintos módulos o elementos del software que componen la aplicación. En tales casos se realizarán las pruebas de integración **-PI-** correspondientes.

Finalmente, cualquier tipo de proyectos de desarrollo, independientemente del modelo de referencia que se haya adoptado y de sus características particulares, deberán someterse a la realización de pruebas finales de aceptación **-PAA-**.

(III) Procedimientos extraordinarios

A este grupo pertenecen las auditorías **-AUD-** que son procedimientos opcionales de control practicados normalmente por un tercero independiente en relación con todas las fases y procesos que componen el desarrollo de una determinada aplicación.

La realización de auditorías se circunscribirá a proyectos singulares en función de la decisión que al respecto adopte el Organismo usuario/promotor o el Director del proyecto. La realización de una auditoría exigirá recursos adicionales a los que se asignarían normalmente a las tareas de garantía de calidad.

(IV) Otros procedimientos particulares

Se incluye la evaluación de prototipos **-EVP-** procedimiento de control que se aplica exclusivamente durante la fase de experimentación en proyectos de desarrollo de aplicaciones que correspondan al modelo de referencia del mismo nombre.

La puesta en práctica de cada uno de estos procedimientos genéricos de control se llevará a cabo de acuerdo con las recomendaciones y criterios que se exponen a lo largo del presente fascículo. Por cada uno de los procedimientos-tipo indicados, se incluyen en el apartado correspondiente los siguientes epígrafes:

- Descripción genérica y objetivos
- Diagrama esquemático
- Agentes que intervienen
- Objetos (componentes del proyecto y elementos auxiliares) que se utilizan
- Operaciones que se deben realizar
- Instrumentos de control que se deben emplear
- Gestión de incidencias

Debe por último señalarse que la aplicación de un determinado procedimiento-tipo exigirá la utilización de diversos instrumentos de control de calidad (listas de control, guiones de recomendaciones y elementos auxiliares), tal como se indica en cada caso. Esos instrumentos se describen en el fascículo # 4 del Plan General de Calidad.



2 - REVISIONES

2.1 - Revisiones mínimas -RM-

Descripción genérica y objetivos

Son procedimientos sencillos de control que consisten fundamentalmente en el examen de las características más visibles de los diferentes componentes y productos de tipo documental obtenidos durante el desarrollo. Para ello el Director del proyecto, que en este caso asumirá directamente la responsabilidad de su garantía de calidad, revisará el documento en cuestión [Dxx] comprobando que su estructura y contenido se ajustan al menos desde el punto de vista formal a una serie de requisitos mínimos y directrices.

Las revisiones mínimas deben garantizar un nivel aceptable en cuanto a la manejabilidad y facilidad de comprensión de los documentos asociados a cada uno de los productos, así como en lo que se refiere a su contenido, integridad y consistencia interna. También deben servir para comprobar que existe un grado suficiente de coherencia global (externa) entre la documentación asociada a las distintas fases y productos del desarrollo de una aplicación informática.

Este procedimiento posee dos variantes, en función de que participe o no el usuario en el mismo, y resulta de aplicación a todos los documentos producidos en proyectos correspondientes a cualquiera de los cinco modelos de desarrollo y cuyo control de calidad sólo pueda efectuarse con un nivel mínimo (0) de intensidad debido a la carencia de recursos asignables a las tareas de garantía de calidad. De hecho el equipo de garantía de calidad (EGC) no existirá de forma explícita y las tareas correspondientes serán llevadas a cabo directamente por el Director del proyecto.

La primera variante del procedimiento se utilizará para la revisión de documentos especialmente sensibles desde el punto de vista del usuario o promotor del proyecto, como pueden ser en su caso el Documento Base y de Planificación [DBP] y el Documento de

Especificaciones de Diseño [DED]. Parece lógico que en estos casos el usuario intervenga al menos en la validación de los productos correspondientes.

La segunda variante corresponderá a la revisión de componentes y documentos relativamente transparentes al usuario final, como pueden ser los que corresponden a las fases intermedias de diseño ([DDD], y en su caso [DDF] y [DDT]) y de programación ([DTP]). La participación directa del usuario en el control de calidad de esos componentes se considera innecesaria.

A continuación se describen ambas variantes.

* Variante 1:

El procedimiento se inicia cuando al final de una fase determinada del proyecto, el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al Director del proyecto (DIR), que procederá a su revisión <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la revisión mínima {LC.RM} relativa al tipo de documento de que se trate.

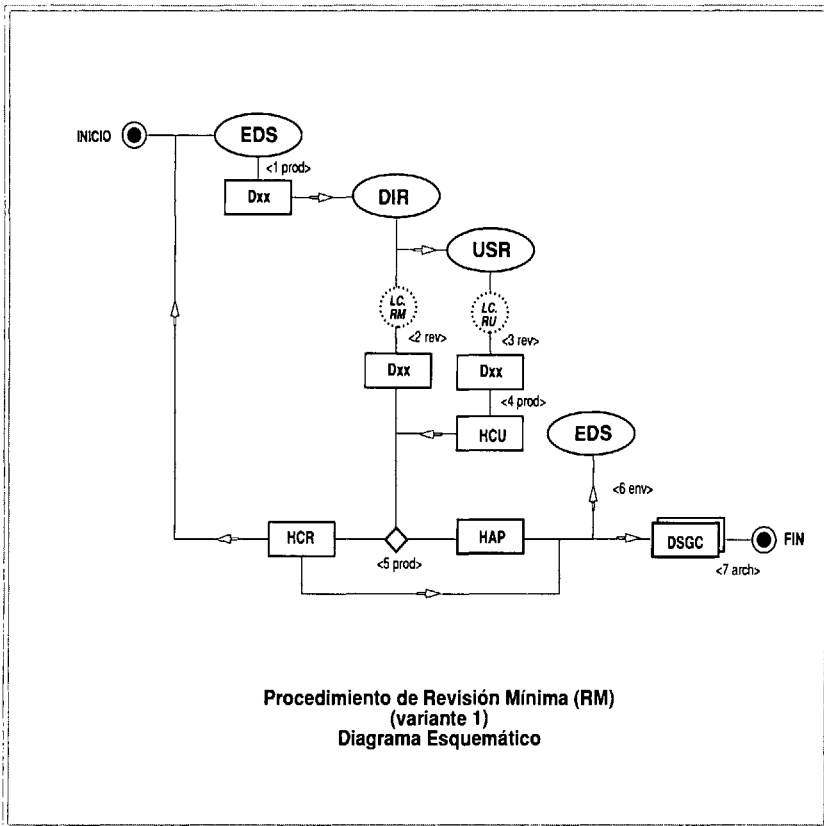
A continuación el (DIR) remitirá el documento en cuestión al usuario o promotor del proyecto (USR), quien a su vez lo revisará <3> utilizando la correspondiente lista de control para la revisión de usuario {LC.RU}. Este elaborará <4> una hoja de comentarios [HCU-Dxx] que será enviada de vuelta al Director del proyecto (DIR).

Si como consecuencia de las revisiones efectuadas por el usuario y el Director del proyecto se apreciaren errores o deficiencias significativas, éste último elaboraría <5> la hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx] y la remitiría al equipo de desarrollo con el fin de que se subsanasen los problemas existentes, tras lo cual se podrá reiniciar el procedimiento.

En caso de que no se observen deficiencias, el (DIR) elaborará <5> la hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx] y remitiría una copia <6> al equipo de desarrollo (EDS).

Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, bien sean componentes o productos como [Dxx] o bien elementos auxiliares como [HCU-Dxx], [HCR-Dxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <7> en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Diagrama esquemático
(variante 1)



* Variante 2:

El procedimiento es más sencillo y se inicia igualmente cuando el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al Director del proyecto (DIR), que procederá a su revisión <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la revisión mínima {LC.RM}.

Si como consecuencia de la revisión efectuada se apreciase errores o deficiencias significativas, el Director del proyecto elaboraría <3> la hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx] y la remitiría al equipo de desarrollo con el fin de que se subsanasen los problemas existentes, tras lo cual se podría reiniciar el procedimiento.

En caso de que no se observasen problemas, el (DIR) elaboraría <3> la hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx] y remitiría <4> una copia al (EDS).

Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, bien sean componentes o productos como [Dxx] o bien elementos auxiliares como [HCR-Dxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <5> en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

Como se ha podido observar en el diagrama anterior, en este procedimiento intervienen tres tipos de agentes (variante 1) o tan sólo los dos primeros (variante 2):

- (DIR): Director del proyecto, que en este caso asumiría las funciones del equipo de garantía de calidad
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (USR): Usuarios del proyecto (Organismo promotor)

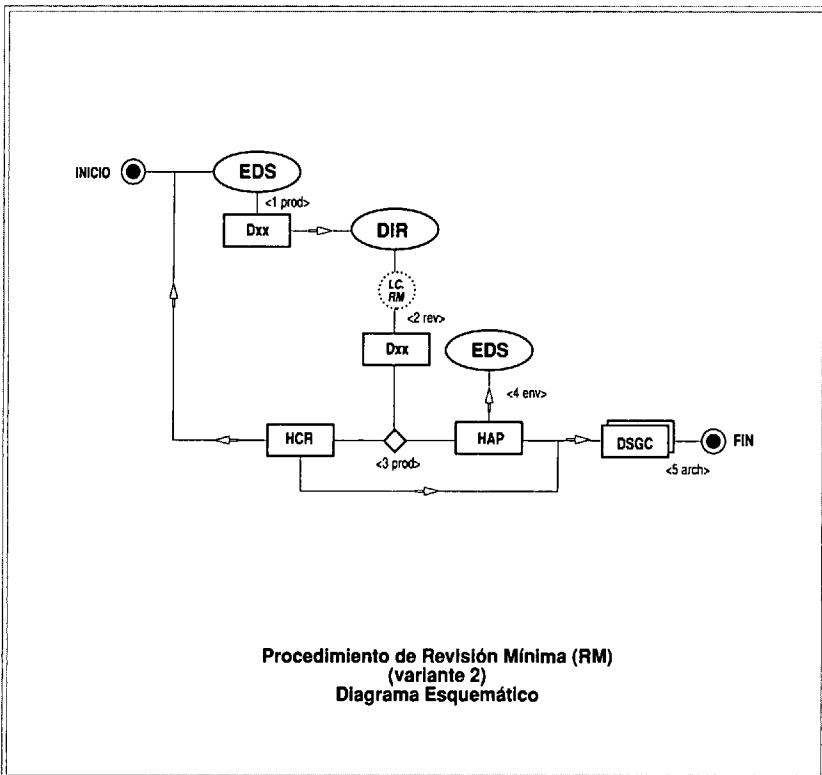
El Director del proyecto (DIR) será responsable en este caso del control de calidad de los productos o componentes de las distintas fases del desarrollo, ya que la utilización de las revisiones mínimas se reserva a los proyectos en que existan serias limitaciones de medios para la realización de este tipo de tareas.

En el equipo (EDS) se sitúan las personas responsables del desarrollo y ejecución del proyecto, que bien pueden corresponder a contratista(s)

externo(s), o a grupo(s) interno(s) de desarrollo pertenecientes al organismo promotor.

El agente denominado usuarios del proyecto (USR) incluirá a la(s) persona(s) que representan al Organismo que promueve su desarrollo; en tal sentido se entenderá que el término equivale al de "cliente". Podría suceder que en determinados casos el Organismo promotor estuviese representado exclusivamente por el Director del proyecto. En tales circunstancias se reduciría el número de agentes distintos a dos (EDS) y (DIR), siendo este último responsable total del control de calidad del proyecto, con lo que las dos variantes del procedimiento coincidirían en la práctica.

Diagrama esquemático (variante 2)



*Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares)
que se utilizan en el procedimiento*

* Variante 1:

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
 [Dxx]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DBP], [DED].
 [HCU]: Hoja de comentarios de usuario
 [HCR]: Hoja de comentarios de revisión
 [HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento
 [DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

* Variante 2:

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
 [Dxx]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]
 [HCR]: Hoja de comentarios de revisión
 [HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento
 [DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

* Variante 1:

- <1 prod>: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (DIR)
 <2 rev>: el (DIR) procede a su revisión mediante la lista de control {LC.RM} y lo remite al (USR)
 <3 rev>: el (USR) lo revisa mediante la lista de control {LC.RU} y
 <4 prod>: elabora una hoja de comentarios [HCU-Dxx] que devuelve al (DIR)
 <5 prod>: el (DIR) consecuentemente con los resultados de las dos revisiones efectuadas:
 (a) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx] y la remite al (EDS) para la subsanación de los defectos observados, o bien(b) elabora la hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx]

- <6 env>**: y envía una copia de la misma al (EDS);
<7 arch>: finalmente el (DIR) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

* Variante 2:

- <1 prod>**: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (DIR)
<2 rev>: el (DIR) procede a su revisión mediante la lista de control {LC.RM}
<3 prod>: el (EGC) consecuentemente con los resultados de la revisión efectuada:
 (a) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx] y la remite al (EDS) para la subsanación de las deficiencias observadas, o bien
 (b) elabora la hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx]
<4 env>: y envía una copia de la misma al (EDS);
<4 arch>: finalmente el (DIR) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

* Variante 1:

- {LC.RM}**: Listas de control para la revisión mínima de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DBP], [DED].
{LC.RU}: Listas de control para la revisión de usuario de los documentos anteriores

* Variante 2:

- {LC.RM}**: Listas de control para la revisión mínima de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Las posibles anomalías y deficiencias correspondientes a circunstancias tanto ordinarias como de tipo extraordinario que se observen en los componentes (documentos) a revisar, se reflejarán en las correspondientes hojas de comentarios [HCU] y especialmente [HCR].

El equipo de desarrollo (EDS) deberá resolver de forma satisfactoria todas las cuestiones planteadas en esta última hoja. La plena resolución de los comentarios de revisión será condición indispensable para que el (DIR) emita la hoja de aprobación provisional [HAP-Dxx] del componente en cuestión.

Toda la documentación generada a lo largo del procedimiento se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto, del cual será responsable el Director correspondiente (DIR).

2.2 - Revisiones técnicas formales -RTF-

Descripción genérica y objetivos

El objetivo de una revisión técnica formal consiste en la evaluación sistemática de un componente de la aplicación (producto de una determinada fase de su desarrollo) con el fin de garantizar que resulta conforme en cuanto a sus aspectos formales y contenido técnico con las especificaciones, normas, estándares o directrices que se hayan establecido en el Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto.

Para ello el equipo de garantía de calidad revisará detenidamente el componente o documento en cuestión, con el fin de comprobar que resulta adecuado y conforme. Una vez examinado, se identificarán con claridad los puntos en los que se aprecien discrepancias, inconsistencias, deficiencias y en general cualquier tipo de problemas que puedan afectar a la calidad final del producto o a la buena marcha del proyecto.

Con el fin de facilitar la resolución de los comentarios y observaciones que el equipo de garantía de calidad haya considerado oportuno realizar, se mantendrá una reunión formal de revisión conjunta en la que intervendrán representantes de ambos equipos (garantía de calidad y desarrollo), y en su caso de los usuarios o promotores del proyecto. Las acciones correctivas o perfectivas que se acuerden en esa reunión serán vinculantes para ambas partes.

Las revisiones técnicas formales deben garantizar un elevado nivel de calidad en cuanto al contenido técnico y aspectos formales de cada uno de los componentes y productos del desarrollo. También deberán atender a la manejabilidad y facilidad de comprensión de los documentos así como a su integridad y consistencia interna. Por otra parte deben servir para comprobar la coherencia global (externa) entre la documentación asociada a las distintas fases y componentes del desarrollo de una aplicación informática.

El procedimiento posee dos variantes y resulta de aplicación a todos los documentos producidos en las fases del proyecto cuya garantía de calidad deba controlarse con un nivel de intensidad nominal (1).

La primera variante se utilizará para la revisión de documentos especialmente sensibles desde el punto de vista del usuario o promotor (“cliente”), como pueden ser el Documento Base y de Planificación

[DBP], y el Documento de Especificaciones de Diseño [DED]. Parece lógico que en estos casos los representantes del Organismo promotor o usuario deberían intervenir al menos en la validación de los productos correspondientes.

La segunda variante corresponde a la revisión de componentes y documentos relativamente transparentes al usuario final, como pueden ser los relativos a las fases intermedias de diseño ([DDD], y en su caso [DDF] y [DDT]) y de programación ([DTP]). Se considera que la participación del usuario en las tareas de control de calidad de este tipo de componentes no resulta necesaria.

A continuación se describe el procedimiento en sus dos variantes.

* Variante 1:

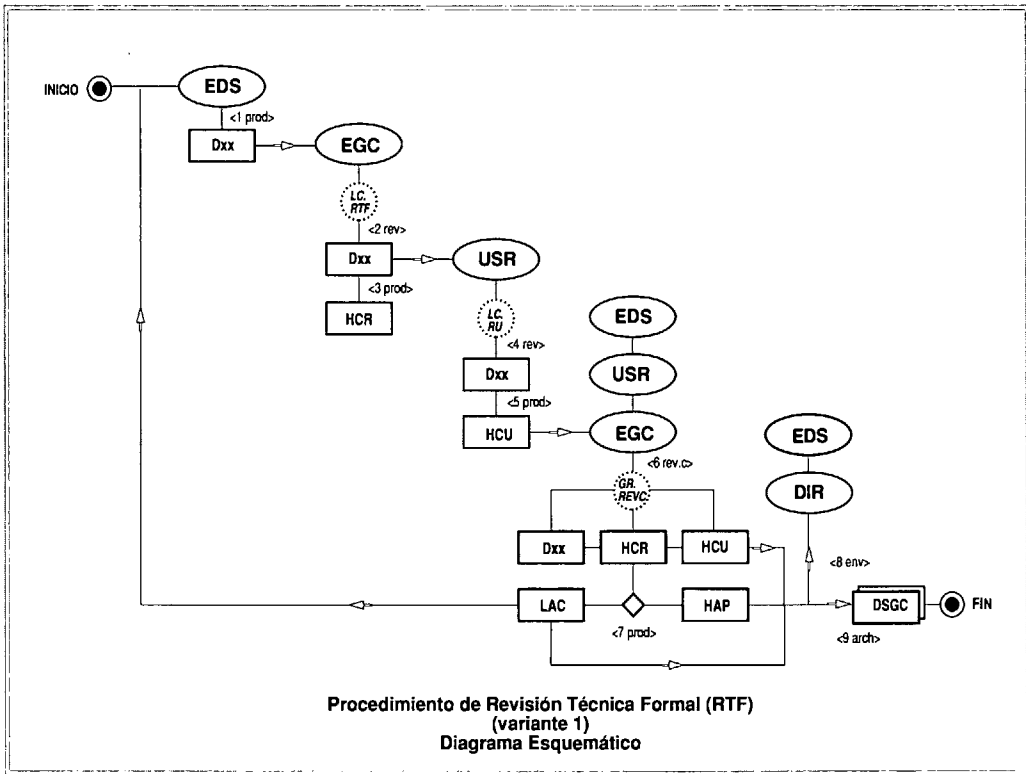
El procedimiento de revisión técnica formal se inicia cuando el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que procederá a su revisión <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la revisión técnica formal {LC.RTF} que corresponda (fascículo #4 del Plan General). Como consecuencia se elaborará <3> una hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx].

El (EGC) remitirá el documento [Dxx] al usuario o promotor del proyecto (USR), quien a su vez lo revisará <4> utilizando la lista de control {LC.RU} y elaborará <5> la hoja de comentarios correspondiente [HCU-Dxx] que será enviada al equipo de garantía de calidad.

El (EGC) convocará <6> una reunión formal para la revisión conjunta del documento y de los posibles defectos detectados, en la que intervendrán representantes cualificados de los tres tipos de agentes presentes en el procedimiento, es decir (EDS), (EGC) y (USR) respectivamente. Como consecuencia de la misma, el (EGC) elaborará <7> bien una lista de acciones correctivas [LAC] de carácter vinculante para el (EDS), o bien en los casos en que la revisión del documento haya resultado satisfactoria, una hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx], de la que se remitirá copia <8> al Director del proyecto y al equipo de desarrollo.

Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, ya sean componentes o productos como [Dxx] o elementos auxiliares como [HCU-Dxx], [HCR-Dxx], [LAC-Dxxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <9> por el (EGC) en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Diagrama esquemático
(variante 1)



* Variante 2:

El procedimiento es más sencillo, ya que en este caso no interviene directamente el (USR). Se inicia igualmente cuando el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que procederá a su revisión <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la revisión técnica formal [LC.RTF] que corresponda.

Como consecuencia el (EGC) elaborará <3> la hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx] y la remitirá al equipo de desarrollo. Con el fin de subsanar los problemas existentes se celebrará <4> una reunión formal para la revisión conjunta del documento y de los posibles defectos detectados, en la que intervendrían representantes cualificados de los dos tipos de agentes presentes en el procedimiento, es decir (EDS) y (EGC). Como consecuencia el (EGC) elaborará bien <5> una lista de acciones correctivas [LAC] de carácter vinculante para el (EDS), o bien en los casos en que no se hayan encontrado deficiencias o errores, una hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx] de la que remitirá copia <6> al Director del proyecto y al equipo de desarrollo.

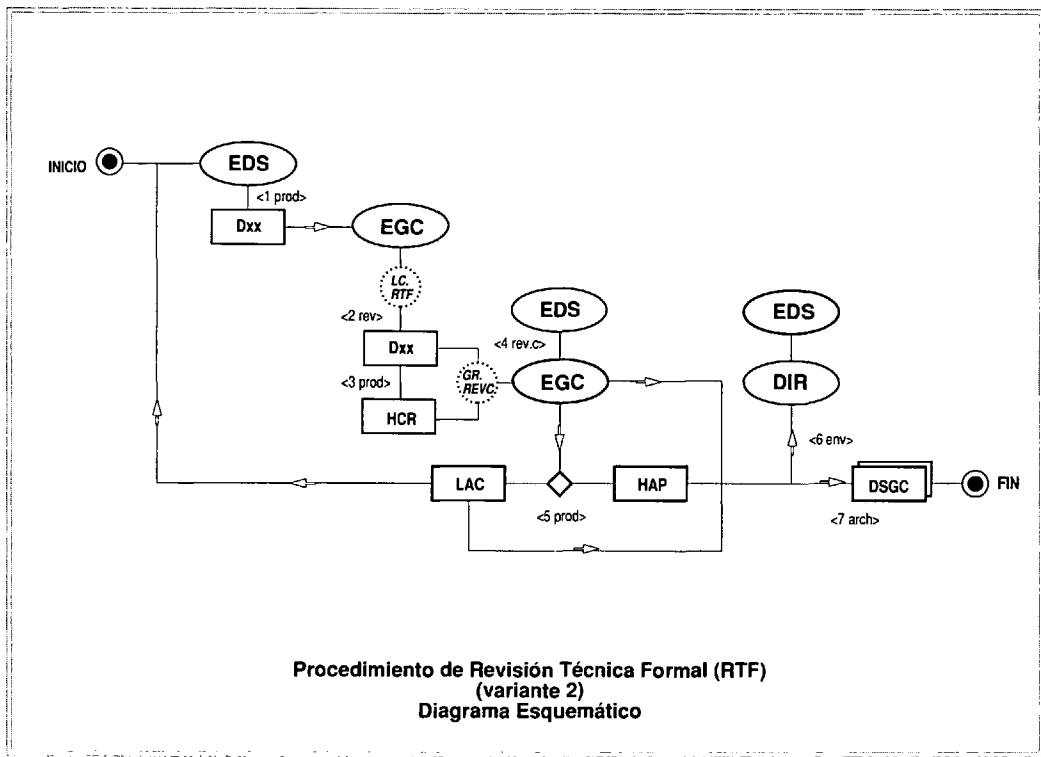
Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, ya sean componentes o productos como [Dxx] o elementos auxiliares como [HCU-Dxx], [HCR-Dxx], [LAC-Dxxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <7> por el (EGC) en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

Como se ha podido observar en el diagrama anterior, en este procedimiento intervienen cuatro tipos de agentes (variante 1) o tan sólo los tres primeros (variante 2):

- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)
- (USR): Usuario o en su caso promotor del proyecto (organismo promotor)

Diagrama esquemático
(variante 2)



El Director del proyecto (DIR) será el responsable último por parte de la Administración de la buena marcha del mismo, y como tal impulsará su desarrollo y supervisará las actuaciones del resto de los agentes que intervienen.

Dentro del equipo (EDS) se situarán las personas responsables del desarrollo y ejecución del proyecto, que bien pueden corresponder a contratista(s) externo(s), o a grupo(s) interno(s) de desarrollo pertenecientes al organismo promotor.

El equipo de garantía de calidad (EGC) estará formado por una o varias personas, en función de las peculiaridades del proyecto, que serán responsables en primera instancia del control de los productos o componentes obtenidos a lo largo de las fases del desarrollo. El grupo de calidad por lo general se constituirá con personas especializadas pertenecientes al Organismo promotor (departamento de Informática o CPD), aunque también cabe la posibilidad de que sea aportado por un tercero independiente (empresa o institución especializada). En cualquier caso resulta imprescindible su independencia funcional y orgánica en relación con el grupo o grupos de desarrollo (EDS) en el contexto del proyecto.

El agente denominado usuario del proyecto (USR) incluirá a las personas que representan al Organismo promotor del mismo; en tal sentido se entenderá que el término equivale al de “cliente” en una relación contractual.

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

* Variante 1:

[PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto

[Dxx]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DBP], [DED].

[HCU]: Hoja de comentarios de usuario

[HCR]: Hoja de comentarios de revisión

[LAC]: Lista de acciones correctivas

[HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento

[DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

* Variante 2:

[PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto

- [**Dxx**]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]
 [**HCR**]: Hoja de comentarios de revisión
 [**LAC**]: Lista de acciones correctivas
 [**HAP**]: Hoja de aprobación parcial del documento
 [**DSGC**]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

* Variante 1:

- <**1 prod**>: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (EGC)
 <**2 rev**>: el (EGC) procede a su revisión mediante la lista de control {LC.RTF}
 <**3 prod**>: el (EGC) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx]; posteriormente envía el documento al usuario;
 <**4 rev**>: el (USR) procede a su vez a la revisión del mismo mediante la lista de control {LC.RU}
 <**5 prod**>: el (USR) elabora una hoja de comentarios [HCU-Dxx] que remite al (EGC)
 <**6 rev.c**>: el (EGC) convoca una reunión formal para la revisión conjunta del documento por parte de representantes de todos los agentes involucrados, que se celebra de acuerdo con las recomendaciones contenidas en el guión {GR.REVC}
 <**7 prod**>: el (EGC), en función de los resultados obtenidos en la reunión:
 (a) elabora una lista de acciones correctivas [LAC], y se la remite al (EDS) para que éste lleve a cabo las medidas de corrección, mejora o perfeccionamiento que han sido establecidas, o bien (b) elabora la hoja de aprobación provisional del componente o documento [HAP] y remite copia de la misma al (DIR) y al (EDS);
 <**8 env**>:
 <**9 arch**>: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del Proyecto [DSGC].

* Variante 2:

- <1 prod>**: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (EGC)
- <2 rev>**: el (EGC) procede a su revisión mediante la lista de control {LC.RTF}
- <3 prod>**: el (EGC) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx]
- <4 rev.c>**: tiene lugar una reunión formal para la revisión conjunta del documento por parte de representantes de los dos agentes involucrados, la reunión es convocada por el (EGC) y se celebra de acuerdo con las recomendaciones del guión {GR.REVC}
- <5 prod>**: (EGC) en función de los resultados obtenidos:
 (a) elabora una lista de acciones correctivas [LAC], y se remite al (EDS) para que éste lleve a cabo las medidas de corrección, mejora o perfeccionamiento que han sido establecidas, o bien
 (b) elabora la hoja de aprobación provisional del componente o documento [HAP];
- <6 env>**: y remite copia de la misma al (DIR) y al (EDS);
- <7 arch>**: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del Proyecto [DSGC].

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

* Variante 1:

- {LC.RTF}**: Listas de control para la revisión técnica formal de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DBP], [DED].
- {LC.RU}**: Listas de control para la revisión de usuarios de los documentos anteriores
- {GR.REVC}**: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

* Variante 2:

- {**LC.RTF**}: Listas de control para la revisión técnica formal de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]
- {**GR.REVC**}: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Las posibles anomalías y deficiencias correspondientes a circunstancias tanto ordinarias como de tipo extraordinario que se observen en los componentes (documentos) a revisar, se reflejarán en las correspondientes hojas de comentarios [HCU] y [HCR], y muy especialmente en la lista de acciones correctivas [LAC] que poseerá un carácter formal y vinculante.

El equipo de desarrollo (EDS) deberá resolver de forma satisfactoria todas las cuestiones planteadas en esta última. La plena resolución de los comentarios de revisión será condición indispensable para que el (EGC) emita la hoja de aprobación provisional [HAP-Dxx] del documento en cuestión.

Toda la documentación generada a lo largo del procedimiento se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto, cuyo mantenimiento, actualización y custodia será responsabilidad el equipo de garantía de calidad (EGC).

2.3 - Inspecciones detalladas -ID-

Descripción genérica y objetivos

Las inspecciones detalladas son técnicas de control que se diferencian de las revisiones técnicas formales fundamentalmente en dos aspectos: su nivel de intensidad y su orientación.

El objetivo de una inspección detallada consiste en la detección e identificación de cualquier tipo de defectos, errores o problemas que puedan afectar a un componente documental obtenido al final de una fase determinada del desarrollo de un proyecto informático. Desde este punto de vista, la principal diferencia con los procedimientos de revisión radica en que éstos tienden a comprobar el cumplimiento o la adecuación del producto, mientras que las inspecciones se dirigen explícitamente a la búsqueda de fallos y deficiencias de cualquier tipo. Son por lo tanto procedimientos de control bastante exhaustivos que obedecen a una fuerte exigencia de garantía de calidad en la fase correspondiente (intensidad especial, nivel 2).

Para llevar a cabo la inspección detallada de un documento determinado, el equipo de garantía de calidad del proyecto lo examinará con gran detenimiento, identificando todos los puntos en los que se aprecien discrepancias, inconsistencias, deficiencias y en general cualquier tipo de problemas pequeños o grandes que puedan afectar a la calidad final del producto o a la buena marcha del proyecto. Las inspecciones se llevarán a cabo por partida múltiple (al menos dos personas por separado), contrastando los resultados obtenidos y obteniendo de esa forma una relación de defectos y errores lo más completa y detallada posible.

De igual modo que en las revisiones técnicas formales, y con el fin de facilitar la resolución de los comentarios y observaciones que el equipo de garantía de calidad haya considerado oportuno realizar, se mantendrá al menos una reunión formal de revisión conjunta en la que intervendrán representantes de ambos equipos (garantía de calidad y desarrollo), y en su caso de los usuarios o promotores del proyecto. Las acciones correctivas o perfectivas que se acuerden en esa reunión serán vinculantes.

Las inspecciones detalladas deberán garantizar un excelente nivel de calidad y de corrección en cuanto al contenido técnico y aspectos forma-

les de los componentes y productos sobre los que se apliquen. Igual que en los procedimientos anteriores deberán también atender a la manejabilidad y facilidad de comprensión de los documentos así como a su integridad y consistencia interna. Adicionalmente deberán servir para comprobar la coherencia global (externa) entre la documentación asociada a las distintas fases y componentes del desarrollo de una aplicación informática.

Este procedimiento posee también dos variantes y resulta de aplicación a los documentos producidos en las fases cuya garantía de calidad deba controlarse con un nivel de intensidad especial (2).

La primera variante se utilizará para la revisión de documentos especialmente sensibles desde el punto de vista del usuario o promotor ("cliente"), como pueden ser el Documento Base y de Planificación [DBP], y el Documento de Especificaciones de Diseño [DED]. Parece lógico que en estos casos el promotor o usuario deba intervenir al menos en la validación de los productos correspondientes.

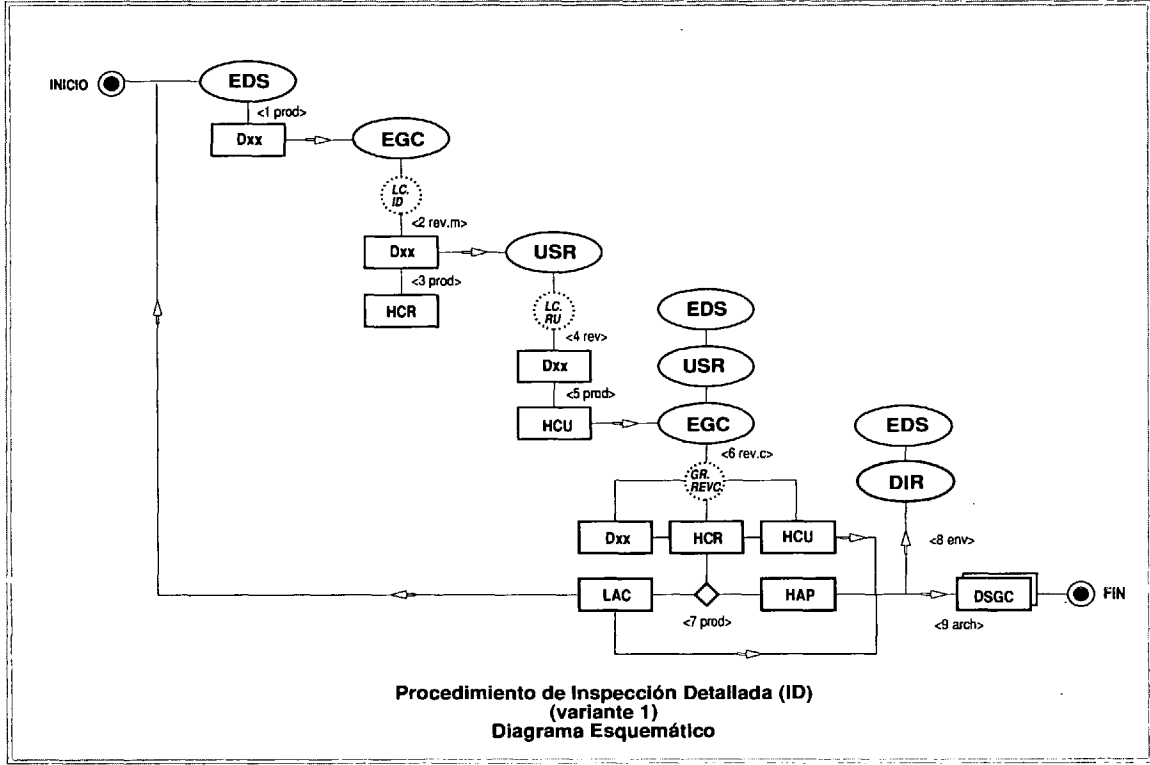
La segunda variante corresponde a la revisión de componentes y documentos relativamente transparentes al usuario final, como pueden ser los que corresponden a las fases intermedias de diseño ([DDD], y en su caso [DDF] y [DDT]) y de programación ([DTP]). En estos casos no se considera necesaria la participación directa del usuario en los procedimientos de control.

A continuación se describen las dos variantes del procedimiento de inspección detallada. Debe advertirse que es análogo al de las revisiones técnicas formales con las matizaciones indicadas, entre las que destaca la obligación de realizar la revisión de los documentos de forma separada por más de una persona de las que forman el equipo de garantía de calidad.

* Variante 1:

El procedimiento de inspección detallada se inicia cuando el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que procederá a su revisión rigurosa <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la inspección detallada {LC.ID} que corresponda. Esta revisión será múltiple, es decir que se realizará de forma simultánea e independiente por dos o más personas pertenecientes al equipo de control de cali-

Diagrama esquemático
(variante 1)



dad, y dará lugar a la elaboración <3> de una hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx].

El (EGC) enviará el documento [Dxx] al usuario o promotor del proyecto (USR), quien a su vez lo revisará <4> utilizando la lista de control {LC.RU} y elaborará <5> la hoja de comentarios correspondiente [HCU-Dxx] que será remitida al equipo de garantía de calidad.

El (EGC) convocará <6> una reunión formal para la revisión conjunta del documento y de los posibles defectos detectados, en la que intervendrán representantes cualificados de los tres tipos de agentes presentes en el procedimiento, es decir (EDS), (EGC) y (USR) respectivamente. Como consecuencia de la misma, el (EGC) elaborará <7> bien una lista de acciones correctivas [LAC] de carácter vinculante para el (EDS), o bien en los casos en que la inspección haya resultado satisfactoria, una hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx] de la que se enviará copia <8> al Director del proyecto y al equipo de desarrollo.

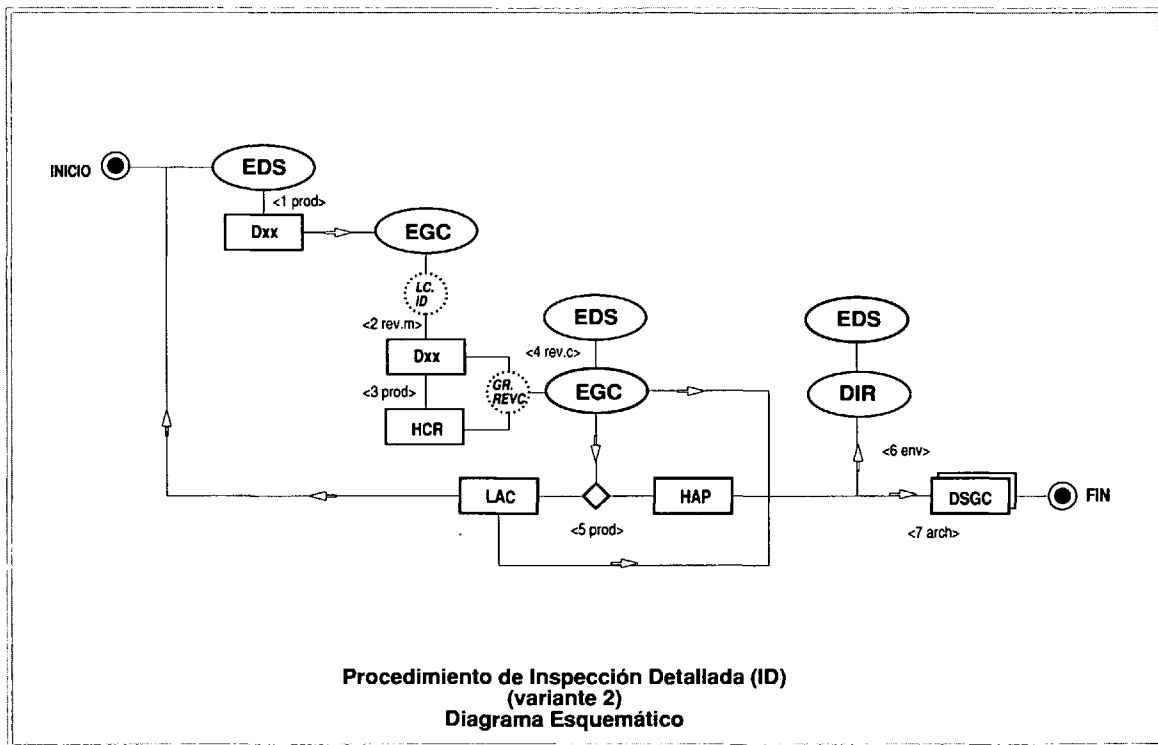
Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, ya sean componentes o productos como [Dxx] o elementos auxiliares como [HCU-Dxx], [HCR-Dxx], [LAC-Dxxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <9> por el (EGC) en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

* Variante 2:

El procedimiento es más sencillo, ya que en este caso no interviene directamente el (USR). Se inicia igualmente cuando el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, produce <1> el documento a revisar [Dxx] y lo envía al equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que procederá a su revisión rigurosa <2> utilizando el instrumento denominado lista de control para la inspección detallada {LC.ID} que corresponda. Esta revisión será múltiple, es decir que se realizará de forma simultánea e independiente por dos o más personas pertenecientes al equipo de control de calidad.

Normalmente, como consecuencia de la inspección que haya llevado a cabo el grupo de calidad, se habrán identificado defectos y problemas que deberán ser corregidos. En tales casos el (EGC) elaborará <3> la hoja de comentarios de revisión [HCR-Dxx]. Con el fin de subsanar los problemas existentes se celebrará <4> una reunión formal para la revisión conjunta del documento y de los defectos detectados, en la que intervendrían

Diagrama esquemático
(variante 2)



representantes cualificados del (EDS) y del (EGC). En función de los resultados el (EGC) elaborará bien <5> una lista de acciones correctivas [LAC] de carácter vinculante para el (EDS), o bien en los casos en que no se hayan encontrado deficiencias o errores significativos, una hoja de aprobación provisional del documento [HAP-Dxx] de la que se enviará copia <6> al Director del proyecto y al equipo de garantía de calidad.

Finalmente todos los objetos utilizados a lo largo del procedimiento, ya sean componentes o productos como [Dxx] o elementos auxiliares como [HCU-Dxx], [HCR-Dxx], [LAC-Dxxx] y [HAP-Dxx], serán archivados <7> por el (EGC) en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

Como se ha podido observar en el diagrama anterior, en este procedimiento intervienen los cuatro tipos de agentes habituales (variante 1) o tan sólo los tres primeros (variante 2):

- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)
- (USR): Usuario o en su caso promotor del proyecto (organismo promotor)

Las funciones de cada uno de ellos son análogas a las indicadas en el procedimiento anterior (revisiones técnicas formales), y también se describen en el epígrafe 2.3 del fascículo #1 de este Plan General.

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

* Variante 1:

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
- [Dxx]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DBP], [DED].

- [HCU]: Hoja de comentarios de usuario
- [HCR]: Hoja de comentarios de revisión
- [LAC]: Lista de acciones correctivas
- [HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento
- [DSGC]: Dossier de garantía de calidad del proyecto

* Variante 2:

- [Dxx]: Documento de que se trate en cada caso; podrá pertenecer a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]
- [HCR]: Hoja de comentarios de revisión
- [LAC]: Lista de acciones correctivas
- [HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento
- [DSGC]: Dossier de garantía de calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

* Variante 1:

- <1 prod>: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (EGC)
- <2 rev.m>: el (EGC) procede a su revisión múltiple mediante la lista de control {LC.ID}
- <3 prod>: el (EGC) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx]; posteriormente envía el documento al usuario;
- <4 rev>: el (USR) procede a la revisión del mismo mediante la lista de control {LC.RU}
- <5 prod>: el (USR) elabora una hoja de comentarios [HCU-Dxx] que remite al (EGC)
- <6 rev.c>: el (EGC) convoca una reunión formal para la revisión conjunta del documento por parte de representantes de todos los agentes involucrados, que se celebra de acuerdo con las recomendaciones del guión {GR.REVC}
- <7 prod>: en función de los resultados el (EGC):
 - (a) elabora una lista de acciones correctivas [LAC], y se la remite al (EDS) para que éste lleve a cabo las medidas de corrección, mejora o perfeccionamiento que han sido establecidas, o bien

- (b) elabora la hoja de aprobación provisional del componente o documento [HAP]
- <8 env>: y remite copia de la misma al (DIR) y al (EDS);
- <9 arch>: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del Proyecto [DSGC].

* Variante 2:

- <1 prod>: el (EDS) elabora el documento en cuestión [Dxx] y se lo envía al (EGC)
- <2 rev.m>: el (EGC) procede a su revisión múltiple mediante la lista de control {LC.ID}
- <3 prod>: el (EGC) elabora la hoja de comentarios de revisión del documento [HCR-Dxx]
- <4 rev.c>: se celebra una reunión formal para la revisión conjunta del documento por parte de representantes de los dos agentes involucrados; convocada por el (EGC) se celebra de acuerdo con las recomendaciones del guión {GR.REVC}; como consecuencia de la misma,
- <5 prod>: el (EGC) en función del resultado:
 (a) elabora una lista de acciones correctivas [LAC], y se remite al (EDS) para que éste lleve a cabo las medidas de corrección, mejora o perfeccionamiento que han sido establecidas, o bien
 (b) elabora la hoja de aprobación provisional del componente o documento [HAP]
- <6 env>: y envía copia de la misma al (DIR) y al (EDS);
- <7 arch>: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos y elementos auxiliares del procedimiento de control en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del Proyecto [DSGC].

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

* Variante 1:

- {LC.ID}: Listas de control para la inspección detallada de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DBP], [DED].

{**LC.RU**}: Listas de control para la revisión de usuarios de los documentos anteriores

{**GR.REVC**}: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

* Variante 2:

{**LC.ID**}: Listas de control para la inspección detallada de los documentos correspondientes, es decir los que pertenecen a las clases [DDD], [DDF], [DDT] o [DTP]

{**GR.REVC**}: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Las posibles anomalías y deficiencias correspondientes a circunstancias tanto ordinarias como de tipo extraordinario que se observen en los componentes (documentos) a revisar, se reflejarán en las correspondientes hojas de comentarios [HCU] y [HCR], y muy especialmente en la lista de acciones correctivas [LAC] que poseerá un carácter formal y vinculante.

El equipo de desarrollo (EDS) deberá resolver de forma satisfactoria todas las cuestiones planteadas en esta última, de lo cual deberá quedar constancia documental. La plena resolución de los comentarios de revisión será condición indispensable para que el (EGC) emita la hoja de aprobación provisional [HAP-Dxx] del componente en cuestión.

Toda la documentación generada a lo largo del procedimiento se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC], cuyo mantenimiento, actualización y custodia será responsabilidad el equipo de garantía de calidad (EGC).

3 - PRUEBAS

Consideraciones generales

La realización de pruebas se diferencia de los procedimientos de control de los tipos anteriores en que el producto o componente sobre el que se actúa en este caso consiste en programas o elementos de software directamente ejecutables sobre la máquina virtual que existe en el entorno de implantación del proyecto. Las distintas pruebas de verificación y validación se diferencian de las revisiones e inspecciones en que no tratan de comprobar la corrección de uno o varios documentos, sino de llevar a cabo pruebas de funcionamiento real sobre el producto final que se entrega (software ejecutable), bien sea en parte (módulos o componentes) o en su totalidad (aplicación completa).

En el contexto de este Plan General se consideran tres tipos de pruebas diferentes, tal como se indica a continuación:

- pruebas de validación de módulos **-PVM-**
- pruebas de integración **-PI-**
- pruebas de aceptación de la aplicación **-PAA-**

Las principales razones que aconsejan incluir en el Plan tres tipos de pruebas diferentes son las siguientes:

- uno de los modelos de referencia considerados en el Plan General (desarrollo modular) permite dividir la aplicación en componentes o módulos débilmente acoplados, que pueden construirse en paralelo y con una cierta independencia mutua; ello facilita por lo general la realización de pruebas de validación parciales, acomodando la ejecución de las mismas al desarrollo de los distintos módulos que constituyen el proyecto; este hecho supone entre otras ventajas la ganancia de tiempo neto en el control de calidad del proyecto

- tanto en el modelo de desarrollo modular como en el secuencial detallado podrán existir componentes parciales de software que interactúen mutuamente en el marco global de la aplicación; en la medida que el grado de acoplamiento (nivel de interacción) entre esos elementos crezca en importancia y complejidad, también lo hará el riesgo de que aparezcan defectos en su funcionamiento conjunto; por esa razón puede resultar necesaria en tales casos la realización de pruebas de integración que garanticen el buen comportamiento de las interfaces existentes
- finalmente, en cualquier tipo de proyectos existe un trámite formal de aceptación, mediante el cual se dan por finalizados los trabajos de desarrollo y se procede a la recepción de la aplicación; para ello deberán haberse realizado satisfactoriamente las pruebas de aceptación correspondientes

En resumen: cualquier tipo de proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas, independientemente del modelo de referencia que se adopte y de sus características particulares deberá ser sometido a la realización de pruebas de aceptación. Sin embargo las pruebas de los dos primeros tipos (validación de módulos e integración), serán tan sólo necesarias y tendrán sentido exclusivamente en determinados proyectos dentro de los modelos de desarrollo modular y secuencial detallado. Por otra parte hay que señalar que la realización de pruebas parciales o intermedias de estos dos tipos suele simplificar considerablemente la posterior ejecución de las preceptivas pruebas de aceptación.

Los procedimientos que corresponden a cada uno de los tipos de pruebas son hasta cierto punto similares, si bien como es natural existen variaciones que deben tenerse en cuenta, especialmente en lo que respecta a las pruebas de aceptación que poseen un carácter eminentemente formal.

Los objetivos de las pruebas consisten en cualquier caso en comprobar mediante la ejecución sobre la máquina virtual subyacente, el correcto comportamiento de:

- el software correspondiente a determinados módulos aislados de la aplicación (pruebas de validación de módulos)
- las interfaces existentes entre módulos o partes de la aplicación y/o otros elementos software (pruebas de integración)
- el software correspondiente a la aplicación total en su conjunto (pruebas de aceptación de la aplicación)

Cualquier producto software a probar deberá cumplir perfectamente con los requisitos de funcionalidad y rendimiento establecidos en los documentos de especificaciones y de diseño que se hayan ido obteniendo y aprobando con carácter provisional a lo largo de las fases del proceso de desarrollo.

Antes de llevar a cabo cualquier tipo de pruebas, el equipo de garantía de calidad del proyecto deberá conocer con suficiente nivel de detalle los componentes documentales obtenidos a lo largo de las fases del proyecto ([Dxx], ..., [Dyy]), contenidos en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC]. A partir de ahí el (EGC) elaborará de forma detallada el correspondiente plan de pruebas [PPRB] en el que se especificará el diseño de los distintos tests a efectuar, sus condiciones generales de realización y los detalles de ejecución. El plan incluirá las pruebas a realizar dentro de los tipos que sean de aplicación en cada caso.

De acuerdo con las directrices que se hayan establecido en el [PPRB], se procederá a la ejecución de los tests, durante la cual se pondrá especial énfasis en la monitorización tanto del comportamiento externo del software bajo prueba, como del interno de la máquina virtual que lo soporta. Los resultados obtenidos durante la realización de las pruebas se registrarán en un informe, y con el fin de facilitar el análisis de los posibles fallos y su posterior resolución se mantendrá una reunión formal de revisión conjunta de los resultados, en la que intervendrán representantes de los equipos de garantía de calidad y de desarrollo. Las acciones correctivas o perfectivas que se acuerden en esa reunión serán vinculantes para ambas partes.

Los procedimientos para la realización de cada tipo de pruebas son únicos, es decir que no existirán variantes que dependan de los distintos niveles de intensidad elegidos para las funciones de garantía de calidad (mínimo, nominal o especial). Lo que variará en cada caso es el grado de exhaustividad y la orientación de los distintos tests, tal como se indica en el respectivo guión de recomendaciones {GR.PR.B}.

En los epígrafes que se incluyen a continuación se describen los procedimientos correspondientes a los tres tipos de pruebas considerados, es decir:

- **PVM-** : validación de módulos
- **PI-** : integración
- **PAA-** : aceptación de la aplicación

3.1 - Pruebas de Validación de Módulos -PVM-

Descripción genérica y objetivos

La realización de estas pruebas de validación es un procedimiento de control específico del modelo de desarrollo modular, en el que se producen componentes software (en este caso denominados módulos) desarrollados cada uno con un buen grado de independencia en relación con los demás, compartiendo esencialmente las especificaciones para las interfaces que permitirán su posterior integración y acoplamiento.

Las pruebas de validación de módulos se diferencian de las pruebas de aceptación en que el objeto sobre el que se actúa en este caso no es la aplicación completa sino determinados componentes aislados de software (módulos) que forman aquélla. Son por lo tanto pruebas parciales de carácter intermedio, y por lo tanto su valor formal en el contexto del Plan de Garantía de Calidad del proyecto es también diferente del que tienen las pruebas de aceptación de la aplicación.

El objetivo de estas pruebas consiste en comprobar que el comportamiento de los programas correspondientes a un módulo determinado de la aplicación cumplen perfectamente con los requisitos de funcionalidad y rendimiento establecidos en los documentos de especificaciones y de diseño que se han ido obteniendo y aprobando con carácter provisional a lo largo del proceso de desarrollo. Las pruebas de validación constituyen un procedimiento de control aplicable por lo tanto en la última fase del desarrollo de los módulos que componen una aplicación informática en este modelo de referencia.

** Ejecución de las pruebas de validación de módulos:*

El procedimiento de realización de las pruebas se inicia una vez que el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, se encuentra en condiciones de entregar <1> los programas correspondientes al módulo o módulos en cuestión. El equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que deberá poseer en ese momento un buen conocimiento del mismo, adquirido <0> a lo largo de los procesos de revisión de sus componentes de tipo documental ([Dxx],..., [Dyy]), habrá elaborado <2> el plan de pruebas [PPRB] y lo ejecutará <3> en la parte que

afecte a la validación de los módulos en cuestión, para lo cual podrá utilizar el guión de recomendaciones {GR.PRB}.

Con los resultados obtenidos se elaborará <4> el informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]. Los resultados obtenidos se examinarán <5> por representantes de los dos equipos (EGC) y (EDS) en una reunión formal de revisión conjunta. En aquellos casos en que se evidencie la existencia de defectos o fallos en el software, el (EGC) producirá <6> una lista de acciones correctivas para los módulos correspondientes [LAC] que deberán ser emprendidas por el (EDS) con carácter obligatorio.

En cambio si los módulos en cuestión pasen satisfactoriamente las pruebas de validación, el (EGC) elaborará <6> la hoja de aprobación provisional [HAP] y remitirá <7> una copia de la misma al Director del proyecto y al equipo de desarrollo. Finalmente el (EGC) reunirá todos los documentos producidos <8> en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

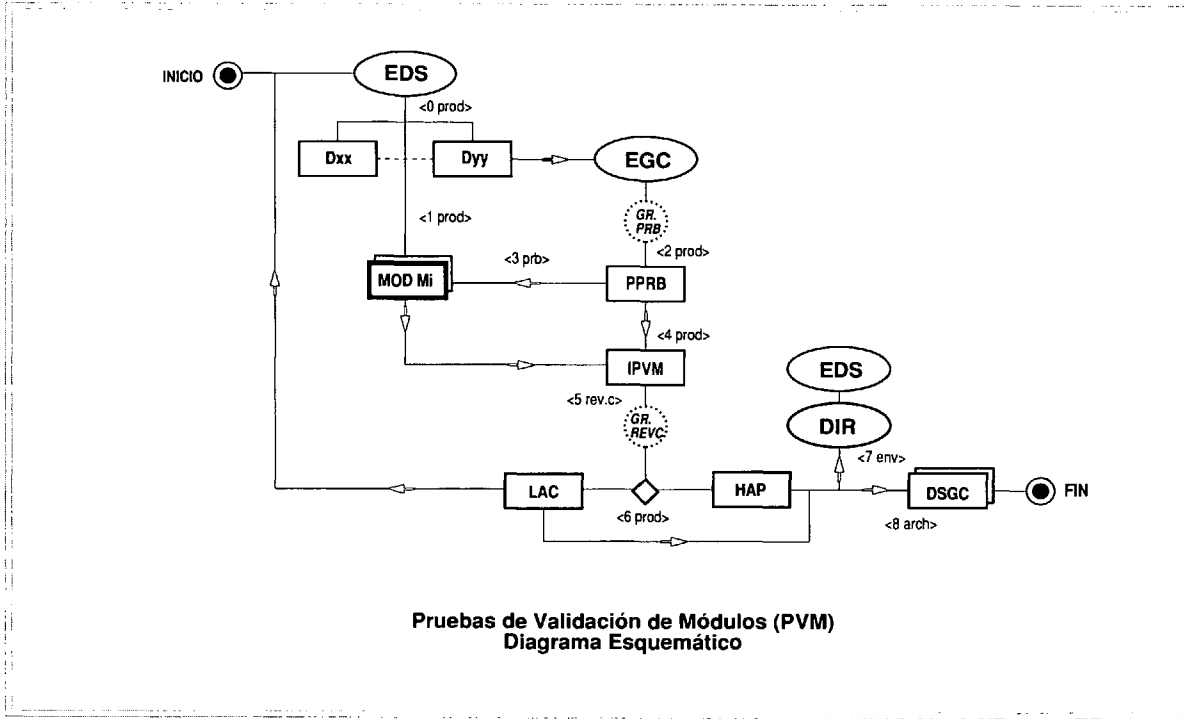
En las pruebas de validación de componentes intervendrán los tres tipos de agentes siguientes:

- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
- [Dxx]..
- [Dyy]: Documentos correspondientes a las etapas intermedias de desarrollo de los módulos
- [PPRB]: Plan de pruebas del software del proyecto
- [MODM;]: Software de los módulos de la aplicación en soporte y formato ejecutables
- [IPVM]: Informe de las pruebas de validación de módulos

Diagrama esquemático



Pruebas de Validación de Módulos (PVM)
Diagrama Esquemático

- [LAC]: Lista de acciones correctivas
 [HAP]: Hoja de aprobación provisional
 [DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

- <0 prod>: previamente al inicio del proceso, el (EDS) habrá entregado los documentos correspondientes a las fases anteriores del desarrollo de la aplicación, que serán conocidos y habrán sido revisados por el (EGC)
- <1 prod>: el (EDS) entrega el software correspondiente a los módulos de la aplicación para ser probados
- <2 prod>: el (EGC) habrá elaborado el plan de pruebas del proyecto [PPRB] de acuerdo con las recomendaciones contenidas en el Guión {GR.PRB}
- <3 prb>: el (EGC) somete al software de los módulos correspondientes a las pruebas de validación que se hayan definido
- <4 prod>: la ejecución es monitorizada por el (EGC) quien en consecuencia elabora el informe de resultados [IPVM];
- <5 rev.c>: ambos equipos mantienen una reunión conjunta de revisión para el examen de los resultados de acuerdo con las indicaciones contenidas en el guión {GR.REVC}
- <6 prod>: en función de los resultados obtenidos, el (EGC):
 (a) elabora una lista de las acciones correctivas que deben ser llevadas a cabo [LAC] por el equipo de desarrollo, o bien
 (b) elabora la hoja de aprobación provisional correspondiente [HAP]
- <7 env>: y remite copia de la misma al (DIR) y al (EDS)
- <8 arch>: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos generados a lo largo del procedimiento en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC] .

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

- {GR.PRB}: Guión de recomendaciones para el diseño y la realización de pruebas de software

{GR.REVC}: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Todas las anomalías o deficiencias que se observen como resultado de la ejecución de las pruebas de validación de módulos, se reflejarán en el informe correspondiente [IPVM], y deberán ser analizadas e interpretadas conjuntamente por los equipos de desarrollo y de garantía de calidad.

Por cada uno de los módulos en que se hayan apreciado defectos de funcionamiento se elaborará una lista de acciones correctivas [LAC] que contendrá la relación de las medidas que deben ser llevadas a cabo por el equipo de desarrollo con el fin de garantizar que el funcionamiento de ese módulo o componente software se ajusta a los requisitos especificados. Esta lista poseerá un carácter formal y vinculante. La plena resolución de los defectos descubiertos será condición indispensable para que el (EGC) emita la hoja de aprobación provisional de cada módulo [HAP].

Finalmente toda la documentación generada se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC], cuyo mantenimiento, actualización y custodia será responsabilidad el equipo de garantía de calidad (EGC).

3.2- Pruebas de Integración -PI-

Descripción genérica y objetivos

La realización de estas pruebas de integración es un procedimiento de control específico de los modelos de desarrollo secuencial detallado y modular, en los que es posible identificar componentes y módulos software que aunque sean aislables desde el punto de vista conceptual, deben funcionar de forma integrada para poder proporcionar a la aplicación en cuestión la funcionalidad que se demanda. Las pruebas de integración se diferencian de las pruebas de validación de módulos en que el objeto sobre el que se actúa en este caso no consiste en uno o varios módulos de aplicación aislados, sino el conjunto interrelacionado de los mismos.

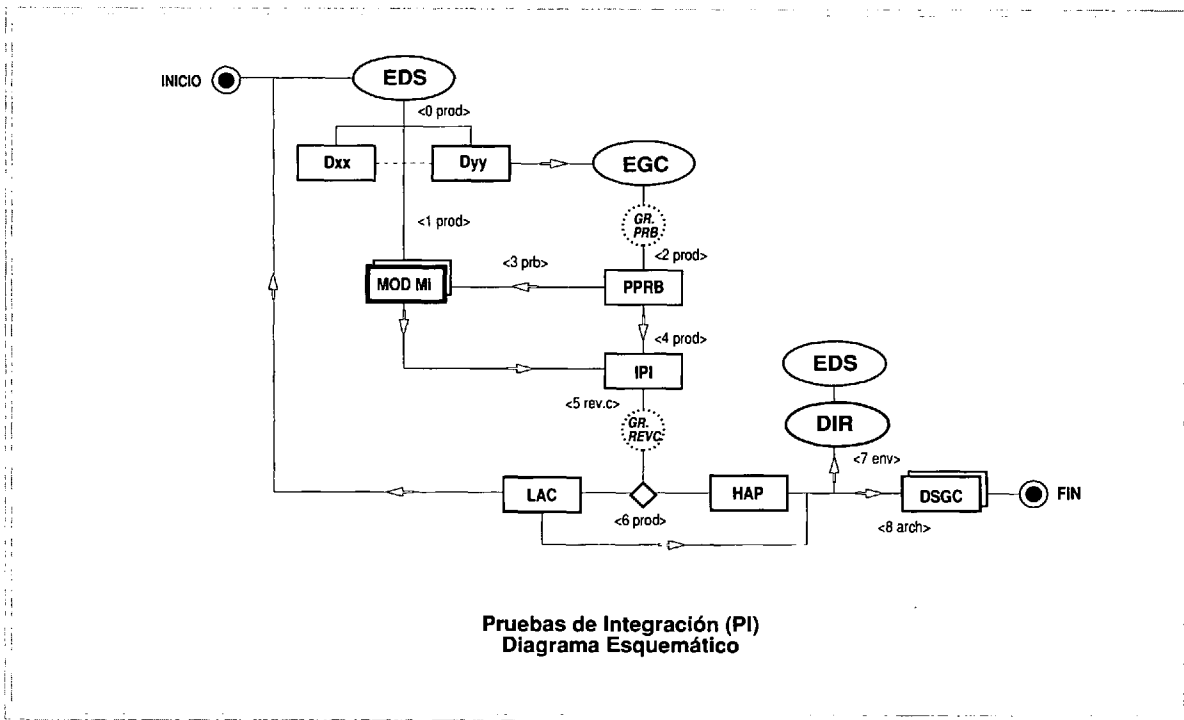
El objetivo de este tipo de pruebas se dirige por lo tanto en comprobar que el funcionamiento articulado de los programas correspondientes a los distintos componentes y módulos de la aplicación es correcto, para lo cual deberá investigarse fundamentalmente la consistencia y comportamiento de las interfaces existentes entre los mismos. Las pruebas de integración constituyen en los casos apropiados un procedimiento de control aplicable con carácter previo a la implantación final de la aplicación y la realización de las pruebas de aceptación correspondientes.

Los resultados obtenidos durante la realización de las pruebas se registrarán en un informe, y con el fin de facilitar el análisis de los posibles fallos y su posterior resolución se mantendrá una reunión formal de revisión conjunta de los resultados, en la que intervendrán representantes de los equipos de garantía de calidad y de desarrollo. Las acciones correctivas o perfectivas que se acuerden en esa reunión serán vinculantes para ambas partes.

El procedimiento de ejecución es en cualquier caso análogo al de las pruebas del tipo anterior.

** Ejecución de las pruebas de integración:*

El procedimiento de realización de las pruebas se inicia una vez que el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, se encuentra en condiciones de entregar <1> los programas correspondien-



tes a los distintos componentes o módulos [MODM_i] y sus interfaces, una vez que ha sido verificada la corrección de su comportamiento en modo aislado. El equipo de control de calidad del proyecto (EGC), que deberá poseer en ese momento un buen conocimiento del proyecto, habrá elaborado <2> el plan de pruebas del software del proyecto [PPRB] y ejecutará <3> la parte correspondiente a las pruebas de integración, para lo cual podrá utilizar el correspondiente guión de recomendaciones {GR.PRB}.

Con los resultados obtenidos se elaborará <4> el informe de pruebas de integración [IPI], cuyos resultados serán examinados <5> por representantes de los dos equipos (EGC) y (EDS) en una reunión formal de revisión conjunta. En aquellos casos en que los resultados evidenciasen la existencia de defectos o fallos en el funcionamiento de las interfaces correspondientes, se produciría <6> una lista de acciones correctivas [LAC] que deberán ser emprendidas por el (EDS) con carácter obligatorio. En cambio si el plan de pruebas de integración se ejecuta satisfactoriamente el (EGC) elaborará <6> la hoja de aprobación provisional [HAP] correspondiente y remitirá copia de la misma <7> al Director del proyecto (DIR) y al equipo de desarrollo.

Finalmente el (EGC) reunirá todos los documentos producidos <8> en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

En las pruebas de validación de componentes intervendrán los tres tipos de agentes siguientes:

- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
- [Dxx]..

- [Dyy]: Documentos correspondientes a las etapas intermedias de desarrollo de los módulos
- [PPRB]: Plan de pruebas del software del proyecto
- [MODM_i]: Módulos o componentes software y sus interfaces en soporte y formato ejecutables
- [IPI]: Informe de las pruebas de integración
- [LAC]: Lista de acciones correctivas
- [HAP]: Hoja de aprobación provisional
- [DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

- <0 prod>: previamente al inicio del proceso, el (EDS) habrá entregado los documentos correspondientes a las fases anteriores del desarrollo de la aplicación [Dxx]...[Dyy] que serán conocidos y habrán sido revisados por el (EGC)
- <1 prod>: el (EDS) entrega el software correspondiente a los módulos de la aplicación y sus interfaces para ser probados conjuntamente
- <2 prod>: el (EGC) habrá elaborado el plan de pruebas del proyecto [PPRB] de acuerdo con las recomendaciones contenidas en el guión {GR.PRB}
- <3 prb>: el (EGC) somete al software a las pruebas de integración que se hayan definido
- <4 prod>: la ejecución es monitorizada por el (EGC) quien en consecuencia elabora el informe [IPI];
- <5 rev.c>: ambos equipos mantienen una reunión conjunta de revisión para el examen de los resultados de acuerdo con las indicaciones contenidas en el guión {GR.REVC}
- <6 prod>: en función de los resultados obtenidos, el (EGC):
 (a) elabora una lista de las acciones correctivas que deben ser llevadas a cabo [LAC] por el equipo de desarrollo, o bien
 (b) elabora la hoja de aprobación provisional correspondiente [HAP]
- <7 env>: y la remite al (DIR) y al (EDS)
- <8 arch>: finalmente el (EGC) archiva todos los documentos generados a lo largo del procedimiento en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC] .

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

- {GR.PRIB}**: Guión de recomendaciones para el diseño y la realización de pruebas de software
- {GR.REVC}**: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Todas las anomalías o deficiencias que se observen como resultado de la ejecución de las pruebas de integración de módulos de aplicación y/o elementos software, se reflejarán en el informe correspondiente [IPI], y deberán ser analizadas e interpretadas conjuntamente por los equipos de desarrollo y de garantía de calidad.

Si se hubiesen apreciado defectos de funcionamiento se elaborará una lista de acciones correctivas [LAC] que contendrá la relación de las medidas que deben ser llevadas a cabo por el equipo de desarrollo con el fin de garantizar que el funcionamiento de las interfaces de los módulos y componentes software. Esta lista poseerá un carácter formal y vinculante.

La plena resolución de los defectos descubiertos será condición indispensable para que el (EGC) emita la hoja de aprobación provisional [HAP]. Finalmente toda la documentación generada se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC], cuyo mantenimiento, actualización y custodia será responsabilidad el equipo de garantía de calidad (EGC).

3.3 - Pruebas de aceptación de la aplicación -PAA-

Descripción genérica y objetivos

Las pruebas de aceptación deben garantizar el correcto funcionamiento del software final que corresponde a la aplicación completa en su versión definitiva [APL], sobre la máquina virtual que exista en el entorno de implantación. En este sentido su importancia dentro de las funciones de garantía de calidad es notoria. Su realización se verá en gran medida facilitada cuando a lo largo de las fases anteriores del proyecto se hayan puesto en práctica los procedimientos de control aplicables (revisiones, inspecciones y pruebas parciales) de acuerdo con los criterios y recomendaciones que se exponen en este fascículo.

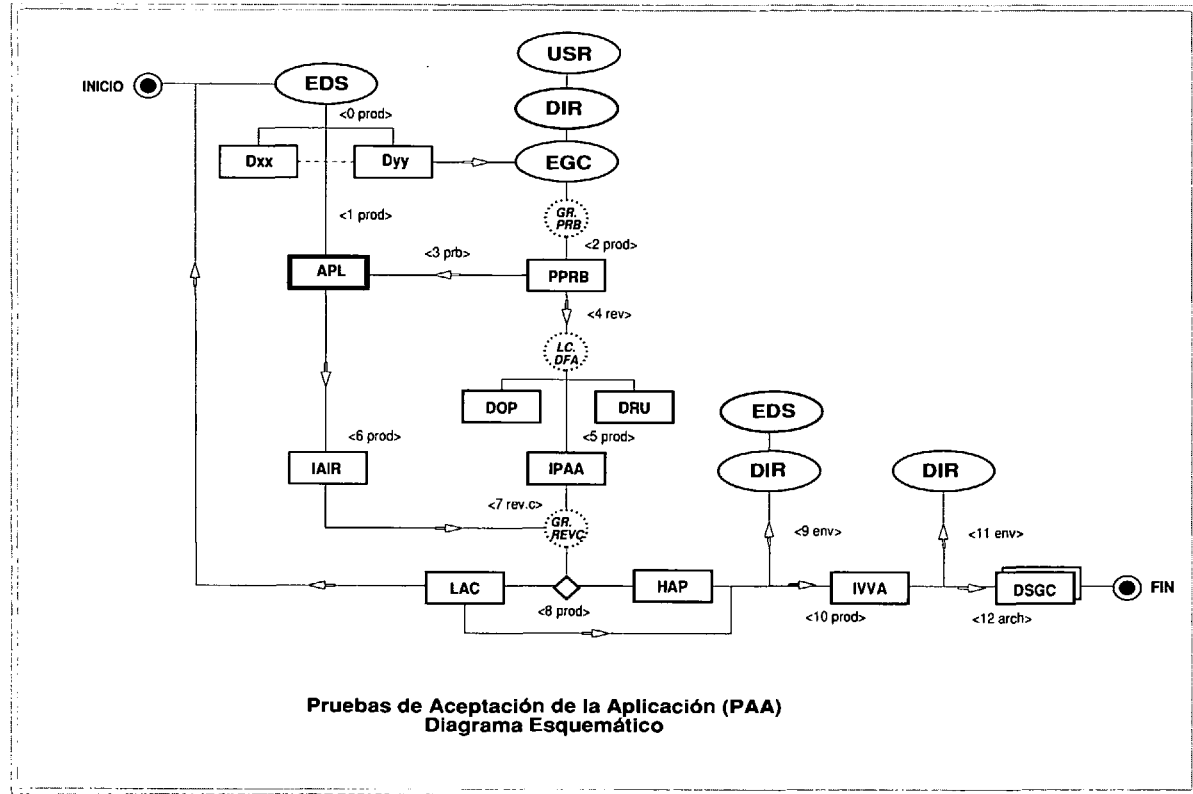
Las pruebas de aceptación constituyen un procedimiento de control aplicable por lo tanto en la última fase del ciclo de vida del desarrollo de las aplicaciones informáticas, y su resultado será en general el elemento determinante a efectos de la recepción de los trabajos por parte del usuario o promotor del proyecto.

** Ejecución de las pruebas de aceptación de la aplicación*

El procedimiento de realización de este tipo de pruebas se inicia una vez que el equipo responsable del desarrollo (EDS) bien sea interno o externo, se encuentra en condiciones de entregar <1> la aplicación y todos sus componentes software. El equipo de control de calidad (EGC) poseerá en ese momento un excelente conocimiento del proyecto, adquirido <0> a lo largo de los procesos de revisión y aprobación provisional de los sucesivos componentes y fases del desarrollo de la aplicación ([Dxx]...[Dyy]), que deberán haber concluido satisfactoriamente. El (EGC) habrá elaborado <2> el plan de pruebas del software del proyecto [PPRB], y lo ejecutará <3> siguiendo las recomendaciones del guión {GR.PRB}. Concurrentemente <4> se revisará la documentación final entregada, especialmente la de operación [DOP] y la de referencia para el usuario [DRU].

Durante la ejecución de los tests, en la que también participará el Director del proyecto y los representantes del Organismo promotor o usuario, se monitorizará el comportamiento externo de la aplicación así como el interno de la máquina virtual subyacente.

Diagrama esquemático



Consecuentemente el (EGC) obtendrá <5> un informe del resultado de las pruebas y de la revisión de los documentos [IPAA], y a su vez el (EDS) elaborará <6> su propio informe de análisis e interpretación de los resultados [IAIR].

Ambos informes serán examinados y contratados <7> por representantes de los dos equipos (EGC) y (EDS) en una reunión formal de revisión conjunta. En aquellos casos en que los resultados evidencien la existencia de defectos o fallos en la aplicación o en la documentación asociada, el (EGC) producirá <8> una lista de acciones correctivas [LAC] que deberán ser emprendidas por el (EDS) con carácter obligatorio. Contrariamente, si el software de la aplicación pasa satisfactoriamente el plan de pruebas de aceptación y la documentación es conforme, el (EGC) elaborará <8> la correspondiente hoja de aprobación provisional [HAP] y remitirá copia <9> al Director del proyecto y al equipo de desarrollo.

Finalmente, puesto que éste es el último punto de control a efectos de garantía de calidad en el que interviene, el (EGC) redactará <10> el informe de verificación y validación de la aplicación [IVVA], remitirá copia <11> al Director del proyecto y lo reunirá junto con todos los documentos producidos <12> en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC].

Agentes que intervienen en el procedimiento

En las pruebas de verificación y validación intervendrán los cuatro tipos de agentes habituales que son:

- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)
- (USR): Usuario o en su caso promotor del proyecto (organismo promotor)

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto

[Dxx]..

[Dyy]: Documentos correspondientes a los productos de las fases anteriores y elementos auxiliares generados en las tareas de garantía de calidad

[PPRB]: Plan de pruebas del software del proyecto

[APL]: Software de la aplicación en soporte y formato ejecutables

[DOP]: Documentación de operación de la aplicación

[DRU]: Documentación de referencia de usuario de la aplicación

[IPAA]: Informe de las pruebas de aceptación de la aplicación

[IAIR]: Informe de análisis e interpretación de resultados

[LAC]: Lista de acciones correctivas

[HAP]: Hoja de aprobación parcial del documento

[IVVA]: Informe de verificación y validación de la aplicación

[DSGC]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

<0 prod> Operaciones previas de elaboración y revisión de documentos correspondientes a productos de las fases anteriores

<1 prod>: el (EDS) entrega la aplicación o componente para ser probada

<2 prod>: el (EGC) habrá elaborado el plan de pruebas de acuerdo con las recomendaciones contenidas en el guión {GR.PRB},

<3 prb>: el software de la aplicación es sometido a las pruebas de aceptación y al mismo tiempo

<4 rev>: se procede a la revisión de la documentación de operación [DOP] y de referencia para el usuario [DRU], utilizando las listas de control {LC.DFA}

<5 prod>: el (EGC) que ha dirigido la ejecución de las pruebas elabora un informe sobre el resultado de las mismas y de la revisión de los documentos correspondientes [IPAA], mientras que

<6 prod>: el (EDS) analiza por su parte los resultados de las pruebas, redactando a su vez un informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR];

<7 rev.c>: ambos equipos mantienen una reunión conjunta de revisión para el examen de los resultados y el contraste de los dos informes elaborados independientemente, de

- acuerdo con las indicaciones contenidas en el guión {GR.REVC},
- <8 prod>: en función de los resultados, el (EGC)
- (a) elabora una lista de las acciones correctivas que deben ser llevadas a cabo por el equipo de desarrollo, o bien
 - (b) elabora la hoja de aprobación provisional del software [HAP]
- <9 env>: y remite copia de la misma al (DIR) y al (EDS);
- <10 prod>: finalmente el (EGC) prepara el informe de verificación y validación de la aplicación [IVVA],
- <11 env>: remite copia del mismo al (DIR) y
- <12 arch>: archiva todos los documentos generados a lo largo del procedimiento en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC] .

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

- {GR.PPRB}: Guión de recomendaciones para la realización de pruebas del software de la aplicación
- {GR.REVC}: Guión de recomendaciones para la realización de reuniones de revisión conjunta
- {LC.DFA}: Listas de Control para la revisión de la documentación final de la aplicación, [DOP] y [DRU].

Los instrumentos de control y elementos auxiliares a emplear se describen en el fascículo #4 de este Plan General de Calidad

Gestión de incidencias

Todas las anomalías o deficiencias que se observen como resultado de la ejecución de los tests sobre la aplicación o sus componentes software más las observaciones a la documentación [DOP] y [DRU], se reflejarán por parte del (EGC) en el informe de las pruebas de aceptación [IPAA]. Los resultados obtenidos deberán a su vez ser analizados e interpretados por el (EDS) en el informe [IAIR].

La lista de acciones correctivas [LAC] que en su caso se elabore contendrá una relación exhaustiva hasta donde se conozca, de las medidas que deben ser llevadas a cabo por el equipo de desarrollo con el fin de

garantizar que el funcionamiento de la aplicación o componente software se ajusta a los requisitos especificados. Esta lista poseerá un carácter formal y vinculante.

La plena resolución de los defectos descubiertos será condición indispensable para que el (EGC) emita la hoja de aprobación provisional [HAP] de las pruebas de la aplicación o componente en cuestión. El informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA] resumirá con claridad y exactitud las actuaciones efectuadas a lo largo de todo el procedimiento y los resultados obtenidos. Finalmente la documentación generada se archivará en el apartado correspondiente del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC], cuyo mantenimiento, actualización y custodia son responsabilidades del equipo de garantía de calidad (EGC).



4 - PROCEDIMIENTOS EXTRAORDINARIOS

4.1 - Auditorías -AUD-

Descripción genérica y objetivos

Las auditorías son procedimientos de control de carácter extraordinario a los que se pueden someter los proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas en determinadas circunstancias. Este tipo de procedimientos suelen tener un coste superior a las revisiones e inspecciones, y en algunas ocasiones incluso a las pruebas de aceptación, por lo que su uso tendrá lugar generalmente en el marco de proyectos importantes con una buena disponibilidad de recursos asignables a las funciones de garantía de calidad y en los que una buena parte de las fases y componentes deban controlarse con un nivel de intensidad especial (nivel 2).

El objetivo fundamental de una auditoría consiste en garantizar que tanto los procesos de desarrollo que lleva a cabo el equipo correspondiente (EDS) como muy especialmente las funciones de control que está realizando el (EGC) se ajustan estrictamente a las normas y procedimientos establecidos en el Plan de Garantía de Calidad [PGC] del proyecto. En tal sentido puede señalarse que una auditoría debe controlar no sólo la corrección de las actividades de desarrollo, sino especialmente las propias tareas de garantía de calidad. Por esta razón el equipo u organización de llevarla a cabo (AUD) debe ser independiente de los dos equipos anteriores, (EDS) y (EGC) respectivamente.

El objeto de una auditoría será un proyecto informático completo, revisándose en el transcurso del procedimiento todos los documentos generados a lo largo del proceso de desarrollo y de las actividades de garantía de calidad del proyecto, es decir tanto los componentes documentales [Dxx]...[Dyy] de la aplicación, como los elementos auxiliares [HCR], [LAC], [HAP], etc., y todo el material producido como consecuencia del plan de pruebas del software [PPRB] de la aplicación.

De hecho, el elemento fundamental para la realización de una auditoría será el dossier de garantía de calidad del proyecto [DSGC], que

deberá contener toda la documentación anterior actualizada y en perfecto estado de revista. Los trabajos de auditoría se llevarán a cabo en una serie de puntos de control que serán establecidos libremente por el equipo correspondiente (AUD).

Dos aspectos fundamentales de una auditoría que la diferencian por completo de otros procedimientos de control son los siguientes:

- independencia: el equipo u organización de auditores (AUD) debe ser independiente en relación no sólo con el equipo de desarrollo (EDS) sino también con el de garantía de calidad del proyecto (EGC)
- autoridad: el equipo de auditoría no dispondrá de autoridad formal explícita directa sobre ninguno de los anteriores; las modificaciones, acciones correctivas y/o perfectivas que deban realizarse como consecuencia de los resultados obtenidos se llevarán a cabo a instancias del Organismo promotor del proyecto (USR) o bien por decisión del Director del mismo (DIR); en tal sentido la auditoría producirá un informe que contendrá un diagnóstico y una serie de recomendaciones [IAUD], pero ni su puesta en práctica ni el control de la ejecución de las mismas forman parte de los objetivos del equipo de auditores

** Procedimiento de realización de una auditoría*

La realización de una auditoría a un proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas partirá del examen <1> por parte del equipo responsable (AUD) del Plan de Garantía de Calidad [PGC] del proyecto y de la evaluación en primera instancia de su concordancia con el contenido de esta Guía Metodológica o Plan General de Calidad.

El equipo (AUD) elaborará <2> el plan de auditoría [PAUD] en el que se establecerán los puntos de control en los que va a llevar a cabo sus intervenciones. Si bien su número y distribución se elegirán libremente, el material auditado en su conjunto deberá cubrir la totalidad del proyecto, incluyendo todos los componentes de la aplicación, su documentación asociada y la que corresponde a todas las actuaciones de garantía de calidad que se hayan practicado. Para ello el elemento fundamental sobre el que actuará el equipo auditor será el dossier de garantía de calidad del proyecto [DSGC], cuya elaboración y mantenimiento serán responsabilidad del equipo correspondiente (EGC). En cada punto

Agentes que intervienen en el procedimiento

En la realización de una auditoría intervendrán los agentes siguientes:

- (DIR): Director del proyecto
- (AUD): Equipo de auditoría (organización o tercero independiente de los equipos de desarrollo y de garantía de calidad)
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente del anterior)
- (USR): Usuario o en su caso promotor del proyecto (organismo promotor)

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
- [PAUD]: Plan de auditoría del proyecto
- [APL]: Aplicación, es decir el objeto del desarrollo y concretamente su
- [DSGC]: Dossier de garantía de calidad del proyecto, que mantenido bajo la responsabilidad del (EGC) incluirá
- [Dxx]...
- [Dyy]: Todos los documentos correspondientes a los componentes del proyecto obtenidos a lo largo de sus distintas fases, incluidos los de carácter auxiliar y los relativos a la realización de las tareas de garantía de calidad
- [IAUD]: Informe de auditoría del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

- <1 rev>: El equipo de auditoría (AUD) examina el Plan de Garantía de Calidad del proyecto [PGC] y evalúa su concordancia con las directrices del Plan General
- <2 prod>: de acuerdo con las circunstancias particulares existentes, el (AUD) elabora el plan de auditoría del proyecto [PAUD]

- <3 rev>: el (AUD) aplica el plan a lo largo de los puntos de control establecidos, actuando fundamentalmente sobre el dossier de garantía de calidad del proyecto [DSGC]
- <4 prod>: como consecuencia de los trabajos de auditoría realizados elabora el informe correspondiente [IAUD] y lo remite al Director del proyecto y al Organismo promotor a los efectos oportunos; las conclusiones y recomendaciones que se desprendan del [IAUD] tan solo serán vinculantes en la medida que sean asumidas por éstos;
- <5 arch>: finalmente se incluye ese informe en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Instrumentos de control que se deben emplear en el procedimiento

{GR.AUD}: Guión de recomendaciones para la realización de auditorías aplicables al desarrollo de proyectos informáticos

Gestión de incidencias

Todas las anomalías o deficiencias que se observen como resultado de los trabajos de auditoría realizados sobre el proyecto se reflejarán en el informe correspondiente [IAUD], y deberán ser ponderadas por el Director del proyecto o por el Organismo promotor .

Al no poseer un carácter vinculante por sí mismas, las observaciones incluidas en el informe de auditoría podrán inducir la puesta en práctica de acciones correctivas o perfectivas en la medida que así sea decidido por los agentes anteriores. Este informe formará parte a su vez del dossier de garantía de calidad del proyecto [DSGC].



5 - PROCEDIMIENTOS PARTICULARES

5.1 - Evaluación de prototipos -EVP-

Descripción genérica y objetivos

Es un procedimiento de control que se aplica exclusivamente durante la fase de experimentación del modelo de desarrollo por evolución de prototipos. Su objetivo es proceder al refinamiento sucesivo en la definición de las especificaciones finales del proyecto, por medio de la evaluación que realizará fundamentalmente el usuario sobre los distintos prototipos (o versiones) que vaya realizando el equipo de desarrollo.

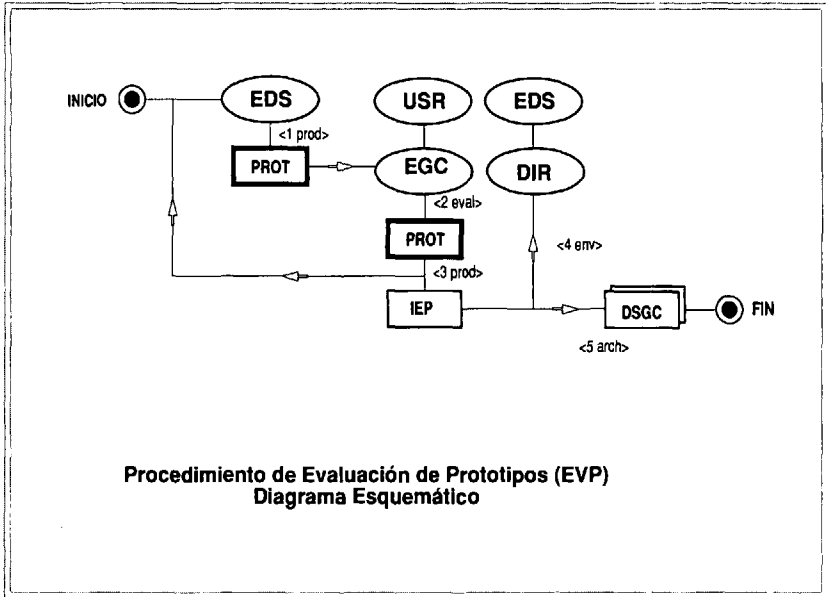
Este procedimiento de control no es tan formal como los que se han descrito anteriormente, ya que a lo largo de las fases de producción de los proyectos que se desarrollen siguiendo este modelo de referencia se ejecutarán los procedimientos habituales de control. Por lo tanto cabe interpretar la evaluación como una especie de revisión de carácter semi-formal sobre las características funcionales del prototipo en cuestión.

La evaluación se producirá a instancias del equipo de desarrollo (EDS), cada vez que se haya completado satisfactoriamente <1> un ciclo del proceso de experimentación, y será efectuada <2> por el usuario o promotor del proyecto (USR) asistido por el equipo de garantía de calidad (EGC). Se llevarán a cabo tantos ciclos como sean necesarios para poder definir con precisión las especificaciones finales de diseño y poder iniciar las fases de producción. Se elaborará <3> un informe de evaluación del prototipo [IEP] del que se remitirá copia <4> al Director del proyecto (DIR) y al equipo de desarrollo (EDS). el informe será a su vez archivado <5> en el Dossier de Garantía de Calidad [DSGC] del proyecto.

Agentes que intervienen en el procedimiento

Como se puede observar en el diagrama anterior, en este procedimiento intervienen los cuatro tipos de agentes habituales:

Diagrama esquemático



- (DIR): Director del proyecto
- (EDS): Equipo de desarrollo del proyecto (contratista o grupo interno)
- (EGC): Equipo de garantía de calidad del proyecto (organismo promotor o tercero independiente)
- (USR): Usuario o en su caso promotor del proyecto (organismo promotor)

Objetos (componentes del proyecto o elementos auxiliares) que se utilizan en el procedimiento

- [PGC]: Plan de Garantía de Calidad del proyecto
- [PRT]: Prototipo (ejecutable) a evaluar
- [IEP]: Informe de evaluación del prototipo

[**DSGC**]: Dossier de Garantía de Calidad del proyecto

Operaciones que se deben realizar en el procedimiento

- <**1 prod**>: El (EDS) desarrolla las versiones sucesivas del prototipo [PRT]
- <**2 rev**>: que son evaluadas por el (USR) y el (EGC); este proceso se repite hasta que las características funcionales sean satisfactorias, en cuyo caso
- <**3 prod**>: el (EGC) elabora el informe correspondiente [IEP]
- <**4 env**>: y remite copia al (DIR) y al (EDS); finalmente
- <**5 env**>: se incluyen los informes en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC] y se da fin a la fase de experimentación.



FASCICULO 4

**INSTRUMENTOS DE CONTROL Y
ELEMENTOS AUXILIARES DE
CONTROL DE CALIDAD**



FASCICULO 4

**INSTRUMENTOS DE CONTROL Y
ELEMENTOS AUXILIARES DE
GARANTIA DE CALIDAD**



CONTENIDO

1 - Introducción	233
2 - Listas de control:	239
2.1 - Revisiones mínimas {LC.RM}	240
2.2 - Revisiones técnicas formales {LC.RTF}	240
2.3 - Inspecciones detalladas {LC.ID}	240
2.4 - Revisiones de usuario {LC.RU}	259
2.5 - Documentación final de la aplicación {LC.DFA}	264
3 - Guiones de recomendaciones:	267
3.1 - Revisiones conjuntas {GR.REVC}	269
3.2 - Realización de pruebas {GR.PRB}	271
3.3 - Realización de auditorías {GR.AUD}	293
4 - Elementos auxiliares:	301
4.1 - Hoja de comentarios de usuario [HCU]	302
4.2 - Hoja de comentarios de revisión [HCR]	303
4.3 - Lista de acciones correctivas [LAC]	304
4.4 - Hoja de aprobación provisional [HAP]	305
4.5 - Plan de pruebas [PPRB]	306
4.6 - Informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]	308
4.7 - Informe de pruebas de integración [IPI]	309
4.8 - Informe de las pruebas de aceptación de la aplicación [IPAA]	310
4.9 - Informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR] ...	311
4.10 - Plan de auditoría del proyecto [PAUD]	312
4.11 - Informe de auditoría del proyecto [IAUD]	313
4.12 - Informe de evaluación del prototipo [IEP]	314
4.13 - Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]	315
5 - El Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC]	317



1 - INTRODUCCION

La puesta en práctica del Plan de Garantía de Calidad específico de un determinado proyecto supondrá la utilización de una serie de procedimientos de control tal como se ha indicado en el fascículo #3 de este Plan General. La ejecución de cada procedimiento concreto exigirá la utilización de instrumentos de control y elementos auxiliares, tal como se indica en cada caso.

Este fascículo #4 contiene la descripción de los distintos instrumentos y elementos auxiliares necesarios para llevar a cabo de forma operativa las tareas de garantía de calidad en el marco de un proyecto específico, de acuerdo con los procedimientos establecidos en este Plan General de Calidad. Con el fin de introducir criterios de homogeneización, se han diferenciado los tres grupos siguientes:

- Listas de control
- Guiones de recomendaciones
- Elementos auxiliares

Las *listas de control* {LC.-----}, son instrumentos aplicables a la garantía de calidad de los componentes documentales del proyecto. Se han considerado a su vez cinco tipos diferentes, cuyo ámbito de aplicación se indica en las páginas siguientes (tabla TLC). Las listas de control se conciben como instrumentos de ayuda que permitirán al equipo de garantía de calidad y en su caso al usuario o promotor del proyecto ejercer el control de calidad que corresponda sobre los aspectos formales y de contenido de cada documento.

Los *guiones de recomendaciones* {GR. -----} son instrumentos que aportan criterios generales, sugerencias y normas de buena práctica para la realización de determinadas tareas de garantía de calidad. Dentro de ellas podrían señalarse las reuniones formales de revisión conjunta a celebrar entre los equipos de garantía de calidad y de desarrollo, así como la realización de pruebas de diversos tipos y de auditorías del proyecto. El ámbito de aplicación de este tipo de instrumentos se recoge en la tabla TGR.

Los *elementos auxiliares* hacen generalmente referencia a documentos producidos como consecuencia de la realización de las funciones de control en el marco del Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto. En ellos debe quedar constancia de las actuaciones practicadas en cada fase. Dentro de este grupo se incluyen las hojas de comentarios de revisión, listas de acciones correctivas, hojas de aprobación, planes e informes de pruebas y en su caso de auditoría, así como el informe final de verificación y validación de la aplicación. La correspondencia entre elementos auxiliares, procedimientos de control, fases y componentes del proyecto y agentes participantes en la garantía de calidad se recoge en la tabla TEA.

Todos estos elementos auxiliares, junto con los productos y componentes correspondientes obtenidos en cada fase del desarrollo (documentos [Dxx]), deberán formar parte del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto, cuya custodia, actualización y mantenimiento serán responsabilidades que incumben al equipo de garantía de calidad.

Las tablas TLC, TGR y TEA a que hace referencia complementan las tablas TI-1 / TI-4 incluídas en el fascículo #1 (Guía Metodológica) del Plan General.

*** OBSERVACION IMPORTANTE:**

Debe advertirse que no se pretende en este fascículo #4 definir de forma cerrada y exhaustiva todos y cada uno de los posibles instrumentos de control y elementos auxiliares aplicables en el contexto de los distintos tipos de procedimientos de control. Hay que tener presente que la variedad y peculiaridades de los proyectos de desarrollo de aplicaciones que promueve la Administración del Estado son muy amplias y harían inviable esa tarea.

Lo que se ha pretendido definir son una serie de herramientas genéricas que pueden ser utilizadas bien directamente o bien mediante su adaptación a la problemática particular de un proyecto concreto si fuese necesario. El contenido de los distintos apartados de este fascículo servirá pues para que los agentes responsables en cada caso (equipo de garantía de calidad, usuarios o promotores y equipo de auditoría) puedan contar con una serie de instrumentos prácticos de referencia para la realización de las tareas que les correspondan en el marco de los procedimientos de control que se hayan establecido.

<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>
Listas de Control para las Revisiones Mínimas [LC. RM] - [Dxx]	Equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC)	Documentos [Dxx] producidos a lo largo de las fases iniciales e intermedias del proceso de desarrollo	Revisiones Mínimas
Listas de Control para las Revisiones Técnicas Formales [LC. RTF] - [Dxx]		En función del modelo de referencia seleccionado serán los que correspondan de la lista	Revisiones Técnicas Formales
Listas de Control para las Inspecciones Detalladas [LC. ID] - [Dxx]		[DBP] [DED] [DDD] [DDF] [DDT] [DTP]	Inspecciones Detalladas
Listas de Control para las Revisiones de Usuario [LC. RM] - [Dyy]	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
Listas de Control para la Doc. Final de la Aplicación [LC. DFA] - [Dzz]	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

<i>Instrumentos de control</i>	<i>Agente responsable de su aplicacion</i>	<i>Producto(s) y componente(s) sobre los que se aplica</i>	<i>Procedimiento(s) en los que es aplicable</i>
Guión de Recomendaciones para la realización de revisiones conjuntas [GR. REVC]	Equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC)	Componentes de cualquier tipo (documentos + soft. ejecutable) cuando sea requerido	Procedimienrto de cualquier tipo en los que se haya requerido
Guión 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
Guión 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
Ambito de aplicación de los Guiones de Recomendaciones

<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 aprobación 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 [APL] y sus componentes ejec. + documentación final [DOP] y [DRU]	PVM, PI, PAA, EVP
<i>Informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Modulo de la aplicación (soft. ejecutable)	PVM
<i>Informe de pruebas de integración [IPI]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Aplicación [APL] y sus componentes ejec.	PI
<i>Informe de las pruebas de aceptación de la aplicación [IPAA]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Aplicación [APL] y sus componentes ejec. + documentación final [DOP] y [DRU]	PAA
<i>Informe de análisis e interpretación de resultados [IAR]</i>	Equipo de desarrollo (EDS)	Aplicación [APL] y sus componentes ejec.	PAA
<i>Plan de auditoría del proyecto [PAUD]</i>	Equipo de auditoría (AUD)	Todos los tipos	AUD
<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]	EVP
<i>Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]</i>	Equipo de garantía de calidad (EGC)	Todos los tipos	PAA

Tabla TEA
Ambito de aplicación de los Elementos Auxiliares



2 - LISTAS DE CONTROL

En este apartado se definen modelos de referencia para la elaboración de listas de control aplicables a la revisión de los componentes documentales de un proyecto de desarrollo de aplicaciones informáticas.

Se incluyen los cinco tipos de listas de control siguientes:

- {LC.RM}: Revisiones mínimas
- {LC.RTF}: Revisiones técnicas formales
- {LC.ID}: Inspecciones detalladas
- {LC.RU}: Revisiones de usuario
- {LC.DFA}: Documentación final de la aplicación

El ámbito de aplicación de las listas de cada tipo es el que se refleja en la tabla TLC incluida en el apartado anterior.

2.1 - Listas de control para las revisiones mínimas {LC.RM}**2.2 - Listas de control para las revisiones técnicas formales {LC.RTF}****2.3 - Listas de control para las inspecciones detalladas {LC.ID}**

Dentro de cada uno de estos tres tipos el (EGC) definirá en función del nivel de intensidad correspondiente la lista específica de control a aplicar al documento de que se trate en cada caso.

Cada lista incidirá sobre los dos tipos de elementos que se deberán controlar en relación con cada documento, respectivamente:

- aspectos de forma
- aspectos de contenido

Los primeros serán en buena medida comunes a todas las listas que se elaboren, independientemente del tipo de documento a revisar como del nivel de intensidad de control que se vaya a aplicar. Los aspectos de contenido variarán sin embargo tanto por razón del documento concreto de que se trate, como en virtud del nivel de intensidad que corresponda en cada caso. Debe señalarse que en general existirá muy poca diferencia entre los aspectos a controlar sobre un mismo documento en los procedimientos de revisión técnica formal {LC.RTF} y de inspección detallada {LC.ID}, ya que lo que distingue ambos procedimientos es por una parte la orientación de las actuaciones (más inquisitiva en el segundo caso) y por otra el hecho de que las inspecciones detalladas deben realizarse por partida doble.

*** OBSERVACION IMPORTANTE:**

Con el fin de evitar repeticiones innecesarias y facilitar la utilización de este fascículo se han condensado los epígrafes 2.1, 2.2 y 2.3 en uno solo.

Por este motivo se advierte que cuando al final de un párrafo aparezca una “bandera” o “flag” con texto en caracteres de tipo negrita-italica conteniendo los acrónimos **-RM**, **-RTF** o **-ID**, o bien cualquier combinación de los mismos, deberá entenderse que el párrafo en cuestión es aplicable a las listas de control respectivas, es decir {LC.RM}, {LC.RTF} o {LC.ID}, o bien a la combinación de las mismas que se haya indicado.

Los párrafos sin marcas o “banderas” de ningún tipo serán aplicables con carácter general a cualquiera de los tipos de listas indicados.

Aspectos de forma

Se comprobará en relación con cada documento:

- (i) que cumple con una serie de requisitos mínimos en cuanto a los aspectos generales relativos a su formato y presentación - **RM, RTF, ID**
- (ii) que cumple con las normas o estándares sobre documentación que hayan sido previamente establecidas por el equipo de garantía de calidad (EGC) o por el Organismo usuario o promotor del proyecto (USR) - **RTF, ID**
- (iii) y además en los procedimientos de inspección detallada se realizarán las comprobaciones pertinentes por partida doble - **ID**

Entre los posibles puntos a controlar relativos a los aspectos formales de cada documento pueden señalarse los siguientes:

(a) Requisitos generales a comprobar en cualquier caso -**RM, RTF, ID**

(1) El documento se encontrará correctamente identificado, mediante una hoja de portada que incluya referencias inequívocas a los siguientes puntos:

- título del proyecto
- nombre del organismo promotor o usuario
- título del documento (deberá referirse en su caso a lo que se indica en el Pliego de Condiciones para la contratación)
- número de versión y en su caso de revisión
- fecha de edición
- autor (organismo o empresa)
- carácter (preliminar, provisional o definitivo) y grado de confidencialidad o clasificación en su caso

(2) El documento poseerá un índice o tabla de contenidos con estructura jerárquica del tipo

- capítulo
 - apartado
 - epígrafe
 -

o similar, con tantos niveles de desagregación como resulten adecuados, indicándose explícitamente el número de página en que se inicia cada una de las divisiones anteriores

(3) El documento estará completo y sus páginas se encontrarán debidamente numeradas y distribuidas en consonancia con lo dispuesto en el índice o tabla de contenidos

(4) El documento estará escrito en un lenguaje comprensible, ortográfica y sintácticamente aceptable; deberá precisarse el significado de los términos en lengua extranjera y de los acrónimos que se empleen

(5) Las referencias a otros documentos, bien sean del proyecto o externos, serán inequívocas y consistentes, identificándose con claridad de forma directa en el párrafo correspondiente, o indirectamente a través de una lista de documentos de referencia incluida como anexo

(6) El tipo, tamaño y estilo de los caracteres empleados será suficientemente adecuado para facilitar la legibilidad del documento; los gráficos estarán confeccionados con pulcritud y claridad

(7) El documento se presentará en un formato acorde con el uso previsto en cuanto a los aspectos de durabilidad, facilidad de manejo, accesibilidad, archivo, etc.; el tipo de encuadernación será adecuado a su naturaleza y características

(8) Si el documento en cuestión correspondiese a una revisión o versión nueva de uno previamente existente, deberá incluir una sección en la que se describan brevemente los principales cambios introducidos

(9) Los aspectos formales serán consistentes con los de los documentos restantes del proyecto, que en su totalidad presentarán características homogéneas en relación con este punto

(10) El documento deberá cumplir con otros requisitos formales y de presentación al margen de los incluidos en esta lista, siempre que se hayan especificado en el Pliego de Condiciones para la contratación, o establecido de mutuo acuerdo con el equipo de desarrollo a lo largo de ciclo de vida del proyecto

(b) Cumplimiento en su caso de normas particulares de documentación - **RTF, ID**

En aquellos proyectos en los que se hayan adoptado normas o estándares concretos de documentación, se comprobará la conformidad de los

documentos a revisar con las normas establecidas, al menos en los siguientes aspectos:

- (11) Identificación del documento: título del proyecto, organismo promotor, título del documento, sistema de codificación empleada, etc.
- (12) Estructura del documento: índice o tabla de contenidos, numeración, cuerpo principal, apéndices o anexos, etc.
- (13) Guía de estilo y control del vocabulario, en su caso
- (14) Sistema de referencias cruzadas: notas a pie de página, sistema de codificación, lista de documentos de referencia, etc.
- (15) Tipografía, gráficos y uso del color
- (16) Formato del soporte físico, bien sea tradicional o legible por máquina (soporte magnético, electrónico u óptico)

Aspectos de contenido

Los aspectos a controlar varían como es lógico en función del tipo concreto de documento de que se trate. Se comprobará en cada caso que el contenido de cada documento:

- (i) incluye como mínimo los puntos que se relacionan en la lista de control correspondiente **-RM, RTF, ID**
- (ii) es conforme a las normas y estándares que en su caso se hayan establecido **-RTF, ID**
- (iii) es suficientemente detallado y cubre satisfactoriamente los objetivos de la fase correspondiente **-RTF, ID**
- (iv) es consistente con los documentos producidos a lo largo de las fases anteriores del proyecto **-RTF, ID**
- (v) es técnicamente correcto **-RTF, ID**
- (vi) además en los procedimientos de inspección detallada se realizarán las comprobaciones pertinentes por partida doble **-ID**

[DBP]: Documento base y de planificación del proyecto

Puntos que deben controlarse:

(1) Identificación, descripción detallada y alcance de las tareas que va a llevar a cabo el equipo de desarrollo. Al menos se comprobará:

- su consistencia en relación con lo que al respecto se indica en el correspondiente Pliego de Condiciones para la contratación o documento análogo **-RM, RTF, ID**
- que las tareas se han definido con suficiente precisión, diferenciándose en función de su naturaleza, objetivos y alcance **-RTF, ID**
- la coherencia lógica y técnica de la descomposición de tareas que se haya efectuado **-RTF, ID**

(2) Identificación y descripción de los principales métodos, instrumentos y procedimientos de trabajo que se van a utilizar en función de las diferentes tareas reseñadas. Al menos se comprobará:

- su concordancia con las normas y estándares que en su caso se hayan establecido o con la práctica habitual **-RM, RTF, ID**
- su adecuación a las tareas que se van a llevar a cabo **-RTF, ID**
- el significado concreto de los métodos de trabajo propuestos que se aparten de la práctica habitual **-RTF, ID**

(3) Identificación y descripción de los diferentes componentes y productos a obtener y entregar como resultado de las tareas correspondientes a cada una de las fases o etapas del desarrollo. Al menos se comprobará

- su coherencia en relación con lo que al respecto se indica en el correspondiente Pliego de Condiciones para la contratación o documento análogo **-RM, RTF, ID**
- su consistencia con las tareas que se van a llevar a cabo y los métodos de trabajo propuestos **-RTF, ID**
- el significado concreto de los componentes o productos a obtener a lo largo del desarrollo que se aparten de la práctica habitual **-RTF, ID**

(4) Diagrama de precedencias (PERT o similar). Al menos se comprobará:

- su coherencia con la enumeración de las tareas a realizar, las fechas de inicio y fin, así como la duración de cada tarea **-RM, RTF, ID**
- la consideración de las actividades de garantía de calidad en el marco general de la planificación del proyecto **-RTF, ID**

- la consistencia del diagrama con la naturaleza de las tareas a realizar, la disponibilidad de recursos y otras peculiaridades del entorno de desarrollo e implantación; la ordenación general y el paralelismo de los trabajos **-RTF, ID**
- el camino o caminos críticos en el desarrollo del proyecto y la distribución de holguras **-RTF, ID**
- la consistencia de la distribución de tiempos a lo largo del desarrollo y con los límites establecidos en el Pliego de Bases o especificaciones para la contratación **-RTF, ID**

(5) Diagrama de ordenación temporal de tareas y actividades (GANTT o similar). Al menos se comprobará:

- su consistencia con el diagrama PERT de precedencias **-RM, RTF, ID**

(6) Esquema de asignación de recursos y esfuerzos por grupos de tareas y de actividades. Al menos se comprobará:

- su consistencia con los diagramas PERT y GANTT **-RM, RTF, ID**
- su consistencia en relación con la oferta o contrato en lo que respecta a los recursos que serán asignados por el contratista al desarrollo del proyecto **-RTF, ID**
- la idoneidad técnica del personal del equipo de desarrollo (curricula, referencias, etc.) **-RTF, ID**

(7) Organización de los trabajos de garantía de calidad del proyecto y medidas que se van a adoptar al respecto, en la parte que corresponde al equipo de desarrollo. Al menos se comprobará:

- su consistencia con el Plan de Garantía de Calidad del proyecto **-RTF, ID**
- la asignación adecuada de recursos por parte del contratista en relación con este punto **-RTF, ID**

[DED]: Documento de especificaciones de diseño

Puntos que deben controlarse:

(1) Identificación y delimitación del dominio o dominios de información sobre los que va a actuar la aplicación. Al menos se comprobará que:

- la definición de los dominios es suficientemente clara y no presenta ambigüedades **-RM, RTF, ID**
- los usuarios de la aplicación se han identificado y se encuentran bien caracterizados **-RM, RTF, ID**
- los dominios se encuentran acotados y su contenido es tratable **-RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha empleado correctamente **-RTF, ID**

(2) Identificación y descripción en términos operativos de los objetivos y requisitos funcionales (operaciones de tratamiento de la información) que debe cumplir la aplicación. Al menos se comprobará que:

- los objetivos se han definido de forma coherente y con un nivel adecuado de precisión **-RM, RTF, ID**
- las operaciones que debe realizar la aplicación se describen con suficiente claridad y nivel de detalle **-RM, RTF, ID**
- se han establecido valores cuantitativos en los casos apropiados **-RTF, ID**
- la descripción es completa y técnicamente correcta **-RTF, ID**

(3) Descripción de los procedimientos genéricos de entrada o captura de datos y de obtención de los resultados de explotación. Al menos se comprobará que:

- se ha definido la tipología de las operaciones de captura de datos (vía teclado en local, remota, por digitalización, por transferencia desde soporte magnético, por transferencia electrónica, etc.) y que resulta consistente con la naturaleza del dominio o dominios de información **-RM, RTF, ID**
- se ha identificado la información fuente **-RM, RTF, ID**
- se han definido procedimientos de control de calidad (validación) de la información fuente y los procesos de validación correspondientes son funcional y técnicamente correctos **-RTF, ID**
- se ha definido la tipología de las principales operaciones de explotación (generación de informes, consultas interactivas, difusión de mensajes e información, etc.) **-RM, RTF, ID**
- se han definido procedimientos de control de calidad (validación) de la información de salida y los procesos de validación correspondientes son funcional y técnicamente correctos **-RM, RTF, ID**

- se han establecido valores cuantitativos en los casos apropiados, las unidades de medida adoptadas son adecuadas y los rangos funcional y técnicamente adaptados a las peculiaridades de la aplicación y de su entorno **-RTF, ID**

(4) Requisitos, restricciones y limitaciones que puedan afectar a la interfaz externa de la aplicación y demás aspectos relativos a su interacción con los usuarios. Al menos se comprobará que:

- se ha especificado la tipología de la interfaz (caracteres, gráfica, etc.) y las características generales de su apariencia (“look & feel”), tales como menús, ventanas, etc. o la guía de estilo a la que debe ser conforme **-RM, RTF, ID**
- es consistente con los demás elementos de la aplicación **-RTF, ID**
- es consistente con las características de la máquina virtual **-RTF, ID**
- es adecuada a las peculiaridades de los usuarios, especialmente desde el punto de vista de factores humanos (interacción hombre-máquina) **-RTF, ID**
- los elementos que la componen se encuentran controlados desde el punto de vista de garantía de calidad, y se dispone de referencias técnicas que garantizan en su caso la adecuación de los componentes externos **-RTF, ID**

(5) Definición en términos suficientemente precisos de los requisitos de carga de trabajo y rendimiento externo, así como de las posibles limitaciones en cuanto al comportamiento interno de la aplicación. Al menos se comprobará que:

- se ha definido el número de usuarios (valores medios y punta) concurrentes simultáneamente **-RM, RTF, ID**
- se han establecido valores cuantitativos de carga de trabajo y rendimiento, expresados en los términos más adecuados a la naturaleza de la aplicación y a las peculiaridades de su entorno de implantación **-RM, RTF, ID**
- se han definido en su caso los condicionantes de tipo interno: tamaño máximo del código fuente, máxima ocupación en memoria central y/o en disco, etc. **-RTF, ID**
- los valores anteriores corresponden con exactitud a los requisitos reales existentes o previstos **-RTF, ID**

(6) Características del entorno de implantación (máquina virtual, factores humanos, localización física, etc.); interfaces con otras aplicaciones o datos. Al menos se comprobará que:

- se han especificado las características de los componentes de la máquina virtual con suficiente nivel de detalle y exactitud **-RM, RTF, ID**
- los requisitos de la aplicación son consistentes con la funcionalidad proporcionada por la máquina virtual **-RTF, ID**
- los principales parámetros de diseño de la aplicación resultan adecuados al resto de los factores de su entorno **-RTF, ID**

(7) Requisitos especiales de fiabilidad, seguridad y mantenibilidad. Al menos se comprobará que:

- este tipo de requisitos se han definido de forma precisa e inequívoca, con un elevado grado de exhaustividad y detalle **-RM, RTF, ID**
- los requisitos de este tipo son consistentes con las características técnicas y funcionales de la máquina virtual y demás componentes del entorno de implantación **-RTF, ID**
- las especificaciones son en cualquier caso comprobables **-RTF, ID**

(8) Normas y estándares que en su caso deben cumplir los componentes de la aplicación o productos del desarrollo y metodologías que deben ser utilizadas. Al menos se comprobará que:

- son aplicables y consistentes con la naturaleza y características de la aplicación **-RM, RTF, ID**
- su cumplimiento es verificable a lo largo de los procesos de garantía de calidad **-RTF, ID**
- se encuentran suficientemente documentados y son accesibles al equipo de desarrollo **-RTF, ID**

(9) Otros puntos que deban incluirse en el documento de especificaciones al margen de los señalados en la lista anterior, en virtud de lo dispuesto en el Pliego de Condiciones o por haberse establecido de mutuo acuerdo con el equipo de desarrollo.

[DDD]: Documento de descripción del diseño

Puntos que deben controlarse:

(1) Deberá ser coherente con el documento de especificaciones [DED], y su contenido hará referencia como mínimo a los puntos que se indican en esta lista **-RM, RTF, ID**

(2) Incluirá un diagrama general de la aplicación, acorde con la técnica de representación más adecuada en cada caso (flujo de datos, estructurado, orientado a objetos, etc.). Al menos se comprobará:

- su claridad y facilidad de interpretación **-RM, RTF, ID**
- que comprende los distintos elementos y componentes funcionales de la aplicación **-RM, RTF, ID**
- que resulta representativo de las interacciones de la aplicación con su entorno de implantación, tanto externo como interno **-RTF, ID**
- que la técnica de representación es realmente adecuada y se ha aplicado correctamente **-RTF, ID**

(3) Contendrá la descripción del dominio o dominios de información en lo respectivo a su naturaleza (tipos), contenido (valores y rangos) y estructura lógica (tablas, ficheros y otras estructuras de datos). Al menos se comprobará que:

- la descripción es en general completa y consistente **-RM, RTF, ID**
- la estructura lógica de los dominios de información es coherente y su modelización adecuada para su tratamiento informático **-RTF, ID**
- la definición de tipos, rangos de valores y formatos de representación de los datos es completa y consistente **-RTF, ID**
- la descripción de las estructuras de datos es completa y está expresada en términos convenientemente operativos como para poder realizar a partir de ella la programación necesaria **-RTF, ID**
- los tipos de estructuras de datos empleados resultan adecuados a la naturaleza y particularidades de la aplicación que se está desarrollando **-RTF, ID**
- se han definido en términos suficientemente precisos los parámetros cuantitativos correspondientes (tamaños, volúmenes de tratamiento, etc.) **-RTF, ID**

(4) Incluirá la descripción de las distintas unidades de tratamiento (módulos de procesamiento) que se puedan identificar en el marco de la aplicación, y de las principales operaciones de tipo algorítmico y/o transaccional que las componen. Al menos se comprobará que:

- la descripción de las unidades de tratamiento es completa y está expresada en términos convenientemente operativos como para poder realizar directamente la programación necesaria **-RM, RTF, ID**
- la técnica de representación utilizada es adecuada a las características de cada módulo de procesamiento y permite su correcta interpretación a efectos de las tareas de programación subsiguientes **-RTF, ID**
- la definición de las unidades de tratamiento es consistente con las especificaciones de la aplicación y los dominios de información correspondientes **-RTF, ID**
- el análisis efectuado resulta funcional y técnicamente correcto **-RTF, ID**

(5) Definirá las interfaces externas de la aplicación, expresadas en términos de sus inputs y outputs, así como de los procedimientos de operación (menús, comandos, etc.) previstos. Al menos se comprobará que:

- las definiciones son completas, consistentes y fácilmente interpretables **-RM, RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(6) También definirá en su caso con claridad las interfaces internas de la aplicación, tanto en lo que respecta a las que puedan existir entre las distintas unidades de tratamiento, como entre éstas y otras aplicaciones, estructuras externas de datos o componentes de la máquina virtual. Al menos se comprobará que:

- las definiciones son completas, consistentes y fácilmente interpretables **-RM, RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(7) Incluirá una relación con los principales tipos de errores que se pueden producir, la descripción de los mensajes correspondientes, de los procedimientos de manejo y de los métodos de ayuda “on-line” o interactiva. Al menos se comprobará que:

- la tipología de errores es clara y completa **-RM, RTF, ID**
- los distintos tipos de errores se encuentran suficientemente documentados **-RM, RTF, ID**
- los mensajes de error son fácilmente comprensibles **-RM, RTF, ID**
- los procedimientos de manejo de errores son claros y carecen de ambigüedades **-RTF, ID**
- los procedimientos de manejo de errores son consistentes con la interfaz de usuario **-RTF, ID**

(8) En los casos en que el proyecto se esté desarrollando de acuerdo con una metodología o conjunto de estándares determinados, el contenido del [DDD] deberá ser consistente con las normas establecidas **-RM, RTF, ID**

[DDF]: Documento de diseño funcional

Puntos que deben controlarse:

(1) Deberá ser coherente con el documento de especificaciones [DED], y su contenido hará referencia como mínimo a los puntos que se indican en esta lista **-RM, RTF, ID**

(2) Incluirá un diagrama general funcional de la aplicación, acorde con la técnica de representación más adecuada en cada caso (flujo de datos, estructurado, orientado a objetos, etc.).Se comprobará:

- su claridad y facilidad de interpretación **-RM, RTF, ID**
- que comprende los distintos elementos y componentes funcionales de la aplicación **-RM, RTF, ID**
- resulta representativo de las interacciones de la aplicación con su entorno de implantación, tanto externo como interno **-RTF, ID**
- la técnica de representación es realmente adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(3) Contendrá la descripción funcional del dominio o dominios de información en lo respectivo a su naturaleza (tipos de datos) y contenido (valores y rangos). Al menos se comprobará que:

- la descripción es globalmente completa y consistente **-RM, RTF, ID**
- la estructura lógica de los dominios de información es coherente y su modelización adecuada para su tratamiento informático **-RTF, ID**
- la definición de tipos, rangos de valores y formatos de representación de los datos es completa y consistente **-RTF, ID**
- se han definido en términos suficientemente precisos los parámetros cuantitativos correspondientes (tamaños, volúmenes de tratamiento, etc.) **-RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(4) Incluirá la descripción funcional de las distintas unidades de tratamiento (módulos de procesamiento) que se puedan identificar en el marco de la aplicación, y de las principales operaciones que las componen. Al menos se comprobará que:

- la descripción funcional de las unidades de tratamiento es completa y está expresada en términos operativos **-RM, RTF, ID**
- el análisis que se ha efectuado es técnicamente correcto **-RTF, ID**
- la definición de las unidades de tratamiento es consistente con las especificaciones de la aplicación y los dominios de información correspondientes **-RTF, ID**

(5) Definirá las interfaces externas de la aplicación, expresadas funcionalmente en términos de sus inputs y outputs, así como de los procedimientos de operación (menús, comandos, etc.) previstos. Al menos se comprobará que:

- las definiciones son completas, consistentes y fácilmente interpretables **-RM, RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(6) En los casos en que el proyecto se esté desarrollando de acuerdo con una metodología o conjunto de estándares determinados, el contenido del [DDF] deberá ser consistente con las normas establecidas **-RTF, ID**

[DDT]: Documento de diseño técnico

Se comprobarán los siguientes puntos:

(1) El documento deberá ser prolongación y por lo tanto totalmente coherente con el relativo al diseño funcional [DDF]. Su contenido hará referencia como mínimo a los puntos que se indican en esta lista **-RM, RTF, ID**

(2) Incluirá diagramas detallados de la arquitectura técnica de la aplicación, tanto desde el punto de vista global como en lo que respecta a los componentes que puedan identificarse y aislarse en la misma. Los diagramas serán acordes con la técnica de representación más adecuada en cada caso (flujo de datos, estructurado, orientado a objetos, etc.). Al menos se comprobará que:

- la arquitectura es globalmente completa y consistente **-RM, RTF, ID**
- la arquitectura definida es consistente con las especificaciones y con el diseño funcional de la aplicación **-RM, RTF, ID**
- la arquitectura es implantable sobre la máquina virtual prevista **-RTF, ID**
- los diagramas son completos y resultan descriptivos de la aplicación en su totalidad; en los casos necesarios se descomponen en diagramas parciales desarrollados con el suficiente nivel de detalle **-RTF, ID**
- los diagramas son claros y de fácil interpretación y comprenden los distintos elementos y componentes técnicos de la aplicación; resultan representativos de las interacciones de la aplicación con su entorno de implantación, tanto externo como interno **-RTF, ID**
- la técnica de representación es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(3) Contendrá la definición técnica del dominio o dominios de información, especialmente en lo relativo a su estructura lógica, es decir la descripción detallada de las estructuras de datos, tanto de carácter principal (tablas, ficheros, etc.) como secundario (listas, pilas, árboles, etc.). Al menos se comprobará que:

- la definición es globalmente completa y consistente **-RM, RTF, ID**
- la estructura lógica de la información es consistente con las especificaciones y el diseño funcional de la aplicación **-RM, RTF, ID**

- las estructuras de datos representan adecuadamente los dominios de información correspondientes **-RTF, ID**
- sus detalles técnicos de implantación son consistentes con la arquitectura de la aplicación y las características de la máquina virtual **-RM, RTF, ID**
- su definición está expresada en términos suficiente operativos desde el punto de vista de las tareas de programación subsiguientes **-RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(4) Incluirá la descripción técnica de las distintas unidades de tratamiento (módulos de procesamiento) expresadas en términos de las operaciones de tipo algorítmico y/o transaccional que las componen, tanto las de tipo interno como las que corresponden a la interacción con los usuarios. Al menos se comprobará que:

- la descripción es globalmente completa y consistente **-RM, RTF, ID**
- la estructura lógica de las unidades es consistente con las especificaciones y el diseño funcional de la aplicación **-RM, RTF, ID**
- los algoritmos, transacciones y demás elementos fundamentales que componen cada unidad se encuentran perfectamente identificados y documentados **-RTF, ID**
- sus detalles técnicos de implantación son consistentes con la arquitectura de la aplicación y las características de la máquina virtual **-RTF, ID**
- su definición está expresada en términos suficiente operativos desde el punto de vista de las tareas de programación subsiguientes **-RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**
- el análisis que se ha efectuado es técnicamente correcto **-RTF, ID**

(5) Definirá las interfaces externas de la aplicación, expresadas en términos de las herramientas y librerías que se van a utilizar para su construcción. Al menos se comprobará que:

- las definiciones son completas, consistentes y fácilmente interpretables **-RM, RTF, ID**

- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(6) También definirá con claridad las interfaces internas de la aplicación, tanto en lo que respecta a las que puedan existir entre las distintas unidades de tratamiento, como entre éstas y otras aplicaciones, estructuras externas de datos o componentes de la máquina virtual. Se especificarán de forma detallada todas las librerías de funciones e interfaces de programación que utilice la aplicación. Al menos se comprobará que:

- las definiciones son completas, consistentes y fácilmente interpretables **-RM, RTF, ID**
- la técnica de descripción es adecuada y se ha utilizado correctamente **-RTF, ID**

(7) Incluirá una relación explicativa de los principales tipos de errores que se pueden producir, la descripción de los mensajes correspondientes, de los procedimientos de manejo y de los métodos de ayuda “on-line” o interactiva. Al menos se comprobará que:

- la tipología de errores es clara y completa **-RM, RTF, ID**
- los mensajes de error son fácilmente comprensibles **-RM, RTF, ID**
- los distintos tipos de errores se encuentran suficientemente documentados **-RTF, ID**
- los procedimientos de manejo de errores son claros y carecen de ambigüedades; su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**
- los procedimientos son consistentes con la interfaz de usuario **-RTF, ID**

(8) En los casos en que el proyecto se esté desarrollando de acuerdo con una metodología o conjunto de estándares determinados, el contenido del [DDT] deberá ser consistente con las normas establecidas. **-RTF, ID**

[DTP]: Documentación técnica de programación

Se comprobarán los siguientes puntos:

(1) El contenido de la documentación de programación deberá ser coherente con el diseño de la aplicación, tal como se refleja en los docu-

mentos correspondientes, [DDD] o alternativamente [DDF] y [DDT]. Su contenido hará referencia como mínimo a los puntos que se indican en esta lista **-RM, RTF, ID**

(2) Incluirá listados del código fuente, claramente relacionados con la estructuración y arquitectura técnica de la aplicación. Al menos se comprobará que:

- se indica de forma inequívoca el lenguaje de programación utilizado, con referencia explícita al estándar o variante que sea de aplicación **-RM, RTF, ID**
- cada programa se encuentra identificado por el mismo nombre que se haya utilizado para denominar la unidad de tratamiento correspondiente en los documentos de diseño **-RM, RTF, ID**
- la documentación técnica incluye no sólo los programas principales de la aplicación sino también todos los auxiliares **-RM, RTF, ID**
- la programación es consistente con el diseño técnico de la aplicación y proviene directamente del mismo **-RTF, ID**
- las llamadas a librerías del sistema y auxiliares se encuentran perfectamente documentadas **-RTF, ID**
- los programas son sintácticamente y semánticamente correctos **-RTF, ID**
- los flujos de control se hallan claramente identificados y su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**
- las estructuras de datos se hallan claramente identificadas y su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**
- los tipos, rangos y valores de los datos son consistentes con los especificados en los documentos de diseño **-RTF, ID**
- los algoritmos de tratamiento se hallan claramente identificados y su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**
- los comentarios al código fuente son coherentes y suficientemente explicativos **-RTF, ID**
- las llamadas al sistema operativo y demás software de sistemas han sido implantadas correctamente **-RTF, ID**

(3) La documentación técnica de los programas se estructurará por bloques homogéneos (unidades de tratamiento), que en cualquier caso se encontrarán inequívocamente relacionados con los componentes de la aplicación descritos en los documentos de diseño. Al menos se comprobará que:

- todos los elementos que componen la aplicación se encuentran documentados **-RM, RTF, ID**
- la documentación de cada componente se encuentra completa y claramente estructurada **-RM, RTF, ID**
- la documentación corresponde con exactitud a las características técnicas de cada bloque de programación **-RTF, ID**

(4) Los listados del código fuente contendrán comentarios internos suficientemente explicativos del funcionamiento de las distintas partes de los programas. Los nombres de las secciones y de las variables utilizadas serán significativos. Al menos se comprobará que:

- los comentarios permiten comprobar la correspondencia entre el código fuente y las especificaciones de diseño técnico de la aplicación **-RTF, ID**
- los comentarios son claramente explicativos y reflejan con exactitud las particularidades técnicas de la sección correspondiente **-RTF, ID**

(5) Los algoritmos, transacciones y demás componentes de bajo nivel de los programas se encontrarán perfectamente identificados y documentados. Al menos se comprobará que:

- la documentación correspondiente es suficientemente explicativa **-RTF, ID**
- su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**

(6) Los módulos de programación correspondientes a la creación, mantenimiento o manipulación de estructuras de datos se encontrarán perfectamente identificados y documentados. Al menos se comprobará que:

- la documentación correspondiente es suficientemente explicativa **-RTF, ID**
- su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**

(7) Se identificará con claridad la parte de los programas que corresponda a las interfaces internas de la aplicación, tanto en lo que respecta a las que puedan existir entre las distintas unidades de tratamiento, como entre éstas y otras aplicaciones, estructuras externas de datos o componentes de la máquina virtual. Se especificarán de forma detallada todas

las librerías de funciones e interfaces de programación que utilice la aplicación. Al menos se comprobará que:

- la documentación correspondiente es suficientemente explicativa **-RTF, ID**
- su implantación es técnicamente correcta **-RTF, ID**

(8) En los casos en que el proyecto se esté desarrollando de acuerdo con una metodología de programación determinada, el contenido de la [DTP] deberá ser consistente con las normas establecidas **-RTF, ID**

2.4 - Listas de control para las revisiones de usuario {LC.RU}

Estos instrumentos serán igualmente de aplicación en el contexto del control de calidad de los documentos producidos y entregados. Sus principales diferencias en relación con las listas definidas en los epígrafes 2.1 a 2.3 radican fundamentalmente en los puntos siguientes:

- son listas de control para ser utilizadas directamente por los representantes del Organismo usuario o promotor del desarrollo de las aplicaciones en cuestión (USR), y no por el equipo de garantía de calidad del proyecto
- se aplicarán exclusivamente en el control de los documentos significativos desde el punto de vista de los usuarios, que son los que pertenecen a las clases siguientes:
 - . documento base y de planificación del proyecto [DBP]
 - . documento de especificaciones de diseño [DED]
 - . documentación de operación [DOP]
 - . documentación de referencia para usuarios [DRU]

Las {LC-RU} son herramientas de control puestas a disposición de los usuarios, con el fin de facilitar su participación (en un grado razonable) en el ejercicio de las tareas de garantía de calidad a lo largo del desarrollo de las aplicaciones correspondientes.

Dada su finalidad y objetivos estas listas de control pondrán especial énfasis en los puntos siguientes:

- la claridad y facilidad de comprensión y uso de los documentos correspondientes por parte de las personas usuarias o promotoras del proyecto
- la adecuada conformidad y coherencia entre su contenido y, en su caso
 - . las características del entorno y la disponibilidad de recursos por ambas partes [DBP]
 - . las necesidades y requerimientos funcionales de los usuarios [DED]
 - . los modos y procedimientos de operación y gestión técnica de la aplicación [DOP]
 - . el funcionamiento operativo de la aplicación cara a sus distintos usuarios [DRU]

[DBP]: Documento base y de planificación

Se comprobarán al menos los puntos siguientes:

(1) El estilo y formato empleados en el documento lo hacen fácilmente comprensible y manejable por los usuarios, fundamentalmente desde el punto de vista de la descripción y el seguimiento de los trabajos a efectuar por el equipo de desarrollo

(2) La planificación, ordenación temporal y esquema de priorización de las tareas que se van a llevar a cabo, resulta coherente con el plazo máximo previsto para el desarrollo y es también acorde con el resto de las necesidades y conveniencias de los usuarios y/o promotores del proyecto

(3) La planificación de tareas es coherente con otros factores condicionantes de índole externo que puedan existir en el entorno de implantación (p.e. coordinación con otros proyectos, dotación de infraestructura hardware, etc.)

(4) La asignación por parte del equipo de desarrollo de recursos humanos y de cualquier otro tipo al proyecto, resulta al menos en un primer análisis suficiente y adecuada desde el punto de vista del organismo usuario

(5) La planificación de las actividades en las que deban participar personas del organismo usuario/promotor (p.e. entrevistas, reuniones y demás trabajos de campo para la obtención de las especificaciones de diseño, pruebas, etc.) se ajusta a las disponibilidades reales existentes en el entorno de implantación

[DED]: Documento de especificaciones de diseño

Se comprobarán al menos los puntos siguientes:

(1) El estilo y formato empleados en el documento lo hacen fácilmente comprensible y manejable por los usuarios, fundamentalmente desde el punto de vista de la claridad en la descripción y el alcance de los objetivos del proyecto así como de las funciones y operaciones que van a ser automatizadas en el contexto de la aplicación

(2) Las especificaciones que se han elaborado recogen de forma inequívoca y exhaustiva todas las necesidades y requisitos que los usuarios

demandan a la aplicación que se va a desarrollar, así como todas las características relevantes de la máquina virtual y demás elementos del entorno de implantación

(3) Las especificaciones son completas (es decir no se aprecian omisiones) y están expresadas en términos precisos (ausencia de ambigüedades) desde la perspectiva de los usuarios/promotores del proyecto. Este punto se comprobará tanto en lo que corresponde a la interacción usuario-aplicación (procedimientos y operaciones de entrada/captura de datos, y de obtención/explotación de resultados), como hasta donde sea posible en relación con las operaciones internas de tratamiento

(4) Se han definido con exactitud todas las limitaciones y condicionantes que potencialmente puedan existir en el entorno de implantación del sistema a desarrollar, tanto los ordinarios (carga de trabajo, rendimiento externo, factores humanos, condiciones de operación, etc.) como los de carácter especial (seguridad, resistencia a fallos, disponibilidad, etc.)

(5) El contenido del documento de especificaciones resulta coherente con el del documento base y de planificación del proyecto, siendo posible establecer una correspondencia explícita entre las tareas a realizar [DBP] y los grupos de funciones y operaciones que van a ser automatizadas [DED]

[DOP]: Documentación de operación de la aplicación

Se comprobarán al menos los puntos siguientes:

(1) El estilo y formato empleados en los documentos correspondientes los hacen fácilmente comprensibles y manejables por las personas responsables de la explotación, operación y gestión técnica de los programas correspondientes, fundamentalmente desde el punto de vista de la claridad y precisión en la descripción de los procedimientos correspondientes

(2) El contenido de los documentos comprende todas las operaciones y procedimientos necesarios para el funcionamiento de la aplicación, en cualquier tipo de circunstancias, incluyendo condiciones extraordinarias y gestión de errores. En particular se comprobará que la documentación refleja de forma exhaustiva los procedimientos y operaciones de las siguientes clases:

- instalación de la aplicación
- administración, gestión de la configuración, y en su caso “tuning”
- operaciones de explotación ordinaria
- operaciones de salvaguardia, recuperación de problemas y reorganización interna
- procedimientos de mantenimiento
- operaciones especiales (seguridad, monitorización, etc.), en su caso

(3) Las operaciones de gestión técnica de la aplicación descritas en los documentos anteriores se ajustan con exactitud al funcionamiento real de la misma. Su definición es completa y en términos totalmente precisos

(4) Se ha realizado una descripción minuciosa del tratamiento de los errores y de las posibles situaciones de comportamiento defectuoso, incluyendo la definición exhaustiva de los mensajes de error, diagnóstico de las causas potenciales, procedimientos de recuperación y en su caso reorganización, etc.

(5) La organización, formato físico, encuadernación y demás aspectos de presentación externa de los documentos son adecuados para facilitar su manejo habitual y garantizar su conservación en condiciones adecuadas

[DRU]: Documentación de referencia para los usuarios

Se comprobarán al menos los puntos siguientes:

(1) El estilo y formato de diseño empleados en los documentos correspondientes los hacen fácilmente comprensibles y manejables por los usuarios de la aplicación, fundamentalmente desde el punto de vista de su claridad, estructura, organización y modo de uso. En caso de que existiesen diversos tipos de usuarios realizando funciones diferentes y que se caractericen por modos de interacción distintos, este hecho vendrá reflejado de forma adecuada en la documentación correspondiente.

(2) La documentación incluirá en cualquier caso dos tipos de manuales:

- manuales de instrucción o tutoriales, cuyo fin es el aprendizaje y entrenamiento en el uso global de la aplicación por parte de personas sin conocimiento previo de la misma

- guías de referencia, orientadas a “refrescar” algunas de sus partes o aspectos concretos y a la consulta rápida en relación con dudas o problemas concretos que puedan surgir en su manejo

(3) La documentación poseerá un diseño y apariencia amigables en función de las características particulares de los (grupos de) usuarios. Se comprobará que los distintos manuales son legibles con facilidad, existiendo tantas ilustraciones y diagramas como resulten convenientes. Se tendrá cuidado en verificar su adecuación en los casos en que existan grupos de usuarios con limitada experiencia en la utilización de ordenadores, y muy especialmente cuando se haya advertido la existencia de personas con minusvalías o discapacitaciones.

(4) Los manuales reflejan con exactitud el funcionamiento de la aplicación, especialmente de su interfaz externa con los usuarios. Los distintos procedimientos y modos de interacción se encuentran documentados de forma efectiva y completa.

(5) La organización, formato físico, encuadernación y demás aspectos de presentación externa de de los manuales son adecuados para facilitar su manejo habitual y garantizar su conservación en condiciones adecuadas.

2.5 - Listas de control para la documentación final de la aplicación {LC.DFA}

Son utilizadas por el equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC) durante las pruebas de aceptación de la aplicación. Se aplican a los dos tipos de documentos que deben ser entregados por el responsable del desarrollo, que se han denominado genéricamente:

- Documentación de operación [DOP]
- Documentación de referencia para los usuarios [DRU]

Estas listas de control son diferentes de las {LC.RU}-[DOP] y {LC.RU}-[DRU] en que los aspectos a controlar son más técnicos y su comprobación se llevará a cabo no por los usuarios, sino directamente por el equipo de garantía de calidad del proyecto en el contexto de las pruebas de aceptación de la aplicación.

Mediante su aplicación se comprobará no sólo la corrección de la documentación intrínsecamente considerada, sino muy especialmente su correspondencia con el funcionamiento real de la aplicación entregada.

[DOP]: Documentación de operación

Se comprobará por una parte la corrección y el grado de exhaustividad de los documentos (manuales, guías, etc.) correspondientes, y además que su contenido se ajusta exactamente al funcionamiento real de la aplicación. Los documentos de operación deberán como mínimo describir con suficiente nivel de detalle, exactitud y claridad los siguientes aspectos:

- (1) procedimientos de instalación de la aplicación
- (2) procedimientos de administración y gestión de la configuración:
 - altas y bajas de usuarios
 - privilegios de usuarios
 - seguridad
 - actualizaciones de módulos y componentes
 - etc.

(3) procedimientos de operaciones especiales:

- salvaguardias y “backups”
- recuperaciones, reinicializaciones y “rollbacks”
- reorganización interna
- etc.

(4) procedimientos de mantenimiento

(5) otros procedimientos u operaciones directamente relacionadas con la explotación de la aplicación, en función de su naturaleza y características particulares

Se verificará la exactitud, corrección y grado de exhaustividad de los manuales de operación contrastando su contenido con el funcionamiento de la propia aplicación sobre la máquina virtual y el entorno de implantación correspondiente.

[DRU]: Documentación de referencia para los usuarios

Se comprobará por una parte la corrección y el grado de exhaustividad de los documentos (manuales, guías, etc.) correspondientes, y además que su contenido se ajusta exactamente al funcionamiento real de la aplicación y a la idiosincrasia de sus usuarios. Los documentos de operación deberán como mínimo describir con suficiente nivel de detalle, exactitud y claridad los siguientes aspectos:

(1) presentación y descripción funcional de la aplicación, incluyendo:

- objetivos
- funciones y operaciones que realiza; módulos y elementos que la componen
- características generales de los usuarios
- etc.

(2) tutorial, que incluirá:

- instrucciones de manejo y operación funcional de cada uno de los módulos y componentes de la aplicación
- procedimientos de entrada de datos
- utilización de las unidades de tratamiento

- procedimientos para la obtención de informes y resultados
- procedimientos auxiliares
- ejemplo de utilización
- etc.

(3) manual de referencia, que incluirá:

- relación explicativa de comandos, funciones y sentencias de control,
- manejo de errores
- manejo de utilidades
- guía rápida de referencia
- etc.

Se verificará la exactitud, corrección y grado de exhaustividad de los manuales de usuario contrastando su contenido con el funcionamiento de la propia aplicación sobre su máquina virtual y el entorno de implantación correspondiente.

3 - GUIONES DE RECOMENDACIONES

Estos guiones contienen una serie de criterios, ideas y recomendaciones que son aplicables a la realización de determinadas tareas de garantía de calidad, en el marco de los procedimientos de control que se han definido en el fascículo #3 del Plan General.

En este epígrafe se incluyen tres guiones de recomendaciones:

- {GR.REVC}: Revisiones conjuntas
- {GR.PRB}: Realización de pruebas
- {GR.AUD}: Realización de auditorías

El primer guión es de utilidad para plantear y llevar a cabo reuniones de revisión conjunta de documentos y componentes, en las que intervengan por una parte el equipo de garantía de calidad del proyecto y por otra el equipo de desarrollo. El carácter formal de estas revisiones conjuntas aconseja que se proceda de acuerdo con los criterios que se indican en el guión correspondiente {GR.REVC}.

Dentro de los procedimientos de control a utilizar a lo largo del desarrollo de la aplicación adquieren singular importancia los relativos a la realización de pruebas. Se han considerado tres tipos diferentes de pruebas, denominadas respectivamente de validación de módulos (corresponden exclusivamente al modelo de desarrollo modular), de integración (corresponden a los modelos de desarrollo secuencial detallado y modular) y de aceptación de la aplicación (deben realizarse obligatoriamente en proyectos correspondientes a cualquiera de los cinco modelos de desarrollo). El guión {GR.PRB} contiene criterios y sugerencias de utilidad para la planificación y realización de los distintos tipos de pruebas.

Finalmente, tal como se indicó en el fascículo #3, las auditorías son procedimientos extraordinarios de control que serán practicadas por un equipo independiente de los de desarrollo y de garantía de calidad del proyecto. El guión {GR.AUD} contiene una serie de recomendaciones a tener en cuenta por el correspondiente equipo de auditoría.

* NOTA: Se advierte que ninguno de los dos guiones {GR.PRB} o {GR.AUD} contiene o explica en detalle metodologías o técnicas concretas para la realización bien sea de pruebas o de auditorías, punto cuya consideración queda lógicamente fuera del alcance de un documento marco como es este Plan General de Calidad.

3.1 - Guión de recomendaciones para la realización de revisiones conjuntas {GR.REVC}

Varios de los procedimientos de control propuestos en el Plan General exigen en algún momento la celebración de reuniones de revisión conjunta entre representantes de los distintos agentes que participan en las tareas de garantía de calidad, es decir de los equipos (EGC) y (EDS), y en determinadas ocasiones del Director del proyecto (DIR) o de los usuarios del mismo (USR).

Debe tenerse en cuenta en primer lugar que este tipo de reuniones son de carácter formal . Su objetivo principal consistirá en el análisis conjunto de los problemas y defectos que hayan podido ser advertidos por el equipo de garantía de calidad o por el usuario, y que afecten a un determinado producto, componente o documento entregado por el equipo de desarrollo para su revisión. Como resultado de las reuniones de revisión conjunta, el (EGC) elaborará bien una lista de acciones correctivas [LAC] o bien una hoja de aprobación provisional del componente [HAP]. Ambos documentos tienen un carácter vinculante, razón que aconseja que las reuniones se desarrollen de acuerdo con un protocolo que puede resumirse en los siguientes puntos:

- La reunión de revisión conjunta será convocada por la persona responsable del equipo de garantía de calidad o en su caso por el Director del proyecto.
- La convocatoria se realizará preferentemente por escrito y se extenderá a todos los agentes involucrados. En ella se indicará la fecha, hora y lugar de la reunión, así como las personas que deben asistir a la misma.
- Se incluirá expresamente el orden del día o agenda de la reunión y se adjuntará como anexo la documentación que en su caso resulte necesaria (hojas de comentarios de revisión [HCR] y de usuario [HCU], informes de pruebas [IPx], etc.).
- La convocatoria se realizará con antelación suficiente para que las personas que deban asistir a la reunión puedan disponer del tiempo necesario para examinar en detalle la documentación anexa y preparar en consecuencia la revisión conjunta.
- La reunión será presidida o moderada por la persona del equipo de garantía de calidad que se designe o en su caso por el Director del proyecto.

- A lo largo de la reunión, y según el desarrollo de la misma y del contraste de ideas y opiniones expresadas por los distintos agentes, el (EGC) tomará las decisiones que estime oportunas en relación con los puntos tratados.
- Como consecuencia de las resoluciones que se adopten, el equipo de garantía de calidad elaborará un documento de registro o memorandum de la reunión que adoptará alternativamente una de las dos formas siguientes:
 - (a) Lista de acciones correctivas [LAC], en la que se especificarán las modificaciones, correcciones o mejoras que el equipo de desarrollo deberá en su caso introducir en el componente o producto en cuestión
 - (b) Hoja de aprobación provisional [HAP], cuando los resultados de la revisión conjunta hayan sido suficientemente satisfactorios y se certifique su aceptación preliminar a los efectos oportunos; esta aprobación deberá entenderse a reserva de los resultados de actuaciones posteriores de garantía de calidad
- El documento anteriormente señalado será remitido al equipo de desarrollo y tendrá carácter vinculante en su modalidad (a) [LAC]. En cualquier caso se archivará una copia del mismo en el Dossier de Garantía de Calidad del proyecto [DSGC] y en su momento se enviará copia de la [HAP] correspondiente al Director del proyecto.

3.2 - Guión de recomendaciones para la realización de pruebas {GR.PRB}

Este guión es aplicable a la realización de los tres tipos de pruebas que se consideran en el Plan General de Garantía de Calidad, diferenciadas en primer lugar por motivo de los tipos de proyectos en los que se llevan a cabo (modelo de referencia para el desarrollo), y sobre todo en razón de sus objetivos, alcance e importancia.

Los tres tipos de pruebas considerados, que corresponden a los procedimientos de control definidos en el fascículo #3, son los que a continuación se indican:

- Pruebas de validación de módulos
- Pruebas de integración
- Pruebas de aceptación de la aplicación

Este guión no explica en detalle técnicas concretas de pruebas (“testing”), cuya descripción sobrepasa claramente el alcance del mismo, pero se incluyen referencias bibliográficas suficientemente representativas de esta materia que constituye hoy día una importante área de especialidad en la disciplina de la ingeniería del software. No obstante, el contenido del guión va mas allá de la enunciación de una serie de principios generales, incluyendo por lo tanto criterios y recomendaciones de orden práctico que pueden ser de utilidad para que el equipo de garantía de calidad pueda llevar a cabo la planificación, diseño y ejecución de los tres tipos de pruebas anteriormente señalados. En particular los puntos que se tratan son los siguientes:

- Cuestiones de carácter general
- Tipología de defectos potenciales
- Técnicas de realización de pruebas (“testing”)
- Criterios de actuación y normas de buena práctica
- El plan de pruebas [PPRB]
- El informe de pruebas de verificación de módulos [IPVM]
- El informe de pruebas de integración [IPI]
- El informe de las pruebas de aceptación [IPAA]
- El informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR]
- El informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

Cuestiones de carácter general

- Las pruebas constituyen procedimientos de control que se aplican sobre componentes o elementos del proyecto constituídos por software ejecutable. El tipo de elementos software variará en cada caso, correspondiendo respectivamente a módulos o partes homogéneas de la aplicación (pruebas de validación de módulos), a interfaces internas entre módulos o componentes (pruebas de integración), o bien a la aplicación en su totalidad (pruebas de aceptación de la aplicación). En cualquiera de los casos, su realización debe permitir la detección de cualquier defecto significativo en el software correspondiente.

- La ejecución de pruebas no exime al equipo de garantía de calidad de la puesta en práctica de otros procedimientos de control anteriores, tales como las revisiones e inspecciones de los distintos componentes documentales de la aplicación generados a lo largo del proceso de desarrollo. De hecho, la realización de pruebas se verá notablemente facilitada si se han efectuado de forma rigurosa las tareas previas de garantía de calidad de acuerdo con las directrices de este Plan General. Las dos principales razones que refuerzan la afirmación anterior son las siguientes:

- los procesos de revisión habrán servido para detectar posibles problemas y defectos en las fases “tempranas” del desarrollo (especificación y diseño), relativamente fáciles de corregir antes de que se haya realizado la programación correspondiente, por lo que los riesgos de la existencia de defectos se habrán atenuado
- el equipo de garantía de calidad conocerá con un excelente nivel de detalle las peculiaridades y estructura interna de la aplicación, y por lo tanto podrá diseñar los tests más adecuados para poner a prueba sus debilidades y los aspectos más vulnerables de su comportamiento

- Las pruebas son procesos de control formal que deben llevarse a cabo con un elevado grado de meticulosidad, exhaustividad y rigor. Esto debe tenerse muy especialmente en cuenta en lo que refiere a las pruebas de aceptación de la aplicación. Su superación tendrá como consecuencia la elaboración del informe final de verificación y validación, que compromete al equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC) en la aprobación y recepción final de los trabajos del equipo de desarrollo. La corrección de cualquier defecto que no haya sido detectado antes de ese punto resulta en general bastante problemática por razones obvias.

- Previamente a la realización de pruebas de cualquier tipo, el equipo de garantía de calidad habrá elaborado el correspondiente plan [PPRB], cuyo alcance y contenido mínimo son los que se indican en el apartado correspondiente de este guión. No se llevará a cabo prueba alguna sin que antes se haya elaborado este plan .

- En la ejecución de las pruebas de cualquier tipo deberán intervenir los equipos de garantía de calidad y de desarrollo del proyecto. Además en las pruebas de aceptación deberán también participar el Director del proyecto así como el usuario o promotor de la aplicación, con el doble fin de:

- verificar que los aspectos funcionales externos de la aplicación (interfaz de usuario, amigabilidad, “look & feel”, etc.) son aprobados por sus usuarios
- involucrar (hasta cierto punto) a éstos en la aceptación final de la aplicación

- Como resultado de la ejecución de las pruebas se obtendrán una serie de documentos de registro, cuya estructura y contenido se definen en los apartados correspondientes de este guión. Dependiendo del tipo de pruebas de que se trate se elaborarán:

- Pruebas de validación de módulos:
 - Informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]
- Pruebas de integración:
 - Informe de pruebas de integración [IPI]
- Pruebas de aceptación de la aplicación:
 - Informe de las pruebas de aceptación [IPAA]
 - Informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR]
 - Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

- El equipo de garantía de calidad debe tener presente como principio general en cuanto al planteamiento y la realización de las pruebas, que el objetivo de éstas consiste esencialmente en la detección de defectos (o sus síntomas) que puedan afectar negativamente al funcionamiento de la aplicación (en parte o en su conjunto) en su entorno real de implantación. Por lo tanto, los distintos tests que se lleven a cabo tendrán como objetivo no sólo comprobar la corrección del software que se ha entre-

gado, sino también y muy especialmente provocar su comportamiento defectuoso, o la vulneración de las especificaciones de diseño.

- La ejecución de las pruebas de aceptación debe efectuarse siempre con rigor y formalidad considerables. Por esta razón es una actividad que suele consumir una buena parte de los recursos y esfuerzos asignados a la garantía de calidad del proyecto. Sin embargo el grado de meticulosidad y nivel de detalle variarán en función de las peculiaridades que existan en cada caso y del nivel de intensidad del control que se haya determinado en el foco de interés del proyecto a efectos de garantía de calidad (véase el fascículo #1 de este Plan General).

- Los distintos tests que se vayan a realizar deberán diseñarse de forma cuidadosa, con el fin de que su ejecución permita obtener evidencias o al menos síntomas de comportamientos defectuosos del software que se está sometiendo a prueba. El análisis de los resultados obtenidos y la monitorización que se lleve a cabo durante la ejecución deberán permitir que los equipos de garantía de calidad y de desarrollo puedan obtener un diagnóstico preciso sobre la naturaleza de los problemas existentes, y actuar en consecuencia eliminando los defectos detectados.

- Las pruebas incluirán la realización de tests de diversos tipos, pero que en general pertenecerán a los dos grupos siguientes:

- *tests funcionales*, que tratan al software como una “caja negra”, comprobando la conformidad de su comportamiento externo (I/O)
- *tests estructurales*, que se dirigen hacia sus detalles internos de implantación, de carácter esencialmente técnico

La realización de tests de cada tipo requiere por lo general la utilización de técnicas de prueba diferentes

Tipología de defectos potenciales

- Un elemento previo al establecimiento de una clasificación tipológica de los defectos que pueden afectar al software de una aplicación cualquiera, es la consideración de su importancia. La importancia de un determinado defecto depende a su vez de una serie de factores, entre los que se pueden considerar los siguientes:

- frecuencia (el número de veces que un determinado tipo de defecto aparece en el software en cuestión)

- coste de corrección (a su vez se descompone en dos partes: el coste o esfuerzo de detección y el de corrección en sentido estricto)
- coste de instalación (hace referencia a la instalación de copias o versiones de la aplicación corregida en las plataformas que constituyan su “habitat” de implantación)
- consecuencias (pueden variar ampliamente tanto en importancia como en trascendencia, como se señala al considerar el factor fiabilidad en el esquema formal de clasificación de proyectos informáticos o EFC incluido en el fascículo #1 de este Plan General)

• Debe ponerse de manifiesto que no existe una clasificación de defectos potenciales en el software de una aplicación informática que sea universalmente válida y aceptable en cualquier tipo de proyectos y circunstancias. Por lo tanto la taxonomía que se indica en las páginas siguientes es de carácter orientativo, pero puede proporcionar una base adecuada para la caracterización de los distintos tipos de defectos. El esquema se basa parcialmente en los trabajos realizados al respecto por Beizer¹.

• También hay que mencionar que un buen número de defectos potenciales de los tipos indicados se habrán detectado y corregido como consecuencia de las tareas de garantía de calidad realizadas previamente a lo largo del proceso de desarrollo de la aplicación.

* CLASIFICACION DE LOS DEFECTOS POTENCIALES DEL SOFTWARE DE APLICACION

Se han considerado los tipos siguientes:

- (1) Problemas relacionados con las especificaciones
- (2) Problemas relacionados con las características generales y funcionales
- (3) Problemas de tipo estructural
- (4) Problemas relativos a los datos
- (5) Problemas de programación e implantación
- (6) Problemas de integración

¹ “Bug taxonomy and statistics” Appendix, SOFTWARE TESTING TECHNIQUES, 2ª edición. Copyright © 1990 by Boris Beizer. Reimpreso con el permiso de Van Nostrand Reinhold, New York.

- (7) Problemas de la arquitectura software del sistema
- (8) Problemas en la definición y ejecución de los tests
- (9) Problemas de otros tipos

A continuación se describe cada grupo con mayor detalle

(1) Problemas relacionados con las especificaciones

Los requerimientos de la aplicación y las especificaciones que se hayan desarrollado a partir de ellos pueden ser incompletas, ambiguas y contradictorias. Pueden ser malinterpretadas e incluso imposibles de ser interpretadas correctamente. Una especificación puede asumir de forma implícita otras especificaciones o prerrequisitos conocidos por quien especifica pero no por quien desarrolla la aplicación. En determinados casos las especificaciones y los requerimientos pueden variar a lo largo del proceso de desarrollo de la aplicación, modificando, añadiendo o suprimiendo algunas de sus características.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos de incorrección
- . defectos de inconsistencia lógica
- . defectos de integridad (especificaciones incompletas)
- . defectos de interpretación
- . defectos por inestabilidad o inadecuada gestión de los cambios
- . producidos
- . otros defectos de especificación

(2) Problemas relacionados con las características generales y funcionales

Suelen ser consecuencia directa de los del tipo anterior. Una determinada característica de la aplicación puede haberse implantado de forma equivocada, haberse olvidado o resultar superflua. La implantación de características equivocadas es un síntoma potencial de problemas importantes en el diseño. La presencia de características o funcionalidades superfluas o no especificadas puede a veces entrañar riesgos suplementarios por aumento innecesario de la complejidad del software de la aplicación.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos de incorrección
- . defectos de integridad o inconsistencia de las características
- . defectos de integridad o inconsistencia funcional de la aplicación
- . defectos de manejabilidad (“drivability”) o inadecuación de la interfaz de usuario
- . defectos en la representación o manejo de los dominios de información
- . defectos en los mensajes de error, advertencias o diagnósticos
- . defectos en el manejo de condiciones de excepción
- . otros defectos funcionales

(3) Problemas de tipo estructural

Son potencialmente muy variados y de naturaleza predominantemente interna. Los problemas de control pueden incluir pérdidas de caminos (“paths”) de ejecución de sentencias, existencia de fragmentos de código inalcanzables, incorrecto anidamiento de bucles, procesamientos redundantes e innecesarios, conmutaciones mal definidas, código “spaghetti”, etc. Los problemas de tipo estructural pueden tener una amplia variedad de causas, que van desde la inexperiencia de los programadores, la utilización de lenguajes de programación poco estructurados, la optimización del tamaño de los programas, etc.

Estos problemas también pueden deberse a defectos en la lógica de los programas, mala interpretación de la semántica de expresiones con predicados de tipo booleano, manipulaciones incorrectas desde el punto de vista aritmético o algebraico, evaluaciones matemáticas imprecisas, errores de redondeo o truncamiento, “overflow”, errores de inicialización, anomalías en los flujos de datos, etc.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos en los procedimientos y flujos de control
- . defectos de las unidades de tratamiento y módulos de procesamiento
- . otros defectos estructurales

(4) Problemas relativos a los datos

Incluyen todos los que provienen de la especificación de los diferentes elementos de información que se manejan, sus tipos y formatos, valores iniciales, etc. tradicionalmente se han venido incluyendo dentro del grupo de problemas relacionados con la programación, pero en realidad este tipo de errores admiten, e incluso exigen un tratamiento propio. Se presentan con una frecuencia bastante similar a la de los problemas de estructura.

Las tendencias de programación actuales suponen la utilización de sentencias declarativas de datos embebidas en el código fuente, no sólo en los módulos de tratamiento funcional, sino incluso en la lógica de control (tablas), por lo que la importancia de los defectos de este tipo puede ser notable, según los casos. Información-datos e información-control son conceptos en muchos casos difíciles de deslindar. La forma en que se organice su tratamiento bien sea como variables locales o globales, de naturaleza dinámica o estática, puede tener importantes consecuencias desde el punto de vista de la aparición de efectos laterales (“side-effects”) importantes desde el punto de vista de la problemática considerada. Otros defectos relacionados con los datos pueden deberse a inconsistencias en sus especificaciones en términos de contenido, estructura o atributos.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos en la definición y estructura de datos
- . defectos en el acceso y manejo de datos
- . otros problemas de datos

(5) Problemas de programación e implantación

Los errores de programación pueden a su vez causar problemas muy variados, de hecho de cualquier tipo. Los errores de tipo sintáctico no suelen ser importantes ya que por lo general su detección será sencilla si el lenguaje utilizado dispone como es normal del comprobador correspondiente. En general cualquier tipo de errores que puedan ser detectados por el compilador no tendrán una gran trascendencia en la calidad final del software ya que serán corregidos antes de que las pruebas de aceptación den comienzo.

Un tipo más preocupante de defectos son los que corresponden a la documentación de los programas (comentarios erróneos en el código fuente), especialmente desde el punto de vista de su influencia en la mantenibilidad de los programas. No obstante, ese tipo de errores deberán en la mayoría de los casos haberse subsanado como consecuencia de los procesos de revisión o inspección de la documentación técnica de programación.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos de codificación y errores tipográficos
- . defectos de estilo y vulneración de estándares
- . defectos de documentación
- . otros defectos de implantación

(6) Problemas de integración

La interfaz externa de una aplicación es un elemento importante de la misma que debe interpretarse como un protocolo para la interacción hombre-máquina. Los dos criterios de diseño más importantes a aplicar son los de robustez y amigabilidad. La interfaz de la aplicación con el usuario es un componente que puede experimentar problemas ya que el propio protocolo puede ser erróneo, o haberse implantado incorrectamente.

En cuanto a las interfaces internas la problemática es similar, salvo las diferencias que existen debido a que el entorno "interno" estará en general más controlado y por lo tanto será más predecible. La naturaleza de los problemas que pueden plantearse es muy similar: defectos en el diseño de los protocolos, en los formatos de "inputs" y "outputs", inadecuada protección frente a datos deteriorados, secuencias erróneas en las llamadas a las subrutinas, etc.

Otros problemas de integración pueden provenir de una mala adecuación o en su caso manejo de las capas y componentes hardware de la máquina virtual subyacente. No será muy normal en la práctica que la aplicación interactúe directamente con los dispositivos hardware, ya que normalmente la comunicación se hará a través del sistema operativo u otros elementos del software de sistemas. Sin embargo en los casos en que así suceda, los elementos correspondientes son una importante fuente potencial de problemas, defectos y errores.

Entre los principales problemas de este tipo pueden por tanto señalarse los siguientes:

- . defectos de interfaces internas
- . defectos de interfaces externas
- . defectos en la interacción directa con dispositivos hardware
- . otros defectos de integración

(7) Problemas de la arquitectura software del sistema

Uno de los componentes de la máquina virtual que tienen mayor grado de interacción con la aplicación es el sistema operativo. En los casos en que ésta se lleva a cabo a través de una interfaz de programación (API), la utilización incorrecta de llamadas al sistema creará problemas y defectos de funcionamiento importantes. Lo mismo puede suceder con otros elementos del software de sistemas que constituye el entorno de la aplicación. En estos casos suele ser especialmente delicado el manejo de interrupciones, semáforos, protocolos de comunicación interprocesos y otros mecanismos de bajo nivel que sirven para regular la asignación de los recursos y la concurrencia de las tareas a realizar.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos en el uso y llamadas al sistema operativo
- . defectos en los procedimientos de recuperación,
- . registro y contabilización
- . defectos de rendimiento
- . incorrecciones en los diagnósticos y excepciones
- . defectos en las particiones y “overlays” del sistema
- . defectos en la generación y entorno del sistema

(8) Problemas en la definición y ejecución de los tests

Aunque pueda parecer paradójico, los mismos tipos de problemas y defectos que pueden afectar al software de la aplicación podrían igualmente estar presentes en los tests que se van a utilizar durante las pruebas de aceptación. Esto resulta especialmente cierto cuando éstos se encuentran configurados por programas de diversos tipos, tales como “dri-

vers”, simuladores, analizadores, monitores, etc. Por tal razón un factor a tener en cuenta es a su vez el control de los propios instrumentos y herramientas que van a ser utilizadas.

Entre los principales problemas de este tipo pueden señalarse los siguientes:

- . defectos en el diseño de los tests
- . defectos en la ejecución
- . defectos en la documentación
- . defectos de integridad en los casos de prueba (casos incompletos)
- . otros defectos de este tipo

(9) Problemas de otros tipos

Finalmente hay que señalar que pueden surgir otros tipos de problemas distintos de los que se han enumerado en este esquema de clasificación taxonómica de potenciales defectos del software, especialmente en función de la naturaleza y peculiaridades de la aplicación de que se trate.

Técnicas de realización de pruebas (“testing”)

Existen numerosas técnicas que varían tanto en sus objetivos específicos como en su naturaleza, forma de ejecución, recursos necesarios, etc.. Sin embargo no debe olvidarse que el propósito real de cualquier proceso de este tipo es el que se desprende de las tres observaciones siguientes:

- un proceso de prueba o test consiste en la ejecución de un programa con la intención de descubrir uno o más errores
- un buen test es aquel que tiene una alta probabilidad de encontrar errores que aún no han sido descubiertos
- el éxito de un test determinado se consigue cuando su ejecución permite descubrir errores que no han sido detectados previamente

Las técnicas de “testing” que se relacionan en este epígrafe pueden dividirse a su vez en dos grandes grupos, diferentes en función del planteamiento previo adoptado:

- (a) Tests funcionales o de “caja negra”
- (b) Tests estructurales o de “caja blanca”

Ambos tipos de técnicas no se consideran alternativos sino en buena medida complementarios.

La descripción detallada de las posibles técnicas de “testing” a utilizar en el marco de las funciones de garantía de calidad de un proyecto determinado queda fuera del alcance de este guión por razones obvias. El diseño y la realización de pruebas de software constituye una disciplina nueva e importante dentro de la tecnología informática, sometida a una evolución rápida y profunda. Una visión bastante completa y detallada de las técnicas de “testing” a que se hace referencia en este epígrafe se encuentra en las siguientes referencias bibliográficas:

- “Software Testing Techniques”. Beizer B. Van Nostrand Reinhold. New York
- “Quality assurance for computer software”. Dunn R. y Ullman R. McGraw-Hill. New York
- “Software engineering. A practitioner’s approach”. Pressman R. S. McGraw-Hill. New York

(a) Tests funcionales o de “caja negra”

En ellos el software bajo prueba se contempla como una especie de “caja negra”, cuyas características internas y detalles de implantación no se consideran explícitamente a la hora de diseñar los tests correspondientes. Este tipo de pruebas atienden fundamentalmente al comportamiento externo y la funcionalidad directamente observable de la aplicación o programa de que se trate.

Básicamente se trata de someter el software a secuencias de estímulos (inputs) y analizar la respuesta y el comportamiento del sistema. Los principales tipos de defectos que se suelen detectar de esta manera son los siguientes:

- . funciones incorrectas o que no se han incluido
- . defectos de interfaz externa
- . errores externos de datos
- . deficiencias de rendimiento
- . errores de inicialización y/o de terminación

Entre las técnicas más habituales para el diseño de tests funcionales se pueden señalar las que a continuación se relacionan:

- Partición de equivalencias
- Análisis de valores de contorno
- Comprobación de diagramas causa-efecto y tablas de decisión
- Validación de datos y comandos
- Otros tests funcionales

(b) Tests estructurales o de “caja blanca”

Difieren de los anteriores en que la definición de las pruebas se realiza en función del análisis y conocimiento de las características técnicas de la aplicación o programa y de sus estructuras de control. Esencialmente se trata de comprobar tanto como sea posible los diferentes caminos (“paths”) de ejecución de sentencias que contenga la aplicación.

La realización de tests estructurales se encuentra condicionada al conocimiento detallado de las interioridades de la aplicación, y se facilita cuando previamente se han llevado a cabo las sucesivas revisiones de los documentos de diseño técnico y de la programación correspondiente.

En condiciones ideales (y por lo tanto poco probables de producirse en la práctica real), la ejecución de tests estructurales exhaustivos debería garantizar que en el software bajo prueba:

- se han recorrido todos los caminos de ejecución (“paths”) independientes al menos una vez
- se han ejecutado todas las decisiones lógicas en sus variantes verdadera y falsa
- se han ejecutado todos los bucles en sus partes internas y condiciones de contorno
- se han utilizado las estructuras internas de datos para comprobar su validez y correcto funcionamiento

Entre las técnicas más habituales para el diseño de tests estructurales se pueden señalar las que a continuación se relacionan:

- Comprobación de los diagramas de flujo y caminos de ejecución
- Comprobación de los flujos de transacciones
- Comprobación de los flujos de datos

- Comprobación del dominio de la aplicación
- Comprobación de la lógica de los programas
- Comprobación de los grafos de estados y transiciones
- Otros tests estructurales

Crterios de actuación y normas de buena práctica

• Los distintos procesos de realización de pruebas o “testing” que tienen lugar a lo largo del desarrollo de una determinada aplicación informática pueden referirse a tres actividades diferentes:

- pruebas de validación de módulos [PVM]
- pruebas de integración [PI]
- pruebas de aceptación de la aplicación [PAA]

En la realización de cada uno de estos tipos de pruebas es posible (y de hecho se debería) utilizar tanto tests de tipo funcional (de “caja negra”) como tests estructurales (de “caja blanca”).

Sin embargo, a efectos prácticos se recomienda que se ponga mayor énfasis en la utilización de tests estructurales en las pruebas parciales y de integración, mientras que las pruebas finales de aceptación se plantee una mayor concentración en la realización de tests de tipo funcional.

• El diseño y la realización satisfactoria de tests estructurales exigirá por lo general un excelente conocimiento de las peculiaridades técnicas y de los detalles internos de implantación de la aplicación en su conjunto y de sus módulos o componentes, así como de las características de la máquina virtual subyacente y de la utilización de las herramientas adecuadas para la implantación de las pruebas (lenguajes de programación de bajo nivel, simuladores, monitores, analizadores, etc.).

La ejecución de este tipo de pruebas no suele ser tarea sencilla y en general requiere personal especializado en el equipo de garantía de calidad. Por lo tanto se recomienda que se actúe con una cierta dosis de precaución a la hora de abordar planteamientos de este tipo.

• En contraposición, la ejecución de tests de tipo funcional exige esencialmente un buen conocimiento de los requisitos y especificaciones de la aplicación, especialmente desde el punto de vista de su comportamiento externo. Además deben poderse reproducir durante la realización de las pruebas las condiciones reales de funcionamiento del entorno de

implantación (interacciones externas y carga de trabajo) con tanta exactitud como sea posible.

Este último punto dificulta en ocasiones la realización de tests orientados a la comprobación del rendimiento, ya que en ciertos casos resulta difícil reproducir en el momento de las pruebas las condiciones previstas de trabajo. Factores externos a la propia aplicación, tales como el tamaño previsto de la(s) base(s) de datos, número esperado de usuarios activos concurrentes, etc., son difícilmente equivalentes en el momento de las pruebas y en las condiciones reales de explotación. En tales situaciones deberá considerarse un planteamiento alternativo basado en la ejecución de pruebas de simulación de tipo “benchmark”.

• El equipo de garantía de calidad del proyecto deberá evaluar cuidadosamente el tipo y alcance de los tests a realizar en cada caso en función principalmente de los parámetros siguientes:

- características del software que va a someterse a prueba
- recursos reales disponibles para la ejecución de las pruebas
- intensidad de las mismas de acuerdo con lo que se haya definido en el foco
- de interés de garantía de calidad del proyecto

En ningún caso se ejecutarán tests de ningún tipo sin que se haya elaborado previamente el correspondiente plan de pruebas [PPRB], donde aparte de otras consideraciones se definirán detalladamente los tests concretos que se van a efectuar.

• La realización de pruebas es en general uno de los procesos de control en los que más claramente se evidencia la separación y hasta cierto punto el antagonismo que debe existir entre los equipos de garantía de calidad (EGC) y de desarrollo del proyecto (EDS). El papel del primero en relación con este punto consiste en cuestionar la corrección del software desarrollado por el segundo, ser crítico y buscar formas de evidenciar posibles fallos, errores y defectos.

Debe por lo tanto ponerse especial cuidado en que a lo largo de las pruebas no surjan factores de orden psicológico o problemas de relaciones interpersonales que afecten negativamente al desarrollo y objetividad del proceso.

• Previamente al diseño de tests, el equipo de garantía de calidad deberá haber realizado un cuidadoso análisis del documento de especificaciones (tests funcionales) así como de la documentación de diseño y programas fuente (tests estructurales). El objetivo es localizar elementos poten-

cialmente frágiles o aspectos contradictorios en el software a probar, de tal manera que se pueda orientar en buena medida el diseño de los tests. Los siguientes elementos suelen constituir una buena fuente de ideas:

- . especificaciones
- . documentos de definición de las estructuras de datos, especialmente el diccionario
- . documentos de definición de las unidades de tratamiento
- . listados de los programas fuente

- En la medida que sea posible se tenderá a organizar los distintos tests a realizar en grupos homogéneos o “suites”, de tal manera que se pueda practicar cierto tipo de análisis conjunto de los resultados obtenidos. Los tests que pertenezcan a una misma “suite” deberán tener carácter complementario o encontrarse lógicamente relacionados. En los casos que sea necesario los tests se organizarán en una estructura jerárquica de varios niveles.

- El equipo de control de calidad deberá poner especial cuidado en la administración, gestión y control de las “suites” o grupos de tests, especialmente en los casos que a continuación se relacionan:

- . cuando el software a probar pueda presentar diversas configuraciones (versiones o revisiones sucesivas) entre las cuales existan variaciones significativas a efectos de “testing”
- . si las propias “suites” de tests pueden a su vez variar de configuración, bien sea en la programación o en los datos de prueba
- . cuando la máquina virtual existente en el entorno de prueba puede igualmente variar de configuración

- Dado que el diseño y la realización de tests son en general tareas intensivas en esfuerzo y por lo tanto en coste, se procurará utilizar siempre que sea posible herramientas e instrumentos reusables, bien de carácter privado o disponibles comercialmente en el mercado.

Entre los posibles tipos de herramientas a emplear pueden indicarse las siguientes:

- . simuladores de elementos tipo “back-end”, es decir que son llamados desde o requeridos para dar servicio a otros componentes (“stubs”)

- . simuladores de elementos tipo “front-end” que realizan llamadas o demandas de servicio a otros componentes (“drivers”)
- . rutinas de inicialización del entorno
- . simuladores de inputs y emuladores de terminales
- . herramientas de monitorización
- . herramientas de captura y registro de datos
- . herramientas de análisis de datos y generación de informes
- . etc.

El plan de pruebas [PPRB]

- El [PPRB] o plan de pruebas es el documento fundamental para la definición, diseño y ejecución de los tests de todo tipo que se vayan a realizar. En ningún caso se otorgará validez a los efectos de garantía de calidad del proyecto, de prueba alguna que se realice al margen de lo que se indica en el plan de pruebas de la aplicación.

- El [PPRB] abarcará en su caso a todas las pruebas que se vayan a realizar correspondientes a los tipos que se consideran en este Plan General, es decir:

- pruebas de validación de módulos
- pruebas de integración
- pruebas de aceptación de la aplicación

- La elaboración del [PPRB] será responsabilidad del equipo de garantía de calidad (EGC) del proyecto. Este documento formará parte del Dossier de Garantía de Calidad del proyecto.

- Dados su carácter formal e importancia, el (EGC) elaborará este plan con el mismo rigor y calidad que el que se exige al (EDS) en relación con los documentos [Dxx] producidos a lo largo del desarrollo de la aplicación.

En particular, el [PPRB] se ajustará en sus aspectos formales y presentación a cuanto se dispone en las listas de control {LC.—} a que se hace referencia en el epígrafe 2 de este fascículo.

- En cuanto a su contenido, el [PPRB] deberá incluir referencias suficientemente detalladas, operativas y precisas en relación con los siguientes puntos:

- Tipología, objetivos y alcance de las pruebas a realizar

- Descripción de la máquina virtual y demás características relevantes del entorno de prueba de la aplicación
 - Condiciones generales de ejecución
 - Descripción estructurada de los distintos tests a efectuar, agrupados en su caso en “suites” o bloques homogéneos
 - Planificación y ordenación temporal de la ejecución de las ‘suites’ de tests
 - Estimación de los recursos a asignar a la realización de las pruebas por parte del equipo de desarrollo (EDS), el usuario o promotor del proyecto (USR) y el propio equipo de garantía de calidad (EGC)
 - Descripción detallada de cada uno de los tests, que en cualquier caso incluirá:
 - . objetivos particulares y alcance del test
 - . descripción (narrativa)
 - . diagrama (arquitectura)
 - . especificación de los datos de prueba
 - . elementos y programas componentes del test (módulos de inicialización, “drivers”, “stubs”, emuladores, subrutinas, librerías, programas de control y monitorización, de registro de datos, de análisis y tratamiento de resultados, etc.)
 - . especificación de los resultados que en condiciones normales deberían obtenerse; criterios de tolerancia para el tratamiento de las desviaciones
 - . condiciones particulares de ejecución
- La documentación correspondiente al [PPRB] deberá estar bajo el control del equipo de garantía de calidad del proyecto, y se pondrá a disposición de los usuarios y del equipo de desarrollo en su totalidad o parcialmente, según se estime oportuno.
 - El plan de pruebas deberá ser consistente con el Plan de Garantía de Calidad del proyecto.

El informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]

En los casos en que haya tenido lugar la realización de pruebas de este tipo (proyectos correspondientes al modelo de desarrollo modular), el

equipo de garantía de calidad del proyecto elaborará un informe que contendrá como mínimo los puntos siguientes:

- (i) Una descripción concisa de la descomposición modular que se haya practicado en la aplicación a los efectos de control de calidad y pruebas de validación correspondientes. A cada uno de los módulos considerados se le asignará un identificativo.
- (ii) La descripción y comentarios de las condiciones generales de ejecución de las pruebas realizadas, reflejándose cualquier variación significativa experimentada en relación con lo dispuesto en la parte correspondiente del plan previsto [PPRB], así como las incidencias que en su caso hubieran podido producirse.
- (iii) Por cada uno de los módulos considerados se indicarán los resultados obtenidos en cada uno de los tests que se hayan ejecutado. Se anotará cualquier tipo de desviación relevante que se haya producido entre los resultados obtenidos y los esperados, una vez aplicados los criterios de tolerancia correspondientes.
- (iv) La evaluación cualitativa de los resultados de la ejecución de los tests correspondientes a cada módulo, según la apreciación del equipo de garantía de calidad del proyecto.

El informe de las pruebas de validación de los módulos de la aplicación [IPVM] deberá ser consistente con el plan global de pruebas previamente establecido [PPRB].

El informe de pruebas de integración [IPI]

Este informe deberá elaborarse en los casos en que haya tenido lugar la realización de pruebas de este tipo (proyectos correspondientes a los modelos de desarrollo secuencial detallado y modular).

El equipo de garantía de calidad del proyecto elaborará el [IPI] que contendrá como mínimo los puntos siguientes:

- (i) Una descripción precisa de las interfaces internas entre los distintos componentes de la aplicación o elementos ajenos a la misma (rutinas, otros programas y/o estructuras de datos) cuyo correcto funcionamiento debe comprobarse. Cada una de las interfaces identificadas se describirá sucintamente en términos de los

elementos, módulos o componentes que integra y de las funciones que realiza. A cada interfaz se le asignará un indicativo.

(ii) La descripción y comentarios de las condiciones generales de ejecución de las pruebas realizadas, reflejándose cualquier variación significativa experimentada en relación con lo dispuesto en la parte correspondiente del plan previsto [PPRB], así como las incidencias que en su caso hubieran podido producirse.

(iii) Por cada uno de las interfaces consideradas se indicarán los resultados obtenidos en cada uno de los tests que se hayan ejecutado. Se anotará cualquier tipo de anomalía o desviación que se haya producido entre los resultados obtenidos y los esperados, una vez aplicados los criterios de tolerancia correspondientes.

(iv) La evaluación cualitativa global de los resultados de la ejecución de los tests de integración, según la apreciación del equipo de garantía de calidad del proyecto.

El informe de integración [IPI] deberá ser consistente con el plan global de pruebas previamente establecido [PPRB].

El informe de las pruebas de aceptación [IPAA]

Como consecuencia de la realización de las pruebas de aceptación de la aplicación en su totalidad (preceptivas en todos los tipos de proyectos considerados en el marco de este Plan General de Calidad), el (EGC) elaborará un informe de monitorización que contendrá como mínimo los puntos siguientes:

(i) La descripción y comentarios de las condiciones generales de ejecución, reflejándose cualquier variación significativa que hubiese tenido lugar en relación con lo dispuesto en el plan previsto [PPRB] y las incidencias que hubieran podido producirse

(ii) Los resultados obtenidos en cada uno de los tests, especialmente a partir de los datos observados, monitorizados o registrados durante su ejecución. En los casos que fuese conveniente u oportuno se incluirá también el resultado de los tratamientos (tabulaciones, análisis estadísticos, etc.) que se hayan efectuado sobre los datos correspondientes. Se compararán los resultados obtenidos con los que deberían de haberse producido, según las especificaciones de diseño y ejecución de cada test.

(iii) Una relación documentada de cualquier tipo de anomalías, defectos o desviaciones que se hayan producido entre los resultados obtenidos y los esperados, una vez aplicados los criterios de tolerancia correspondientes.

(iv) La evaluación cualitativa de los resultados de la ejecución de cada test, tal como se aprecie libremente por el equipo de garantía de calidad.

(v) La evaluación final global pero suficientemente detallada del grado de cumplimiento de las especificaciones y requerimientos de la aplicación, contenidos en el correspondiente documento [DED] o equivalente.

(vi) Los resultados de las revisiones que se hayan efectuado en relación con la documentación final de la aplicación, es decir los documentos de operación [DOP] y de referencia para el usuario [DRU].

El informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR]

A partir del resultado de las pruebas de aceptación, el equipo de desarrollo elaborará su propio informe de análisis e interpretación cuyo objetivo básico será el de aportar sus opiniones en relación con los puntos siguientes:

(i) Análisis de las posibles desviaciones, errores, fallos o defectos que hayan podido apreciarse por parte del equipo de garantía de calidad

(ii) Identificación de las causas de los problemas existentes y su vinculación a elementos concretos del diseño, programación o implantación de la aplicación

(iii) Propuesta de medidas correctivas a llevar a cabo

Este informe resultará innecesario si los resultados de las pruebas de aceptación fuesen plenamente satisfactorios.

El informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

Después de haberse practicado de forma suficientemente satisfactoria todas las actuaciones de control previstas en el correspondiente

Plan de Garantía de Calidad del proyecto (la última de las cuales habrá consistido en la realización de las pruebas de aceptación), el equipo (EGC) pondrá fin a sus actividades mediante la elaboración de un informe denominado de verificación y validación de la aplicación [IVVA].

El [IVVA] consistirá esencialmente en una certificación resumida o diligencia que emite el responsable del (EGC), en la cual se enumerarán de forma puramente esquemática las actuaciones llevadas a cabo por este equipo en cumplimiento del Plan de Garantía de Calidad del proyecto.

En el [IVVA] se expresará de forma explícita la conformidad del (EGC) con los resultados obtenidos en el ejercicio de las funciones de control de calidad a lo largo de las distintas fases y productos del desarrollo.

Este documento será requisito imprescindible para la aceptación final de la aplicación por parte del usuario o promotor.

3.3 - Guión de recomendaciones para la realización de auditorías {GR.AUD}

En este Plan General de Calidad se considera la posibilidad de que determinados proyectos sean sometidos no sólo a los procedimientos de control ordinarios constituídos por revisiones, inspecciones y pruebas, sino además y de forma excepcional a procedimientos extraordinarios como son las auditorías.

Puesto que la aplicación rigurosa de los procedimientos y técnicas ordinarias de garantía de calidad puede resultar ya de por sí misma gravosa en cuanto a esfuerzo y asignación de recursos en el contexto de un determinado proyecto, se recomienda que se limite la realización de auditorías a los casos en que se den los supuestos siguientes:

- proyectos relamente singulares en cuanto a su tamaño, complejidad, grado de criticidad o foco de interés en garantía de calidad, y que además
- dispongan de recursos suficientes para soportar la sobrecarga añadida en el coste de garantía de calidad que supone una auditoría

La realización de auditorías se limitará en la práctica a un número reducido de proyectos, y aún en estos casos deberá intervenir un equipo especializado. Por estas razones, el guión se limitará a exponer una serie de criterios que permitan armonizar los procedimientos habituales de auditoría con los planteamientos y líneas de actuación que se mantienen en el resto de los procedimientos e instrumentos incluidos en este Plan General de Calidad.

En ningún caso debe interpretarse que este guión describe técnicas concretas de auditoría, cuya consideración se encuentra por razones obvias deliberadamente fuera del alcance del Plan General.

El contenido de este epígrafe se limitará por lo tanto a los puntos siguientes:

- Cuestiones de carácter general
- Criterios de actuación y normas de buena práctica
- El plan de auditoría del proyecto [PAUD]
- Los informes de auditoría del proyecto [IAUD]

Cuestiones de carácter general

- Una auditoría es un procedimiento de control de carácter extraordinario cuyo objetivo fundamental consiste en la comprobación de que las actividades que lleva a cabo el equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC) se realizan de forma adecuada.

En términos generales las actuaciones practicadas en el contexto de una auditoría se dirigirán fundamentalmente a comprobar:

(i) la conformidad del Plan de Garantía de Calidad del proyecto con las directrices, criterios y recomendaciones incluidos en este Plan General

(ii) la adecuada corrección y consistencia de las tareas de control efectuadas por el (EGC) en relación con el Plan de Garantía de Calidad correspondiente

- Del párrafo anterior se desprende que el sujeto pasivo de una auditoría no es tanto el equipo de desarrollo (EDS) como el propio equipo de garantía de calidad del proyecto (EGC). Ello obliga a que el equipo de auditores (AUD) mantenga una fuerte independencia tanto funcional como orgánica en relación con este último agente.

La independencia entre los equipos de auditoría y de control de calidad constituye por lo tanto una premisa básica para la ejecución satisfactoria de este tipo de procedimiento opcional y extraordinario de control.

- La realización de una auditoría se producirá normalmente como consecuencia de la decisión que a tal respecto adopte el Organismo usuario o promotor o en su caso el Director del proyecto informático de que se trate. La única dependencia del equipo auditor (AUD) en el ejercicio de sus funciones será la que mantenga con el Organismo promotor (USR) y/o con el Director del proyecto (DIR) a efectos de informe y entrega de resultados.

- Las auditorías son procedimientos de control de carácter formal, que deben practicarse con arreglo a un plan establecido previamente. El plan de auditoría [PAUD] será el documento que describa de forma explícita y detallada las acciones que se van a llevar a cabo en relación con este tema en el contexto de un proyecto informático concreto. No se iniciará ningún procedimiento de este tipo sin que previamente se haya elaborado el [PAUD] correspondiente.

- La realización de una auditoría resulta en general un proceso laborioso que requiere la asignación de un equipo humano (AUD) específico para esta tarea. Por ese motivo se considera que las auditorías deben tener un carácter opcional y llevarse a cabo tan sólo en los casos apropiados, en función de las características del proyecto en cuestión y de la disponibilidad de recursos existentes para las funciones de garantía de calidad.

- Una auditoría deberá comprobar esencialmente la corrección de la totalidad de las actividades llevadas a cabo por el equipo de garantía de calidad a lo largo del desarrollo del proyecto. Para ello, los dos elementos clave son respectivamente el Plan [PGC] y el Dossier [DSGC] de Garantía de Calidad, que contendrá el registro documental de todas las actuaciones que vaya practicando el (EGC).

Las revisiones que se vayan a realizar en el contexto de una auditoría se distribuirán a lo largo de una serie de puntos de control que en su conjunto deberán abarcar la totalidad de las fases del ciclo de vida o modelo de referencia para el desarrollo de la aplicación. La selección de estos puntos de control y de los elementos a revisar en cada caso deberá incluirse en el correspondiente plan de auditoría [PAUD].

- El equipo de auditores (AUD) se dimensionará en concordancia con las características particulares del proyecto de que se trate. En cualquier caso deberá designarse a uno de sus miembros como responsable de la coordinación interna de sus actividades, así como de las relaciones que se deban mantener con el equipo de garantía de calidad (EGC) y muy especialmente con el promotor o usuario del proyecto (USR). Debe tenerse presente que el equipo de auditoría será responsable de sus actuaciones exclusivamente frente a este último.

Criterios de actuación y normas de buena práctica

- El equipo de auditoría (AUD) actuará a requerimiento del organismo usuario o promotor del proyecto informático de que se trate. Con carácter previo a la planificación de los trabajos correspondientes [PAUD] y al dimensionamiento de los recursos humanos necesarios, el responsable de este equipo deberá realizar las siguientes actividades de carácter preliminar:

- estudio de las características generales del proyecto y de los correspondientes documentos de carácter contractual (Pliego de Condiciones, etc.)
- estudio del Plan General de Calidad, especialmente en cuanto respecta al contenido sus fascículos #3 (procedimientos de control) y #4 (instrumentos de control)
- estudio previo del Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto, que habrá sido elaborado por el equipo (EGC) correspondiente
- estudio en su caso de las metodologías, normas y estándares que con carácter complementario a lo dispuesto en este Plan General, hayan sido incluidas como referencias obligadas en la documentación contractual y/o en el Plan de Garantía de Calidad específico del proyecto en cuestión

• Una vez conocidos con el suficiente nivel de detalle los puntos anteriores se procederá a dimensionar y a seleccionar las personas que van a formar parte del equipo de auditoría del proyecto (AUD). Para ello conviene tener en cuenta que los miembros del este equipo deberían poseer entre otras las siguientes características:

- buen nivel de experiencia y entrenamiento en tareas prácticas de garantía de calidad, especialmente en desarrollo de software
- conocimiento de las técnicas de auditoría
- conocimiento del dominio de la aplicación, tanto desde el punto de vista funcional y organizativo, como en su caso técnico
- capacidad analítica y de síntesis
- facilidad de relación y para las comunicaciones interpersonales

• El equipo de auditores (AUD) carecerá en la práctica de autoridad formal directa sobre los equipos de desarrollo (EDS) y de garantía de calidad del proyecto (EGC). Sus funciones se limitarán a realizar los controles y comprobaciones que se hayan definido en el plan correspondiente [PAUD], extraer los resultados, realizar las consideraciones oportunas y transmitir las al Organismo promotor o al Director del proyecto.

La introducción de modificaciones en las actividades de garantía de calidad o de correcciones en el desarrollo de la aplicación como consecuencia de los informes y recomendaciones de una auditoría, corresponderá exclusivamente al ámbito de decisión de los dos agentes anteriormente señalados.

- Una auditoría se considerará completa cuando se haya extendido a lo largo de todas las fases y productos del desarrollo, particularmente a través de la comprobación de los procedimientos e instrumentos empleados en las tareas de control de calidad.

El equipo de auditores deberá realizar un informe final, pero además se considera muy importante que se vayan generando informes y recomendaciones parciales correspondientes a las actuaciones practicadas en cada uno de los puntos de control establecidos. Ello se debe a la conveniencia de que exista un cierto grado de “feed-back” entre los agentes implicados (AUD), (EGC) y en menor medida (EDS) esencialmente a lo largo del desarrollo del proyecto. De esa manera, los resultados del procedimiento de auditoría podrán influir positivamente sobre el control de calidad del proyecto en curso y no limitarse a la realización un análisis “ex-post” de la corrección de esas actividades.

- La realización de una auditoría contemplará por lo general la realización de actividades de los siguientes tipos:

- inspecciones documentales (Dossier de Garantía de Calidad del proyecto)
- inspecciones de procedimientos e instrumentos de control
- entrevistas a personas de los equipos de garantía de calidad y de desarrollo
- trabajo de campo (observaciones de procesos, etc)

El plan de auditoría del proyecto [PAUD]

- El [PAUD] o plan de auditoría será el documento fundamental para la definición y puesta en práctica de las actividades de verificación y control que tendrán lugar en el marco de la auditoría de un proyecto determinado. Bajo ningún concepto se iniciará un procedimiento de este tipo sin que se haya elaborado el correspondiente plan.

- El plan de auditoría de un proyecto será preparado por el equipo correspondiente de auditores (AUD) y se presentará en su integridad antes del comienzo de los trabajos correspondientes para el conocimiento y la aprobación del Organismo promotor o del Director del proyecto con el fin que le sea otorgado validez y carácter definitivo. Adicionalmente el [PAUD] una vez aprobado será puesto en conocimiento de los equipos de garantía de calidad y de desarrollo en las partes y medida que resulten convenientes o necesarias.

- El plan deberá incluir indicaciones precisas y detalladas de las actuaciones que se van a llevar a cabo, los instrumentos de verificación y control que se van a utilizar, los puntos de control seleccionados o los criterios para determinarlos, los procedimientos y métodos particulares que se van a seguir en cada caso, la ordenación temporal de actividades, los métodos de comunicación a emplear entre los distintos agentes involucrados, etc.

- El plan de auditoría será consistente con el Plan de Garantía de Calidad del proyecto y tendrá en cuenta las particularidades existentes en cuanto respecta a las actividades de los agentes que intervienen de forma activa en su desarrollo y control de calidad.

- El contenido del [PAUD] deberá incluir con el nivel de desarrollo adecuado en cada caso información suficiente sobre los puntos que a continuación se indican:

- Objetivos y alcance de la auditoría que se va a llevar a cabo
- Procesos y/o productos que se van a examinar y puntos de control en los que se efectuarán las verificaciones correspondientes. En el caso de que lleven a cabo actuaciones sobre muestras, se hará referencia a la metodología de muestreo estadístico que se va a emplear
- Procedimientos y métodos particulares de auditoría a emplear en cada caso
- Instrumentos de verificación (estándares de contraste, normas, recomendaciones, listas de requisitos, etc.) y criterios objetivos de auditoría a utilizar en cada caso
- Informes parciales que se generararán si procede, incluyendo la especificación de su formato, contenido y lista de distribución
- Estructura, organización, dotación de recursos y asignación de funciones y responsabilidades en relación con el equipo de auditores (AUD)
- Procedimientos de comunicación e interrelación entre este equipo y el resto de los agentes involucrados, especialmente el equipo de garantía de calidad (EGC), el Organismo promotor (USR) y el Director del proyecto (DIR)
- Planificación temporal de actividades (entrevistas, trabajo de campo, revisiones, etc.) y asignación de recursos para la realización de las mismas
- Estructura y contenido del informe final de auditoría del proyecto; presentación de los resultados correspondientes

Los informes de auditoría del proyecto [IAUD]

• Como consecuencia de las actividades de auditoría efectuadas a lo largo del ciclo de desarrollo de un proyecto se generarán dos tipos de informes diferentes:

- informes parciales, cuyo contenido hará referencia a los comentarios y observaciones que se vayan generando por parte del equipo de auditores como consecuencia de sus trabajos en un determinado punto de control
- informe final de auditoría del proyecto, en el que se presentará formalmente el resultado global de las actuaciones practicadas a lo largo del proyecto en su totalidad

• Ambos tipos de informes tendrán un carácter formal, ajustándose a la estructura y contenido que se hayan definido en el [PAUD] correspondiente. Sin embargo no serán vinculantes por sí mismos salvo en los casos en que sean refrendados por la autoridad del Organismo promotor o del Director del proyecto.

• En cuanto a su contenido, ambos tipos de informes incluirán como mínimo información sobre los puntos siguientes:

- Identificación: título del informe, proyecto auditado, promotor, organización auditora, fecha, etc.
- Objetivos y alcance: enumeración de los procesos y/o productos auditados así como de los estándares, normas, especificaciones, recomendaciones y procedimientos que constituyan la base de los criterios objetivos de auditoría
- Observaciones, comentarios y conclusiones: se indicarán todos los puntos en los que se aprecien desviaciones o exista disconformidad con las prácticas efectuadas o los resultados obtenidos, junto con una interpretación valorativa de su importancia y las propuestas de actuación que se estimen oportunas
- Sinopsis: una lista en la que se enumeren los elementos y procesos auditados junto con una marca relativa a las observaciones que en su caso se hayan realizado



4 - ELEMENTOS AUXILIARES

En este apartado se incluyen a modo de propuesta una serie de formatos de referencia o “templés” que pueden ser aplicables a los distintos documentos auxiliares que se irán produciendo como resultado del ejercicio de las funciones de garantía de calidad por parte de cada uno de los agentes participantes.

Los elementos auxiliares correspondientes a un proyecto determinado se archivarán en el Dossier de Garantía de Calidad del mismo [DSGC], cuyo mantenimiento y custodia serán responsabilidades del equipo (EGC).

Los tipos de elementos (documentos) auxiliares considerados en este Plan General son los que se indican en la relación siguiente:

- Hojas de comentarios de usuario [HCU]
- Hojas de comentarios de revisión [HCR]
- Listas de acciones correctivas [LAC]
- Hojas de aprobación provisional [HAP]
- Plan de pruebas [PPRB]
- Informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]
- Informe de pruebas de integración [IPI]
- Informe de monitorización de las pruebas de aceptación de la aplicación [IPAA]
- Informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR]
- Plan de auditoría del proyecto [PAUD]
- Informe de auditoría del proyecto [IAUD]
- Informe de evaluación del prototipo [IEP]
- Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

Hoja de comentarios de usuario [HCU]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Cabecera:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable de su desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

- * Identificativo del documento, componente o producto revisado

HOJA DE COMENTARIOS DE USUARIO

- * Fecha de revisión
- * Nombre y cargo de la persona que representa al órgano promotor a estos efectos

(B) Cuerpo:

- * Contendrá todos los comentarios y observaciones que el órgano promotor considere oportuno realizar en relación con el documento, componente o producto que se haya sometido a revisión. Para ello se utilizará la lista de control que corresponda en cada caso.

Se utilizarán tantas páginas numeradas como resulten necesarias.

La hoja de comentarios de usuario será autorizada mediante la firma de la persona representante del órgano promotor en relación con el proyecto considerado

Hoja de comentarios de revisión [HCR]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Cabecera:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable de su desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

- * Identificativo del documento, componente o producto revisado

HOJA DE COMENTARIOS DE REVISION

- * Fecha de revisión
- * Nombre y cargo de la persona que representa al equipo de garantía de calidad a estos efectos

(B) Cuerpo:

- * Contendrá todos los comentarios y observaciones que el equipo de garantía de calidad considere oportuno realizar en relación con el documento, componente o producto que se haya sometido a revisión. Para ello se utilizarán las listas de control que correspondan en cada caso. También se hará referencia explícita a cualquier retraso que se haya podido apreciar entre la fecha real en que se entregó el documento, producto o componente para su revisión y la fecha que estaba prevista en la planificación del proyecto.

Se utilizarán tantas páginas numeradas como resulten necesarias.

La hoja de comentarios de revisión será autorizada mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Lista de acciones correctivas [LAC]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Cabecera:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable de su desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

- * Identificativo del documento, componente o producto revisado

LISTA DE ACCIONES CORRECTIVAS

- * Fecha de revisión
- * Nombre y cargo de la persona que representa al equipo de garantía de calidad a estos efectos

(B) Cuerpo:

- * Contendrá una relación detallada de todas las modificaciones, adaptaciones y mejoras que deberá introducir el equipo de desarrollo en el documento, componente o producto de que se trate. Esa relación se obtendrá como resultado de la reunión de revisión conjunta que se haya celebrado entre los agentes correspondientes, y tendrá efectos vinculantes.

Se utilizarán tantas páginas numeradas como resulten necesarias.

La lista de acciones correctivas será autorizada mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Hoja de aprobación provisional [HAP]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Cabecera:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable de su desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

- * Identificativo del documento, componente o producto revisado

HOJA DE APROBACION PROVISIONAL

- * Fecha de revisión
- * Nombre y cargo de la persona que representa al equipo de garantía de calidad a estos efectos

(B) Cuerpo:

- * Contendrá una declaración explícita de la validez del documento, componente o producto de que se trate desde los puntos e vista de su adecuación funcional y calidad técnica, y por tanto de su aprobación con carácter provisional. La aprobación se entenderá en todo caso condicionada al resultado de otras actuaciones posteriores de control de calidad que pudiesen afectar directa o indirectamente al componente en cuestión.

La lista de acciones correctivas será autorizada mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Plan de pruebas [PPRB]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

PLAN DE PRUEBAS

- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación, objetivos, tipología y alcance de las pruebas a realizar
- 2- Descripción de la máquina virtual y demás características relevantes del entorno de pruebas de la aplicación
- 3- Condiciones generales de ejecución de las pruebas
- 4- Descripción estructurada de los distintos tests a efectuar, agrupados en su caso en “suites” o bloques homogéneos
- 5- Planificación y ordenación temporal de la ejecución de las “suites” de tests
- 6- Estimación de los recursos a asignar a la realización de las pruebas por parte del equipo de desarrollo, el órgano promotor del proyecto y el propio equipo de garantía de calidad
- 7- Descripción detallada de cada uno de los tests, que en cualquier caso incluirá:
 - . objetivos particulares y alcance del test
 - . descripción (narrativa)
 - . diagrama (arquitectura)
 - . especificación de los datos de prueba
 - . elementos y programas componentes del test (módulos de inicialización, “drivers”, “stubs”, emuladores, subrutinas, librerías, programas de control y monitorización, de registro de datos, de análisis y tratamiento de resultados, etc.)

- . especificación de los resultados que en condiciones normales deberían obtenerse; criterios de tolerancia para el tratamiento de las desviaciones
- . condiciones particulares de ejecución

(C) Cuerpo del documento:

- * Contendrá el desarrollo suficientemente detallado en términos operativos de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del plan de pruebas.

Informe de pruebas de validación de módulos [IPVM]

Constará de los siguientes elementos

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME DE PRUEBAS DE VALIDACION DE MODULOS

- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Descripción de la descomposición modular practicada
- 3- Descripción de las condiciones de ejecución de las pruebas
- 4- Resultados de los tests efectuados en relación con cada módulo
- 5- Evaluación cualitativa de las pruebas

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe

El informe de las pruebas de validación de módulos será autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Informe de pruebas de integración [IPI]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME DE PRUEBAS DE INTEGRACION

- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Descripción de las interfaces a probar
- 3- Descripción de las condiciones de ejecución de las pruebas
- 4- Resultados detallados de los tests
- 5- Evaluación cualitativa de las pruebas

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe

El informe de las pruebas de integración será autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Informe de las pruebas de aceptación de la aplicación [IPAA]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME DE LAS PRUEBAS DE ACEPTACION DE LA APLICACION

- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Descripción de las condiciones de ejecución de las pruebas
- 3- Resultados detallados de cada uno de los tests practicados, agrupados en su caso por “suites” homogéneas
- 4- Relación documentada de las anomalías, defectos, fallos o desviaciones observadas
- 5- Evaluación cualitativa de los resultados de cada test, agrupados en su caso por “suites” homogéneas
- 6- Evaluación final global del grado de cumplimiento de las especificaciones y requerimientos de diseño de la aplicación
- 7- Resultado de la revisión de la documentación de operación [DOP] y de referencia para los usuarios [DRU]

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo detallado de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe

El informe de monitorización de las pruebas de aceptación será autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Informe de análisis e interpretación de resultados [IAIR]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME DE ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

* Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Análisis de los errores, fallos, desviaciones o defectos observados en la realización de las pruebas de aceptación de la aplicación
- 3- Diagnóstico técnico e interpretación de causas
- 4- Propuesta de medidas correctivas

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo detallado de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe.

El informe de análisis e interpretación de resultados de las pruebas de aceptación será autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de desarrollo del proyecto considerado.

Plan de auditoría del proyecto [PAUD]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano, institución o empresa responsable de la auditoría

PLAN DE AUDITORIA

* Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación, objetivos y alcance de la auditoría a realizar
- 2- Enumeración de los componentes, productos y procesos a auditar
- 3- Procedimientos y métodos de auditoría a utilizar en cada caso
- 4- Instrumentos de verificación y criterios objetivos a utilizar en cada caso
- 5- Enumeración de los informes parciales a generar; especificación de su estructura, contenido y lista de distribución
- 6- Estructura, organización y funciones del equipo de auditores
- 7- Procedimientos de interrelación con otros agentes
- 8- Planificación y ordenación temporal de actividades
- 9- Estructura y contenido del informe final de auditoría

(C) Cuerpo del documento:

- * Contendrá el desarrollo suficientemente detallado y en términos operativos, de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del plan de pruebas.

Informe de auditoría del proyecto [IAUD]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano, institución o empresa responsable de la auditoría

INFORME DE AUDITORIA

- * Status (parcial y nº de secuencia o final)
- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Enumeración de los procesos, componentes y productos auditados
- 3- Observaciones, comentarios y conclusiones de la auditoría
- 4- Propuestas de actuación, en su caso
- 5- Sinopsis de las tareas practicadas y actuaciones pendientes (* sólo en informes de tipo parcial)

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe

Cualquier informe de auditoría deberá ser autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de auditores del proyecto considerado.

Informe de evaluación del prototipo [IEP]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Hoja portada:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable del desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME DE EVALUACION DEL PROTOTIPO

- * Status (parcial y nº de secuencia o final)
- * Fecha de edición

(B) Tabla de contenidos, indicativamente:

- 1- Presentación y alcance del informe
- 2- Descripción de los desarrollos y en su caso modificaciones efectuadas desde la última evaluación
- 3- Descripción del comportamiento del prototipo en su versión actual
- 4- Previsión de nuevas actividades de experimentación

(C) Cuerpo del informe:

- * Contendrá el desarrollo de los puntos incluidos en la tabla de contenidos del informe

El informe de evaluación del prototipo será autorizado mediante la firma de la persona representante del equipo de garantía de calidad del proyecto considerado.

Informe final de verificación y validación de la aplicación [IVVA]

Constará de los siguientes elementos:

(A) Cabecera:

- * Título del proyecto
- * Nombre del órgano promotor
- * Nombre del órgano responsable de su desarrollo
- * Nombre del órgano responsable de la garantía de calidad

INFORME FINAL DE VERIFICACION Y VALIDACION DE LA APLICACION

- * Fecha de emisión
- * Nombre y cargo de la persona que ostenta la representación formal del equipo de garantía de calidad del proyecto

(B) Cuerpo:

- * Contendrá una certificación resumida en la cual se enumerarán de forma esquemática las actuaciones llevadas a cabo por el equipo de garantía de calidad del proyecto, y se describirán de forma sintética los resultados obtenidos en cada una de ellas.

Este informe final deberá incluir una declaración explícita y formal sobre la adecuación de la aplicación y de sus componentes, en relación con los requisitos establecidos en el Plan de Garantía de Calidad del proyecto. El informe es de carácter preceptivo y compromete formalmente al equipo de garantía de calidad en cuanto a la verificación y validación del producto final y de los trabajos efectuados por el equipo de desarrollo.

El informe final de verificación y validación de la aplicación deberá ser autorizado mediante la firma de la persona que ostente la representación formal del equipo de garantía de calidad del proyecto y deberá contar con el visto bueno explícito del Director del proyecto a efectos de su validez en la recepción de los trabajos correspondientes.

5 - EL DOSSIER DE GARANTIA DE CALIDAD DEL PROYECTO [DSGC]

Toda la documentación que se genere como consecuencia de las actividades de garantía de calidad a lo largo del ciclo de desarrollo del proyecto será archivada en un dossier denominado [DSGC].

Este dossier estará ordenado de forma sistemática y homogénea. Su mantenimiento y custodia serán responsabilidad del equipo de garantía de calidad, quien lo mantendrá actualizado y en perfecto estado de revista. Una vez finalizado satisfactoriamente el proyecto se entregará al órgano promotor o usuario correspondiente.

En el dossier de garantía de calidad del proyecto se incluirán los documentos que procedan en cada caso, pertenecientes a los siguientes tipos:

(i) Documentos generados por el equipo de desarrollo, correspondientes a las fases y/o productos del proyecto, pertenecientes a la relación que se indica:

- [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]: Documentación de referencia para usuarios

(ii) Documentos auxiliares generados por el equipo de desarrollo, en relación con las tareas de garantía de calidad:

- [IAIR]: Informe de análisis e interpretación de resultados de las pruebas de aceptación

(iii) Documentos generados por el Organismo usuario o promotor del proyecto:

[HCU]: Hojas de comentarios de usuario

(iv) Documentos generados por el equipo de garantía de calidad del proyecto:

[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

(v) Documentos generados por el equipo de auditores:

[PAUD]: Plan de auditoría del proyecto

[IAUD]: Informes de auditoría del proyecto

El *Plan General de Garantía de Calidad para el desarrollo de aplicaciones informáticas* ha sido especialmente elaborado para el ámbito de la Administración Pública. El objetivo perseguido es el de constituir un **marco homogéneo de referencia** para que los funcionarios con responsabilidades en la dirección de proyectos informáticos puedan, primero diseñar y después aplicar los planes específicos de garantía de calidad que resulten más adecuados a las peculiaridades de cada proyecto.

