

03063



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

5

POSGRADO EN CIENCIA E INGENIERIA DE LA COMPUTACION

**GUA DE INTERPRETACION DE
ISO 9000:2000 QUE CUMPLE CON
LOS NIVELES 2 Y 3 DE CMM[®]**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA

FABIAN IGNACIO DE LA CRUZ DOMINGUEZ

DIRECTORA DE TESIS: DRA. HANNA OKTABA

MEXICO, D. F.

JULIO, 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

()

CMM está registrado en U.S. Patent and Trademark Office.

ISO 9000:2000 fue emitida por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A. C., y su vigencia fue publicada por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Economía, en el Diario Oficial de la Federación el martes 02 de enero de 2001.

**Dedicado a mi familia,
Silvia, Carolina, Paola, Jozzué,
en especial a mi f minúscula,
Fabián Andrez.**

Agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer a Dios, por todo y por siempre!

A mis maestros, en especial a la Dra. Hanna Oktaba y M. en C. Gloria Quintanilla, que por su tiempo y dedicación hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi amigo, Edwin Novoa Jurado, por su valioso apoyo y consejo que junto con su familia hicieron mi estancia en este país como si estuviera en el mío.

Al Banco Central del Ecuador, en la persona de M. en C. David Balarezo, por todas las gestiones realizadas para la realización de mis estudios en este país.

A mi madre y hermanos que siempre estuvieron ahí, para indicarme el camino a seguir.

Fabián de la Cruz.

INDICE

1. Introducción	1
Objetivos	3
Metodología de la Investigación	4
Estructura de la Tesis	4
2. Marco Teórico	7
2.1 El Modelo ISO 9000:2000	7
2.1.1 Enfoque a Procesos	7
2.1.2 Sistemas de Gestión de la Calidad	9
2.2 El Modelo CMM	19
2.2.1 Estructura de CMM	20
2.2.2 Niveles de Madurez de CMM	22
2.2.3 Areas Claves del Proceso en CMM	24
2.2.3.1 Areas Claves del Proceso para Nivel 2	25
2.2.3.2 Areas Claves del Proceso para Nivel 3	27
2.2.3.3 Areas Claves del Proceso para Nivel 4	30
2.2.3.4 Areas Claves del Proceso para Nivel 5	31
3. Comparación entre ISO 9000:2000 y CMM	33
3.1 Consideraciones	33
3.2 Comparación ISO 9000:2000 – CMM	34
3.2.1 Areas Claves del Proceso de Nivel 2	35
3.2.2 Areas Claves del Proceso de Nivel 3	45
3.2.3 Restantes Características Comunes de CMM	52
3.3 Comparación CMM – ISO 9000:2000	55
3.3.1 Actividades de CMM no cubiertos por ISO	55
3.3.2 Cláusulas de ISO asociadas a los Niveles 2 y 3 de CMM	59
4. Guía de Interpretación de ISO 9000:2000	63
4.1 Roles y Estructura Organizacional	63
4.1.1 Roles	63
4.1.2 Estructura Organizacional	65
4.2 Guía de Interpretación	68
4.3 Comentarios	102
5. Conclusiones	103
ANEXOS	105
BIBLIOGRAFIA	137

ANEXOS

Anexo A: Elementos de ISO-9001:1994 e ISO-9001:2000.

Anexo B: Correspondencia entre normas ISO 9001:2000 e ISO 9001:1994.

Anexo C: Resumen de Apartados de ISO 9001:2000.

Anexo D: Términos y Definiciones para ISO 9001:2000.

Anexo E: Detalle por Area Clave de Proceso del Nivel 2 de CMM.

Anexo F: Detalle por Area Clave de Proceso del Nivel 3 de CMM.

Anexo G: Cláusulas de ISO 9000:2000 asociadas con los Niveles 2 y 3 de CMM.

FIGURAS

Figura 0. Principales Modelos y Estándares de Software.

Figura 1. Sistema de Gestión de la Calidad basado en los Procesos.

Figura 2. Estructura del CMM.

Figura 3. Niveles de Madurez de CMM.

Figura 4. Areas Claves del Proceso en CMM.

Figura 5. Grados de Consistencia (GrC).

Figura 6. Resumen de Comparación para Nivel 2 de CMM.

Figura 7. Resumen de Comparación para Nivel 3 de CMM.

Figura 8. Actividades de Nivel 2 de CMM no cubiertas por ISO.

Figura 9. Actividades de Nivel 3 de CMM no cubiertas por ISO.

Figura 10. Cláusulas de ISO 9000:2000 asociadas con CMM (por Niveles).

Capítulo I

Introducción

Así como las computadoras han evolucionado desde máquinas dedicadas hasta convertirse en entidades comunes en nuestra vida diaria, la dependencia de las sociedades modernas en el software de computadoras ha crecido significativamente en las últimas décadas. El software está incluido en productos que van desde automóviles hasta teléfonos celulares, por consiguiente, es necesario que los productos de software funcionen de acuerdo a lo especificado. Por lo que el impacto de problemas en la calidad del software puede llegar a ser muy serio. También el software juega un papel determinante en el éxito de los negocios actuales y en general de toda la sociedad. Por lo tanto, el desarrollo y mantenimiento de software han sido los principales aspectos en los que se ha enfocado la industria del software en las pasadas décadas.

A pesar de que en la actualidad el uso y gestión del software es una necesidad para cualquier organización dedicada a la producción de software, la mayoría de éstas tienen problemas relacionados con el desarrollo y mantenimiento del software. Estos problemas están usualmente asociados con retrasos en las calendarizaciones, presupuestos rebasados, inaceptable calidad del producto, y usuarios insatisfechos. Todos estos problemas fueron agrupados bajo el término de "crisis del software" a finales de los años 60, y todavía sigue vigente en muchas organizaciones de software. En 1995, una encuesta realizada por the Standish Group sobre la industria del software, reveló que el 31% de los proyectos fueron cancelados antes de lo previsto, el costo de los 53% de los proyectos sobrepasaba en un 189% su presupuesto original, y solamente el 7% de los proyectos de más de 6 meses, completaban a tiempo y dentro de lo presupuestado. Según estimaciones, el costo que representó para las compañías norteamericanas la cancelación de proyectos antes de su implementación en 1995 fue de alrededor de 81 billones de dólares [McG00].

El impacto que ha tenido los problemas mencionados sobre la industria del software ha sido muy significativo y a menudo ha amenazado con la rentabilidad y la existencia de muchas empresas dedicadas al software, sin tomar en cuenta el alto grado de competitividad que se da entre un número creciente de organizaciones dedicadas a esta industria. Con la finalidad de tener éxito en el mercado, la alta dirección de las organizaciones se esfuerza por bajar los costos, entregar a tiempo,

mayor calidad y conseguir la satisfacción del cliente. Estos problemas tan marcados dentro del desarrollo de software han llamado la atención de investigadores, quienes han propuesto una serie de posibles explicaciones y soluciones.

Estas soluciones se orientan hacia tres aspectos: metodologías, herramientas y modelos, que las organizaciones las han adoptado para incrementar la eficiencia, el control y la calidad en el desarrollo de software. El modelo en cascada, el análisis estructurado y las técnicas de diseño, introducidas hace tres décadas, dieron el marco de trabajo para representar en diagramas, las fases del desarrollo del producto y las interacciones entre sus módulos. Siendo éste, el primer paso para controlar y administrar la complejidad del software. Posteriormente, a mediados de los años 80, aparecieron una serie de herramientas CASE (Computer Aided Software Engineering) para la mejora de la eficiencia y la calidad en el desarrollo de software. Sin embargo, investigaciones sobre proyectos de software no han provisto de una clara evidencia del éxito de los proyectos de software basados en estas herramientas, al contrario, se ha detectado una creciente importancia en la gestión efectiva de las actividades de desarrollo de software y en el rol de las gestiones innovativas en el éxito de estas soluciones tecnológicas. Finalmente, a inicio de los años 90, surgió una nueva iniciativa para combatir los principales problemas de la industria del software enfocada en el proceso de desarrollo de software. Hasta ese entonces, el desarrollo de software había sido visto tradicionalmente como un conjunto netamente de tareas de ingeniería; en contraste, una visión de proceso del desarrollo del software presenta el conjunto de tareas involucradas en el desarrollo y mantenimiento del software como un proceso integrado que puede ser controlado, medido y mejorado [KRI99].

Durante la década pasada se generaron diversos enfoques para organizaciones de software tendientes a definir el estado de las prácticas de software en términos consistentes, y fijando metas y prioridades para la mejora continua de sus procesos. Particularmente, un significativo número de modelos y marcos de trabajo para evaluar la capacidad de los procesos de software han sido desarrollados. La mayor parte de estos marcos de trabajo, están basados en principios de gestión de la calidad, a través de la aplicación consistente de procesos de software medibles y bien definidos, asociados con la mejora de procesos, que beneficiará substancialmente la productividad de las organizaciones y la calidad de sus productos. Este movimiento, asociado al mejoramiento del proceso de software, ha dado origen a una gran cantidad de modelos y estándares orientados hacia la obtención de dichas mejoras, tal como se ilustra en la Figura 0.

Para lo cual, se deberá:

- Realizar la comparación entre los modelos ISO 9000:2000 y CMM.
- Establecer la correspondencia entre los modelos ISO 9000:2000 y CMM.
- Establecer los mecanismos de integración de ISO 9000:2000 y CMM.
- Establecer una guía de interpretación.

Estos dos modelos fueron seleccionados debido a que las organizaciones o empresas de software requieren obtener certificaciones ISO, y en el proceso de alcanzarlas pueden usar todos los soportes y ventajas del modelo CMM. Al mismo tiempo, también pueden alcanzar la aceptación del modelo CMM en los Niveles indicados.

Metodología de la Investigación.

En la elaboración de la presente tesis se siguieron los siguientes pasos:

- Estudio de ISO 9000:2000.
- Estudio de CMM, con énfasis en los Niveles 2 y 3.
- Selección del método de comparación entre los dos modelos.
- Realizar la comparación y la correspondencia entre los dos modelos.
- Realizar la verificación de la correspondencia entre los dos modelos.
- Definir la estructura de la Guía de Interpretación.
- Hacer la Guía de Interpretación.

Estructura de la Tesis.

El presente trabajo está dividido en cuatro partes: aspectos teóricos, comparación entre los modelos, la guía de interpretación, y conclusiones.

En el Capítulo II, se presenta el Marco Teórico sobre el cual se fundamenta la tesis. Se toman en cuenta las principales estructuras y los aspectos más importantes tanto del modelo ISO 9000:2000 como del modelo CMM.

En el Capítulo III, se presenta la Comparación entre los Modelos ISO 9000:2000 y CMM. Se indican las consideraciones que se han tomado en cuenta para realizar dicha comparación, se

expone en forma detallada cada elemento de la comparación, y se resume en tablas los resultados obtenidos de dicha comparación.

En el Capítulo IV, se presenta la Guía de Interpretación de ISO 9000:2000. Se pone a consideración la estructura y el contenido de la guía de interpretación que es motivo de la presente tesis.

En el Capítulo V, se presenta las Conclusiones a las que se llegaron durante la elaboración de la tesis, así como los trabajos posteriores sugeridos. Después de este último capítulo, están los Anexos, que es aquella información complementaria a la que se hace referencia en la tesis. Al final, se presenta la Bibliografía organizada en forma alfabética.

Capítulo II

Marco Teórico

En este capítulo se presentan las principales características de los dos elementos teóricos que conforman la presente tesis: el modelo ISO 9000:2000 [ISO00] y el modelo SEI CMM [PAU95] con los Niveles 2 y 3 en detalle.

2.1 El Modelo ISO 9000:2000.

Desde su concepción, en 1987, más de 250.000 organizaciones alrededor del mundo se han registrado a ISO 9000, un conjunto de estándares internacionales que establecen los requerimientos para la gestión de los sistemas de la calidad. Debido a que periódicamente se hacen revisiones (cada 5 años), los nuevos estándares llamados ISO 9000:2000, están contenidos en tres documentos interrelacionados: ISO 9000, que contiene los fundamentos y el vocabulario; ISO 9001 [ISO01], que expresa los requerimientos del sistema; e ISO 9004 [ISO04], que provee de directrices que consideran tanto la eficacia como la efectividad del sistema de gestión de la calidad.

La versión anterior definía a la calidad usando 20 elementos principales que una organización debe seguir para producir bienes y servicios. Con estos estándares (ver Anexo A) se pretendía que las organizaciones certificadas aseguren a sus clientes productos con un nivel consistente de calidad. El conjunto de normas ISO 9000:2000 se basa en un modelo de procesos que cualquier organización, sin importar su naturaleza y tamaño, puede usar. Todos los requerimientos de la nueva versión están expresados de una manera más genérica y en términos menos prescriptivos que la anterior.

2.1.1 Enfoque a Procesos.

Cualquier actividad, o conjunto de actividades que utiliza recursos para transformar entradas en salidas puede ser considerado como un proceso. Para que las organizaciones funcionen de manera efectiva, tienen que identificar y gestionar los procesos y sus interrelaciones. Es muy frecuente que la salida de un proceso pasa a formar parte de la entrada del siguiente proceso. La identificación y

gestión sistemática de los procesos empleados en la organización y en particular la interacción entre dichos procesos se denomina “enfoque a procesos”.

Una ventaja del enfoque a procesos es el continuo control que proporciona sobre los puntos de unión entre los procesos individuales dentro del propio sistema de procesos, así como su combinación e interacción. Cuando se utiliza en un sistema de gestión de la calidad un enfoque de este tipo se enfatiza la importancia de:

- La comprensión y el cumplimiento de requisitos.
- La necesidad de considerar los procesos en término del valor añadido.
- La obtención de resultados del desempeño y la eficacia de los procesos.
- La mejora continua de los procesos en función de medidas objetivas.

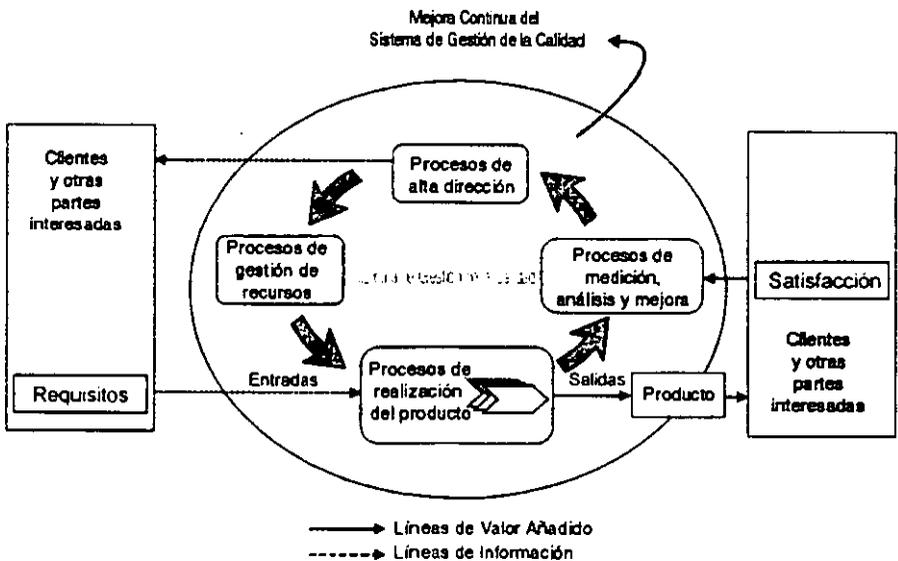


Figura 1. Sistema de Gestión de la Calidad basado en los Procesos (ISO00).

En la Figura 1 se presenta la estructura conceptual de los procesos que conforman el Sistema de Gestión de la Calidad. El modelo refleja gráficamente la integración de cuatro de las cláusulas principales de esta Norma Internacional (5. *Responsabilidad de la Dirección*, 6. *Gestión de Recursos*, 7. *Realización del Producto*, y 8. *Medida, Análisis y Mejora*). Naturalmente, no se refleja

los procesos a un nivel detallado, sin embargo, todos los requisitos de un sistema de gestión de la calidad sobre productos o servicios caen en este modelo. A más de ilustrar los procesos del sistema de gestión de la calidad, indica la interacción entre dichos procesos.

Por ejemplo, la alta dirección define requisitos bajo “5. *Responsabilidad de la Dirección*”, los recursos necesarios son determinados y aplicados mediante “6. *Gestión de Recursos*”, los procesos son establecidos e implementados bajo “7. *Realización del Producto*”, los resultados son medidos, analizados y mejorados a través de “8. *Medición, Análisis y Mejora*”. La revisión por la dirección (5.6) provee de la retroalimentación para “5. *Responsabilidad de la Dirección*”, quienes autorizarán los cambios e iniciarán las mejoras.

Como se puede apreciar, el modelo reconoce que los clientes y otras partes interesadas juegan un papel significativo durante el proceso de definición de los requisitos como entradas. El seguimiento de la satisfacción del cliente y de otras partes interesadas requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha cumplido sus requisitos.

Adicionalmente, las cuatro secciones del modelo cumplen funciones similares de la metodología Planear-Hacer-Verificar-Actuar (PDCA, Plan-Do-Check-Act) en el proceso de mejora de la calidad, expuesto por Edward Deming [DEM82]. De esta manera el nuevo conjunto de normas es mucho más riguroso que la versión anterior, en donde simplemente se decía: “hacer lo que está documentado, documentar lo que se hace, y demostrar que se ha hecho”.

2.1.2 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos.

Bajo este nombre es conocida la norma ISO 9001:2000, y especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que podrían utilizarse para su aplicación a nivel interno por las organizaciones, para certificación, o con fines contractuales.

Para cualquier organización debe ser estratégico la adopción de un sistema de gestión de la calidad. Entre los principales factores que afectan su diseño e implantación destacan las diferentes necesidades, objetivos, productos suministrados, procesos empleados, y el tamaño y estructura de la organización.

En la descripción de esta norma internacional, que se presenta a continuación, se conserva su numeración original, se mantienen las observaciones, y la relación con su anterior versión se puede encontrar en el Anexo B. De igual manera, un resumen detallado de cada cláusula de ISO 9000:2000 se presenta en el Anexo C.

1 Alcance.

Esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad aplicable cuando una organización (1) necesita demostrar su capacidad para suministrar productos que satisfagan los requisitos del cliente, y (2) pretenda conseguir satisfacción del cliente a través de la efectiva aplicación del sistema

Todos los requisitos de esta norma internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones independientemente de su tipo, tamaño o producto suministrado.

2 Normas para Consulta.

A través de esta cláusula, se recomienda a las partes que basan sus acuerdos en esta norma internacional que estudien la posibilidad de aplicar la edición más reciente. Los miembros de ISO e IEC (Comisión Electrónica Internacional) mantienen el registro de las normas internacionales en vigor a cada momento.

3 Términos y Definiciones.

Esta cláusula especifica que los términos y definiciones expresados en ISO 9000:2000 (ver Anexo D) son completamente aplicables para esta norma. Adicionalmente, cabe señalar que cuando se utilice el término "producto", puede también significar "servicio".

4 Sistema de Gestión de la Calidad.

4.1 Requisitos Generales.

Esta cláusula indica que la organización deberá establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Para lo cual, la organización debe: (1) identificar y determinar la secuencia e interacción de dichos procesos, (2) determinar los métodos y criterios para un control y funcionamiento efectivo de los procesos, (3) asegurar la disponibilidad de recursos, (4) medir, realizar el seguimiento y analizar estos procesos, y (5) tomar las acciones necesarias para alcanzar los resultados previstos y la mejora continua de estos procesos.

Para el caso de que la organización elija contratar externamente cualquier proceso que afecte a la conformidad del producto con los requisitos, la organización se debe asegurar el control sobre tales procesos.

Observación. Los procesos requeridos para el sistema de gestión de la calidad a los que se ha hecho referencia, deberían considerar también los procesos para las actividades de gestión, provisión de recursos, realización del producto y realización de medidas.

4.2 Requisitos de Documentación.

Esta cláusula indica los elementos que se deben incluir en la documentación del sistema de gestión de la calidad: (1) declaraciones documentadas de una política y objetivos de la calidad, (2) un manual de la calidad, (3) los procedimientos documentados requeridos, (4) los documentos necesarios para asegurar el control, funcionamiento y planificación de los procesos, y (5) los registros de la calidad requeridos por esta norma.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *4.2.1 Generalidades*, *4.2.2 Manual de la Calidad*, *4.2.3 Control de Documentos*, y *4.2.2 Control de los Registros de la Calidad*.

Observación. Donde aparezca el término "procedimiento documentado", se requiere que el procedimiento sea establecido, documentado, implantado y mantenido. La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio.

5 Responsabilidad de la Dirección.

5.1 Compromiso de la Dirección.

Se manifiesta que la alta dirección deberá proporcionar evidencia de su compromiso para el desarrollo y mejora del sistema de gestión de la calidad a través de: comunicar a la organización la importancia de satisfacer los requisitos del cliente, establecer la política de la calidad, llevar a cabo revisiones, y asegurar la disponibilidad de recursos.

5.2 Enfoque al Cliente.

Se indica que la alta dirección deberá asegurar que los requisitos del cliente sean determinados y cumplidos con el propósito de lograr la satisfacción del cliente.

5.3 Política de la Calidad.

Esta cláusula indica que al fijar una política de calidad, la alta dirección se debe asegurar (1) que sea adecuada al propósito de la organización, (2) que incluya el compromiso de cumplir con los requisitos y de mejorar continuamente, (3) que proporcione un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad, (4) que sea anunciada y entendida dentro de la organización, y (5) que sea revisada continuamente.

5.4 Planificación.

Se indica que la alta dirección necesita asegurar que los objetivos de calidad sean establecidos en todos los niveles relevantes de la organización, y que los recursos necesarios para alcanzar los objetivos de calidad sean identificados y planeados. De la misma manera, la alta dirección tiene importantes responsabilidades en la planificación del sistema de gestión de la calidad que asegure una mejora continua.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *5.4.1 Objetivos de la Calidad*, y *5.4.2 Planificación del Sistema de Gestión de la Calidad*.

5.5 Responsabilidad, Autoridad y Comunicación.

Se manifiesta que la alta dirección tiene responsabilidades significativas en la administración del sistema de gestión de la calidad, ya que es necesario que se definan y comuniquen responsabilidades que deben ser fijadas correctamente. También debe nombrar a un representante que sea responsable y que tenga autoridad sobre el sistema de gestión de la calidad. La comunicación dentro de la organización es un nuevo requisito que debe considerarse tomando en cuenta la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *5.5.1 Responsabilidad y Autoridad*, *5.5.2 Representante de la Dirección*, y *5.5.3 Comunicación Interna*.

5.6 Revisión por la Dirección.

Esta cláusula señala que la alta dirección deberá revisar de manera planificada, a intervalos apropiados, el sistema de gestión de la calidad de la organización. Se incluyen revisiones tanto de entrada como de salida, para asegurar su continua consistencia, adecuación y eficacia. Cada revisión debe evaluar la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión de la calidad y los resultados deben ser registrados.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *5.6.1 Generalidades*, *5.6.2 Información para la Revisión*, *5.6.3 Resultados de la Revisión*.

6 Gestión de Recursos.

6.1 Suministro de Recursos.

Se señala que la organización deberá determinar y proporcionar los recursos necesarios para lograr la satisfacción del cliente e implantar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia.

6.2 Recursos Humanos.

Esta cláusula indica que el personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto deberá ser competente con base en la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas. Para lo cual, la organización deberá: (1) determinar las necesidades de competencia para el personal involucrado en la calidad del producto, (2) proporcionar formación, (3) evaluar la eficacia de las acciones tomadas, y (4) asegurar que sus empleados sean conscientes de la relevancia e importancia de sus actividades. Complementariamente se debe mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *6.2.1 Generalidades*, y *6.2.2 Competencia, Sensibilización e Infraestructura*.

6.3 Infraestructura.

Se indica que la organización deberá determinar, proporcionar y mantener las infraestructuras necesarias para lograr la conformidad con los requisitos del producto. Se puede considerar como parte de la infraestructura, a elementos como edificios, equipos para los procesos (tanto hardware como software), y servicios de apoyo (como transporte y comunicación).

6.4 Ambiente de Trabajo.

Se menciona que la organización deberá identificar y gestionar las condiciones del ambiente de trabajo necesarios para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

7 Realización del Producto.

7.1 Planificación de la Realización del Producto.

A través de esta cláusula, se manifiesta que la organización debe planificar y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto, de manera consistente con los requisitos de otros procesos del sistema de gestión de la calidad. Para lo cual, la organización deberá determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente: (1) los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto, (2) el establecimiento de procesos, su documentación, y recursos específicos para el producto, (3) las actividades necesarias para la verificación, validación, seguimiento, inspección y pruebas específicas para el producto, así como los criterios para la aceptación del mismo.

Adicionalmente, se deben mantener los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen con los requisitos.

Observación. Un documento que especifica los procesos del sistema de gestión de la calidad (incluyendo los procesos de realización del producto) y los recursos que deben aplicarse a un producto, proyecto o contrato específico, puede denominarse como un plan de la calidad. La organización también puede aplicar los requisitos dados en el apartado 7.3 para el desarrollo de los procesos de realización del producto.

7.2 Procesos Relacionados con los Clientes.

De acuerdo a esta cláusula, para determinar los requisitos relacionados con el producto la organización deberá fijar: los requisitos especificados y no especificados por el cliente, los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto, y cualquier otro requisito determinado por la organización. También es necesario la revisión de los requisitos relacionados con el producto, y se lo deberá hacer antes de que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente. Al igual que en la cláusula anterior, se debe mantener registros de los resultados de la revisión y de las acciones originadas por la misma. Cuando se cambien los requisitos del producto, la organización debe asegurar que la documentación pertinente sea modificada y que el personal apropiado está consciente de los requisitos alterados. Complementando estas actividades, la organización deberá identificar e implantar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, sobre el producto, el tratamiento de preguntas, contratos y pedidos, incluyendo las modificaciones, y la retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *7.2.1 Determinación de los Requisitos relacionados con el Producto*, *7.2.2 Revisión de los Requisitos relacionados con el Producto*, y *7.2.3 Comunicación con los Clientes*.

7.3 Diseño y Desarrollo.

Esta cláusula señala que la organización deberá planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto. Para lo cual, la organización deberá determinar las etapas de diseño y desarrollo, su revisión, verificación y validación para cada una, y las responsabilidades y autoridades para el diseño y el desarrollo. La organización deberá gestionar las interfaces entre los diferentes grupos implicados en el diseño y desarrollo para asegurar una comunicación eficaz y una clara designación de responsabilidades.

También se deben determinar los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto y mantenerse registros. De la misma manera, los resultados del diseño y desarrollo deben proporcionarse de manera que permitan su verificación acorde a las entradas del diseño y desarrollo, y deben aprobarse antes de su liberación. Dichos resultados deberán satisfacer los elementos de entrada del diseño y desarrollo, contener los criterios de aceptación del producto, especificar las características del producto para su uso apropiado y seguro, y proporcionar información apropiada para las operaciones de compras producción y servicio.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *7.3.1 Planificación del Diseño y Desarrollo, 7.3.2 Elementos de Entrada para el Diseño y Desarrollo, 7.3.3 Resultados del Diseño y Desarrollo, 7.3.4 Revisión del Diseño y Desarrollo, 7.3.5 Verificación del Diseño y Desarrollo, 7.3.6 Validación del Diseño y Desarrollo y 7.3.7 Control de Cambios del Diseño y Desarrollo.*

7.4 Compras.

Con esta cláusula se pretende que la organización se asegure que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. Para seleccionar los proveedores, la organización debe evaluarlos en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. La información de la compra deberá describir el producto a comprar, incluyendo requisitos relacionados con: (1) la aprobación del producto, procedimientos, procesos y equipo, (2) a la calificación del personal. También la organización deberá establecer e implantar la inspección u otras actividades necesarias para asegurar que el producto comprado cumple los requisitos de compra especificados.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *7.4.1 Proceso de Compras, 7.4.2 Información de las Compras, y 7.4.3 Verificación de los Productos Comprados.*

7.5 Operaciones de Producción y de Servicio.

Esta cláusula indica que la organización deberá planear y llevar a cabo las operaciones de producción y de servicio bajo condiciones controladas. También la organización deberá validar todo proceso de las operaciones de producción y de servicio en aquellos puntos en los que la salida resultante no pueda verificarse mediante actividades de seguimiento o medición. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

En lo que tiene que ver con la identificación y trazabilidad, cuando lo considere apropiado, la organización deberá identificar el producto por medios apropiados, durante su realización. La organización deberá identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de medición y seguimiento. Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización deberá controlar y registrar la identificación única del producto. De la misma manera, la organización deberá contar con procedimientos de verificación, almacenamiento, protección y mantenimiento de los productos o partes, provistas por el cliente para su utilización o incorporación dentro del producto. Finalmente, la organización deberá preservar la conformidad del producto durante el proceso interno y la entrega final del producto. Esto debe incluir procedimientos para la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *7.5.1 Control de las Operaciones de Producción y Servicio*, *7.5.2 Validación de Procesos*, *7.5.3 Identificación y Trazabilidad*, *7.5.4 Bienes del Cliente*, y *7.5.5 Conservación del Producto*.

7.6 Control de los Equipos de Medida y Seguimiento.

Según esta cláusula, la organización debe determinar las actividades de medición y seguimiento a realizar y los equipos correspondientes requeridos para asegurar la conformidad del producto. También deberá establecer procesos para asegurar que las actividades de medición y seguimiento se realizan y puedan realizarse de una manera coherente con los requisitos de medición y seguimiento. Además, la organización deberá evaluar y registrar la validez de los resultados de las medidas anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización deberá tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y verificación. Si se utilizan programas informáticos para las actividades de seguimiento y medición, se deberá confirmar su capacidad.

8 Medición, Análisis y Mejora.

8.1 Generalidades.

De acuerdo a esta cláusula, la organización deberá planificar e implantar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora, necesarios para demostrar la conformidad del producto, asegurar la conformidad del sistema de gestión de la calidad, y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir la determinación de los métodos aplicables, incluyendo técnicas estadísticas, y la extensión de su utilización.

8.2 Medición y Seguimiento.

Esta cláusula señala que la organización deberá realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha satisfecho sus requisitos. También, la organización debe llevar a cabo de forma planificada auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad: (1) se ha implantado y se mantiene de manera eficaz, y (2) que está de acuerdo con los planes propuestos, con los requisitos de esta norma y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización. Se debe planificar el programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. Deberán definirse en un procedimiento documentado las responsabilidades y requisitos para la planificación y realización de auditorías, y para la presentación de resultados y el mantenimiento de los registros. De la misma manera, la organización deberá aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad.

Adicionalmente, la organización deberá medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplan los requisitos del producto. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con los preparativos planeados. Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la autoridad responsable de la puesta en uso del producto. No se debe proceder a la puesta en uso del producto o la entrega del servicio hasta que se hayan completado satisfactoriamente todos los preparativos planeados, a menos que la autoridad competente, o cuando corresponda el cliente, indique lo contrario.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *8.2.1 Satisfacción del Cliente*, *8.2.2 Auditoría Interna*, *8.2.3 Medición y Seguimiento de los Procesos*, *8.2.4 Medición y Seguimiento del Producto*.

8.3 Control de Producto no Conforme.

Esta cláusula indica que la organización debe asegurar que el producto que no esté conforme con los requisitos, se identifique y controle para prevenir una utilización o entrega no intencionada. Los controles y las responsabilidades relacionadas con los mismos, así como las autoridades para tratar los productos no conformes deberán estar definidas en un procedimiento documentado. Se debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras: (1) eliminando la no-conformidad detectada, (2) autorizando su utilización, envío o aceptación bajo concesión de la autoridad competente o el cliente cuando corresponda, o (3) actuando para retomar su utilización o aplicación original.

Se deben mantener registros de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido. Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

8.4 Análisis de Datos.

Esta cláusula señala que la organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la idoneidad y la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto deberá incluir a los datos generados por las actividades de medición, de seguimiento, y por cualquier otra fuente relevante. El análisis de estos datos deberá proporcionar información sobre: la satisfacción del cliente, la conformidad con los requisitos del producto, los proveedores, y las características y tendencias de los procesos y productos incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas.

8.5 Mejora.

De acuerdo con esta cláusula, la organización deberá mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad por medio de la utilización de la política de la calidad, objetivos de la calidad, resultados de las auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas, y la revisión por la dirección. Las acciones correctivas son aquellas usadas para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir su repetición. Deberá establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para: (1) revisar no conformidades, (2) determinar las causas de la no-conformidad, (3) evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurar que las no

predicción de la mayor parte de lo que se debe entregar en el siguiente proyecto de software que la organización realice.

Áreas Claves del Proceso, cada nivel de madurez está compuesto de áreas claves del proceso, las cuales identifican un conjunto de actividades relacionadas que, cuando se realizan colectivamente, logran un conjunto de metas que son consideradas importantes para el establecimiento del nivel de madurez de la capacidad del proceso de software. Las áreas claves del proceso han sido definidas para residir o pertenecer a un solo nivel de madurez.

Metas (MT), representan un resumen de las prácticas importantes de un área clave del proceso que puede usarse para determinar si un proyecto o una organización ha implementado efectivamente el área clave del proceso. Las metas significan el alcance, los límites, y el propósito de cada área clave del proceso.

Características Comunes, son atributos que indican si la aplicación e institucionalización de una área clave del proceso es eficaz, repetible, y duradera. Las características comunes están divididas en cinco secciones:

- **Compromisos para Desarrollar (CO)**, son las acciones que la organización debe tomar para asegurar que el proceso exista y se encuentre estable. Generalmente involucra establecer políticas organizacionales y contar con el patrocinio de la alta dirección.
- **Habilidades para Desarrollar (HA)**, son las condiciones previas que deben existir en el proyecto u organización para llevar el proceso de software competentemente. Las habilidades para desarrollar típicamente involucran recursos, estructuras organizacionales y capacitación.
- **Actividades Ejecutadas (AC)**, son una descripción de los roles y procedimientos necesarios para implementar una área clave del proceso. Típicamente involucra establecer planes y procedimientos, realizar el trabajo, hacer el seguimiento, y tomar acciones correctivas cuando sean necesarias.
- **Medición y Análisis (ME)**, es una descripción de la necesidad de medir el proceso y analizar las medidas. Incluye los ejemplos de las medidas que podrían tomarse para determinar el estado y efectividad de las actividades realizadas, y
- **Verificación de la Implementación (VE)**, son los pasos para asegurar que las actividades se realizan acorde con el proceso que se ha establecido. La verificación involucra revisiones y auditorías hechas por la alta dirección y el grupo de aseguramiento de la calidad del software.

Prácticas Clave, cada área clave del proceso está descrita en términos de prácticas clave que, cuando son implementadas, ayudan a cumplir con las metas de dicha área. Las prácticas clave describen la infraestructura y las actividades que contribuyen mayormente a la aplicación eficaz y a la institucionalización de una área clave del proceso.

2.2.2 Niveles de Madurez de CMM.

Un nivel de madurez es un estado bien definido, que puede evolucionar, al que se intenta llegar en un proceso de software maduro. Cada nivel tiene un conjunto de objetivos que cuando se cumplen, estabilizan un componente importante del proceso de software. De acuerdo a la Figura 3, los niveles de madurez de CMM son:

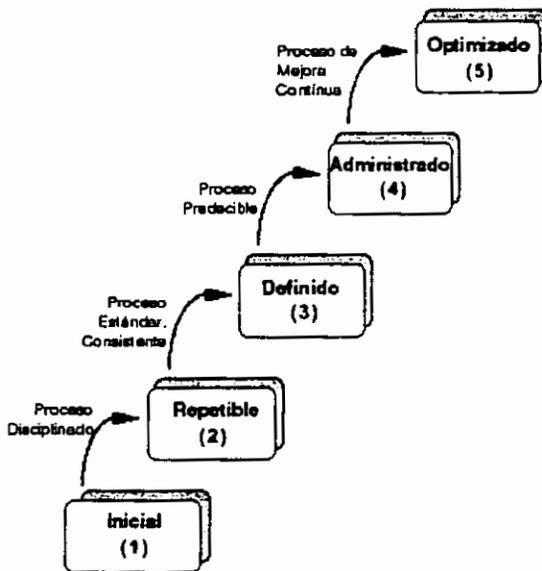


Figura 3. Niveles de Madurez de CMM [PAU95].

Nivel 1 - Nivel Inicial. En este nivel, la organización no provee de un ambiente estable para el desarrollo y mantenimiento de software. Durante una crisis, se deja a un lado los procedimientos planeados y se revierte el tiempo en codificación y pruebas. Su éxito dependerá completamente de esfuerzos individuales, y en especial del administrador del proyecto. La capacidad del proceso de software para organizaciones de Nivel 1 es impredecible debido a que el proceso de software es

frecuentemente modificado o cambiado a medida que avanza el trabajo. Las calendarizaciones, el presupuesto, la funcionalidad y calidad del producto son generalmente impredecibles.

Nivel 2 - Nivel Repetible. En este nivel se establecen las políticas para la gestión de los proyectos de software y los procedimientos para implementar dichas políticas. La planeación y gestión de los nuevos proyectos están basados en la experiencia con anteriores proyectos similares. En este nivel se crean procesos básicos de gestión de proyectos y el seguimiento de los costos, calendarizaciones, y funcionalidad: los problemas de cumplimiento de compromisos son identificados cuando ocurren. También se definen estándares que la organización deberá asegurar que sean seguidos fielmente.

Nivel 3 - Nivel Definido. En este nivel, los procesos estándar para el desarrollo y mantenimiento del software a través de toda la organización están documentados, incluyendo los procesos de ingeniería y gestión, y dichos procesos están integrados en una sola estructura coherente. Un programa de formación debe ser implementado en la organización para asegurar que la dirección y los administradores tienen los conocimientos y habilidades requeridos para cubrir sus roles asignados. La capacidad del proceso de software para organizaciones de Nivel 3 puede calificarse como estándar y consistente, debido a que tanto las actividades de ingeniería de software como la gestión de proyectos son estables y repetibles. Esta capacidad del proceso está basada en un generalizado entendimiento de las actividades, roles, y responsabilidades en un proceso de software definido.

Nivel 4 - Nivel Administrado. En este nivel, la organización pone metas cuantitativas de calidad tanto para los productos como para los procesos. Se recolecta y analiza los datos disponibles de los procesos de software definidos para los proyectos. Estas métricas establecen las bases cuantitativas para evaluar el proceso de software y los productos de los proyectos. La capacidad del proceso de software para las organizaciones de Nivel 4 puede resumirse como predecible, debido a que los procesos son medidos y operados dentro de límites previstos. Cuando estos límites son excedidos, se toman acciones para corregir estas situaciones. Los productos de software son de una predecible alta calidad.

Nivel 5 - Nivel Optimizado. En este nivel, toda la organización está enfocada en un proceso de mejora continua. Los equipos de software de organizaciones pertenecientes a este nivel, analizan los defectos para determinar las causas. Los procesos de software son evaluados para prevenir

diferentes tipos de defectos conocidos que se repiten, y lo aprendido se difunde hacia los otros proyectos. La capacidad del proceso de software de Nivel 5 puede calificarse como de mejoramiento continuo, debido a que las organizaciones que pertenecen a este nivel están continuamente esforzándose por mejorar el alcance de su capacidad de proceso, y por consiguiente el rendimiento de sus proyectos.

2.2.3 Áreas Claves del Proceso en CMM.

Las áreas claves de un proceso engloban los puntos que deben cumplirse para lograr un nivel de madurez determinado. Para alcanzar un nivel de madurez, las áreas claves del proceso para ese nivel (y para los inferiores) deben ser cumplidas y los procesos deben ser institucionalizados. En la Figura 4, se presentan las áreas claves del proceso por cada nivel de madurez de CMM, y que a continuación se detallan:

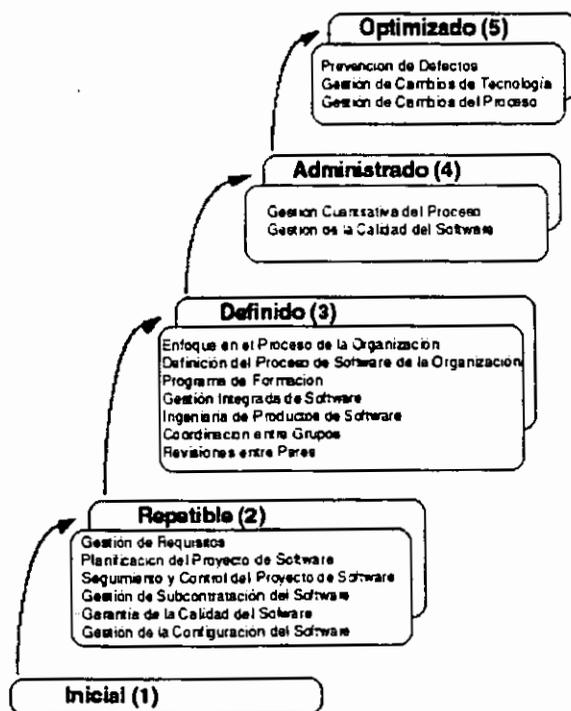


Figura 4. Áreas Claves del Proceso en CMM [PAU95].

2.2.3.1 Áreas Claves del Proceso para Nivel 2.

Las áreas claves del proceso en el Nivel 2 se enfocan al establecimiento de controles básicos en la gestión de proyectos. En este nivel se cuenta con las siguientes áreas claves del proceso:

Gestión de Requisitos (GR).

El propósito de la gestión de requisitos es establecer un entendimiento común entre el cliente y el proyecto de software, acerca de los requisitos del cliente que serán abordados por el proyecto de software. La gestión de requisitos involucra el establecimiento y el mantenimiento de un acuerdo con el cliente sobre los requisitos para el proyecto de software. Este acuerdo toma el nombre de "los requisitos del sistema asignados al software". Como "cliente" se puede considerar al grupo de ingeniería de sistemas, al grupo de marketing, a otra organización interna, o a un cliente externo.

El acuerdo cubre requisitos técnicos y no técnicos. El acuerdo forma la base para estimar, planificar, ejecutar y seguir las actividades del proyecto de software a través del ciclo de vida del software. La asignación de los requisitos del sistema al software, hardware, y otros componentes del sistema puede ser ejecutada por un grupo externo al de ingeniería de software, e inclusive el grupo de ingeniería puede no tener control directo sobre esta asignación.

Para lograr este control, el grupo de ingeniería de software revisa los requisitos del sistema asignados al software, para tratar de resolver problemas antes de que sean incorporados al proyecto de software. Toda vez que se cambian los requisitos del sistema asignados al software, se ajustan los planes afectados, productos intermedios, y actividades para permanecer consistentes con los requisitos actualizados.

Planificación del Proyecto de Software (PP).

El propósito de la planificación del proyecto de software es el establecimiento de planes razonables para realizar las tareas de ingeniería de software y gestión del proyecto.

La planificación del proyecto de software involucra desarrollar estimaciones para el trabajo a ejecutar, establecer los acuerdos necesarios, y definir el plan para desarrollar el trabajo. Dicha planificación arranca con una orden de trabajo a ser ejecutada y otras restricciones y metas que definen y acotan el proyecto de software (aquellas establecidas por la práctica de *Gestión de Requisitos*). El proceso de planificar, incluye pasos para estimar el tamaño de los productos y los recursos requeridos, producir la calendarización, identificar y evaluar los riesgos de software y negociar compromisos. Este plan proporciona las bases para ejecutar y administrar las actividades

del proyecto y considera los acuerdos con el cliente del proyecto de software conforme a los recursos, restricciones, y capacidades del proyecto de software.

Seguimiento y Control del Proyecto de Software (SC).

El propósito del seguimiento y control del proyecto de software es proporcionar una adecuada visión del avance real del proyecto, de forma que los administradores puedan tomar acciones efectivas cuando el rendimiento del proyecto de software se desvía significativamente del plan de software. Esto involucra, hacer un seguimiento y revisión de los logros y resultados en contraste a las estimaciones, compromisos y planes documentados, y ajustar el plan de acuerdo a la realidad. Se usa un plan documentado para el proyecto de software (proveniente de la *Planificación del Proyecto de Software*) como la base para seguir las actividades de software, comunicar su estado, y revisar los planes. El progreso es determinado comparando el tamaño, el esfuerzo, el costo, y la programación real del software con el plan, cuando se completan productos de trabajo de software y en puntos selectos.

Gestión de Subcontratación del Software (GS).

El propósito de la gestión de subcontratación del software es el de seleccionar subcontratistas de software calificados y gestionarlos de manera efectiva. Esto involucra, la selección, el establecimiento de compromisos, y el seguimiento y revisión del desempeño del subcontratista. El subcontratista es seleccionado sobre la base de su habilidad para desarrollar el trabajo, así como también de sus alianzas comerciales estratégicas, o bien por razones técnicas. Al subcontratar, se crea un acuerdo documentado cubriendo tanto los requerimientos técnicos como no técnicos y se usa como base para administrar el subcontrato. El trabajo a ser realizado y sus planes son documentados, y se deberán respetar los estándares del contratante.

El contratante debe asegurarse que las actividades de planificación, seguimiento, y control sean realizadas apropiadamente por el subcontratista y que los productos de software entregados satisfagan con sus criterios de aceptación. El contratante trabaja con el subcontratista para administrar las interfaces de productos y procesos.

Aseguramiento de la Calidad del Software (CS).

El propósito de aseguramiento de la calidad del software es dar a la administración una visibilidad adecuada del proceso que está siendo usado y los productos que están siendo construidos. Esto

involucra, revisar y auditar los productos y actividades de software a fin de asegurar que ellos cumplan con los estándares y procedimientos aplicables, proveyendo al proyecto de software y a otros administradores de proyectos de los resultados de esas revisiones y auditorías. El grupo asignado a esta área clave del proceso trabaja en el proyecto durante sus etapas iniciales para definir planes, estándares y procedimientos que agregarán valor al proyecto de software y cumplirán las restricciones y políticas de la organización. Al participar en estas actividades, el grupo de aseguramiento de la calidad del software ayuda a garantizar que dichas actividades se ajustan a las necesidades del proyecto y también verifica que serán usadas para efectuar revisiones y auditorías a través del ciclo de vida del software.

Gestión de la Configuración del Software (GC).

El propósito de la gestión de la configuración del software es establecer y mantener la integridad de los productos de software del proyecto durante su ciclo de vida. Esto involucra, identificar la configuración del software (selección de productos de trabajo de software y sus descripciones) en puntos dados del tiempo, controlando sistemáticamente los cambios a la configuración, y manteniendo la integridad y trazabilidad de la configuración a través del ciclo de vida del software. Se establece una biblioteca de línea base de software a medida que los productos del trabajo son puestos bajo administración de configuración de software. Los cambios a la línea base y la liberación de productos de software son controlados sistemáticamente, a través de las funciones de control de cambios y auditoría de configuración de la gestión de configuración del software.

2.2.3.2 Áreas Claves del Proceso para Nivel 3.

Las áreas claves del proceso en el Nivel 3 se enfocan a que las actividades de los procesos de software, tanto para la gestión como para la ingeniería, estén documentadas, estandarizadas, e integradas. En este nivel se cuenta con las siguientes áreas claves del proceso:

Enfoque en el Proceso de la Organización (EP).

El propósito del enfoque en el proceso de la organización, es establecer la responsabilidad organizacional por las actividades del proceso de software que mejoran la capacidad global de los procesos de software de la organización. Esto involucra, desarrollar y mantener una comprensión de los procesos de software de los proyectos y de la organización, a más de coordinar las actividades para evaluar, desarrollar, mantener y mejorar tales procesos. La organización provee compromisos

y recursos de largo plazo para coordinar el desarrollo y mantenimiento de los procesos de software a lo largo de los proyectos actuales y futuros mediante un grupo, como el de Ingeniería del Proceso de Software, que será responsable por las actividades del proceso de la organización de software.

Definición del Proceso de Software de la Organización (DP).

El propósito de definición del proceso de software de la organización es desarrollar y mantener un conjunto usable de elementos de proceso software que mejoren el desempeño del proceso a través de los proyectos y proveer las bases para beneficios acumulativos y de largo plazo para la institución. Esto involucra, desarrollar y mantener el proceso de software de la organización, así como también los elementos relacionados al proceso, tales como las descripciones de ciclos de vida de software, guías y criterios de adaptación de procesos, la base de datos del proceso de software de la organización, y una biblioteca de documentación relacionada al proceso de software. Los elementos del proceso de software de la organización están disponibles para el uso en el desarrollo, implementación y mantenimiento de los procesos de software definidos del proyecto.

Programa de Formación (PF).

El propósito de esta área clave de procesos es desarrollar las habilidades y el conocimiento de los individuos de manera que puedan ejecutar sus roles con eficacia y eficiencia. Esto involucra, identificar la capacitación requerida por la organización, los proyectos y los individuos, para luego desarrollar o procurar la capacitación para abordar las necesidades identificadas. Esta área clave de proceso cubre las prácticas para el grupo que ejecuta la función de capacitación.

Gestión Integrada de Software (GI).

El propósito de esta área clave de proceso es integrar las actividades de administración e ingeniería de software en un proceso coherente y definido que es adaptado del proceso de software estándar de la organización y elementos de procesos relacionados, que están descritos en *Definición del Proceso de la Organización*. Esto involucra, desarrollar el proceso de software definido de los proyectos y administrar el proyecto de software basados en este proceso. Dicho proceso es adaptado del proceso de software estándar de la organización para abordar las características específicas del proyecto, y en consecuencia compartir datos del proceso y lecciones aprendidas. Las prácticas de esta área clave del proceso están construidas sobre y como un agregado a las prácticas de *Planificación del Proyecto de Software y Seguimiento y Control del Proyecto de Software*. El énfasis de la gestión

integrada de software se orienta hacia anticipar problemas y actuar para prevenir o minimizar los efectos de estos problemas.

Ingeniería de Productos de Software (IP).

El propósito de ingeniería de productos de software es ejecutar consistentemente un proceso de ingeniería bien definido que integra todas las actividades para producir productos de software correctos y consistentes, efectiva y eficientemente. Esto involucra, ejecutar las tareas de ingeniería para construir y mantener el software usando el proceso de software definido del proyecto (descrito en *Gestión Integrada de Software*), métodos y herramientas apropiadas. Las tareas de ingeniería de software incluyen analizar los requisitos del sistema asignados al software, desarrollar dichos requisitos, desarrollar la arquitectura de software, diseñar y probar el software para verificar que se satisface los requisitos especificados. La documentación requerida para ejecutar las tareas de ingeniería de software es desarrollada y revisada para asegurar que cada tarea toma los resultados de las tareas predecesoras y que los resultados producidos sean apropiados para las tareas siguientes. Cuando se aprueban cambios, los productos de trabajo de software, planes, compromisos, procesos y actividades afectadas son revisadas para reflejar los cambios aprobados.

Coordinación entre Grupos (CG).

El propósito de la coordinación entre grupos es establecer los mecanismos para que el grupo de ingeniería de software participe activamente con los otros grupos de ingeniería, de modo que el proyecto mejore su habilidad de satisfacer las necesidades de los clientes eficaz y eficientemente. Esto involucra, la participación de los grupos de ingeniería de software con otros grupos de ingeniería del proyecto para abordar requisitos de nivel de sistemas, objetivos, y problemas. Las interfaces e interacciones de trabajo entre los grupos son planificadas y administradas para asegurar la calidad y la integridad de todo el sistema. Se conducen regularmente revisiones e intercambios técnicos con representantes de los grupos de ingeniería del proyecto para asegurar que todos los grupos estén conscientes del estado y los planes de todos los grupos.

Revisiones entre Pares (RP).

El propósito de revisiones entre pares es remover los defectos de los productos de trabajo de software de forma temprana y eficiente. Un efecto colateral importante es el desarrollar una mejor comprensión de los productos de trabajo de software y de los defectos que pueden ser previstos.

Esto involucra, un examen metódico de los productos de trabajo de software por pares del productor para identificar defectos y áreas donde se necesitan cambios. Los productos específicos que se someterán a revisiones de pares están identificados en el proceso de software definido del proyecto y programados como parte de las actividades de *Planificación del Proyecto de Software*.

2.2.3.3 Áreas Claves del Proceso para Nivel 4.

Las áreas claves del proceso en el Nivel 4 se orientan hacia la recopilación de medidas detalladas del proceso de software y de la calidad del producto, con la finalidad de comprender y controlar cuantitativamente tanto los productos como el proceso del software. Este nivel está compuesto por las siguientes áreas claves del proceso:

Gestión Cuantitativa del Proceso.

El propósito de la gestión cuantitativa del proceso es controlar el desempeño del proceso del proyecto de software de manera cuantitativa. Dicho desempeño representa los resultados reales obtenidos al seguir un proceso de software. Esto involucra, establecer metas para el desempeño del proceso de software de los proyectos definido, tomando mediciones del desempeño del proceso, analizándolas, y haciendo ajustes para mantener el desempeño del proyecto dentro de los límites aceptables. Cuando el desempeño del proceso es estabilizado, dentro de límites aceptables, el proceso de software de los proyectos definido, las mediciones asociadas, y los límites aceptables para las mediciones, se establecen como línea base y se usan para controlar cuantitativamente el desempeño del proceso. La organización recolecta los datos del desempeño del proceso desde los proyectos de software, y los usa para caracterizar la capacidad (o sea, el desempeño de proceso que un nuevo proyecto puede esperar obtener) del proceso del proceso de software estándar de la organización. Esos datos de capacidad del proceso son usados a su vez por los proyectos de software para establecer y revisar sus metas de desempeño de los procesos de software definidos de los proyectos.

Gestión de la Calidad del Software.

El propósito de la gestión de la calidad del software es desarrollar una comprensión cuantitativa de la calidad de los productos de software del proyecto y lograr metas específicas de calidad. Esto involucra, definir metas de calidad para los productos de software, establecer planes para lograr esas metas, y seguir y ajustar los planes de software, productos de trabajo, actividades técnicas de

calidad para satisfacer las necesidades y deseos del cliente y el usuario final por productos de alta calidad. Se establecen metas cuantitativas para los productos de software basadas en las necesidades de la organización, del cliente, y los usuarios finales. Para que estas metas puedan ser alcanzadas, la organización establece estrategias y planes, y el proyecto ajusta específicamente su proceso de software definido, para lograr las metas de calidad.

2.2.3.4 Áreas Claves del Proceso para Nivel 5.

Las áreas claves del proceso en el Nivel 5 se orientan a una mejora del proceso a través de un análisis cuantitativo del proceso y de las ideas y tecnologías innovadoras. En este nivel se cuenta con las siguientes áreas claves del proceso:

Prevención de Defectos.

El propósito de la prevención de defectos es identificar la causa de los defectos y prevenir para que no ocurran de nuevo. Esto involucra, analizar los defectos encontrados en el pasado y tomar acciones específicas para prevenir la ocurrencia de este tipo de errores en el futuro. Los defectos pueden ser identificados en otros proyectos o en etapas iniciales de los proyectos actuales. Las actividades de prevención de defectos son los mecanismos para distribuir las lecciones aprendidas en todos los proyectos. Basados en el entendimiento del proceso de software del proyecto definido y la manera como es implementado, se pueden determinar el origen de las causas de los defectos y su implicación en actividades futuras.

Gestión de Cambios de Tecnología.

El propósito de la gestión de cambios de tecnología es identificar nuevas tecnologías (como herramientas, métodos y procesos) y adoptarlas como parte de la organización de manera ordenada. Esto involucra, identificar, seleccionar y evaluar nuevas tecnologías e incorporar las tecnologías efectivas a la organización. El objetivo es mejorar la calidad del software, incrementar la productividad, y disminuir el tiempo del ciclo de vida para el desarrollo de un producto. La organización establece un grupo que trabajará con los proyectos de software para integrar, evaluar las nuevas tecnologías y gestionar los cambios en las ya existentes. Se debe poner énfasis en la evaluación y pruebas de las nuevas tecnologías antes de ser incorporadas a la práctica normal de la organización. Con un apropiado respaldo de la alta dirección, las tecnologías seleccionadas son incorporadas al proceso de software estándar de la organización y a los proyectos actuales.

Gestión de Cambios del Proceso.

El propósito de la gestión de cambios del proceso es mejorar continuamente el proceso de software usado en la organización con la intención de incrementar la productividad, mejorar la calidad del software, y disminuir el tiempo del ciclo de vida en el desarrollo de un producto. Esto involucra, definir metas de mejora de procesos, y, con el respaldo de la alta dirección, proactiva y sistemáticamente identificar, evaluar e implementar mejoras al proceso de software estándar de la organización y a los procesos de software de los proyectos definidos. Se deben establecer programas de capacitación e incentivo para habilitar y animar a todos los miembros de la organización a participar en las actividades de mejora de procesos. Se debe poner énfasis en la evaluación de los cambios en los procesos antes de que éstos sean incorporados a la práctica normal de la organización.

Esta breve revisión del contenido de CMM provee de los elementos necesarios para tener una visión más completa de lo que constituye el proceso de desarrollo y mantenimiento de software.

Al ser un modelo orientado hacia la industria del software, CMM presenta un enfoque evolucionario del proceso de software que toda organización atraviesa a lo largo de su existencia. La base para avanzar de un nivel hacia otro, dentro de CMM, está en seguir procesos definidos con métodos y prácticas disciplinadas que permiten cumplir con cada una de las áreas claves del proceso. Esta tendencia natural que presenta CMM de la evolución de los procesos de software, le ha permitido convertirse en el modelo a seguir por las organizaciones orientadas hacia este tipo de industria.

Para efectos de la presente tesis los detalles de cada una de las áreas claves del proceso, tanto del Nivel 2 como del Nivel 3, se presentan en los Anexos E y F respectivamente.

conformidades no vuelven a ocurrir, (4) registrar los resultados de las acciones tomadas, entre los principales. Las acciones preventivas son aquellas que sirven para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas tomadas deben ser apropiadas para los efectos de los problemas potenciales. También se debe establecer un procedimiento documentado que defina los requisitos para: (1) determinar no conformidades potenciales y sus causas, (2) evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades, y (3) registrar los resultados de las acciones tomadas.

Esta cláusula está compuesta por las subcláusulas: *8.5.1 Mejora Continua*, *8.5.2 Acciones Correctivas*, y *8.5.3 Acciones Preventivas*

El modelo ISO 9000:2000 está enfocado hacia procesos relacionados tanto con la organización como con el producto/proyecto, que deben ser tomados en cuenta independientemente del tipo y tamaño de la organización.

A nivel organizacional, la importancia que desempeña el rol de la alta dirección se pone de manifiesto en todos los procesos y actividades relacionados con los pasos necesarios para consolidar, de manera progresiva, la mejora continua de los procesos y la satisfacción del cliente.

A nivel de producto/proyecto, los procesos relacionados tanto con su realización como con su medición, están enfocados a evitar improvisaciones que afectan el desarrollo disciplinado del producto/servicio.

2.2 El Modelo CMM.

El Software Engineering Institute (SEI) es un centro de investigación y desarrollo, a cargo de la Universidad de Carnegie Mellon, que ha desarrollado un marco de trabajo que describe los principales elementos de un proceso de software efectivo llamado CMM (Capability Maturity Model). Se basa en un conjunto de funciones de ingeniería del software que deberían estar presentes conforme las organizaciones alcanzan diferentes niveles de madurez del proceso. De esta manera, el CMM describe el mejoramiento evolutivo de las organizaciones dedicadas al desarrollo de software, desde un nivel elemental hasta llegar a un nivel disciplinado y maduro. Lo que se presenta a continuación es un breve resumen de lo que es el modelo CMM de acuerdo con [PAU95].

2.2.1 Estructura del CMM.

El CMM está compuesto por cinco niveles de madurez. Con excepción del Nivel 1, cada nivel de madurez está compuesto de áreas claves del proceso. Cada área clave del proceso está organizada en cinco secciones denominadas características comunes. Mediante estas características comunes se especifican las prácticas clave que, dirigidas colectivamente, permiten alcanzar los objetivos de las áreas claves del proceso. Esta estructura se ilustra en la Figura 2.

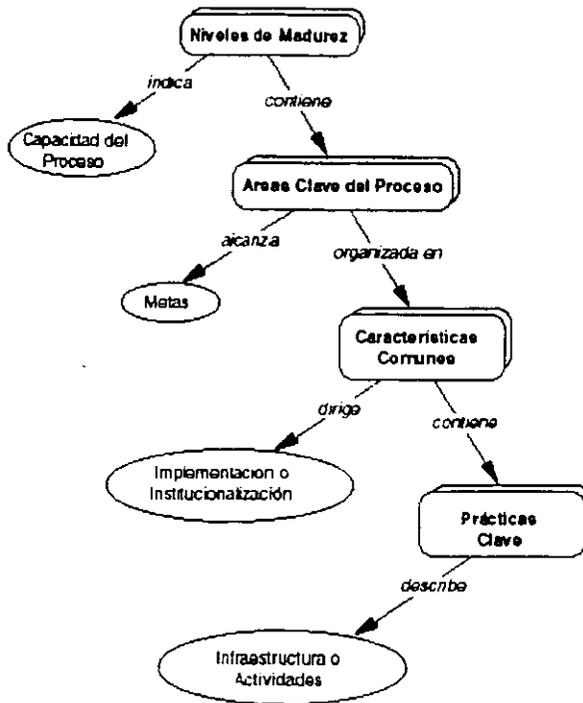


Figura 2. Estructura del CMM [PAU95].

Niveles de Madurez. son estados evolutivos bien definidos que se alcanzan a través de un proceso de software maduro. Los cinco niveles de madurez proporcionan una visión general de la estructura de CMM.

Capacidad del Proceso. es el rango de resultados esperados que pueden ser logrados siguiendo un proceso. La capacidad del proceso de software de una organización, suministra un mecanismo de

Capítulo III

Comparación entre los Modelos ISO 9000:2000 y CMM

La comparación de los dos modelos mencionados ha sido realizada, en los años anteriores, desde diferentes puntos de vista y por diversos autores. Bamford [BAM93] enfoca su comparación de los modelos en sus respectivos cuestionarios de evaluación: para cada pregunta del cuestionario de CMM, define su respuesta correspondiente provista de una organización certificada en ISO 9001. Los resultados de su comparación mostraron a grandes rasgos la compatibilidad de los modelos en un nivel 3 de CMM. Similares resultados obtuvo Paulk [PAU94] pero basándose en otras características: por cada cláusula de ISO 9001 define su sección correspondiente de un área clave del proceso del modelo CMM. Para la presente tesis, se seguirá la estructura propuesta por Rozman [ROZ94], que sugiere realizar la comparación entre las actividades ejecutadas (de cada una de las áreas claves del proceso de CMM) y su correspondiente cláusula de ISO 9001.

3.1 Consideraciones.

Debido a diferencias de formalidad entre los dos modelos, es necesario tomar en cuenta las dificultades que se pueden presentar al momento de realizar las comparaciones, y que se pueden resumir en dos grupos:

Puntos de partida diferentes. La importancia del modelo ISO está en el hecho de que provee a las organizaciones de guías sobre lo que deben incluir en su sistema de gestión de la calidad (o que actividades deben implementarse dentro del proceso) para cumplir con los estándares, sin mencionar los métodos que las organizaciones deberán usar, ya que se considera que son propios para cada organización. En cambio, CMM ayuda a las organizaciones en la definición de los procesos estándar que deben ser incluidos. También la secuencia de niveles de maduración y las áreas claves del proceso, para la transición entre los diferentes niveles, pueden ser usados como guías para establecer como es conducida la mejora en la organización.

Estructuras diferentes. En el modelo ISO las cláusulas están escritas en forma de texto, en donde se mezcla la explicación del significado y los objetivos, procedimientos, y documentos de una manera

entrelazada. CMM es bastante más formal, ya que todas las áreas claves del proceso están definidas con exactitud a través de las características comunes (metas, compromisos para desarrollar, habilidades para desarrollar, actividades ejecutadas, medición y análisis, y verificación de la implementación), cada una de las cuales tienen explicaciones adicionales y ejemplos complementarios.

A pesar de estos diferentes enfoques, ambos modelos sirven para los mismos propósitos dentro de una organización: definición y formalización de los procesos de software, valoraciones objetivas y estándares por parte de terceros, y evaluaciones internas de la propia organización.

Adicionalmente, la comparación entre los dos modelos se realiza en dos partes: la primera parte consiste en comparación directa CMM – ISO, en la que se toma como base CMM y para todo los componentes de cada área clave del proceso se busca su relación con las cláusulas respectivas del modelo ISO junto con su grado de consistencia; y en la segunda parte se realizará una comparación ISO – CMM, aprovechando que con la primera comparación algunas cláusulas del modelo CMM quedaron sin hacerse referencia total o parcialmente. Su importancia se hará evidente cuando se intente juntar ambos modelos.

3.2 Comparación CMM - ISO 9000:2000.

Las diferencias en forma que presentan ambos modelos hacen evidente la necesidad de que no todas las Características Comunes de CMM sean comparadas de la misma manera. Para la mayoría de ellas, excepto *Actividades Ejecutadas*, se hace evidente que el contenido del modelo ISO es poco formal para permitir una comparación sensible de cada elemento por separado. En la sección 3.2.3 del presente capítulo, se describirá en forma general como el contenido de las Características Comunes (*Metas, Compromisos para Desarrollar, Habilidades para Desarrollar, Medición y Análisis, y Verificación de la Implementación*) se relacionan con el modelo ISO.

Una comparación más formal y detallada es la que se presenta a continuación para la característica común de CMM *Actividades Ejecutadas*, que constituye el núcleo de cada área clave del proceso y que en ambos modelos son muy similares. Las Actividades Ejecutadas, de cada una de las áreas claves del proceso que conforman los Niveles 2 y 3 de CMM, son individualmente relacionadas con la(s) cláusula(s) correspondiente en el modelo ISO. Para cada actividad se compara la consistencia de los dos modelos y se define el *Grado de Consistencia (GrC)*, como se presentan en la Figura 5.

Grado de Consistencia	Significado
2	Actividad definida solo en CMM.
1	Actividad definida en ambos modelos, pero en CMM es más específica.
0	Actividad definida en ambos modelos, de manera semejante.
-1	Actividad definida en ambos modelos, pero ISO añade nuevos aspectos.

Figura 5. Grados de Consistencia (GrC).

En las siguientes dos secciones, se presenta la comparación realizada para los Niveles 2 y 3 de CMM. Un resumen de estas comparaciones se pone a disposición al final de cada nivel.

3.2.1 Areas Claves del Proceso de Nivel 2.

Gestión de Requisitos (GR).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GR.AC.1	-1	7.2.1 + 7.2.2 + 7.2.3

ISO especifica que los requisitos no solo deben ser determinados y verificados, sino también se debe implementar acuerdos efectivos para la comunicación con los clientes.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GR.AC.2	0	7.3.1 + 7.3.2

ISO considera que las actividades y productos de software se reflejen en el plan de desarrollo, dentro del cual, el documento de requisitos de software es un elemento esencial.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GR.AC.3	0	7.3.7 + 7.2.3

Ambos modelos contemplan que los cambios a los requisitos de software deben ser revisados, verificados, validados, y aprobados antes de ser implementados.

Planificación del Proyecto de Software (PP).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.1	1	7.2.1 + 7.2.2

En la elaboración de la propuesta del proyecto de software son tomadas en cuenta todas las partes involucradas. CMM indica las actividades que realizará el grupo de ingeniería de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.2	0	7.1

Ambos modelos contemplan la posibilidad de que el proyecto de software sea parte de un proyecto mucho más grande y global de la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.3	1	7.3.1

CMM especifica que el grupo de ingeniería de software debe participar en la planificación global del proyecto, del cual el proyecto de software es solo una parte.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.4	0	7.2.2

Ambos modelos consideran que se deben hacer revisiones de los requisitos relacionados con el producto en aspectos técnicos, del cliente, de gestión del proyecto, entre otros.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.5	0	7.1

Ambos modelos señalan que como parte del plan de calidad se debe especificar el modelo del ciclo de vida de software apropiado para el proyecto que se desarrollará.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.6	0	7.3.1

Ambos modelos coinciden en que en la elaboración del plan de desarrollo de software se consideren los estándares y las políticas de la organización fijados para esta actividad.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.7	-1	7.3.1

ISO considera que el plan de desarrollo de software puede estar acompañado de otra documentación como: plan de formación, plan de migración, plan de reusabilidad, entre otros.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.8	0	7.5.3

Ambos modelos pretenden que los productos, tanto de entrada como de salida, del plan de desarrollo de software sean identificados y puestos bajo control.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.9	1	8.4

CMM sugiere que se haga estimaciones de tamaño sobre productos específicos de trabajo de software (entregables y no entregables) de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.10	1	8.4

CMM identifica las estimaciones de datos de productividad del proyecto (esfuerzo y costo) basados en el tamaño de los productos de trabajo y en datos históricos, de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.11	1	8.4

CMM identifica los recursos computacionales críticos y realiza estimaciones basadas en el tamaño del producto, carga de procesamiento, y tráfico de red, de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.12	1	8.4

CMM señala que en la calendarización del proyecto se deben establecer estimaciones de fases, de dependencias de actividades, de puntos de control, etc., de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.13	1	8.4

CMM expresa la necesidad de realizar la evaluación y documentación de los riesgos asociados al proyecto de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.14	0	7.1

Ambos modelos contemplan la identificación de la infraestructura, herramientas, y técnicas de soporte en el desarrollo del proyecto, así como también su configuración y manejo.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.15	0	8.4 + 7.1 + 7.3.1

Ambos modelos coinciden en que los datos de la planificación del software deben ser registrados para asegurar que los requisitos estén bajo control.

Seguimiento y Control de Proyectos (SC).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.1	0	7.3.1

Ambos modelos consideran que el diseño y desarrollo son procesos evolucionarios y que a medida que avance el proyecto es necesario actualizar el plan de desarrollo de software que se elaboró.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.2	0	7.3.1

Ambos modelos afirman que el plan de desarrollo de software debe ser revisado y enmendado. Dado el caso incorporar los cambios y modificaciones aprobadas por el cliente.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.3	0	7.2.3

Ambos modelos destacan que los cambios de diseño y desarrollo deben ser revisados y aprobados por la dirección.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.4	0	7.3.7

Ambos modelos manifiestan que los cambios deben verificarse y validarse antes de su implantación por las diferentes partes constitutivas del proyecto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.5	1	8.4 + 8.2.3

CMM considera que se debe realizar un seguimiento del tamaño del producto de software que se hace referencia en PP.AC.9 y tomar acciones correctivas de ser necesario.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.6	1	8.4 + 8.2.3

CMM sugiere que se debe hacer un seguimiento de las estimaciones de productividad del proyecto que se hacen referencia en PP.AC.10 y tomar acciones correctivas de ser necesario.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.7	1	8.4 + 8.2.3

CMM sugiere hacer un seguimiento de los recursos críticos computacionales que se hacen referencia en PP.AC.11 y tomar acciones correctivas de ser necesario.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.8	1	8.4

CMM considera que se debe hacer un seguimiento e inspección formal de la calendarización del software del proyecto que se hace referencia en PP.AC.12.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.9	0	7.3.4

Ambos modelos contemplan que las actividades de desarrollo de software deben ser seguidas, revisadas, y de ser necesario tomar acciones correctivas.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.10	1	8.4

CMM considera que se debe hacer un seguimiento de los riesgos definidos en el plan de desarrollo de software (PP.AC.13) y tomar acciones correctivas de ser necesario.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.11	0	8.4 + 7.3.4 + 7.3.7

Ambos modelos afirman que se debe llevar el registro de los resultados de la revisión y control de cambios de la información relacionada con el plan de desarrollo.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.12	1	7.3.4

CMM especifica de una manera sistemática como proceder con las revisiones internas de los grupos involucrados en el proyecto de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
SC.AC.13	0	7.2.3 + 7.3.4

Ambos modelos coinciden en la realización de revisiones formales del diseño y desarrollo para evaluar los resultados del proyecto de software.

Gestión de Subcontratación (GS).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.1	0	7.1 + 7.4.2

Ambos modelos consideran necesario planificar y definir el trabajo a ser subcontratado, a través de actividades y productos de software, órdenes de trabajo, plan de desarrollo de software, entre otros.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.2	0	7.4.1

Ambos modelos consideran que la selección de proveedores debe basarse en la evaluación de sus capacidades para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.3	0	7.4.2

Ambos modelos expresan que la información de compra establecida en el acuerdo contractual será usada para gestionar el subcontrato.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.4	0	7.4.3

Ambos modelos concuerdan en resaltar que el plan de desarrollo de software del subcontratista debe ser revisado y aprobado por la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.5	0	7.4.3

Ambos modelos recomiendan usar el plan de desarrollo de software del subcontratista aprobado en actividades de seguimiento y control del estado del subcontrato.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.6	2	--

CMM especifica que los cambios a la orden de trabajo, términos, y condiciones del subcontrato deben ser resueltos por la gente involucrada tanto del contratista como de su contraparte.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.7	1	7.4.3

CMM sugiere llevar a cabo revisiones de estado/coordinación entre las altas direcciones del contratante y el subcontratista de manera más explícita que ISO.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.8	0	7.4.3

Ambos modelos consideran que se debe realizar revisiones técnicas entre la organización y el subcontratista, como parte del seguimiento de las actividades.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.9	0	7.4.3

Ambos modelos requieren que se realicen reuniones formales con el subcontratista para analizar los resultados y logros del proyecto en fechas establecidas de antemano.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.10	1	7.4.3

CMM especifica lo que el grupo de aseguramiento de la calidad del software de la organización debe realizar con su contraparte similar del subcontratista.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.11	1	7.4.3

CMM especifica lo que el grupo de gestión de la configuración del software debe realizar con su contraparte similar del subcontratista.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.12	0	7.4.3

Ambos modelos consideran que la organización debe establecer y conducir las actividades de aceptación del producto de software del subcontratista.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GS.AC.13	0	7.4.1

Ambos modelos sugieren que se debe evaluar en forma periódica a los subcontratistas e informar de su resultado, como un mecanismo de retroalimentación.

Aseguramiento de la Calidad del Software (CS).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.1	-1	7.1

ISO hace diferencia entre plan de calidad de la organización y plan de calidad del producto. A nivel del producto, se debe especificar como será desarrollado y mantenido.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.2	1	7.1

Los modelos aseguran que el producto de software se desarrolla acorde a lo expresado en el plan de desarrollo y/o calidad, pero CMM indica actividades adicionales del grupo de aseguramiento de la calidad.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.3	0	7.3.1

Ambos modelos concuerdan en que en la elaboración del plan de desarrollo es necesario contar con el representante del grupo de aseguramiento de la calidad del software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.4	1	7.3.4

CMM especifica características de revisión del grupo de aseguramiento de la calidad del software sobre las actividades de ingeniería de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.5	1	7.3.5 + 7.3.6 + 8.2.4

CMM responsabiliza al grupo de aseguramiento de la calidad del software de la evaluación y pruebas de aceptación del producto antes de ser liberados.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.6	1	7.3.1

CMM indica que periódicamente el grupo de aseguramiento de la calidad del software informará de los resultados de sus actividades al grupo de ingeniería de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.7	0	7.3.4 + 7.3.5 + 7.3.6

Ambos modelos coinciden en que el resultado de las evaluaciones sean documentados, para proporcionar evidencia de que los procesos de realización del producto están ejecutándose.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CS.AC.8	0	7.2.3

Ambos modelos consideran que es necesario tener revisiones periódicas de las actividades entre los representantes de la organización y los representantes del cliente.

Gestión de la Configuración del Software (GC).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.1	0	7.1 + 7.5.3

Ambos modelos tienden a preparar un plan de gestión de configuración de software con el objeto de identificar y rastrear el producto de software a través de toda la realización del producto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.2	0	7.3.1 + 7.5.3

Ambos modelos precisan de que se use un plan de gestión de configuración documentado y aprobado en la realización de este tipo de actividades.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.3	0	7.5.3

Ambos modelos coinciden en la necesidad de contar con un sistema de biblioteca que facilite el control de la gestión de configuración de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.4	0	7.5.3

Ambos modelos recomiendan identificar de una manera apropiada a cada uno de los productos de software que vayan a ser gestionados en su configuración.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.5	0	7.5.3

Para ISO, la solicitud de cambios y los reportes de problemas de los productos que se hallan bajo gestión de la configuración de software forman parte del control de producto no conforme.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.6	0	7.5.3

Ambos modelos exigen que todos los cambios deben controlarse y someterse a nuevas verificaciones para evitar que los cambios no produzcan efectos inesperados.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.7	0	7.5.3

Ambos modelos consideran que la creación y liberación de un producto de software debe basarse en elementos que se hallan bajo la gestión de la configuración.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.8	0	7.5.3

Ambos modelos sugieren que toda la información relacionada con cada ítem que estén bajo gestión de la configuración debe ser preservada de acuerdo a lo establecido por la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.9	0	7.3.1

Ambos modelos requieren de la realización de informes de evaluación de las actividades de gestión de la configuración y de los elementos de línea base.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GC.AC.10	1	7.3.4

CMM especifica que se deben llevar auditorias de las líneas base, en aspectos relacionados con integridad, estructura y medios, completéz y correctez del contenido de las librerías, entre otros.

Áreas Claves del Proceso de Nivel 2												
ID	GR		PP		SC		GS		CS		GC	
1	-1	7.2.1, 7.2.2, 7.2.3	1	7.2.1, 7.2.2	0	7.3.1	0	7.1, 7.4.2	-1	7.1	0	7.1, 7.5.3
2	0	7.3.1, 7.3.2	0	7.1	0	7.3.1	0	7.4.1	1	7.1	0	7.5.3, 7.3.1
3	0	7.3.7, 7.2.3	1	7.3.1	0	7.2.3	0	7.4.2	0	7.3.1	0	7.5.3
4			0	7.2.2	0	7.3.7	0	7.4.3	1	7.3.4	0	7.5.3
5			0	7.1	1	8.4, 8.2.3	0	7.4.3	1	7.3.5, 7.3.6, 8.2.4	0	7.5.3
6			0	7.3.1	1	8.4, 8.2.3	2	--	1	7.3.1	0	7.5.3
7			-1	7.3.1	1	8.4, 8.2.3	1	7.4.3	0	7.3.4, 7.3.5, 7.3.6	0	7.5.3
8			0	7.5.3	1	8.4	0	7.4.3	0	7.2.3	0	7.5.3
9			1	8.4	0	7.3.4	0	7.4.3			0	7.3.1
10			1	8.4	1	8.4	1	7.4.3			1	7.3.4
11			1	8.4	0	8.4, 7.3.4, 7.3.7	1	7.4.3				
12			1	8.4	1	7.3.4	0	7.4.3				
13			1	8.4	0	7.2.3, 7.3.4	0	7.4.1				
14			0	7.1								
15			0	8.4, 7.1, 7.3.1								
16												

Figura 6. Resumen de Comparación para Nivel 2 de CMM.

En la Figura 6, se presenta la tabla que resume las comparaciones realizadas para las actividades del Nivel 2 de CMM. Esta tabla se encuentra dividida en 7 columnas, la primera columna nos indica el

número de actividad y las restantes seis columnas corresponden a las áreas claves del proceso para el Nivel 2 de CMM. Cada área está representada por sus iniciales (RM, PP, SC, GS, CS, y GC). Para cada actividad, se marca su grado de consistencia (los números con negrillas: -1, 0, 1, 2) y las cláusulas relacionadas en ISO (7.2.1, 7.2.2, etc.), separados por una línea vertical. Una doble línea horizontal en cada columna, nos indica el final de las actividades para una determinada área (por ejemplo, RM tiene sólo 3 actividades).

3.2.2 Areas Claves del Proceso de Nivel 3.

Enfoque en el Proceso de la Organización (EP).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
EP.AC.1	0	8.2.2

Los modelos sugieren llevar a cabo evaluaciones o auditorias internas del proceso de software de la organización en forma periódica.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
EP.AC.2	0	8.5.1

Ambos modelos consideran que se deben desarrollar y mantener un plan de desarrollo y mejora de procesos basándose en los resultados obtenidos con la evaluación de los procesos.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
EP.AC.3	0	5.6.1 + 5.6.2 + 5.6.3

Ambos modelos coinciden en que la alta dirección debe revisar las actividades para el desarrollo y mejora de los procesos de software de los proyectos y de la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
EP.AC.4	0	4.2.1

Ambos modelos recomiendan que la organización debe asegurar la disponibilidad de los recursos necesarios para apoyar el funcionamiento y seguimiento de los procesos.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
EP.AC.5	0	5.4.2

Ambos modelos están de acuerdo en que la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la incorporación de nuevos procesos, métodos y herramientas.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
EP.AC.6	0	6.2.2

Ambos modelos ponen de manifiesto la necesidad de brindar capacitación al personal involucrado en los procesos de la organización.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
EP.AC.7	0	5.5.3

Ambos modelos estiman que dentro de la organización deben asegurarse el establecimiento de procesos internos de comunicación sobre las actividades, desarrollo y mejora de los procesos.

Definición del Proceso de Software de la Organización (DP).

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
DP.AC.1	0	4.1

Ambos modelos requieren que se identifique y defina el proceso de software que asegure el control y funcionamiento efectivo de dicho proceso.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
DP.AC.2	0	4.2.1

Ambos modelos necesitan tener el proceso de software de la organización documentado para asegurar el control y funcionamiento efectivo del proceso.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
DP.AC.3	0	4.1

Ambos modelos recomiendan definir los procedimientos de los ciclos de vida para el desarrollo de software, como lo son: cascada, incremental, evolucionario, entre los principales.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
DP.AC.4	0	4.1

Los modelos sugieren que la organización realice el desarrollo y mantenimiento de guías para la adaptación del proceso de software estándar de la organización a los proyectos específicos.

Actividad	GrC	Ciáusula(s) de ISO
DP.AC.5	0	4.2.4

Ambos modelos sugieren el establecer y mantener registros del proceso de software de la organización en forma legible, identificable y fácilmente recuperable.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
DP.AC.6	0	4.2.3

Ambos modelos consideran que se debe mantener bibliotecas de documentación relacionadas con el proceso de software de los proyectos.

Programa de Formación (PF).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.1	0	7.1

Ambos modelos contemplan un plan de formación para el personal involucrado en el proyecto, con la finalidad de que realicen sus trabajos de una manera competente.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.2	0	6.2.2

Ambos modelos necesitan que la organización elabore un plan de formación acorde a sus necesidades, programarlo y desarrollarlo.-

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.3	0	6.2.2

Ambos modelos recomiendan seguir el plan de formación de la organización para proporcionar capacitación y mantener los registros adecuados para posteriores referencias de formación.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.4	1	6.2.2

CMM propone un esquema para los cursos de formación, cuando la propia organización es la encargada de desarrollarlos y mantenerlos acordes a los estándares de la misma.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.5	0	6.2.2

Ambos modelos concuerdan en que es necesario determinar cuando los individuos ya poseen los conocimientos y habilidades requeridas para ejecutar los roles asignados.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.6	0	6.2.2

Ambos modelos consideran importante mantener los registros apropiados sobre la educación, formación, habilidades y experiencia.

Gestión Integrada de Software (GI).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.1	0	4.1 + 7.1

Para cumplir con esta actividad, ISO especifica en la planificación de la realización del producto que los procesos de software deben ser adaptados de acuerdo al proyecto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.2	0	7.1

Ambos modelos proponen la utilización de experiencias pasadas y de datos de mediciones de procesos para la revisión del proceso de software definido del proyecto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.3	0	7.1

Ambos modelos recomiendan medir y hacer un seguimiento en etapas apropiadas del proceso de realización del producto, de acuerdo con los preparativos planeados.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.4	0	7.1

Para ISO, la organización debe determinar la manera como el proyecto será gestionado al igual que el tipo y frecuencia de las revisiones y los reportes.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.5	1	7.3.1

CMM sugiere el contenido de los registros de información del proceso de software que pueden ser utilizados para la planificación y estimación de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.6	1	8.4

CMM recomienda que exista un grupo que revise los procedimientos para estimar el tamaño de los productos de software y que sea lo más independiente, para que sus estimaciones sean creíbles.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.7	1	8.4

CMM define un conjunto de variables del proyecto que pueden ser usadas para determinar los esfuerzos y los costos de un proyecto de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.8	1	8.4

CMM propone un procedimiento específico para gestionar los recursos críticos de computacionales.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.9	1	7.3.1

CMM describe un procedimiento para gestionar las dependencias y rutas críticas de actividades que se presentan en las calendarizaciones de los proyectos de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.10	1	8.4

CMM aparte identificar, evaluar, y documentar los riesgos, sugiere un procedimiento para gestionar los riesgos y actividades de software relacionados con el proyecto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
GI.AC.11	0	7.3.4 + 7.2.2

Ambos modelos sugieren que la organización realice revisiones periódicas del proyecto con los usuarios con la finalidad de mantener en línea el proyecto con las necesidades actuales.

Ingeniería de Productos de Software (IP).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.1	0	7.1

Ambos modelos sugieren incorporar al proceso de software métodos y herramientas para asegurar el control y funcionamiento efectivo del proceso, las cuales estarán bajo gestión de la configuración.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.2	0	7.2.2

Ambos modelos proponen revisiones sistemáticas con los clientes sobre los requisitos de software asignados para ponerlos bajo gestión de la configuración.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.3	0	7.3.2 + 7.3.3 + 7.3.4 + 7.3.5 + 7.3.6 + 7.5.3

Ambos modelos recomiendan desarrollar, mantener, documentar, y verificar el diseño de software y su capacidad para cumplir con los requisitos de software propuestos.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.4	0	7.3.2 + 7.3.3 + 7.3.4 + 7.3.5 + 7.3.6 + 7.5.3

Ambos modelos consideran que el código de software desarrollado sea mantenido, documentado y verificado de acuerdo a un plan, para verificar si cumple con los requisitos y el diseño del software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.5	0	7.2.3 + 8.2.4

Ambos modelos contemplan la definición de un plan de pruebas de software acorde con las diferentes estrategias que se puedan aplicar a los diferentes productos de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.6	0	8.2.4

Para ISO, el plan de calidad del producto contempla las pruebas de integración y como parte de las actividades de verificación debe ser establecida, documentada, y verificada.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.7	0	7.2.3 + 8.2.4

Ambos modelos contemplan un plan de pruebas de sistema y de aceptación del software como parte de las actividades de verificación y para demostrar que se cumple con los requisitos de software.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.8	0	7.3.2 + 7.3.3 + 7.3.4 + 7.3.5 + 7.3.6 + 7.5.3

Ambos modelos señalan que la documentación relacionada con mantenimiento, usuario, u operador, debe ser desarrollada y revisada bajo estándares de la organización.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.9	0	8.3

Ambos modelos consideran la necesidad de recolectar y analizar los defectos identificados en los diferentes tipos de pruebas efectuadas al producto de acuerdo a un plan.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
IP.AC.10	0	7.3.7 + 7.3.3

Ambos modelos piden mantener la consistencia a lo largo de los productos de trabajo de software, sean estos planes, requisitos, diseño, código, entre los principales.

Coordinación entre Grupos (CG).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.1	0	7.2.1

Ambos modelos determinan los requisitos del proyecto de software basados en acuerdos con el cliente y usuarios finales.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.2	1	7.3.1

CMM especifica la creación de un grupo compuesto de representantes de los diferentes grupos de ingeniería del proyecto para supervisar y coordinar actividades técnicas y resolver problemas.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.3	0	7.3.1

Para ISO, el plan de desarrollo define las responsabilidades, tanto técnicas como organizacionales, de los individuos o de los grupos involucrados en el proyecto.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.4	1	7.3.1

CMM provee un procedimiento para identificar, negociar, y hacer un seguimiento de las dependencias críticas entre grupos.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.5	0	7.3.1 + 7.3.5

Para ISO, las pruebas se pueden hacer a diferentes niveles y solo aquellos productos de software que cumplan con lo especificado podrán ser usados como entrada de otros productos.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.6	1	7.3.1

CMM sugiere que debe existir un procedimiento para que los problemas entre grupos que no se puedan resolver sean gestionados.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
CG.AC.7	0	7.3.1

Ambos modelos contemplan revisiones e intercambios técnicos periódicos entre los representantes de los diferentes grupos de ingeniería que participan en el proyecto.

Revisiones entre Pares (RP).

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
RP.AC.1	0	7.3.4

Para ISO, deben realizarse revisiones sistemáticas programadas del diseño y desarrollo siguiendo un procedimiento establecido, como pueden ser las revisiones entre pares.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
RP.AC.2	0	7.3.4

Ambos modelos consideran realizar este tipo de reuniones de acuerdo a un plan que contemple aspectos como: roles del personal de revisión, objetivos, criterios de éxito, guías, entre otros.

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
RP.AC.3	0	7.3.4

Ambos modelos piden mantener registro de los resultados de las revisiones y las subsiguientes acciones necesarias.

En la Figura 7, se presenta la tabla que resume las comparaciones realizadas para las actividades del Nivel 3 de CMM. Esta tabla se encuentra dividida en 8 columnas, la primera columna nos indica el número de actividad y las restantes siete columnas corresponden a las áreas claves del proceso para el Nivel 3 de CMM. Cada área está representada por sus iniciales (EP, DP, PF, GI, IP, CG, y RP). Para cada actividad, se marca su grado de consistencia (los números con negrillas: -1, 0, 1, 2) y las cláusulas relacionadas en ISO (5.6.1, 5.6.2, etc.), separados por una línea vertical. Una doble línea horizontal en cada columna, nos indica el final de las actividades para una determinada área (por ejemplo, EP tiene 7 actividades).

3.2.3 Restantes Características Comunes de CMM.

Debido a las estructuras de los dos modelos, la comparación del resto de *Características Comunes* de CMM se la realiza de manera general y con menos formalidad que lo anteriormente expuesto.

Característica Común: Metas.

En el modelo CMM, las metas son aquellas que deben alcanzar la organización a través de la implementación de cada una de las áreas claves del proceso. Estas metas son específicas para cada área clave del proceso.

Áreas Claves del Proceso de Nivel 3														
Ac	EP		DP		PF		GI		IP		CG		RP	
1	0	8.2.2	0	4.1	0	7.1	0	4.1, 7.1	0	7.1	0	7.2.1	0	7.3.4
2	0	8.5.1	0	4.2.1	0	6.2.2	0	7.1	0	7.2.2	1	7.3.1	0	7.3.4
3	0	5.6.1, 5.6.2, 5.6.3	0	4.1	0	6.2.2	0	7.1	0	7.3.2, 7.3.3, 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.5.3	0	7.3.1	0	7.3.4
4	0	4.2.1	0	4.1	1	6.2.2	0	7.1	0	7.3.2, 7.3.3, 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.5.3	1	7.3.1		
5	0	5.4.2	0	4.2.4	0	6.2.2	1	7.3.1	0	7.2.3, 8.2.4	0	7.3.1, 7.3.5		
6	0	6.2.2	0	4.2.3	0	6.2.2	1	8.4	0	8.2.4	1	7.3.1		
7	0	5.5.3					1	8.4	0	7.2.3, 8.2.4	0	7.3.1		
8							1	8.4	0	7.3.2, 7.3.3, 7.3.4, 7.3.5, 7.3.6, 7.5.3				
9							1	7.3.1	0	8.3				
10							1	8.4	0	7.3.7, 7.3.3				
11							0	7.3.4, 7.2.2						
12														

Figura 7. Resumen de Comparación para Nivel 3 de CMM.

En el modelo ISO, las metas de una área en particular están usualmente incluidas implícitamente en la cláusula de *Generalidades* que la definen. Las metas no se mencionan de manera separada, mas bien surge de la explicación del porqué una cláusula en particular necesita ser introducida en el sistema de calidad y que beneficios se obtendrán de aquello.

Al revisar el resumen de las comparaciones de las actividades en CMM (Figura 6 y Figura 7) se observa que las cláusulas de ISO cubren las metas de las áreas claves del proceso para los Niveles 2 y 3 de CMM.

Característica Común: Compromisos para Desarrollar.

En el modelo CMM, dentro de cada área clave del proceso, en la sección de Compromisos para Desarrollar, se especifican básicamente dos aspectos: (1) la necesidad de una política organizacional a seguir, y (2) la definición de compromisos, responsabilidad, y autoridad.

En el modelo ISO, se cumple parcialmente con esta característica común a través de las cláusulas *5.3 Política de la Calidad*, y *5.5.1 Responsabilidad y Autoridad*, debido a que en CMM las tareas están definidas por cada área clave del proceso, mientras que en las cláusulas de ISO se hacen definiciones globales para todas las áreas.

Característica Común: Habilidades para Desarrollar.

En el modelo CMM, esta característica común hace referencia a tres aspectos fundamentales: (1) recursos, (2) estructura organizacional, y (3) capacitación. Para poder desarrollar una área clave del proceso apropiadamente, la organización debe cumplir con determinadas condiciones que pueden involucrar la definición de procedimientos y la ejecución de actividades, con personal capacitado y con los recursos suficientes.

En el modelo ISO, se cumple parcialmente con esta característica común ya que no define explícitamente la manera de elaborar y definir procedimientos. ISO también requiere que el personal y recursos necesarios estén disponibles, y que los roles y responsabilidades sean asignados. Las cláusulas correspondientes en ISO son: *5.5.1 Responsabilidad y Autoridad*, *6.1 Suministro de Recursos* y *6.2 Recursos Humanos*.

Característica Común: Medición y Análisis.

En el modelo CMM, se incluye ejemplos de mediciones que pueden ser tomadas para determinar el estado y la efectividad de las *Actividades Ejecutadas*. Se exige que la organización tenga métodos y métricas para realizar las mediciones en cada área clave del proceso.

En el modelo ISO, se cubre todas estas necesidades de medición y análisis a través de las cláusulas *8.1 Generalidades (de Medición, Análisis y Mejora)*, *8.2.3 Medición y Seguimiento de los Procesos*, *8.2.4 Medición y Seguimiento del Producto*, y *8.4 Análisis de Datos*. Este modelo también exige la medición de la eficiencia de los procedimientos identificados en la organización.

Característica Común: Verificación de la Implementación.

En el modelo CMM se exige, de la alta dirección y del grupo de aseguramiento de la calidad del software, la realización de revisiones y auditorías en forma periódica, aleatoria o de acuerdo a un plan, considerando la importancia de cada actividad en particular.

En el modelo ISO, se cubre totalmente esta característica común con lo especificado en las siguientes cláusulas: 5.6.1 *Generalidades (de Revisión por la Dirección)*, 5.6.2 *Información para la Revisión*, 5.6.3 *Resultados de la Revisión*, 8.2.3 *Medición y Seguimiento de los Procesos*, y 8.5.1 *Mejora Continua*.

3.3 Comparación ISO 9000:2000 - CMM.

En esta sección se presentan dos aspectos fundamentales de la comparación entre ISO y CMM: (1) los detalles de las actividades de CMM no cubiertos por ISO, y (2) las cláusulas de ISO que deben ser tomadas en cuenta para asociarlas con los niveles 2 y 3 de CMM.

3.3.1 Detalles de las Actividades Ejecutadas de CMM no cubiertos por ISO.

En la tabla de la Figura 8 se presenta el conjunto de *actividades ejecutadas* del Nivel 2 de CMM que no han sido cubiertos por ISO en forma total o parcial y que se detallan a continuación:

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PP.AC.1	1	7.2.1 + 7.2.2
PP.AC.3	1	7.3.1
PP.AC.9	1	8.4
PP.AC.10	1	8.4
PP.AC.11	1	8.4
PP.AC.12	1	8.4
PP.AC.13	1	8.4
SC.AC.5	1	8.4 + 8.2.3
SC.AC.6	1	8.4 + 8.2.3
SC.AC.7	1	8.4 + 8.2.3
SC.AC.8	1	8.4
SC.AC.10	1	8.4
SC.AC.12	1	7.3.4
GS.AC.6	2	--
GS.AC.7	1	7.4.3
GS.AC.10	1	7.4.3
GS.AC.11	1	7.4.3
CS.AC.2	1	7.1
CS.AC.4	1	7.3.4
CS.AC.5	1	7.3.5 + 7.3.6 + 8.2.4
CS.AC.6	1	7.3.1
GC.AC.10	1	7.3.4

Figura 8. Actividades de Nivel 2 de CMM no cubiertas por ISO.

PP.AC.1. la orientación del modelo CMM permite establecer una estructura organizacional alrededor de los proyectos de software que facilitan su manejo y control. El establecimiento de los diferentes grupos de trabajo y la forma en que interactuarán entre sí, son dos elementos indispensables en la adopción de cualquiera de los modelos.

PP.AC.3. con independencia del tipo de proyecto en CMM, una de las principales actividades del grupo de ingeniería es la de participar en la planificación del proyecto, durante toda su vida y con los demás grupos involucrados.

PP.AC.9. CMM define a *producto de trabajo de software* como cualquier artefacto creado como parte de definir, mantener o usar un proceso de software, incluyendo descripciones de procesos, planes, procedimientos, programas y documentación asociada, que puede o no pensarse para la entrega a cliente o usuario final. De esta manera, resulta indispensable realizar estimaciones de tamaño de estos productos de trabajo de software durante la planificación del proyecto, bajo un procedimiento específico que CMM propone.

PP.AC.10. las estimaciones de costo y esfuerzo del proyecto propuestos por CMM y relacionados con el tamaño de los productos de trabajo de software, pueden llevarse a cabo durante la planificación del proyecto y basados en el procedimiento que proponen.

PP.AC.11. en CMM las estimaciones de los recursos computacionales sobre ambientes que lo requieran, deben estar relacionados con las estimaciones del tamaño de los productos de trabajo de software, de la carga, y, de las comunicaciones, siguiendo un procedimiento documentado.

PP.AC.12. en CMM la calendarización del proyecto de software está relacionada a las estimaciones (1) de tamaño del software, y (2) de esfuerzo y costos, basados en la experiencia pasada en proyectos similares y estableciendo claramente los puntos de control.

PP.AC.13. en CMM los riesgos asociados al costo, recursos, calendarización y aspectos técnicos son analizados y priorizados de acuerdo a su impacto potencial en el proyecto. También se identifican las contingencias correspondientes a dichos riesgos.

SC.AC.5. esta actividad está relacionada con *PP.AC.9.* y manifiesta la necesidad de realizar el seguimiento y control de las estimaciones del tamaño de los productos de trabajo de software. Cualquier cambio en las estimaciones afectará a los acuerdos pactados con las consiguientes negociaciones con los grupos afectados.

SC.AC.6, esta actividad está relacionada con PP.AC.10, y manifiesta la necesidad de realizar el seguimiento y control del esfuerzo y costo del proyecto, a través de comparaciones de las estimaciones documentadas y lo real.

SC.AC.7, esta actividad está relacionada con PP.AC.11, y manifiesta la necesidad de realizar el seguimiento y control de los recursos críticos computacionales en ambientes que lo requieran, y determinar las acciones correctivas de ser necesarias.

SC.AC.8, esta actividad está relacionada con PP.AC.12, y manifiesta la necesidad de realizar el seguimiento y control de la calendarización del proyecto para asegurar el cumplimiento de las actividades y de otros compromisos fijados con anterioridad.

SC.AC.10, esta actividad está relacionada con PP.AC.13, y manifiesta la necesidad de realizar el seguimiento y control de los riesgos asociados al proyecto y que requieren ajustes y revisiones en forma regular.

SC.AC.12, con esta actividad CMM establece la necesidad de realizar revisiones internas del grupo de ingeniería del software relacionadas con el progreso técnico, planes, rendimiento, expresado en las estimaciones de la planificación del proyecto y lo real.

GS.AC.6, esta actividad sugiere que cualquier cambio a los acuerdos del subcontrato, incluida la orden de trabajo, deben realizarse basados en un procedimiento documentado, que garantice el compromiso de todos los afectados.

GS.AC.7, a través de esta actividad, CMM sugiere abordar en forma directa todos los asuntos en que se vean relacionados el contratante y el subcontratista, como por ejemplo: dependencias críticas, acuerdos, compromisos, no conformidades, riesgos, entre los principales.

GS.AC.10, CMM especifica la necesidad de contar con un grupo de aseguramiento de la calidad del software que se encargue, junto con su contra parte del subcontratista, de realizar revisiones periódicas sobre el rendimiento general del subcontratista.

GS.AC.11, CMM especifica la necesidad de contar con un grupo de gestión de la configuración del software que se encargue, junto con su contra parte del subcontratista, de: (1) revisar planes, procedimiento y estándares del subcontratista. (2) coordinar actividades relacionadas con la gestión de la configuración, (3) auditar periódicamente la biblioteca de línea base del subcontratista.

CS.AC.2. CMM propone las actividades del grupo de aseguramiento de la calidad del software que se deben cubrir a través de un plan.

CS.AC.4. CMM manifiesta que el grupo de aseguramiento de la calidad debe realizar evaluación de actividades contra el plan de desarrollo y los estándares y procedimientos designados.

CS.AC.5. esta actividad señala que en CMM el grupo de aseguramiento de la calidad del software tanto los productos de trabajo de software como los productos de software entregables son evaluados de acuerdo a los estándares, procedimientos, y requisitos contractuales antes de ser liberados.

CS.AC.6. en CMM el grupo de aseguramiento de la calidad del software informa periódicamente de sus actividades al grupo de ingeniería de software.

GC.AC.10. CMM especifica la estructura de un procedimiento que puede usarse para realizar auditorías de líneas base del software.

En la tabla de la Figura 9 se presenta el conjunto de *actividades ejecutadas* del Nivel 3 de CMM que no han sido cubiertos por ISO en forma total o parcial y que se detallan a continuación:

Actividad	GrC	Cláusula(s) de ISO
PF.AC.4	1	6.2.2
GI.AC.5	1	7.3.1
GI.AC.6	1	8.4
GI.AC.7	1	8.4
GI.AC.8	1	8.4
GI.AC.9	1	7.3.1
GI.AC.10	1	8.4
CG.AC.2	1	7.3.1
CG.AC.4	1	7.3.1
CG.AC.6	1	7.3.1

Figura 9. Actividades de Nivel 3 de CMM no cubiertas por ISO.

PF.AC.4. CMM recomienda el desarrollo de estándares para ser aplicados a aquellos cursos de capacitación que sean preparados a nivel de la organización.

GI.AC.5. con esta actividad se sugiere la estructura de los registros de la base de datos del proceso de software de la organización, la cual será usada como fuente de información para la planificación de proyectos.

GI.AC.6. proporciona un procedimiento para gestionar el tamaño de los productos de trabajo de software. Esta actividad está relacionada con PP.AC.9 y SC.AC.5.

GI.AC.7. proporciona un procedimiento para gestionar los esfuerzos y costos del proyecto de software. Esta actividad está relacionada con PP.AC.10 y SC.AC.6.

GI.AC.8. proporciona un procedimiento para gestionar los recursos críticos de computador. Esta actividad está relacionada con PP.AC.11 y SC.AC.7.

GI.AC.9. se especifica un procedimiento para la gestión de dependencias y rutas críticas en la calendarización del proyecto.

GI.AC.10. se especifica un procedimiento para la identificación, evaluación, documentación, y gestión de los riesgos de software del proyecto.

CG.AC.2. se conforma un grupo con representantes de los diferentes grupos de ingeniería para supervisar y coordinar actividades técnicas, y resolver problemas técnicos.

CG.AC.4. a través de esta actividad se sugiere un procedimiento para identificar y negociar las dependencias críticas entre grupos.

CG.AC.6. los problemas que no han sido resueltos por el grupo de representantes de ingeniería, deben ser manejados de acuerdo a un procedimiento documentado.

3.3.2 Cláusulas de ISO 9000:2000 asociadas a los Niveles 2 y 3 de CMM.

Tomando en cuenta que las justificaciones dadas en la sección 3.2 *Comparación CMM – ISO 9000:2000* no pueden aplicarse en el sentido inverso de la comparación, se puede esperar que en esta sección se realice algo parecido con cada una de las cláusulas de ISO 9000:2000. La justificación para no hacerlo radica en que se estima que una comparación a ese nivel no suministra elementos que aporten o clarifiquen el presente trabajo, debido a que no se trata de establecer si CMM cumple o no con ISO 9000:2000. Este trabajo busca encontrar una asociación de las actividades de CMM como especializaciones de las cláusulas de ISO 9000:2000, lo que ya fue alcanzado a través de la primera comparación.

ISO 9001:2000	Actividades de Nivel 2 de CMM	Actividades de Nivel 3 de CMM	Características
4 Sistema de gestión de la calidad			
4.1 Requisitos generales		DP1+DP3+DP4+GI1	
4.2 Requisitos de documentación			
4.2.1 Generalidades		EP4+DP2	
4.2.2 Manual de la calidad			
4.2.3 Control de documentos		DP6	
4.2.4 Control de registros de la calidad		DP5	
5 Responsabilidad de la dirección			
5.1 Compromiso de la dirección			
5.2 Enfoque al cliente			
5.3 Política de la calidad			CO
5.4 Planificación			
5.4.1 Objetivos de la calidad			
5.4.2 Planificación del sistema de gestión de la calidad		EP5	
5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación			
5.5.1 Responsabilidad y autoridad			CO+H
5.5.2 Representante de la dirección			
5.5.3 Comunicación interna		EP7	
5.6 Revisión por la dirección			
5.6.1 Generalidades		EP3	VE
5.6.2 Entradas para la revisión		EP3	VE
5.6.3 Salidas de la revisión		EP3	VE
6 Gestión de los recursos			
6.1 Suministro de recursos			HA
6.2 Recursos humanos			
6.2.1 Asignación de personal			HA
6.2.2 Competencia, sensibilización y formación		EP6+PF2+PF3+PF4+PF5+PF6	
6.3 Infraestructuras			
6.4 Ambiente de trabajo			
7 Realización del producto			
7.1 Planificación de la realización del producto	PP2+PP5+PP14+PP15+GS1+CS1+CS2+GC1	PF1+GI1+GI2+GI3+GI4+IP1	
7.2 Procesos relacionados con los clientes			
7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto	GR1+PP1	CG1	
7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto	GR1+PP1+PP4	GI1+IP2	
7.2.3 Comunicación con el cliente	GR1+GR3+SC3+SC13+CS8	IP5+IP7	
7.3 Diseño y desarrollo			
7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo	GR2+PP3+PP6+PP7+PP15+SC1+SC2+CS3+CS6+GC2+GC9	GI5+GI9+CG2+CG3+CG4+CG5+CG6+CG7	
7.3.2 Entradas del diseño y desarrollo	GR2	IP3+IP4+IP8	
7.3.3 Salidas del diseño y desarrollo		IP3+IP4+IP8+IP10	
7.3.4 Revisión del diseño y desarrollo	SC9+SC11+SC12+SC13+CS4+CS7+GC10	GI1+IP3+IP4+IP8+RP1+RP2+RP3	
7.3.5 Verificación del diseño y desarrollo	CS5+CS7	IP3+IP4+IP8+CG5	
7.3.6 Validación del diseño y desarrollo	CS5+CS7	IP3+IP4+IP8	
7.3.7 Control de los cambios del diseño y desarrollo	GR3+SC4+SC11	IP10	
7.4 Compras			
7.4.1 Proceso de compras	GS2+GS13		
7.4.2 Información de las compras	GS1+GS3		
7.4.3 Verificación de los productos comprados	GS4+GS5+GS7+GS8+GS9+GS10+GS11+GS12		
7.5 Operaciones de producción y de servicios			
7.5.1 Control de las operaciones de producción y de servicios			
7.5.2 Validación de procesos			
7.5.3 Identificación y trazabilidad	PP8+GC1+GC2+GC3+GC4+GC5+GC6+GC7+GC8	IP3+IP4+IP8	
7.5.4 Bienes del cliente			
7.5.5 Conservación del producto			
7.6 Control de equipos de medida y seguimiento			

ISO 9001:2000	Actividades de Nivel 2 de CMM	Actividades de Nivel 3 de CMM	Otras Características
8 Medición, análisis y mejora			
8.1 Generalidades			ME
8.2 Medición y seguimiento			
8.2.1 Satisfacción del cliente			
8.2.2 Auditoría interna		EP1	
8.2.3 Medición y seguimiento de los procesos	SC5+SC6+SC7		ME+VE
8.2.4 Medición y seguimiento del producto	CS5	IP5+IP6+IP7	ME
8.3 Control de producto no conforme		IP9	
8.4 Análisis de datos	PP9+PP10+PP11+PP12+PP13+PP15+SC5+SC6+SC7+SC8+SC10+SC11	GI6+GI7+GI8+GI10	ME
8.5 Mejora			
8.5.1 Mejora continua		EP2	VE
8.5.2 Acciones correctivas			
8.5.3 Acciones preventivas			

LEYENDA:

Nivel 2 de CMM:

GR: Gestión de Requisitos.

PP: Planificación del Proyecto de Software.

SC: Seguimiento y Control de Proyectos.

GS: Gestión de Subcontratación.

CS: Aseguramiento de la Calidad de Software.

GC: Gestión de la Configuración del Software.

Características Comunes de CMM:

CQ: Compromisos para Desarrollar.

HA: Habilidades para Desarrollar.

ME: Medición y Análisis.

VE: Verificación de la Implementación

Nivel 3 de CMM:

EP: Enfoque en el Proceso de la Organización.

DP: Definición del Proceso de Software de la Organización.

PF: Programa de Formación.

GI: Gestión Integrada de Software.

IP: Ingeniería de Productos de Software.

CG: Coordinación entre Grupos.

RP: Revisiones entre Pares.

Notación:

XXnn, donde:

XX: Iniciales de Área Clave del Proceso de CMM.

nn: Número de Actividad Ejecutada asociada a la área clave del proceso XX.

Figura 10. Cláusulas de ISO 9000:2000 asociadas con CMM (por Niveles).

En la tabla de la Figura 10 se presentan las cláusulas de ISO asociadas con las actividades de las áreas claves del proceso de los niveles 2 y 3 de CMM, basados en los resultados obtenidos en la sección anterior. En la primera columna de esta tabla se encuentran todas las cláusulas de ISO 9000:2000; la siguiente columna corresponde a las actividades de Nivel 2 de CMM; la tercera columna corresponde a las actividades de Nivel 3 de CMM; finalmente la última columna corresponde al resto de características comunes de los niveles mencionados de CMM. En el Anexo G se presenta en forma resumida las cláusulas de ISO que se asocian con las actividades de las áreas claves del proceso de los Niveles 2 y 3 de CMM. Como resultado de la comparación de los dos modelos, en términos generales se pueden realizar las siguientes afirmaciones:

Para el Nivel 2 de CMM:

- Casi la totalidad de las prácticas clave de este nivel están completamente referenciadas en la cláusula 7 de ISO, *Realización del Producto*, excepto los elementos que facilitan el análisis de

datos a nivel de proyecto y que constituyen estimaciones, su seguimiento, y acciones de esfuerzo, costo, recursos que son interpretados como parte de la cláusula 8.4. *Análisis de Datos*.

- Todos los elementos de planeación a nivel global del proyecto de software se asocian con 7.1, *Planificación de la Realización del Producto*. Los aspectos de planeación y seguimiento del proyecto de software se relacionan con 7.3.1, *Planificación del Diseño y Desarrollo*.
- Todas las actividades asociadas con el cliente que implican generación de acuerdos, están relacionadas con 7.2, *Procesos Relacionados con los Clientes*. Actividades de seguimiento de la planificación se asociaron con 7.3.4, *Revisión del Diseño y Desarrollo*. Las actividades de administración de la configuración se asociaron con 7.5.3, *Identificación y Trazabilidad*.

Para el Nivel 3 de CMM:

- Las prácticas clave de este nivel se encuentran distribuidas más uniformemente entre las diferentes cláusulas de ISO que el nivel anterior, debido a que este nivel está orientado hacia actividades y procesos globales de la organización.
- Los procesos de Nivel 3 relacionados con aspectos organizacionales, se asocian con cláusulas de ISO distintas de la 7, *Realización del Producto*.
- A nivel de proyecto, la coordinación de interfaces puede darse con relación al cliente (7.2.1 *Determinación de los Requisitos asociados con el Producto*), al proyecto (7.3.1 *Planificación del Diseño y Desarrollo*), y entre pares (7.3.4 *Revisión del Diseño y Desarrollo*).

Todos los elementos revisados en este capítulo llevan a presentar ISO 9000:2000 con las mejores prácticas de CMM en los Niveles 2 y 3, que servirán para enriquecer a la guía de interpretación que se indicará más adelante.

Guía de Interpretación de ISO 9000:2000

Los resultados de la comparación entre ISO 9000:2000 y los Niveles 2 y 3 de CMM servirán de base para elaborar esta Guía de Interpretación. Se adopta como un objetivo fundamental de la guía el sistema de gestión de la calidad que sugiere ISO, junto con las ventajas que ofrece CMM en los niveles mencionados.

La estructura de la guía será la siguiente: se tomará el modelo ISO 9000:2000 y en las cláusulas que sean necesarias se presentarán lineamientos y observaciones basados en los Niveles 2 y 3 de CMM. De la comparación entre ambos modelos se obtienen tres aspectos fundamentales que puede incluir CMM en esta guía: (1) la definición de una estructura organizacional, (2) el establecimiento de estimaciones y métricas adecuadas, y, (3) la especificación detallada de los procedimientos a seguir. En la siguiente sección se abordará el primer punto, los dos restantes se harán referencia cuando se aborden las cláusulas apropiadas.

4.1 Roles y Estructura Organizacional.

A pesar de que CMM trata de mantenerse independiente de una estructura organizacional, y en vista de que las prácticas en CMM están expresadas de una manera consistente usando terminología relacionada con roles y estructura organizacional que pueden diferir de aquellos seguidos por una organización específica, es necesario describir los conceptos relacionados con la organización, proyecto, y roles.

4.1.1 Roles.

Un rol es una unidad de responsabilidades definidas que pueden ser asumidas por uno o más individuos. Las siguientes descripción de roles son frecuentemente usadas:

Administrador. Un administrador provee dirección técnica y administrativa, y control sobre la realización de tareas individuales o actividades dentro del área de responsabilidad del administrador

Las funciones tradicionales de un administrador incluyen planeación, organización, dirección, y control del trabajo dentro de un área de responsabilidad.

Administrador Senior. Cumple con el rol de administrador a un nivel lo suficientemente alto en una organización tal que el enfoque primario está en la existencia de la organización a largo plazo, en vez de preocupaciones a corto plazo como el proyecto, aspectos contractuales y presiones. En general, un administrador senior para ingeniería podría ser responsable de múltiples proyectos. Un administrador senior provee y protege los recursos para una mejora del proceso de software a largo plazo.

Administrador del Proyecto. El rol con total responsabilidad comercial para un proyecto entero. Es el individuo que dirige, controla, administra y regula el proyecto que construye el software o sistema de hardware/software. El administrador del proyecto es el individuo responsable frente al cliente. En una estructura organizacional orientada a proyectos, la mayor parte de la gente que trabaja sobre un proyecto deberá reportar al administrador del proyecto, aunque algunas disciplinas cuenten con una matriz de relaciones y reportes. En una estructura organizacional de matriz puede ser que solamente el staff comercial sea quien reporta al administrador del proyecto. Los grupos de ingeniería podrían tener una relación indirecta para reportes con el administrador del proyecto.

Administrador del Proyecto de Software. El rol con responsabilidad total por todas las actividades del software para un proyecto. El administrador de software del proyecto, es el individuo que trata con el gerente del proyecto en términos de compromisos del software y quien controla todos los recursos del software para un proyecto. El grupo de ingeniería de software de un proyecto deberá reportar al administrador del proyecto de software. En proyectos extensos, el administrador del proyecto de software será probablemente una segunda, tercera, o cuarta línea de administradores. En proyectos pequeños, el administrador de proyectos de software debe ser la primera línea de administradores de software.

Administrador de Primera Línea de Software. Un gerente que tiene responsabilidad de administración directa (incluyendo las funciones de dirección técnica, administración de personal, y salarios) por proveer de personal y actividades de un a sola unidad orgánica (por ejemplo, una sección o equipo del proyecto) de ingenieros del software y otro personal relacionado.

Lider de Tareas de Software. Cumple con el rol de líder de un equipo técnico para una específica tarea, tiene la responsabilidad técnica y provee la dirección técnica al personal que trabaja en la tarea. El líder de tareas de software usualmente reporta a la misma primera línea de administradores.

Personal, Personal de Ingeniería de Software. Algunos términos son usados en CMM para definir a algunos individuos que realizan los diferentes tipos de roles descritos en las diferentes áreas clave de CMM. El personal, son los individuos, incluyendo líderes de tarea, que son responsables por cumplir una función asignada como el desarrollo de software o la gestión de configuración del software pero que no son administradores. El personal de ingeniería del software, es la gente técnica de software (analistas, programadores e ingenieros), incluidos los líderes de tarea de software, quienes realizan las actividades de desarrollo y mantenimiento para el proyecto, pero que no son administradores.

Una similar descomposición de roles puede ser identificada para otros grupos de ingeniería tales como ingeniería de sistemas o pruebas de sistema. En un proyecto en particular, no necesariamente la correspondencia entre roles e individuos es uno a uno. Una persona puede ejercer múltiples roles, o cada rol puede ser realizado por individuos separados. Por ejemplo, en pequeños proyectos de software una persona puede tener como máximo hasta 6 roles: (1) administrador de primera línea de ingeniería de sistemas, (2) administrador de ingeniería de sistemas del proyecto, (3) el administrador de primera línea de software, (4) administrador del proyecto de software, (5) administrador del proyecto, y (6) administrador de la gestión de configuración del software. Sobre proyectos poco extensos, una persona debe actuar como (1) administrador de primera línea de ingeniería de sistemas, (2) administrador de ingeniería de software del proyecto, y (3) administrador del proyecto, mientras que otra persona deberá actuar como administrador de primera línea de software y administrador de primera línea del proyecto de software. Estos dos administradores deben estar en la misma o diferente segunda línea de la organización. En proyectos extensos, muchos roles, especialmente aquellos de administración, podrían ser llenados por individuos separados.

4.1.2 Estructura Organizacional.

Los conceptos fundamentales de organización, proyecto y grupo deben ser entendidos para interpretar apropiadamente las prácticas claves de CMM. Los siguientes párrafos definen el uso de estos conceptos en CMM:

Organización. Una organización es una unidad dentro de una compañía u otra entidad (agencia gubernamental o rama de servicio) dentro de la que se manejan muchos proyectos en conjunto. Todos los proyectos dentro de una organización comparten un administrador superior y políticas comunes. El análisis organizacional es necesario para definir exactamente cual será el alcance. Ejemplos de una organización incluyen: una compañía, una división de una corporación, una agencia gubernamental, una rama de servicio.

Proyecto. Una tarea que requiere esfuerzo convenido que se enfoca en desarrollar y/o mantener un producto específico. El producto puede incluir hardware, software y otros componentes. El producto puede ser entregado en una sola ocasión o realizar varias entregas con variada funcionalidad en diferentes etapas de tiempo. Típicamente un proyecto tiene su propio financiamiento, contabilidad de costos y fechas de entrega.

Grupo. Es la colección de departamentos, administradores, e individuos que tienen responsabilidad por un conjunto de tareas o actividades. Un grupo puede variar de un solo individuo asignado a tiempo parcial, a varios individuos a jornada incompleta asignados a diferentes departamentos, a varios individuos a tiempo completo.

Los grupos más referidos a lo largo de CMM son:

Grupo de Ingeniería de Software. Es la colección de individuos (administradores y personal técnico) quienes tienen responsabilidad por el desarrollo del software y actividades de mantenimiento (análisis de requisitos, diseño, codificación y pruebas) para un proyecto. Grupos que realizan trabajos relacionados con el software, como el grupo de aseguramiento de la calidad del software, el grupo de administración de la configuración del software, y el grupo de ingeniería de procesos, no son incluidos en el grupo de ingeniería de software. Estos grupos son considerados a ser uno de los "otros grupos de software relacionados".

Grupos de Software Relacionados. Es una colección de individuos (gerentes y personal técnico) representando una disciplina de ingeniería de software que apoya, pero no es directamente responsable por el desarrollo y/o mantenimiento del software. Los ejemplos de disciplinas de ingeniería de software incluyen aseguramiento de la calidad de software, y gestión de configuración del software. Solamente aquellos grupos relacionados de software que están involucrados o

afectados deberán incluirse. Por ejemplo, el grupo de ingeniería de procesos de software no está involucrado con la gestión de los requisitos del cliente.

Grupo de Ingeniería de Procesos de Software. Es un grupo de especialistas que facilitan la definición, mantenimiento, y mejora del proceso de software usado por la organización. En las prácticas claves, este grupo es genéricamente llamado "el grupo responsable por las actividades del proceso de software de la organización".

Grupo de Ingeniería de Sistemas. Es la colección de individuos (gerentes y personal técnico) que tienen la responsabilidad por especificar los requisitos del sistema; asignando los requisitos del sistema al hardware, software, y otros componentes; especificando las interfaces entre el hardware, software, y otros componentes; y supervisando el diseño y desarrollo de estos componentes para asegurar conformidad con sus especificaciones.

Grupo de Prueba del Sistema. Es la colección de individuos (gerentes y personal técnico) que tienen la responsabilidad por la planeación y realización de pruebas independientes del software del sistema para determinar que tanto el producto de software satisface sus requerimientos.

Grupo de Aseguramiento de la Calidad del Software. Es la colección de individuos (gerentes y personal técnico) que planean e implementan las actividades de aseguramiento de la calidad del software del proyecto para asegurar que los pasos del proceso de software y los estándares son seguidos.

Grupo de Gestión de la Configuración del Software. Es la colección de individuos (gerentes y personal técnico) que tienen la responsabilidad por la planeación, coordinación, e implementación de las actividades formales de gestión de la configuración para el proyecto de software.

Grupo de Formación. Es la colección de individuos (gerentes y personal) que son responsables por coordinar y poner en orden las actividades de capacitación para una organización. Este grupo típicamente prepara y dirige la mayoría de los cursos de capacitación y coordina el uso de otros vehículos de formación.

4.2 Guía de Interpretación.

Observación. En el cuadro correspondiente a las actividades de CMM, se ha puesto el prefijo N2 o N3 para indicar que se trata de una actividad de Nivel 2 o Nivel 3 respectivamente.

4 Sistema de Gestión de la Calidad

4.1 Requisitos Generales

La organización debe establecer, documentar, implantar, mantener y mejorar continuamente la eficacia de un sistema de gestión de la calidad de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional. La organización debe:

- a) Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a lo largo de la organización.
- b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- c) Determinar los métodos y criterios requeridos para asegurar el funcionamiento efectivo y el control de los procesos.
- d) Asegurar la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar el funcionamiento y el seguimiento de los procesos.
- e) Medir, realizar el seguimiento y analizar estos procesos.
- f) Implantar las acciones necesarias para alcanzar los resultados previstos y la mejora continua de estos procesos.

La organización debe gestionar estos procesos de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional.

NOTA Los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad a los que se ha hecho referencia anteriormente deberían considerar igualmente los procesos para las actividades de gestión, provisión de recursos, realización del producto y realización de medidas.

CMM:	
N3 DP.AC.1	Desarrollar y mantener el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 DP.AC.3	Documentar y mantener las descripciones de los ciclos de vida de software que están aprobados para su uso por los proyectos.
N3 DP.AC.4	Desarrollar y mantener guías y criterios para la adaptación de los proyectos al proceso de software estándar de la organización.
N3 GI.AC.1	Desarrollar el proceso de software definido del proyecto adaptando el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.

Un Sistema de Gestión de la Calidad de organizaciones dedicadas a la producción de software deberá desarrollar y mantener actividades y tareas relacionadas con:

- El proceso de software estándar de la organización, que satisfaga (1) las políticas de la organización, (2) los estándares de proceso y productos impuestos a la organización por los clientes. También se incorporan herramientas y métodos de ingeniería de software. se describen interfaces internas entre las disciplinas del software (análisis de requisitos, diseño, codificación, pruebas, gestión de la configuración y aseguramiento de la calidad de software), al igual que las interfaces externas entre el proceso de software y los procesos de otros grupos involucrados (ingeniería de sistemas, pruebas de sistema, gestión de contrato, apoyo de documentación).

- Las descripciones de ciclos de vida de software que sean compatibles con el proceso de software estándar de la organización y que estén aprobadas para su uso en los diferentes proyectos (cascada, espiral, construcción serial, cascada simple prototipo, etc.).

Todos los cambios a las guías y criterios de adaptación son documentados, revisados y aprobados por el grupo responsable de las actividades del proceso de software (por ejemplo, el grupo de ingeniería de procesos de software), antes de ser incorporados.

Referencias. Cláusula 7.1, planificación.

4.2 Requisitos de Documentación

4.2.1 Generalidades.

La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:

- a) Declaraciones documentadas de una política de la calidad y objetivos de la calidad.
- b) Un manual de la calidad.
- c) Los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional.
- d) Los documentos requeridos por la organización para asegurar el control, funcionamiento y planificación efectivos de sus procesos.
- e) Los registros de la calidad requeridos por esta Norma Internacional (véase 4.2.4).

NOTA 1: Donde aparezca el término "procedimiento documentado" dentro de esta Norma Internacional, se requiere que el procedimiento sea establecido, documentado, implantado y mantenido.

NOTA 2: La extensión de la documentación del sistema de gestión de la calidad puede diferir de una organización a otra debido a (1) el tamaño de la organización y el tipo de actividades; (2) la complejidad de los procesos y sus interacciones, y (3) la competencia del personal.

NOTA 3: La documentación puede estar en cualquier formato o tipo de medio.

CMM:	
N3 EP.AC.4	A nivel de organización coordinar el uso de la base de datos del proceso de software de la organización.
N3 DP.AC.2	Documentar el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a estándares establecidos por la organización.

Para especificar los procedimientos y estándares a usarse en el proceso de desarrollo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El proceso debe ser descompuesto en sus elementos constituyentes a tal punto que puedan ser comprendidos y descritos. Cada elemento de proceso cubre un conjunto bien definido y acotado de actividades íntimamente relacionadas. Estos elementos del proceso incluyen: elemento de estimación de software, elemento de diseño de software, elemento de codificación, elemento de revisión de pares, entre los principales.
- Cada elemento de proceso es descrito y aborda: (1) los procedimientos, prácticas, métodos y tecnologías requeridas, (2) los estándares aplicables de procesos y productos, (3) las

herramientas y recursos requeridos. (4) las responsabilidades por implementar el proceso. (5) las entradas. (6) los productos de trabajo de software producidos. (7) los criterios de término. (8) los datos de productos y procesos a ser colectados.

- Las relaciones entre los elementos de procesos son descritas y abordan: (1) el orden, (2) las interfaces, (3) las interdependencias.

4.2.2 Manual de la Calidad.

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya lo siguiente:

- a) El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
- b) Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o una referencia a los mismos.
- c) Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.

Sin extensión específica.

4.2.3 Control de Documentos.

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros de la calidad son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos dados en el apartado 4.2.4.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios:

- a) Para aprobar la idoneidad de los documentos antes de su edición.
- b) Para revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario así como para llevar a cabo su re-aprobación.
- c) Para asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos.
- d) Para asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- e) Para asegurar que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.
- f) Para asegurar que se identifican los documentos de origen externo y que se controla su distribución.
- g) Para evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos, y para aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por alguna razón cualquiera.

CMM:

N3 DP.AC.6	Establecer y mantener una biblioteca de documentación relacionada con el proceso de software.
-------------------	---

Se debe crear y mantener una biblioteca de documentación relacionada con el proceso de software. Esta documentación incluye: (1) la descripción de los procesos de software definidos de los proyectos, (2) estándares de proyectos, (3) procedimientos de proyectos, (4) planes de desarrollo de software de proyectos, (5) planes de medición de proyectos, y (6) materiales de capacitación en procesos de proyectos.

4.2.4 Control de los Registros de Calidad

Deben establecerse y mantenerse registros de calidad para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como del funcionamiento efectivo del sistema de gestión de la calidad. Los registros de calidad deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, legibilidad, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y eliminación de los registros de calidad.

CMM:

N3 DP.AC.5 Establecer y mantener la base de datos del proceso de software de la organización.

La base de datos del proceso de software de la organización permitirá tener a disposición datos sobre los procesos y los productos de trabajo de software resultantes, que incluyen:

- Estimaciones de tamaño y esfuerzo de software.
- Datos reales de tamaño y esfuerzo de software.
- Datos de productividad.
- Mediciones de calidad.
- Cobertura y eficiencia de revisiones de pares.
- Cobertura y eficiencia de pruebas.
- Número y severidad de defectos encontrados en los requisitos de software.
- Número y severidad de defectos encontrados en el código del software.

Los datos ingresados a la base de datos deben ser revisados para asegurar la integridad de los contenidos de la misma. Esta base de datos debe ser administrada y controlada, al igual que su acceso.

5 Responsabilidad de la Dirección

5.1 Compromiso de la Dirección

La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso para el desarrollo e implantación del sistema de gestión de la calidad y para la mejora continua de su eficacia por medio de:

- a) Comunicar a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios.
- b) Establecer la política de la calidad.
- c) Asegurar que se establecen los objetivos de la calidad.
- d) Llevar a cabo las revisiones por la dirección.
- e) Asegurar la disponibilidad de recursos.

Sin extensión específica.

5.2 Enfoque al cliente

La alta dirección debe asegurar que los requisitos del cliente se determinan y cumplen con el propósito de lograr la satisfacción del cliente

Sin extensión específica.

5.3 Política de la calidad

La alta dirección debe asegurar que la política de la calidad:

- a) Es adecuada al propósito de la organización.
- b) Incluye el compromiso de satisfacer los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
- c) Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad.
- d) Se comunica y entiende dentro de la organización.
- e) Se revisa para conseguir que se mantenga adecuada continuamente.

Sin extensión específica.

5.4 Planificación

5.4.1 Objetivos de la Calidad

La alta dirección debe asegurar que los objetivos de la calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir los requisitos del producto (véase 7.1 a)), se establecen en las funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Los objetivos de la calidad deben ser medibles y coherentes con la política de la calidad.

Sin extensión específica.

5.4.2 Planificación del Sistema de Gestión de la Calidad

La alta dirección debe asegurar que:

- a) La planificación del sistema de gestión de la calidad se lleva a cabo con el fin de cumplir los requisitos dados en el apartado 4.1, así como los objetivos de la calidad.
- b) Se mantiene la integridad del sistema de gestión de la calidad cuando se planean e implementan cambios en el sistema de gestión de la calidad.

CMM:

N3 EP.AC.5	Hacer el seguimiento y evaluación de los nuevos proceso, métodos y herramientas de uso limitado. Transferintos a otras partes de la organización, cuando sea apropiado.
------------	---

Los procedimientos de gestión de la configuración pueden ser usados para implementar el control de datos y documentación. De manera general, los nuevos procesos, métodos y herramientas deben ser seguidos y evaluados antes de ser transferidos a las diferentes partes de la organización.

5.5 Responsabilidad, Autoridad y Comunicación

5.5.1 Responsabilidad y Autoridad

La alta dirección debe asegurar la definición y comunicación de las responsabilidades, autoridades y su interrelación dentro de la organización.

Sin extensión específica.

5.5.2 Representante de la dirección

La alta dirección debe designar un miembro de la dirección quien, con independencia de otras responsabilidades, debe tener la responsabilidad y autoridad que incluya:

- Asegurar que se establecen, implantan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad.
- Informar a la alta dirección del funcionamiento del sistema de gestión de la calidad, incluyendo las necesidades para la mejora.
- Promover la toma de conciencia de los requisitos de los clientes en todos los niveles de la organización.

NOTA - La responsabilidad del representante de la dirección puede incluir relaciones con partes externas sobre asuntos relacionados con el sistema de gestión de la calidad.

Sin extensión específica.

5.5.3 Comunicación Interna

La alta dirección debe asegurar que se establecen los procesos apropiados de comunicación dentro de la organización y que la comunicación tiene lugar considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

CMM:

N3 EP.AC.7	Los grupos involucrados en implementar los procesos de software son informados sobre las actividades de los proyectos y de la organización para el desarrollo y la mejora de los procesos de software.
------------	--

Ejemplos de formas de informar e involucrar al personal incluyen:

- Boletines electrónicos acerca de los procesos.
- Comités de consultoría de procesos.
- Grupos de trabajo.
- Reuniones de intercambio de información.
- Encuestas.
- Equipos de mejoras de procesos.
- Discusiones informales.

5.6 Revisión por la Dirección

5.6.1 Generalidades

La alta dirección debe, a intervalos planificados, revisar el sistema de gestión de la calidad de la organización, para asegurar su continua consistencia, adecuación y eficacia. La revisión debe incluir la evaluación de las oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión de la calidad, incluyendo la política de la calidad y los objetivos de la calidad. Deben mantenerse registros de las revisiones efectuadas por la dirección

CMM:

N3 EP.AC.3 A nivel de organización coordinar las actividades para el desarrollo y mejora de los procesos de software de los proyectos y de la organización.

Referencias. Cláusulas 5.6.2 y 5.6.3.

5.6.2 Información para la Revisión

La información para la revisión por la dirección debe incluir información sobre:

- a) Resultados de auditorías.
- b) Retroalimentación de los clientes.
- c) Funcionamiento de los procesos y conformidad del producto.
- d) Situación de las acciones correctivas y preventivas.
- e) Seguimiento de las acciones derivadas de las revisiones anteriores de la dirección.
- f) Cambios planeados que podrían afectar al sistema de gestión de la calidad.
- g) Recomendaciones para la mejora.

Sin extensión específica.

5.6.3 Resultados de la Revisión

Los resultados de la revisión por la dirección deben incluir las decisiones y acciones asociadas a:

- a) La mejora de la eficacia del sistema de gestión de la calidad y sus procesos.
- b) La mejora del producto en relación con los requisitos del cliente.
- c) Las necesidades de recursos.

Los resultados de la revisión por la dirección deberán registrarse

Los planes de acción derivados de las evaluaciones de procesos de software y otras iniciativas de mejora de la organización, son usados como entrada principal para el desarrollo y mantenimiento del plan de actividades de desarrollo y mejora del proceso de software

6 Gestión de los Recursos.

6.1 Suministro de Recursos

La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para:

- a) Implantar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia.
- b) Lograr la satisfacción del cliente.

Sin extensión específica.

6.2 Recursos humanos

6.2.1 Generalidades

El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente en base a la educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.

Sin extensión específica.

6.2.2 Competencia, sensibilización y formación

La organización debe:

- Determinar las necesidades de competencia para el personal que realiza actividades que afectan a la calidad del producto.
- Proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades.
- Evaluar la eficacia de las acciones tomadas.
- Asegurar que sus empleados son conscientes de la relevancia e importancia de sus actividades y cómo contribuyen a la consecución de los objetivos de la calidad.
- Mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

CMM:	
N3 EP.AC.6	Coordinar la capacitación en los procesos de software de los proyectos y de la organización.
N3 PF.AC.2	Desarrollar y revisar el plan de formación de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 PF.AC.3	Realizar la capacitación de la organización de acuerdo al plan de formación de la organización.
N3 PF.AC.4	Desarrollar y mantener cursos de capacitación preparados a nivel de la organización de acuerdo a los estándares de ésta.
N3 PF.AC.5	Establecer y usar un procedimiento para determinar cuando los individuos ya poseen los conocimientos y las habilidades requeridas para ejecutar los roles asignados.
N3 PF.AC.6	Mantener los registros de capacitación.

Capacitación.

La organización deberá capacitar al personal en temas relacionados a los procesos de software de los proyectos y de la organización. Dicha capacitación puede ser preparada y conducida por el grupo responsable por las actividades de proceso de software de la organización (por ejemplo, el grupo de ingeniería de procesos de software) o por el grupo de capacitación.

Plan de Formación.

El plan de formación de la organización indicará la calendarización y los materiales para llevar a cabo la capacitación, así como también los procedimientos para: (1) seleccionar los individuos que recibirán la capacitación, (2) registrar y poder participar en la capacitación, (3) revisar y hacer uso de las evaluaciones de capacitación. También se debe crear un procedimiento para determinar cuando los individuos ya poseen los conocimientos y las habilidades requeridas para ejecutar los roles asignados.

6.3 Infraestructura

La organización debe determinar, proporcionar y mantener las infraestructuras necesarias para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, por ejemplo:

- a) Edificios, espacio de trabajo e infraestructuras asociadas.
- b) Equipos para los procesos, tanto hardware como software.
- c) Servicios de apoyo tales como transporte y comunicación.

La organización debe garantizar los recursos y financiamiento adecuados para ejecutar las tareas de ingeniería de software. En cuanto a las herramientas que apoyan a dichas tareas, se pueden clasificar en:

Herramientas de apoyo generales, por ejemplo:

- Estaciones de trabajo y sistemas de administración de bases de datos.
- Herramienta de ayuda en línea y de documentación interactiva.
- Sistemas de procesamiento de textos.

Herramientas de apoyo para el análisis de requisitos, por ejemplo:

- Herramientas de seguimiento y especificación de requisitos.
- Herramientas de modelamiento y simulación.

Herramientas de apoyo para el diseño de software, por ejemplo:

- Herramientas de especificación y prototipación.
- Herramientas de simulación y lenguajes de diseño de programas.

Herramientas para el apoyo a la codificación, por ejemplo:

- Editores, compiladores.
- Generadores de referencias cruzadas.

Herramientas de apoyo a la prueba de software, por ejemplo:

- Herramientas de administración de pruebas.
- Generadores y manejadores de pruebas.

Las herramientas usadas para desarrollo y mantenimiento de los productos de software deben ser puestas bajo gestión de la configuración.

6.4 Ambiente de trabajo

La organización debe identificar y gestionar las condiciones del ambiente de trabajo necesarios para lograr la conformidad con los requisitos del producto.

Sin extensión específica.

7 Realización del Producto

7.1 Planificación de la Realización del Producto

La organización debe planear y desarrollar los procesos necesarios para la realización del producto. La planificación de la realización del producto debe ser consistente con los requisitos de otros procesos del sistema de gestión de la calidad (véase 4.1).

En la planificación de la realización del producto, la organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:

- a) Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto.
- b) La necesidad de establecer procesos y documentación, y proporcionar recursos específicos para el producto.
- c) Actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos específicos para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo.
- d) Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos (véase 4.2.4).

El resultado de esta planificación debe presentarse en forma adecuada para el método de operar de la organización.

NOTA 1 Un documento que especifica los procesos del sistema de gestión de la calidad (incluyendo los procesos de realización del producto) y los recursos que deben aplicarse a un producto, proyecto o contrato específico, puede denominarse como un plan de la calidad.

NOTA 2 La organización también puede aplicar los requisitos dados en el apartado 7.3 para el desarrollo de los procesos de realización del producto.

CMM:	
N2 PP.AC.2	La planificación del proyecto de software es iniciado en las primeras etapas, y en paralelo, con la planificación global del proyecto.
N2 PP.AC.5	Identificar o definir el ciclo de vida de software con etapas predefinidas de un tamaño manejable.
N2 PP.AC.14	Preparar planes para las facilidades de ingeniería de software y herramientas de soporte del proyecto.
N2 GS.AC.1	Definir y planificar el trabajo a ser subcontratado basándose en un procedimiento documentado.
N2 CS.AC.1	Preparar un plan de aseguramiento de la calidad del software para el proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 CS.AC.2	Realizar las actividades del grupo de aseguramiento de la calidad del software de acuerdo con el plan establecido.
N2 GC.AC.1	Preparar un plan de gestión de la configuración del software para cada proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 PF.AC.1	Cada proyecto de software debe desarrollar y mantener un plan de capacitación que especifique sus necesidades de formación.
N3 GI.AC.2	Revisar cada proceso de software definido del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.3	Desarrollar y revisar el plan de desarrollo de software del proyecto que describe el uso del proceso de software definido del proyecto, de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.4	Gestionar el proceso de software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
N3 IP.AC.1	Incorporar métodos de ingeniería de software y herramientas apropiadas en el proceso de software definido del proyecto.

Proceso de Software.

En una organización dedicada a la producción de software, el proceso de software definido del proyecto es desarrollado a partir de la adaptación del proceso de software estándar de la organización, a través de:

- La especificación de elementos como: (1) el ciclo de vida de software, el cual deberá ser seleccionado desde aquellos aprobados por la organización para satisfacer las condiciones contractuales y operaciones del proyecto, (2) la descripción documentada del proceso de software definido del proyecto (ver 4.2.1), (3) la adaptación del proceso de software estándar de la organización para el proyecto.
- La revisión del proceso de software definido de los proyectos, especificando los cambios derivados de: (1) lecciones aprendidas de seguir las actividades de software de los proyectos de la organización, (2) cambios propuestos por el proyecto de software, y (3) datos de mediciones de procesos y productos de trabajo, deben ser documentados y sistemáticamente revisados.

Bajo estas consideraciones se elabora el plan de desarrollo de software, que describe el uso del proceso de software definido del proyecto.

Plan de Calidad.

El plan de calidad, en el ámbito de producto, describe *como* los productos específicos serán desarrollados, a diferencia con el plan de desarrollo de software que deberá describir *que* productos serán producidos. En la preparación del plan de aseguramiento de la calidad del software, se debe tomar en cuenta que:

- Se desarrolla en las primeras etapas y en paralelo con la planificación global del proyecto.
- Se revisa a través de los grupos e individuos afectados, como: administrador de software, otros administradores de software, representante de aseguramiento de calidad del software del cliente, el representante de la alta dirección, y, el grupo de ingeniería de software.
- Se administra y controla, esto implica que la versión del producto de trabajo en uso en un momento dado (pasado o presente) es conocida (es decir, control de versiones), y los cambios se incorporan de forma controlada (es decir, control de cambios).
- Cubre los siguientes aspectos: (1) responsabilidades y autoridad del grupo de aseguramiento de calidad del software, (2) requisitos de recursos del grupo de aseguramiento de la calidad del software, (3) programación y financiamiento para las actividades del grupo de aseguramiento de la calidad del software del proyecto, (4) la participación del grupo de aseguramiento de la calidad del software en la definición del plan de desarrollo de software, estándares y procedimientos del proyecto.

Grupos.

El grupo de aseguramiento de la calidad del software, deberá cumplir con:

- La provisión de consultoría y revisión de los planes, estándares y procedimientos del proyecto. Esto incluye: (1) cumplimiento de la política organizacional, (2) cumplimiento de requisitos y estándares impuestos del exterior (como estándares dados en la orden de trabajo), (3) estándares que son apropiados para uso del proyecto, (4) tópicos que debería incluir el plan de desarrollo.
- La revisión de las actividades de ingeniería de software. Para lo cual: (1) se evalúan las actividades contra el plan de desarrollo y los estándares y procedimientos designados, (2) las actividades son revisadas con la administración superior y el administrador del proyecto en forma periódica, (3) las desviaciones son identificadas, documentadas, y seguidas hasta su conclusión, (4) las correcciones son verificadas.
- La revisión de productos designados de software para verificar conformidad. Esto implica que: (1) se evalúan los productos de software entregables antes de ser enviados al cliente, (2) se evalúan los productos de software de acuerdo a los estándares, procedimientos y requisitos contractuales designados, (3) las desviaciones del plan son identificadas, documentadas y seguidas hasta su conclusión, (4) las correcciones son verificadas.
- Informar periódicamente los resultados de las actividades al grupo de ingeniería de software.

Subcontratación.

Se define y planifica el trabajo a ser subcontratado, especificando que:

- Las actividades y productos de software a ser subcontratados se seleccionan de acuerdo a características técnicas y no técnicas del proyecto. Las funciones o subsistemas a ser subcontratados se seleccionan de acuerdo a las habilidades de los subcontratistas. La especificación de los productos y actividades de software a ser subcontratadas se determina basados en un análisis sistemático de los requisitos de sistema y de software.
- La especificación del trabajo a ser subcontratado y los estándares y procedimientos a ser seguidos se derivan de: (1) la orden de trabajo, (2) los requisitos de sistema asignados al software, (3) los requisitos de software, (4) el plan de desarrollo del software, (5) los estándares de software y procedimientos.
- Una orden de trabajo es: (1) preparada, (2) revisada, (3) acordada, y, (4) manejada y controlada. Los individuos que revisan y acuerdan la orden de trabajo del subcontratista incluyen: el administrador del proyecto, el administrador del proyecto de software, los administradores de software responsables, el administrador de configuración de software, el administrador de aseguramiento de la calidad del software, y el administrador del subcontrato.

Referencias. Cláusulas: 7.4.2, para la definición de subcontratación; 7.5.3, para la identificación de productos de software.

7.2 Procesos Relacionados con los Clientes

7.2.1 Determinación de los Requisitos Relacionados con el Producto

La organización debe determinar:

- Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y post-venta.
- Los requisitos no especificados por el cliente pero necesarios para la utilización prevista o especificada.
- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto.
- Cualquier requisito adicional determinado por la organización.

CMM:	
N2 PP.AC.1	El grupo de ingeniería de software participa en el equipo que realiza la propuesta del proyecto.
N3 CG.AC.1	El grupo de ingeniería de software junto con los otros grupos deben participar con el cliente y los usuarios finales en el establecimiento de los requisitos del sistema.

Específicamente estos grupos: (1) definen las características críticas de los requisitos del cliente y usuarios finales, (2) negocian las dependencias críticas, (3) documentan los criterios de aceptación para cada producto entregado al cliente o usuarios finales.

El grupo de ingeniería de software deberá identificar los requisitos faltantes o incompletos.

Referencias. Cláusulas: 7.2.2, para revisión de requisitos.

7.2.2 Revisión de los Requisitos Relacionados con el Producto

La organización debe revisar los requisitos relacionados con el producto. Esta revisión debe efectuarse antes de que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente (p.e. envío de ofertas, aceptación de contratos o pedidos, aceptación de cambios en los contratos o pedidos) y debe asegurar que:

- Los requisitos del producto están definidos.
- Las diferencias existentes entre los requisitos del pedido o contrato y los expresados previamente son resueltas.
- La organización tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.

Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión y de las acciones originadas por la misma (véase 4.2.4). Cuando el cliente no proporcione una declaración documentada de los requisitos, la organización debe confirmar los requisitos del cliente antes de la aceptación. Cuando se cambien los requisitos del producto, la organización debe asegurar que la documentación pertinente se modifica y que el personal apropiado es consciente de los requisitos modificados.

CMM:	
N2 GR.AC.1	El grupo de ingeniería de software debe revisar los requisitos antes de que sean incorporados al proyecto.
N2 PP.AC.4	Revisar con la dirección los compromisos del proyecto de software adquiridos con personas o grupos externos a la organización, de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 IP.AC.2	Analizar sistemáticamente los requisitos asignados con la finalidad de desarrollar, mantener, documentar, y verificar los requisitos de software de acuerdo al proceso de software definido del proyecto.

Revisiones.

Se realizan revisiones formales con los clientes y usuarios finales para abordar los logros y resultados del proyecto de software en fechas establecidas de antemano, en las que: (1) se abordan los compromisos, planes, y el estado de las actividades de software. (2) se identifica y documenta los problemas más significativos, los elementos de acción y las decisiones, así como también los riesgos del proyecto de software. (3) de ser necesario se hace un refinamiento del plan de desarrollo. Se puede determinar acciones necesarias para llevar el desempeño y los resultados del proyecto de software en línea con las necesidades actuales y proyectadas del negocio, el cliente y los usuarios finales. Estas acciones incluyen: (1) acelerar la programación, (2) cambiar los requisitos del sistema en respuesta a un cambio en las oportunidades de mercado, necesidades del cliente y usuarios finales, y (3) terminar el proyecto.

Grupos.

El grupo de ingeniería de software será el encargado de revisar los requisitos asignados para determinar si son: (1) factibles y apropiados para ser implementados en software, (2) clara y apropiadamente establecidos, (3) consistentes unos con otros, y (4) validables.

Referencias. Cláusulas: 7.2.1, para definición de requisitos; 7.2.3 para acuerdos con el cliente.

7.2.3 Comunicación con los Clientes

La organización debe identificar e implantar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a:

- a) La información sobre el producto.
- b) El tratamiento de preguntas, contratos y pedidos, incluyendo las modificaciones.
- c) La retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.

CMM:	
N2 SC.AC.3	Revisar con la dirección los nuevos compromisos o los cambios a éstos, hechos a grupos o personas externas a la organización, de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 SC.AC.13	Conducir revisiones formales para abordar logros y resultados del proyecto de software en algunos puntos preestablecidos de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 CS.AC.8	El grupo de aseguramiento de la calidad del software conducirá revisiones periódicas de sus actividades y hallazgos con el personal del grupo de aseguramiento de la calidad del cliente.

Estas revisiones se planifican para que ocurran en puntos significativos del avance del proyecto, como pueden ser el inicio o finalización de las fases, en las que participan los clientes, usuarios finales, y los grupos involucrados dentro de la organización. Se usan materiales que son revisados y aprobados por los administradores de software responsables y se abordan los compromisos, planes, y el estado de las actividades de software. Los compromisos resultantes de esta revisión, deben ser identificados y documentados. De ser necesario, se realizará un refinamiento del plan de desarrollo de software.

Referencias. Cláusulas: 7.3.4, para revisiones sistemáticas.

7.3 Diseño y Desarrollo

7.3.1 Planificación del Diseño y Desarrollo

La organización debe planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto. Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar

- a) Las etapas de diseño y desarrollo.
- b) La revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo.
- c) Las responsabilidades y autoridades para el diseño y el desarrollo.

La organización debe gestionar las interfaces entre los diferentes grupos implicados en el diseño y desarrollo para asegurar una comunicación eficaz y una clara designación de responsabilidades. Los resultados de la planificación deben actualizarse, cuando sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.

CMM:	
N2 GR.AC.2	El grupo de ingeniería de software debe usar los requisitos asignados como la base para establecer los planes, productos, y actividades.
N2 PP.AC.3	El grupo de ingeniería de software, junto con otros grupos involucrados, participa en la planificación global, a lo largo de la vida del proyecto.
N2 PP.AC.6	Elaborar el plan de desarrollo del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 PP.AC.7	Documentar el plan del proyecto de software.
N2 SC.AC.1	Seguir las actividades de software a través del plan de desarrollo documentado e informar el estado de ellas.
N2 SC.AC.2	Revisar el plan de desarrollo de software del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 CS.AC.3	El grupo de aseguramiento de la calidad del software participará en la preparación y revisión del plan de desarrollo de software, estándares y procedimientos del proyecto.
N2 CS.AC.6	El grupo de aseguramiento de la calidad del software informará periódicamente el resultado de sus actividades al grupo de ingeniería de software.
N2 GC.AC.2	Realizar las actividades del grupo de gestión de configuración del software de acuerdo con el plan establecido.
N2 GC.AC.9	Desarrollar y poner a disposición de los grupos afectados informes estándar que documentan las actividades de gestión de la configuración del software y los contenidos de las líneas base.
N3 GI.AC.5	Planificar y estimar el software a través del uso de la base de datos del proceso de software de la organización.
N3 GI.AC.9	Gestionar las dependencias y rutas críticas de la programación del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento almacenado.
N3 CG.AC.2	Supervisar y coordinar las actividades técnicas de los representantes del grupo de ingeniería de software del proyecto que trabajan con representantes de otros grupos de ingeniería y resolver los problemas técnicos que se presenten.
N3 CG.AC.3	Comunicar los compromisos entre grupos de acuerdo a un plan documentado. Coordinar y seguir el trabajo realizado conforme el plan.
N3 CG.AC.4	Identificar, negociar, y seguir las dependencias críticas entre grupos de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 CG.AC.5	Los representantes de los grupos receptores deben revisar los productos de trabajo producidos como entradas de otros grupos de ingeniería, para asegurar que los productos de trabajo cumplan con sus necesidades.
N3 CG.AC.6	Manejar los problemas entre grupos no resueltos por los representantes de ingeniería del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 CG.AC.7	Conducir revisiones e intercambios periódicos con los representantes de los grupos de ingeniería del proyecto.

La planificación y control del diseño y desarrollo del producto deberá sustentarse en el 8.4 *Análisis de Datos*, que incluye las estimaciones y el seguimiento a las mediciones sugeridas por CMM. El

plan de desarrollo puede tener otros nombres como *plan de desarrollo de software* o *plan de software del proyecto*, y está basado en: (1) estándares del cliente, (2) estándares del proyecto, (3) el documento de orden de trabajo (aprobado), y (4) los requisitos de software.

Plan de Desarrollo.

El plan de desarrollo del software cubre:

- El propósito, ámbito, metas y objetivos del proyecto de software.
- La selección de un ciclo de vida.
- La identificación de los procedimientos, métodos y estándares de desarrollo y/o mantenimiento de software seleccionados.
- La identificación de los productos de trabajo a ser desarrollados.
- Las estimaciones de tamaño de los productos de trabajo de software.
- La estimación de esfuerzo y costo del proyecto.
- El uso estimado de recursos críticos.
- La calendarización del proyecto, incluyendo identificación de hitos y revisiones.
- La identificación y evaluación de los riesgos de software del proyecto.
- Planificación del uso de las facilidades de ingeniería de software y herramientas de apoyo.

Grupos.

Los planes para grupos relacionados con el software y otros grupos de ingeniería involucrados en las actividades de ingeniería de software se negocian, los esfuerzos de soporte se presupuestan, y los acuerdos se documentan. En los grupos relacionados con el software están incluidos: aseguramiento de calidad del software, gestión de la configuración del software, y soporte de documentación. Los grupos de ingeniería incluyen: ingeniería de sistemas, ingeniería de hardware, y prueba de sistemas. Estas interfaces entre grupos hacen que: (1) se documente un plan para comunicar los compromisos entre grupos para coordinar y seguir el trabajo realizado, (2) se identifique las dependencias críticas entre los grupos, se negocien y se haga un seguimiento.

El grupo de ingeniería de software:

- Usa los requisitos asignados para establecer los planes, productos y actividades de software.
- Está involucrado en la preparación y entrega de la propuesta del proyecto.
- Revisa los acuerdos propuestos de proyecto, estos incluyen: los objetivos y metas técnicas del proyecto, la solución técnica de software, el presupuesto del software, programación y recursos.
- Participa con los otros grupos involucrados en la planificación global del proyecto.

El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe:

- Verificar que los planes, estándares y procedimientos estén a disposición para realizar actividades de revisión y auditoría del proyecto de software.

- Conducir revisiones periódicas de sus actividades y hallazgos con el personal de aseguramiento de calidad del software del cliente.

Al tratarse de procesos evolucionarios es necesario que el plan de desarrollo se mantenga actualizado a medida que el trabajo avanza. También debe estar disponible para todos los grupos involucrados.

Referencias. Cláusulas: 7.3.2, los requisitos como elementos de entrada; 7.5.3, actividades de gestión de la configuración.

7.3.2 Elementos de Entrada para el Diseño y Desarrollo	
Deben determinarse los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto y mantenerse registros (véase 4.2.4). Estos deben incluir:	
a) Los requisitos funcionales y de desempeño.	
b) Los requisitos legales y reglamentarios aplicables.	
c) La información aplicable proveniente de diseños previos similares, cuando sea aplicable.	
d) Cualquier otro requisito esencial para el diseño y desarrollo.	
Estos elementos deben revisarse para verificar su adecuación. Los requisitos deben ser completos, no ambiguos y no deben estar en conflicto entre si.	

CMM:	
N3 IP.AC.3	Desarrollar, mantener, documentar, y verificar el diseño de software de acuerdo al proceso de software definido del proyecto, para adaptarse a los requisitos de software y formar un marco de trabajo para codificar.
N3 IP.AC.4	El código de software es desarrollado, mantenido, documentado, y verificado de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto, para implementar los requisitos de software y el diseño del software.
N3 IP.AC.8	Desarrollar y mantener la documentación que será usada para operar y mantener el software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.

Para los requisitos se usan métodos efectivos para el análisis, con la finalidad de identificar y derivar los requisitos de software, que incluyen: descomposición funcional, descomposición orientada a objetos, estudios de alternativas, simulaciones, modelamiento, prototipos, y generación de escenarios. Los resultados del análisis de requisitos y la lógica para la alternativa seleccionada se documentan.

Se analizan los requisitos para asegurar que son factibles y apropiados para implementarse en software. Deben ser claramente establecidos, consistentes unos con otros, verificables y completos. El grupo responsable por las pruebas de sistema y de aceptación analiza cada requisito de software para verificar si puede ser probado.

El documento de requisitos de software se somete a revisiones entre pares(7.3.4). Debe ser revisado y aprobado por el administrador del proyecto, el administrador de ingeniería de sistemas, el administrador del proyecto de software y el administrador de pruebas de software.

Referencias. Cláusulas: 7.3.3, resultados; 7.3.4, revisión; 7.3.5 verificación; 7.3.6, validación del diseño y desarrollo; 7.5.3, identificación y trazabilidad de los productos de trabajo de software.

7.3.3 Resultados del Diseño y Desarrollo

Los resultados del diseño y desarrollo deben proporcionarse de manera que permita su verificación con relación a las entradas del diseño y desarrollo y deben aprobarse antes de su liberación.

Los resultados del diseño y desarrollo deben:

- Satisfacer los elementos de entrada del diseño y desarrollo.
- Proporcionar la información apropiada para las operaciones de compras, producción y de servicio.
- Contener o referenciar los criterios de aceptación para el producto.
- Especificar las características del producto que son esenciales para su utilización segura y apropiada.

Entre los principales elementos resultantes del diseño y desarrollo, tenemos:

- La arquitectura de software, que se desarrolla tempranamente dentro de las restricciones del ciclo de vida de software y la tecnología en uso.
- El diseño detallado de software se desarrolla sobre la base de la arquitectura de software.
- El diseño de software (la arquitectura de software y el diseño detallado) se documenta, y cubre los componentes de software, las interfaces internas entre las componentes, y las interfaces de software con otros sistemas de software, con el hardware, y otros componentes del sistema.
- El código del software, verificando el cumplimiento de los requisitos y del diseño de software.

7.3.4 Revisión del Diseño y Desarrollo

En las etapas adecuadas, deben realizarse revisiones sistemáticas del diseño y desarrollo para:

- Evaluar la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos.
- Identificar problemas y proponer las acciones necesarias.

Los participantes en dichas revisiones deben incluir representantes de las funciones comprometidas con la(s) fase(s) de diseño y desarrollo que se está(n) revisando. Deben mantenerse registros de los resultados de las revisiones y las subsiguientes acciones necesarias.

CMM:

N2 SC.AC.9	Hacer el seguimiento de las actividades técnicas de ingeniería de software del proyecto y tomara acciones correctivas de ser necesario.
N2 SC.AC.12	El grupo de ingeniería de software conduce revisiones periódicas internas para seguir el avance técnico, planes, y desempeño contra el plan de desarrollo de software.
N2 CS.AC.4	El grupo de aseguramiento de la calidad del software revisará las actividades de ingeniería de software para verificar conformidad.
N2 CS.AC.7	Documentar y manejar las desviaciones identificadas en las actividades y productos de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GC.AC.10	Conducir auditorias de las líneas base del software de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.11	Ejecutar revisiones periódicas del proyecto de software para determinar las acciones necesarias para llevar el desempeño y resultados del proyecto a la par con las necesidades actuales y proyectadas del negocio, el cliente, y los usuarios finales según corresponda.
N3 RP.AC.1	Planificar y documentar los planes para las revisiones entre pares.
N3 RP.AC.2	Realizar las revisiones entre pares de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 RP.AC.3	Registrar los datos sobre la conducción y resultados de las reuniones entre pares.

Procedimiento.

Un procedimiento de revisión sistemático debe considerar:

- Qué se va a revisar, cuándo, y el tipo de revisión.
- Qué grupos funcionales deben participar en la reunión, y quién la dirigirá.
- Qué registros que se elaborarán (minutas, acuerdos, acciones y estado).
- Los métodos para seguir la aplicación de las reglas, prácticas y convenciones.
- Qué se debe llevar a cabo antes de la reunión (agenda, documentos y roles de los asistentes).
- Qué se hará durante la reunión, incluidas las guías a ser usadas por los participantes.
- El criterio de éxito de la reunión.
- Qué métodos que se seguirán para asegurar que los acuerdos identificados sean resueltos.

Revisiones.

Bajo estas características podemos:

- Revisar el plan de desarrollo para incorporar refinamientos y cambios.
- Revisar las actividades técnicas de ingeniería de software del proyecto. Para lo cual, miembros del grupo de ingeniería de software informan el estado técnico al administrador de primera línea en forma regular.
- Revisar los contenidos del software liberado para construcciones sucesivas con los planes documentados en el plan de desarrollo de software.

También se realizan:

- Revisiones internas conducidas por el grupo de ingeniería de software, entre: (1) los administradores de primera línea y sus líderes de tareas de software, (2) el administrador del proyecto de software, los administradores de primera línea, y otros administradores de software.
- Revisiones e intercambios técnicos periódicos conducidas por representantes de los grupos de ingeniería, en la que los participantes proveen de visibilidad acerca de las necesidades y deseos del cliente y los usuarios finales y se revisa los compromisos, los riesgos técnicos y otros problemas de esta índole.

Revisión entre Pares.

Uno de los métodos que se pueden aplicar en las revisiones sistemáticas es la revisión entre pares. Previamente se debe identificar (1) los productos de trabajo de software que serán sometidos a este tipo de revisión, (2) la calendarización de dichas revisiones, (3) los líderes de revisión y los otros revisores.

Se usan listas de verificación para identificar criterios para la revisión de productos de trabajo de software de forma consistente. Se adaptan las listas de verificación al tipo específico de producto de trabajo y revisión entre pares. Los elementos abordados al adaptar estas listas incluyen: (1)

compatibilidad con estándares y procedimientos, (2) completez, (3) correctez, (4) reglas de construcción, y (5) mantenibilidad.

Se registran los datos sobre la conducción y resultados de la revisión entre pares, esto incluye: (1) identificación del producto de trabajo de software revisado, (2) tamaño del producto de trabajo de software y composición del equipo de revisión, (3) tiempo de preparación por revisor, (4) duración de la reunión de revisión, (5) tipos y números de defectos encontrados y reparados, y (6) esfuerzo adicional de modificación.

Referencias. Cláusulas: 7.2.2, relación con el cliente; 7.3.5, 7.3.6 documentación del resultado de las revisiones.

7.3.5 Verificación del Diseño y Desarrollo

Se debe realizar la verificación para asegurar que los resultados del diseño y desarrollo satisfacen los elementos de entrada del diseño y desarrollo. Deben mantenerse registros de los resultados de la verificación y las subsiguientes acciones necesarias.

CMM:

N2 CS.AC.5	El grupo de aseguramiento de la calidad del software revisará productos de trabajo de software para verificar conformidad.
------------	--

Los productos de software deben ser evaluados, de acuerdo a estándares, procedimientos y requisitos contractuales, antes de ser entregados al cliente. Las desviaciones del plan deben ser identificadas, documentadas y seguidas hasta su conclusión. Todas las correcciones deben ser verificadas.

Referencias. Cláusulas: 7.3.6, validación del producto; 8.2.4, pruebas de aceptación del producto.

7.3.6 Validación del Diseño y Desarrollo

Se debe realizar la validación del diseño y desarrollo de acuerdo con los preparativos planeados (véase 7.3.1) para confirmar que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su uso especificado o previsto o para su aplicación. Siempre que sea posible, la validación debe completarse antes de la entrega o implantación del producto. Deben mantenerse registros de los resultados de la validación y las subsiguientes acciones necesarias.

Sin extensión específica.

7.3.7 Control de Cambios del Diseño y Desarrollo

Los cambios de diseño y desarrollo deben identificarse y deben mantenerse registros. Los cambios deben revisarse, verificarse y validarse, cuando sea apropiado, y aprobarse antes de su implantación. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto entregado. Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión de los cambios y las subsiguientes acciones necesarias.

CMM:	
N2 GR.AC.3	Revisar e incorporar los cambios a los requisitos asignados al proyecto de software.
N2 SC.AC.4	Comunicar a los miembros del grupo de ingeniería de software y otros grupos interesados de los cambios aprobados a compromisos que afectan al proyecto de software.
N3 IP.AC.10	Mantener consistencia a través de los productos de trabajo de software, incluyendo los planes de software, descripciones de procesos, requisitos asignados y de software, diseño de software, código, planes y procedimientos de pruebas.

La organización debe establecer procedimientos adecuados para el manejo y control de cambios a los productos de trabajo de software.

- Se revisan e incorporan los cambios a los requisitos asignados en el proyecto de software, tomando en cuenta que deben ser: (1) identificados, (2) evaluados, (3) evaluados en riesgo, (4) documentados, (5) planificados, (6) comunicados a los grupos e individuos afectados, y (7) seguidos hasta su finalización.
- Los cambios a compromisos o la incorporación de nuevos compromisos al proyecto de software, hechos a grupos o personas externas a la organización, deben ser revisados con la alta dirección.
- Los cambios aprobados a compromisos que afectan al proyecto se comunican a los miembros del grupo de ingeniería de software y otros grupos relacionados, como: aseguramiento de calidad del software gestión de la configuración del software, y apoyo de documentación.
- Los cambios a las especificaciones de software deben propagarse y mantener la consistencia entre todos los productos de trabajo de software involucrados como: especificación de requisitos, especificación de diseño, código, especificación de pruebas y manual de usuario.

Referencias. Cláusulas: 7.2.3, tratamiento de cambios con el cliente.

7.4 Compras

7.4.1 Proceso de Compras

La organización debe asegurar que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. El tipo y alcance del control aplicado al proveedor y al producto adquirido debe depender del efecto del producto adquirido en la posterior realización del producto o en el producto final.

La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse los criterios para la selección y evaluación periódica. Deben mantenerse registros de los resultados de la evaluación y las subsiguientes acciones necesarias que se deriven de la misma (véase 4.2.4).

CMM:	
N2 GS.AC.2	Seleccionar al subcontratista en base a una evaluación de su capacidad para realizar el trabajo, de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GS.AC.13	Evaluar periódicamente el desempeño del subcontratista de software y revisar dicha evaluación con el subcontratista.

Selección.

Se selecciona al subcontratista basados en una evaluación de la capacidad del postulante de realizar el trabajo. Se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Propuestas enviadas para el subcontrato planificado.
- Registros de desempeño en trabajos similares.
- Ubicación geográfica de los postulantes al subcontrato.
- El personal disponible para realizar el trabajo.
- Experiencia previa en aplicaciones similares y recursos disponibles (medios, hardware, software, y capacitación).

Seguimiento.

- Se usa el plan de desarrollo de software del subcontratista documentado y aprobado, para hacer el seguimiento de las actividades y comunicar su estado.
- Se evalúa periódicamente el desempeño del subcontratista de software. Esto debe verse como una oportunidad para el subcontratista de obtener retroalimentación sobre el cumplimiento o no de las necesidades de sus clientes.

7.4.2 Información de las Compras
 La información de compra debe describir el producto a comprar, incluyendo, cuando sea apropiado:
 a) Requisitos para la aprobación del producto, procedimientos, procesos y equipos.
 b) Requisitos para la cualificación del personal.
 c) Requisitos del sistema de gestión de la calidad.
 La organización debe asegurar la adecuación de los requisitos de compra especificados con anterioridad a su comunicación al proveedor.

CMM:	
N2 GS.AC.3	Usar el acuerdo contractual entre el contratante y los subcontratistas como base para gestionar el subcontrato.
N2 GS.AC.6	Resolver los cambios a la orden de trabajo, a los términos y condiciones del subcontrato, y otros acuerdos a través de un procedimiento documentado.

Acuerdo Contractual.

El acuerdo contractual entre el contratista y el subcontratista documenta:

- Los términos y condiciones.
- La orden de trabajo.
- Los requisitos para los productos a ser desarrollados.
- Los productos subcontratados que se entregarán al contratante incluyen: código fuente, plan de desarrollo de software, ambiente de simulación, documentación del diseño, y el plan de pruebas de aceptación.

- Las condiciones bajo las cuales se someterán a revisiones los productos.
- Los procedimientos y criterios de aceptación y evaluación de los productos subcontratados.

Grupos.

Los individuos que revisan y acuerdan la orden de trabajo del subcontratista incluyen: el administrador del proyecto, el administrador del proyecto de software, los administradores de software responsables, el administrador de configuración de software, el administrador de aseguramiento de calidad del software, y el administrador del subcontrato.

7.4.3 Verificación de los Productos Comprados	
La organización debe establecer e implantar la inspección u otras actividades necesarias para asegurar que el producto comprado cumple los requisitos de compra especificados.	
Cuando la organización o su cliente proponga llevar a cabo actividades de verificación en las instalaciones del proveedor, la organización debe especificar en la información de compra las disposiciones requeridas para la verificación y el método para la puesta en circulación del producto.	

CMM:	
N2 GS.AC.4	El contratante deberá revisar y aprobar el plan de desarrollo del software documentado del subcontratista.
N2 GS.AC.5	Hacer el seguimiento de las actividades de software usando el plan de desarrollo de software documentado y aprobado del subcontratista.
N2 GS.AC.7	La dirección del contratante conduce revisiones de estado/coordinación con la dirección del subcontratante.
N2 GS.AC.8	Mantener periódicamente intercambios y revisiones técnicas con el subcontratista de software.
N2 GS.AC.9	Conducir revisiones formales para abordar los resultados y logros de la ingeniería de software del subcontratista, en puntos preestablecidos y bajo un procedimiento documentado.
N2 GS.AC.10	El grupo de aseguramiento de la calidad del software del contratante monitorea las actividades de aseguramiento de la calidad del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GS.AC.11	El grupo de gestión de la configuración del contratante monitorea las actividades de gestión de la configuración del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GS.AC.12	El contratante conducirá las pruebas de aceptación como parte de la entrega de los productos de software del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.

Revisión.

- La biblioteca de líneas base de software del subcontratista es revisada periódicamente para evaluar la manera de seguir los procedimientos para la gestión de la configuración y que tan efectivos son éstos en gestionar la línea base de software.
- Se realizan revisiones técnicas con el subcontratista de software en forma periódica, para: (1) monitorear las actividades técnicas del subcontratista. (2) verificar que la interpretación e implementación de los requisitos técnicos, por parte del subcontratista, están de acuerdo con los requisitos del contratante, (3) verificar que los acuerdos se estén cumpliendo.

Revisiones de estado.

Las altas direcciones de las partes interesadas se reúnen para:

- Revisar, contra el plan de desarrollo del subcontratista, el desempeño técnico, costos, personal y programación.
- Revisar las dependencias críticas y compromisos entre el grupo de ingeniería de software del subcontratista y otros grupos del subcontratista.
- Abordar los riesgos de proyecto que involucran el trabajo del subcontratista.
- Abordar no conformidades con el subcontrato.

Grupos.

- Se realizan revisiones entre los grupos de aseguramiento de la calidad del software del contratante y del contratista, para asegurar que los planes, recursos, procedimientos y estándares para el aseguramiento de la calidad del subcontratista son adecuados para monitorear su desempeño.
- Se auditan periódicamente los registros de actividades de aseguramiento de calidad del subcontratista para evaluar que tan bien se están siguiendo los planes, estándares y procedimientos de aseguramiento de la calidad del software.

Pruebas.

El contratante verifica las pruebas de aceptación del subcontratista, asegurando que:

- Estén definidos, revisados y aprobados los criterios de aceptación para cada producto.
- Se documenten los resultados de las pruebas de aceptación.
- Se planifiquen acciones para cada producto de software que no pase sus pruebas de aceptación.

7.5 Operaciones de Producción y de Servicio

7.5.1 Control de las Operaciones de Producción y de Servicio

La organización debe planear y llevar a cabo las operaciones de producción y de servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, según sea de aplicación:

- a) La disponibilidad de información que describa las características del producto.
- b) La disponibilidad de instrucciones de trabajo.
- c) La utilización del equipo apropiado.
- d) La disponibilidad y utilización de equipos de medición y seguimiento.
- e) La implantación de actividades de seguimiento y medición.
- f) La implantación de actividades de liberación, entrega y post-venta.

Sin extensión específica.

7.5.2 Validación de los Procesos de las Operaciones de Producción y de Servicio

La organización debe validar todo proceso de las operaciones de producción y de servicio en aquellos puntos en los que la salida resultante no pueda verificarse mediante actividades de seguimiento o medición. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.

La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planeados. La organización debe establecer los preparativos necesarios para estos procesos, incluyendo, según sea de aplicación:

- a) Criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos.
- b) Aprobación de equipos y cualificación del personal.
- c) Utilización de métodos y procedimientos específicos.
- d) Requisitos aplicables a los registros (véase 4.2.4).
- e) Re-validación.

Sin extensión específica.

7.5.3 Identificación y Trazabilidad

Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios apropiados, a través de la realización del producto. La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de medición y seguimiento. Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar y registrar la identificación única del producto.

NOTA En algunos sectores industriales, la gestión de la configuración es un medio para mantener la identificación y la trazabilidad.

CMM:	
N2 PP.AC.8	Identificar los productos de software sobre los cuales es necesario establecer y mantener un control dentro del proyecto de software.
N2 GC.AC.3	Establecer un sistema de biblioteca de gestión de la configuración como un repositorio de las líneas base de software.
N2 GC.AC.4	Identificar los productos de software que van a ser puestos bajo gestión de la configuración.
N2 GC.AC.5	Las solicitudes de cambio y los reportes de problemas para todos los ítems/unidades de configuración serán iniciados, registrados, revisados, aprobados, y seguidos de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GC.AC.6	Controlar los cambios en las líneas base de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GC.AC.7	Crear y controlar la liberación de los productos desde la biblioteca de líneas base de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 GC.AC.8	Almacenar el estado de la configuración de los ítems/unidades de acuerdo a un procedimiento documentado.

La identificación y trazabilidad pueden ser alcanzados a través de la gestión de la configuración y su uso depende del tamaño del proyecto, complejidad, y nivel de riesgo. Uno de sus objetivos es proveer de una visión total de la configuración actual de los productos, así como también, poder determinar el rastro de todas las acciones y cambios resultantes de una petición de cambio, desde su inicio hasta su culminación.

Identificación.

Se deben identificar aquellos productos de software sobre los cuales es necesario establecer y mantener un control dentro del proyecto de software a través de la gestión de la configuración. Para lo cual:

- Se selecciona los elementos de configuración de acuerdo a un criterio documentado, que incluye: (1) documentación relacionada con el proceso (planes, estándares, procedimientos), (2) requisitos de software, (3) diseño de software, (4) unidades de código de software, (5) procedimientos de prueba de software, (6) construcciones del sistema de software para las actividades de prueba, (7) construcciones del sistema de software para entrega al cliente o usuarios finales, (8) compiladores, y (9) otras herramientas de soporte.
- Se asignan identificadores únicos a los elementos de configuración.
- Se especifican las características de cada elemento de configuración.
- Se especifican las líneas base a la que pertenece cada elemento de configuración.
- Se asignan responsables por cada elemento de configuración.

Biblioteca.

Se establece un sistema de biblioteca de gestión de la configuración que:

- Apoya múltiples niveles de control de gestión de configuración, ya que existen situaciones en las que es necesario contar con más de un nivel (por ejemplo, en diferentes tiempos durante el ciclo de vida del proyecto, o en diferentes tipos de sistemas)
- Proporciona almacenamiento y recuperación de los elementos de configuración.
- Permite compartir y transferir las unidades de configuración entre los grupos afectados y dentro de los niveles de control de la librería.
- Permite el almacenamiento y recuperación de versiones de los elementos de configuración.
- Ayuda a asegurar una creación correcta de los productos desde la biblioteca.
- Apoya la producción de informes de gestión de la configuración.
- Proporciona el mantenimiento de la estructura y contenidos de la biblioteca.

Cambios.

- Las solicitudes de cambio y los reportes de problema para todos los elementos de configuración se inician, registran, revisan, aprueban, y se siguen hasta su culminación.
- Se registran los elementos de configuración a la entrada y a la salida, de forma que se mantenga la conformidad e integridad de la biblioteca de líneas base de software. Los pasos de registro de entrada / salida incluyen: (1) verificar que las revisiones están autorizadas, (2) crear una bitácora de cambios, (3) mantener una copia de los cambios, (4) actualizar la biblioteca de líneas base de software, y (5) archivar la línea base de software reemplazada.

Informes.

Se desarrollan informes estándares que documenten las actividades de gestión de la configuración de software, que incluyen: (1) minutas de reuniones, (2) resumen y estado de las solicitudes de cambios, (3) resumen y estado de los reportes de los problemas, (4) resumen de los cambios hechos a las líneas base de software, (5) historia de revisiones de los elementos de configuración, (6) estado de la línea base de software, y (7) resultados de las auditorías de línea base realizadas.

7.5.4 Bienes del Cliente

La organización debe cuidar los bienes de los clientes mientras estén bajo el control de la organización o estén siendo utilizados por la organización. La organización debe identificar, verificar, proteger y mantener los bienes del cliente suministrados para su utilización o incorporación dentro del producto. Cualquier bien del cliente que se pierda, detenga o que de algún otro modo se estime que es inadecuado para su uso debe ser registrado y comunicado al cliente.

NOTA: Los bienes del cliente pueden incluir la propiedad intelectual.

Sin extensión específica.

7.5.5 Conservación del Producto

La organización debe preservar la conformidad del producto durante el proceso interno y la entrega final al destino previsto. Esto debe incluir la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección. Esto debe aplicarse también, a las partes constitutivas de un producto.

Sin extensión específica.

7.6 Control de los Equipos de Medida y Seguimiento

La organización debe determinar las actividades de medición y seguimiento a realizar y los equipos correspondientes requeridos para asegurar la conformidad del producto con los requisitos especificados (véase 7.2.1).

La organización debe establecer procesos para asegurar que las actividades de medición y seguimiento pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de medición y seguimiento. Cuando sea necesario para asegurar la consecución de resultados válidos, los equipos de medida deben:

- a) Calibrarse verificarse a intervalos específicos o antes de su utilización, contra patrones nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o verificación.
- b) Ajustarse o re-ajustarse según sea necesario.
- c) Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medida.
- d) Protegerse de daños y deterioros durante la manipulación, mantenimiento y almacenamiento.

Además la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las medidas anteriores cuando se detecte que el equipo no es conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y verificación.

Sin extensión específica.

8 Medición, Análisis y Mejora

8.1 Generalidades

La organización debe planear e implantar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios:

- a) Para demostrar la conformidad del producto.
- b) Para asegurar la conformidad del sistema de gestión de la calidad.
- c) Para mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Esto debe incluir la determinación de los métodos aplicables, incluyendo técnicas estadísticas, y la extensión de su utilización.

Sin extensión específica.

8.2 Medición y Seguimiento

8.2.1 Satisfacción del Cliente

Como una de las medidas del desempeño del sistema de gestión de la calidad, la organización debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha satisfecho sus requisitos. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.

Sin extensión específica.

8.2.2 Auditoría Interna

La organización debe llevar a cabo de forma periódica auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad:

- a) Es conforme con los preparativos planeados (véase 7.1), con los requisitos de esta Norma Internacional y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización.
- b) Se ha implantado y se mantiene de manera eficaz.

Se debe planificar el programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Los auditores no deben auditar su propio trabajo.

Deben definirse en un procedimiento documentado las responsabilidades y requisitos para la planificación y realización de auditorías, y para la presentación de resultados y el mantenimiento de los registros (véase 4.2.4).

La dirección con responsabilidad en el área que esté siendo auditada debe asegurar que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar no conformidades detectadas y sus causas.

Las actividades de seguimiento deben incluir la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.

CMM:

N3 EP.AC.1

Evaluar periódicamente el proceso de software y desarrollar planes de acción que aborden los hallazgos de la evaluación.

Las evaluaciones pueden realizarse a través de la observación de todos los procesos de software de la organización, o a través de un muestreo de áreas de proceso y proyectos. Los planes de acción identifican: (1) qué hallazgos de la evaluación serán abordados, (2) guías para implementar los cambios para implementar los hallazgos, y (3) los grupos o individuos responsables por implementar los cambios.

8.2.3 Medición y Seguimiento de los Procesos

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planeados. Cuando no se alcancen los resultados pretendidos, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurar la conformidad del producto.

Sin extensión específica.

8.2.4 Medición y Seguimiento del Producto

La organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del producto. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con los preparativos planeados. Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la autoridad responsable de la puesta en uso del producto. No se debe proceder a la puesta en uso del producto o la entrega del servicio hasta que se hayan completado satisfactoriamente todos los preparativos planeados, a menos que la autoridad competente, o cuando corresponda el cliente, indique lo contrario.

CMM:	
N3 IP.AC.5	Realizar las pruebas de software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
N3 IP.AC.6	Planificar y realizar las pruebas de integración del software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
N3 IP.AC.7	Planificar y realizar las pruebas del sistema y de aceptación del software para demostrar que cumple con los requisitos.

Pruebas de Software.

- Se desarrollan y revisan criterios de pruebas con el cliente y usuarios finales.
- Se usan métodos efectivos para probar software.
- La adecuación de las pruebas se determina sobre la base de: (1) el nivel de pruebas efectuado (pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de sistema, y pruebas de aceptación), (2) la estrategia de prueba seleccionada, que puede ser: funcional (caja negra), estructural (caja blanca) y estadístico, y (3) la cobertura de pruebas a ser ejecutada, incluye: cobertura de instrucciones, cobertura de trayectorias, cobertura de ramificaciones, y perfil de uso.
- Se ejecutan pruebas de regresión, según corresponda, en cada nivel de pruebas debido a que el software que está siendo probado o su medio ambiente cambia.

- El plan, los procedimientos y los casos de prueba se someten a revisiones entre pares antes que ellos estén considerados listos para su uso. Estos elementos se modifican apropiadamente debido a cambios en los requisitos asignados, en los requisitos de software, en el diseño del software o bien en el código bajo prueba.

Pruebas de Integración.

Los planes están basados en el plan de desarrollo de software. Se revisan los casos de prueba de integración por individuos responsables de los requisitos de software, del diseño de software y de las pruebas de sistema y aceptación. Las pruebas de integración se ejecutan contra una versión designada del documento de requisitos de software y el documento de diseño de software.

Pruebas de Sistema.

Las pruebas de sistema se ejecutan para asegurar que el software satisface los requisitos de software y demostrar al cliente que el software cubre los requisitos asignados. Las pruebas del software se ejecutan contra una línea base del software y una línea base de la documentación de los requisitos asignados y los requisitos de software.

Pruebas de la Documentación del Usuario.

Se desarrollan y se pone a disposición versiones preliminares de la documentación para el cliente, usuarios finales y personal de mantenimiento de software, para revisar y tener una retroalimentación. Esta documentación incluye: documentación en línea, de capacitación, manual de usuario, manual de operador, y manual de mantenimiento. Se verifican las versiones finales de la documentación contra la línea base de software para las pruebas de aceptación de software.

Referencias. Cláusulas: 7.2.3, acuerdos con el cliente.

8.3 Control de Producto no Conforme

La organización debe asegurar que el producto que no sea conforme con los requisitos, se identifica y controla para prevenir una utilización o entrega no intencionada. Los controles y las responsabilidades relacionadas con los mismos, así como las autoridades para tratar los productos no conformes deben estar definidas en un procedimiento documentado. La organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras:

- a) Actuando para eliminar la no conformidad detectada.
- b) Autorizando su utilización, envío o aceptación bajo concesión de la autoridad competente, y cuando corresponda, el cliente.
- c) Actuando para retomar su utilización o aplicación original.

Deben mantenerse registros (véase 4.2.4) de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.

Cuando se corrige un producto no conforme, debe someterse a una nueva verificación para demostrar su conformidad con los requisitos.

Cuando se detecta un producto no conforme después de la entrega o cuando se ha comenzado su utilización, la organización debe adoptar las acciones apropiadas respecto de las consecuencias, o efectos potenciales, de la no conformidad.

CMM:	
N3 IP.AC.9	Recolectar y analizar datos sobre los defectos identificados en revisiones de pares y pruebas, de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.

Los tipos de datos a ser recolectados incluyen: (1) descripción del defecto, (2) categoría del defecto, (3) severidad del defecto, (4) unidades que contienen el defecto, (5) unidades afectadas por el defecto, (6) actividades donde se introdujo el defecto, (7) revisión entre pares y/o casos de prueba que identificaron el defecto, (8) descripción del escenario que estaba corriendo cuando se identificó el defecto, (9) resultados esperados y resultados reales que identificaron el defecto.

8.4 Análisis de Datos

La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar la adecuación y la eficacia del sistema de gestión de la calidad y para evaluar dónde pueden realizarse mejoras continuas del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir a los datos generados por las actividades de medición y seguimiento y por cualquier otra fuente relevante. El análisis de estos datos debe proporcionar información sobre:

- a) La satisfacción del cliente.
- b) La conformidad con los requisitos del producto.
- c) Las características y tendencias de los procesos y productos incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas.
- d) Los proveedores

CMM:	
N2 PP.AC.9	Las estimaciones derivadas del tamaño de los productos de software (o de los cambios en ellos) se realizan de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 PP.AC.10	Las estimaciones derivadas de esfuerzo y costo del proyecto se harán de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 PP.AC.11	Las estimaciones derivadas de los recursos computacionales críticos son realizadas de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 PP.AC.12	Obtener la calendarización del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
N2 PP.AC.13	Identificar, evaluar y documentar los riesgos asociados al costo, recursos, programación, y aspectos técnicos del proyecto.
N2 PP.AC.15	Registrar los datos de planificación de software.
N2 SC.AC.5	Hacer el seguimiento del tamaño del producto de software (o el tamaño de los cambios) y tomar acciones correctivas de ser necesario.
N2 SC.AC.6	Hacer el seguimiento del esfuerzo y el costo del proyecto de software y tomar acciones correctivas de ser necesario.
N2 SC.AC.7	Hacer el seguimiento de los recursos críticos de computación y tomar acciones correctivas de ser necesario.
N2 SC.AC.8	Hacer el seguimiento de la calendarización del proyecto de software y tomar acciones correctivas de ser necesario.
N2 SC.AC.10	Hacer el seguimiento de los riesgos asociados con costos, calendarización, y aspectos técnicos del proyecto.
N2 SC.AC.11	Registrar datos de mediciones reales y de replanificación para el proyecto de software.
N3 GI.AC.6	Gestionar el tamaño (o el tamaño de los cambios) de los productos de trabajo del software de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.7	Gestionar los esfuerzos y el costo del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.8	Gestionar los recursos críticos de computación de acuerdo a un procedimiento documentado.
N3 GI.AC.10	Identificar, evaluar, documentar, y gestionar los riesgos de software del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.

Estimaciones del Tamaño de los Productos.

Se realizan estimaciones de tamaño sobre los principales productos de trabajo de software utilizando: puntos de función, puntos de características, líneas de código, número de requisitos, y número de páginas. Los tipos de productos de trabajo y actividades para los cuales se hacen estimaciones incluyen: software operacional y de soporte, productos de trabajo entregables y no entregables, productos de trabajo de software, documentos, y, actividades para desarrollar, verificar y validar los productos de trabajo.

Los productos de trabajo se descomponen hasta la granularidad requerida para cumplir con los objetivos de estimación. Se usan datos históricos cuando se dispone de ellos. Las estimaciones de tamaño se documentan, se revisan, y se aprueban por los grupos y personas involucradas, como: el administrador del proyecto, el administrador del proyecto de software, y los otros administradores de software.

La gestión del tamaño de los productos de software especifica que un grupo, independiente del grupo de ingeniería de software, revisa los procedimientos para estimar el tamaño de los productos de trabajo de software y provee guías para usar datos históricos de la base de datos del proceso de software de la organización, para crear estimaciones lo más aproximadas.

Se aplica un factor de contingencia a la estimación de tamaños para cada elemento de software identificado como un riesgo de software, tomando en cuenta que: (1) la lógica para la contingencia es documentada, y, (2) se evalúan y documentan los riesgos asociados con la reducción o eliminación de la contingencia. También se establece un umbral para el tamaño de cada elemento de software gestionado que cuando se excede, requiere de una acción.

Estimaciones de Esfuerzo y Costo.

Las estimaciones de esfuerzos y costos del proyecto están relacionadas con las estimaciones de tamaño de los productos de trabajo de software. Se utilizan datos de productividad (históricos y/o reales) para las estimaciones cuando estén disponibles: las fuentes de información y la lógica para esos datos se documentan. También se debe considerar que: (1) los datos de productividad y costos son de proyectos de la organización cuando sea posible, y (2) los datos de productividad y costos toman en cuenta el esfuerzo y los costos significativos incluidos en hacer los productos de trabajo de software, esto incluye: gastos de esfuerzo directo, gastos generales, gastos de viajes, y, costo de uso de computadoras.

La gestión del esfuerzo y el costo del proyecto de software debe especificar que los modelos de esfuerzo, costos y perfil de personal de software, si son usados, se adaptan al proyecto y se usan datos históricos disponibles cuando corresponda. Los datos de referencia de productividad y costos se ajustan para incorporar las variables del proyecto.

Estas variables de proyectos pueden ser: (1) las localizaciones geográficas de los grupos del proyecto y las organizaciones (por ejemplo, el subcontratista), (2) el tamaño y complejidad del sistema, (3) el ambiente del servidor para el desarrollo, (4) el objetivo del sistema, (5) la familiaridad y experiencia de los desarrolladores con la aplicación, (6) la disponibilidad de recursos, y otras restricciones especiales.

El esfuerzo y costo total de software se asignan a tareas o actividades gestionadas individualmente. Se crea un umbral para el esfuerzo y el costo para cada tarea o actividad gestionada individualmente que cuando se excede, requiere de una acción.

Estimaciones de Recursos Computacionales Críticos.

La estimación de recursos computacionales críticos está relacionada a las estimaciones de: (1) el tamaño de los productos de trabajo de software, (2) la carga de procesamiento operacional, y (3) tráfico de las comunicaciones, a las que se documentan, revisan y son acordadas.

La gestión de los recursos computacionales debe especificar que las estimaciones para un proyecto se derivan sobre la base de la experiencia histórica, simulaciones, prototipos o análisis, según corresponda. Los recursos computacionales planificados, los requisitos de sistema asignados al software, los requisitos del software, y/o el diseño del software se ajustan para cumplir con los requisitos de recursos computacionales críticos del proyecto.

Se asignan los recursos computacionales disponibles a los componentes de software. Cuando se hacen estimaciones iniciales, la capacidad disponible para los recursos críticos computacionales, proporciona una capacidad de reserva específica. Se establece un umbral para cada recurso crítico computacional que cuando se excede, requiere de una acción.

Riesgos.

Se documenta y usa un plan de gestión de riesgos para identificar y gestionar los riesgos, que incluye: (1) recursos requeridos (personal y herramientas), (2) métodos de la gestión de riesgos (identificación, análisis, priorización, planificación, monitoreo y resolución), (3) lista de riesgos identificados (evaluación, priorización, estado y plan) (4) calendarización de la gestión de riesgos, (5) responsabilidades y autoridades, (6) métodos y frecuencia de la comunicación del estado de los riesgos y actividades, y (7) mediciones.

Se definen posibles alternativas para cada riesgo de software. La liberación del plan de gestión de riesgos es sometida a revisiones entre pares. El plan de gestión de riesgos de software es administrado y controlado.

Referencias. Cláusulas: 7.1 y 7.3.1.

8.5 Mejora

8.5.1 Mejora Continua

La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad por medio de la utilización de la política de la calidad, objetivos de la calidad, resultados de las auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.

CMM:

N3 EP.AC.2

La organización desarrolla y mantiene un plan para las actividades de desarrollo y mejora de su proceso de software.

Este plan tiene como entrada los planes de acción derivados de la evaluación del proceso de software y otras iniciativas de mejora de la organización.

- Define las actividades a ser ejecutadas y la calendarización para tales actividades.
- Especifica los grupos e individuos responsables por esas actividades.
- Identifica los recursos requeridos, incluyendo personal y herramientas.
- Es sometido a revisiones entre pares.
- Es revisado y acordado por la administración y alta dirección de la organización.

8.5.2 Acciones Correctivas

La organización debe tomar acciones para eliminar la causa de no conformidades con objeto de prevenir su repetición. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) Revisar no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes).
- b) Determinar las causas de la no conformidad.
- c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurar que las no conformidades no vuelven a ocurrir.
- d) Determinar e implantar las acciones necesarias.
- e) Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- f) Revisar las acciones correctivas tomadas.

Sin extensión específica.

8.5.3 Acciones Preventivas

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas tomadas deben ser apropiadas para los efectos de los problemas potenciales.

Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los requisitos para:

- a) Determinar no conformidades potenciales y sus causas.
- b) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades.
- c) Determinar e implantar las acciones necesarias.
- d) Registrar los resultados de las acciones tomadas.
- e) Revisar las acciones preventivas tomadas.

Sin extensión específica.

4.3 Comentarios.

Un aspecto favorable que tiene la guía, radica en que para su elaboración se han tomado en cuenta los dos modelos más reconocidos internacionalmente para la mejora de los procesos de software. Está dirigida exclusivamente hacia organizaciones destinadas al desarrollo y mantenimiento de software, que deseen adoptar un sistema de gestión de la calidad con los mejores elementos que los modelos ISO 9000:2000 y CMM sugieren.

La estructura de la guía presentada (cláusula original de ISO, actividades de CMM, extensión basada en CMM y referencias entre cláusulas), permiten contar con la información básica de ambos modelos que facilitarán una rápida comprensión y difusión de esta guía dentro de la organización.

Considerando que la elaboración de esta guía está basada en el resultado de la comparación de los modelos mencionados, a pesar de haber sido revisado por expertos, es necesario establecer mecanismos adecuados para la verificación y validación de dichas comparaciones, que por motivos de tiempo y recursos no son posibles realizarlos de manera más rigurosa y exhaustiva.

Los posibles problemas de adaptación o implantación de la guía en organizaciones de diferente tamaño, serán los mismos que reportan sus modelos originales y que están relacionados con el compromiso de la alta dirección de contar con un programa de mejora de los procesos de software, junto con los recursos necesarios, que pueda variar de acuerdo a las prioridades y objetivos organizacionales.

El estado en el que se encuentra la ingeniería del software, permite asegurar que la vigencia de estos modelos en el contexto internacional se mantendrá en los próximos años. La no adopción de un modelo de calidad en las organizaciones dedicadas al desarrollo y mantenimiento de software constituye un factor para acelerar su desaparición del mercado.

Capítulo V

Conclusiones

El objetivo principal del presente trabajo fue la elaboración de la Guía de Interpretación que deberá ofrecer a las organizaciones asistencia en el establecimiento y mantenimiento de un sistema de gestión de la calidad, que cumpla con los requerimientos de los modelos ISO 9000:2000 y CMM en los Niveles 2 y 3. En el transcurso de su elaboración se han encontrado una serie de premisas que es necesario puntualizarlas en este momento:

- En este trabajo se ha tomado en consideración dos de los modelos más difundidos internacionalmente: (1) el modelo ISO 9000:2000, que está enfocado hacia organizaciones de cualquier tipo y tamaño que deseen la implantación y el funcionamiento de sistemas de calidad efectivos, y (2) el modelo CMM, que está orientado hacia organizaciones o empresas dedicadas exclusivamente al software.
- La conformación de esta guía está orientada, sin importar el tamaño, hacia las organizaciones o empresas de software que desean producir software de alta calidad acompañado de servicios relacionados con soporte, mantenimiento, servicio al cliente, etc.
- Para realizar la comparación, se definieron dos aspectos fundamentales: los elementos a comparar y su grado de consistencia. Para el primer caso, se optó por tomar a las *actividades ejecutadas* del modelo CMM y a las cláusulas de ISO 9000:2000. Para el grado de consistencia, se consideró el rango de posibilidades que puede tomar una actividad de CMM al ser comparada con las cláusulas de ISO 9000:2000.
- Es de singular importancia la validez de los resultados de la comparación de los modelos planteados, por cuanto constituyen la base para la elaboración de la guía de interpretación. A más de las validaciones realizadas, se hace necesario la verificación periódica de esta comparación a medida que surjan nuevas interpretaciones o datos más concretos de su aplicación que afecten los resultados expuestos.

- De acuerdo a los resultados obtenidos de la comparación, ISO 9000:2000 contempla la mayor parte de las actividades de los Niveles 2 y 3 de CMM. Sin embargo, existen tres aspectos esenciales en los que este último modelo es más completo: (1) la estructura organizacional, (2) las estimaciones, y (3) el grado de detalle de cada una de las actividades.
- La integración de los modelos, en la guía de interpretación presentada, pretende mantener el sistema de gestión de la calidad propuesto por ISO 9000:2000 e incorporar los elementos y las facilidades que presenta CMM en los aspectos, que como resultado de la comparación, están mejor estructurados y detallados.

Como un trabajo a futuro queda el poner a disposición esta guía, con la finalidad de buscar la cooperación de la industria nacional del software y de las distintas asociaciones para que de manera conjunta, establecer el grado de dificultad resultante de la aplicación de la guía en las organizaciones o empresas de software. La información que éstas aporten, servirá de base para afinar y mejorar los aspectos detallados que la guía cubre. Estas iniciativas se han dado en otros países con gran éxito para todas las partes involucradas [HOR 99].

Se puede reforzar esta guía si se toma como referencia el aporte de Humphrey [HUM00] en aspectos relacionados con roles y estimaciones para un proyecto de software, sobre todo para empresas que carecen de la especificación de estos elementos de manera precisa.

Finalmente, quiero dejar constancia de que la elaboración de la presente tesis me ha permitido afianzar los conocimientos adquiridos durante el posgrado, aún más, me ha ofrecido la oportunidad única de investigar y profundizar sobre esquemas y paradigmas de la ingeniería del software relevantes para mi presente y futura vida profesional.

A N E X O S

Anexo A: Elementos de ISO-9001:1994 e ISO-9001:2000.

ISO 9001:1994	
1	Objeto y campo de aplicación
2	Normas para consulta
3	Definiciones
4	Responsabilidad de la dirección
4.1	Responsabilidad de la dirección
4.1.1	Política de la calidad
4.1.2	Organización
4.1.2.1	Responsabilidad y autoridad
4.1.2.2	Recursos
4.1.2.3	Representante de la dirección
4.1.3	Revisión por la dirección
4.2	Sistema de la calidad
4.2.1	Generalidades
4.2.2	Procedimientos del sistema de la calidad
4.2.3	Planificación de la calidad
4.3	Revisión del contrato
4.3.1	Generalidades
4.3.2	Revisión
4.3.3	Modificación del contrato
4.3.4	Registros
4.4	Control del diseño
4.4.1	Generalidades
4.4.2	Planeación del diseño y desarrollo
4.4.3	Interfaces técnicas y de la organización
4.4.4	Entradas al diseño
4.4.5	Salidas del diseño
4.4.6	Revisión del diseño
4.4.7	Verificación del diseño
4.4.8	Validación del diseño
4.4.9	Cambios del diseño
4.5	Control de la documentación y los datos
4.5.1	Generalidades
4.5.2	Aprobación y edición de documentación y datos
4.5.3	Cambios en documentación y datos
4.6	Compras
4.6.1	Generalidades
4.6.2	Evaluación de subcontratistas
4.6.3	Datos de compras
4.6.4	Verificación del producto comprado
4.7	Productos suministrados por los clientes
4.8	Identificación y trazabilidad de los productos
4.9	Control de procesos
4.10	Inspección y ensayo
4.10.1	Generalidades
4.10.2	Inspección y ensayos en recepción
4.10.3	Inspección y ensayos en proceso
4.10.4	Inspección y ensayos finales
4.10.5	Registros de inspección y ensayos
4.11	Control de los equipos de inspección, medida y ensayo
4.11.1	Generalidades
4.11.2	Procedimiento de control
4.12	Identificación del estado de inspección
4.13	Control de los productos no conformes
4.13.1	Generalidades
4.13.2	Revisión y tratamiento de productos no conformes
4.14	Acciones correctivas y preventivas
4.14.1	Generalidades
4.14.2	Acciones correctivas
4.14.3	Acciones preventivas

ISO 9001:2000	
1	Objeto y campo de aplicación
1.1	Generalidades
1.2	Aplicación
2	Normas para consulta
3	Términos y definiciones
4	Sistema de gestión de la calidad
4.1	Requisitos generales
4.2	Requisitos de documentación
4.2.1	Generalidades
4.2.2	Manual de la calidad
4.2.3	Control de documentos
4.2.4	Control de registros de la calidad
5	Responsabilidad de la dirección
5.1	Compromiso de la dirección
5.2	Enfoque al cliente
5.3	Política de la calidad
5.4	Planificación
5.4.1	Objetivos de la calidad
5.4.2	Planificación del sistema de gestión de la calidad
5.5	Responsabilidad, autoridad y comunicación
5.5.1	Responsabilidad y autoridad
5.5.2	Representante de la dirección
5.5.3	Comunicación interna
5.6	Revisión por la dirección
5.6.1	Generalidades
5.6.2	Entradas para la revisión
5.6.3	Salidas de la revisión
6	Gestión de los recursos
6.1	Suministro de recursos
6.2	Recursos humanos
6.2.1	Asignación de personal
6.2.2	Competencia, sensibilización y formación
6.3	Infraestructuras
6.4	Ambiente de trabajo
7	Realización del producto
7.1	Planificación de la realización del producto
7.2	Procesos relacionados con los clientes
7.2.1	Determinación de los requisitos relacionados con el producto
7.2.2	Revisión de los requisitos relacionados con el producto
7.2.3	Comunicación con el cliente
7.3	Diseño y desarrollo
7.3.1	Planificación del diseño y desarrollo
7.3.2	Entradas del diseño y desarrollo
7.3.3	Salidas del diseño y desarrollo
7.3.4	Revisión del diseño y desarrollo
7.3.5	Verificación del diseño y desarrollo
7.3.6	Validación del diseño y desarrollo
7.3.7	Control de los cambios del diseño y desarrollo
7.4	Compras
7.4.1	Proceso de compras
7.4.2	Información de las compras
7.4.3	Verificación de los productos comprados
7.5	Operaciones de producción y de servicios
7.5.1	Control de las operaciones de producción y de servicios
7.5.2	Validación de procesos
7.5.3	Identificación y trazabilidad
7.5.4	Bienes del cliente
7.5.5	Conservación del producto
7.6	Control de equipos de medida y seguimiento

ISO 9001:1994	
4.15	Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega
4.15.1	Generalidades
4.15.2	Manipulación
4.15.3	Almacenamiento
4.15.4	Embalaje
4.15.5	Conservación
4.15.6	Entrega
4.16	Control de los registros de la calidad
4.17	Auditorías de la calidad internas
4.18	Formación
4.19	Servicio posventa
4.20	Técnicas estadísticas
4.20.1	Identificación de necesidades
4.20.2	Procedimientos

ISO 9001:2000	
8	Medición, análisis y mejora
8.1	Generalidades
8.2	Medición y seguimiento
8.2.1	Satisfacción del cliente
8.2.2	Auditoría interna
8.2.3	Medición y seguimiento de los procesos
8.2.4	Medición y seguimiento del producto
8.3	Control de producto no conforme
8.4	Análisis de datos
8.5	Mejora
8.5.1	Mejora continua
8.5.2	Acciones correctivas
8.5.3	Acciones preventivas

Anexo B: Correspondencia entre normas ISO 9001:2000 e ISO 9001:1994.

ISO 9001:1994	ISO 9001:2000
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Normas para consulta	2
3 Definiciones	3
4 Responsabilidad de la dirección	
4.1 Responsabilidad de la dirección	
4.1.1 Política de la calidad	5.1 + 5.3 + 5.4.1
4.1.2 Organización	
4.1.2.1 Responsabilidad y autoridad	5.5.1
4.1.2.2 Recursos	5.1 + 6.1 + 6.2.1 + 6.3
4.1.2.3 Representante de la dirección	5.5.2
4.1.3 Revisión por la dirección	5.6.1 + 5.6.2 + 5.6.3 + 8.5.1
4.2 Sistema de la calidad	
4.2.1 Generalidades	4.1 + 4.2.1 + 4.2.2 + 5.1 + 5.4.1
4.2.2 Procedimientos del sistema de la calidad	4.2.1
4.2.3 Planificación de la calidad	5.4.2 + 6.2.1 + 7.1
4.3 Revisión del contrato	
4.3.1 Generalidades	
4.3.2 Revisión	5.2 + 7.2.1 + 7.2.2 + 7.2.3
4.3.3 Modificación del contrato	7.2.2
4.3.4 Registros	7.2.2
4.4 Control del diseño	
4.4.1 Generalidades	
4.4.2 Planeación del diseño y desarrollo	7.3.1
4.4.3 Interfaces técnicas y de la organización	7.3.1
4.4.4 Entradas al diseño	7.2.1 + 7.3.2
4.4.5 Salidas del diseño	7.3.3
4.4.6 Revisión del diseño	7.3.1 + 7.3.4
4.4.7 Verificación del diseño	7.3.1 + 7.3.5
4.4.8 Validación del diseño	7.3.1 + 7.3.6
4.4.9 Cambios del diseño	7.3.7
4.5 Control de la documentación y los datos	
4.5.1 Generalidades	4.2.1 + 4.2.3
4.5.2 Aprobación y edición de documentación y datos	4.2.3
4.5.3 Cambios en documentación y datos	4.2.3
4.6 Compras	
4.6.1 Generalidades	
4.6.2 Evaluación de subcontratistas	7.4.1
4.6.3 Datos de compras	7.4.2
4.6.4 Verificación del producto comprado	7.4.3
4.7 Productos suministrados por los clientes	7.5.4
4.8 Identificación y trazabilidad de los productos	7.5.3
4.9 Control de procesos	6.3 + 6.4 + 7.1 + 7.5.1 + 7.5.2 + 8.2.3
4.10 Inspección y ensayo	
4.10.1 Generalidades	7.1 + 8.1
4.10.2 Inspección y ensayos en recepción	7.4.3 + 8.2.4
4.10.3 Inspección y ensayos en proceso	7.4.3 + 7.5.1 + 8.2.4
4.10.4 Inspección y ensayos finales	7.4.3 + 8.2.4
4.10.5 Registros de inspección y ensayos	7.5.3 + 8.2.4
4.11 Control de los equipos de inspección, medición y ensayo	
4.11.1 Generalidades	7.6
4.11.2 Procedimiento de control	7.6
4.12 Identificación del estado de inspección	7.5.3
4.13 Control de los productos no conformes	
4.13.1 Generalidades	8.3
4.13.2 Revisión y tratamiento de productos no conformes	8.3
4.14 Acciones correctivas y preventivas	
4.14.1 Generalidades	8.5.2 + 8.5.3
4.14.2 Acciones correctivas	8.4 + 8.5.2
4.14.3 Acciones preventivas	8.4 + 8.5.3

ISO 9001:1994		ISO 9001:2000
4.15	Manipulación, almacenamiento, embalaje, conservación y entrega	
4.15.1	Generalidades	
4.15.2	Manipulación	7.5.5
4.15.3	Almacenamiento	7.5.5
4.15.4	Embalaje	7.5.5
4.15.5	Conservación	7.5.5
4.15.6	Entrega	7.5.1 + 7.5.5
4.16	Control de los registros de la calidad	4.2.4
4.17	Auditorías de la calidad internas	8.2.2 + 8.2.3
4.18	Formación	6.2.1 + 6.2.2
4.19	Servicio posventa	7.1 + 7.5.1
4.20	Técnicas estadísticas	
4.20.1	Identificación de necesidades	
4.20.2	Procedimientos	8.1 + 8.2.3 + 8.2.4 + 8.4

Anexo C: Resumen de Apartados de ISO 9001:2000.

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
4	Sistema de Gestión de la Calidad.	
4.1	Requisitos Generales	<p>La organización debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Identificar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a lo largo de la organización. b) Determinar la secuencia e interacción de estos procesos. c) Determinar los métodos y criterios requeridos para asegurar el funcionamiento efectivo y el control de los procesos. d) Asegurar la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar el funcionamiento y el seguimiento de los procesos. e) Medir, realizar el seguimiento y analizar estos procesos. f) Implantar las acciones necesarias para alcanzar los resultados previstos y la mejora continua de estos procesos.
4.2	Requisitos de Documentación	
4.2.1	Generalidades	<p>La documentación del sistema de gestión de la calidad debe incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Declaraciones documentadas de una política de la calidad y objetivos de la calidad. b) Un manual de la calidad. c) Los procedimientos documentados requeridos en esta Norma Internacional. d) Los documentos requeridos por la organización para asegurar el control, funcionamiento y planificación efectivos de sus procesos. e) Los registros de la calidad requeridos por esta Norma Internacional (4.2.4).
4.2.2	Manual de la Calidad	<p>La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión. b) Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o una referencia a los mismos. c) Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad.
4.2.3	Control de Documentos	<p>Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros de la calidad son un tipo especial de documento y deben controlarse de acuerdo con los requisitos dados en el apartado 4.2.4. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Aprobar la idoneidad de los documentos antes de su edición. b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario así como para llevar a cabo de nuevo su aprobación. c) Asegurar que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos. d) Asegurar que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso. e) Asegurar que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables. f) Asegurar que se identifican los documentos de origen externo y que se controla su distribución. g) Evitar el uso no intencionado de documentos obsoletos, y para aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por alguna razón cualquiera.

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
4.2.4	Control de Registros de la Calidad	Deben establecerse y mantenerse registros de calidad para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como del funcionamiento efectivo del sistema de gestión de la calidad. Los registros de calidad deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. Debe establecerse un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, legibilidad, almacenamiento, protección, recuperación, tiempo de retención y eliminación de los registros de calidad.
5	Responsabilidad de la Dirección	
5.1	Compromiso de la Dirección	La alta dirección debe proporcionar evidencia de su compromiso para el desarrollo e implantación del sistema de gestión de la calidad y para la mejora continua de su eficacia por medio de: <ul style="list-style-type: none"> a) Comunicar a la organización la importancia de satisfacer tanto los requisitos del cliente como los legales y reglamentarios. b) Establecer la política de la calidad. c) Asegurar que se establecen los objetivos de la calidad. d) Llevar a cabo las revisiones por la dirección. e) Asegurar la disponibilidad de recursos.
5.2	Enfoque al Cliente	La alta dirección debe asegurar que los requisitos del cliente se determinan y cumplen con el propósito de lograr la satisfacción del cliente (véanse los apartados 7.2.1 y 8.2.1).
5.3	Política de la Calidad	La alta dirección debe asegurar que la política de la calidad: <ul style="list-style-type: none"> a) Es adecuada al propósito de la organización. b) Incluye el compromiso de satisfacer los requisitos y de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad. c) Proporciona un marco de referencia para establecer y revisar los objetivos de la calidad. d) Se comunica y entiende dentro de la organización. e) Se revisa continuamente para conseguir que se mantenga adecuada.
5.4	Planificación	
5.4.1	Objetivos de la Calidad	La alta dirección debe asegurar que los objetivos de la calidad, incluyendo aquellos necesarios para cumplir los requisitos del producto (véase 7.1 a)), se establecen en las funciones y niveles pertinentes dentro de la organización. Los objetivos de la calidad deben ser medibles y coherentes con la política de la calidad.
5.4.2	Planificación del Sistema de Gestión de la Calidad	La alta dirección debe asegurar que: <ul style="list-style-type: none"> a) La planificación del sistema de gestión de la calidad se lleva a cabo con el fin de cumplir los requisitos dados en el apartado 4.1, así como los objetivos de la calidad. b) Se mantiene la integridad del sistema de gestión de la calidad cuando se planean e implementan cambios en el sistema de gestión de la calidad.
5.5	Responsabilidad, Autoridad, y Comunicación	
5.5.1	Responsabilidad y Autoridad	La alta dirección debe asegurar la definición y comunicación de las responsabilidades, autoridades y su interrelación dentro de la organización.

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
5.5.2	Representante de la Dirección	La alta dirección debe designar un miembro de la dirección quien debe tener la responsabilidad y autoridad para: a) Asegurar que se establecen, implantan y mantienen los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad. b) Informar a la alta dirección del funcionamiento del sistema de gestión de la calidad, incluyendo las necesidades para la mejora. c) Promover la toma de conciencia de los requisitos de los clientes en todos los niveles de la organización.
5.5.3	Comunicación Interna	La alta dirección debe asegurar que se establecen los procesos apropiados de comunicación dentro de la organización y que la comunicación tiene lugar considerando la eficacia del sistema de gestión de la calidad.
5.6	Revisión por la Dirección	
5.6.1	Generalidades	La alta dirección debe, a intervalos planificados, revisar el sistema de gestión de la calidad de la organización, para asegurar su continua consistencia, adecuación y eficacia. La revisión debe incluir la evaluación de las oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión de la calidad, incluyendo la política de la calidad y los objetivos de la calidad. Deben mantenerse registros de las revisiones efectuadas por la dirección (véase 4.2.4).
5.6.2	Información para Revisión	Se debe incluir información sobre: a) Resultados de auditorías. b) Retroalimentación de los clientes. c) Funcionamiento de los procesos y conformidad del producto. d) Situación de las acciones correctivas y preventivas. e) Seguimiento de las acciones derivadas de las revisiones anteriores de la dirección. f) Cambios planeados que podrían afectar al sistema de gestión de la calidad. g) Recomendaciones para la mejora.
5.6.3	Resultados de la Revisión	Se debe incluir las decisiones y acciones asociadas a: a) La mejora de la eficacia del sistema de gestión de la calidad y sus procesos. b) La mejora del producto en relación con los requisitos del cliente. c) Las necesidades de recursos.
6	Gestión de los Recursos	
6.1	Suministro de Recursos	La organización debe determinar y proporcionar los recursos necesarios para: a) Implantar y mantener el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente su eficacia. b) Lograr la satisfacción del cliente.
6.2	Recursos Humanos	
6.2.1	Generalidades	El personal que realice trabajos que afecten a la calidad del producto debe ser competente basados en educación, formación, habilidades y experiencia apropiadas.
6.2.2	Competencia, Sensibilización y Formación	La organización debe: a) Determinar las necesidades de competencia para el personal que realiza actividades que afectan a la calidad del producto. b) Proporcionar formación o tomar otras acciones para satisfacer dichas necesidades. c) Evaluar la eficacia de las acciones tomadas.

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
		<p>d) Asegurar que sus empleados son conscientes de la relevancia e importancia de sus actividades y como contribuyen a la consecución de los objetivos de la calidad.</p> <p>e) Mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia (véase 4.2.4).</p>
6.3	Infraestructura	<p>La organización debe determinar, proporcionar y mantener las infraestructuras necesarias para lograr la conformidad con los requisitos del producto, que incluye:</p> <p>a) Edificios, espacio de trabajo e infraestructuras asociadas.</p> <p>b) Equipos para los procesos, tanto hardware como software.</p> <p>c) Servicios de apoyo tales como transporte y comunicación.</p>
6.4	Ambiente de Trabajo	La organización debe identificar y gestionar las condiciones del ambiente de trabajo necesarios para lograr la conformidad con los requisitos del producto.
7	Realización del Producto	
7.1	Planificación de la Realización del Producto	<p>La organización debe determinar, cuando sea apropiado, lo siguiente:</p> <p>a) Los objetivos de la calidad y los requisitos para el producto:</p> <p>b) La necesidad de establecer procesos y documentación, y proporcionar recursos específicos para el producto.</p> <p>c) Actividades requeridas de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayos específicos para el producto así como los criterios para la aceptación del mismo.</p> <p>d) Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos (véase 4.2.4).</p>
7.2	Procesos Relacionados con los Clientes	
7.2.1	Determinación de los Requisitos Relacionados con el Producto	<p>La organización debe determinar:</p> <p>a) Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y posventa.</p> <p>b) Los requisitos no especificados por el cliente pero necesarios para la utilización prevista o especificada.</p> <p>c) Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto.</p> <p>d) Cualquier requisito adicional determinado por la organización.</p>
7.2.2	Revisión de los Requisitos Relacionados con el Producto	<p>Esta revisión debe efectuarse antes de que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente y debe asegurar que:</p> <p>a) Los requisitos del producto están definidos.</p> <p>b) Las diferencias existentes entre los requisitos del pedido o contrato y los expresados previamente sean resueltas.</p> <p>c) La organización tiene la capacidad para cumplir con los requisitos definidos. Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión y de las acciones originadas por la misma (véase 4.2.4).</p>
7.2.3	Comunicación con el Cliente	<p>La organización debe identificar e implantar disposiciones eficaces para la comunicación con los clientes, relativas a:</p> <p>a) La información sobre el producto.</p> <p>b) El tratamiento de preguntas, contratos y pedidos, incluyendo las modificaciones.</p> <p>c) La retroalimentación del cliente, incluyendo sus quejas.</p>

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
7.3	Diseño y Desarrollo	
7.3.1	Planificación del Diseño y Desarrollo	<p>Durante la planificación del diseño y desarrollo la organización debe determinar:</p> <p>a) Las etapas de diseño y desarrollo.</p> <p>b) La revisión, verificación y validación, apropiadas para cada etapa del diseño y desarrollo.</p> <p>c) Las responsabilidades y autoridades para el diseño y el desarrollo.</p> <p>La organización debe gestionar las interfaces entre los diferentes grupos implicados en el diseño y desarrollo para asegurar una comunicación eficaz y una clara designación de responsabilidades. Los resultados de la planificación deben actualizarse, cuando sea apropiado, a medida que progresa el diseño y desarrollo.</p>
7.3.2	Entradas del Diseño y Desarrollo	<p>Deben determinarse los elementos de entrada relacionados con los requisitos del producto y mantenerse registros (véase 4.2.4). Estos deben incluir:</p> <p>a) Los requisitos funcionales y de desempeño.</p> <p>b) Los requisitos legales y reglamentarios aplicables;</p> <p>c) La información aplicable proveniente de diseños previos similares, cuando sea aplicable.</p> <p>d) Cualquier otro requisito esencial para el diseño y desarrollo.</p> <p>Estos elementos deben revisarse para verificar su adecuación. Los requisitos deben ser completos, no ambiguos y no deben estar en conflicto entre sí.</p>
7.3.3	Salidas del Diseño y Desarrollo	<p>Las salidas del diseño y desarrollo deben:</p> <p>a) Satisfacer los elementos de entrada del diseño y desarrollo.</p> <p>b) Proporcionar la información apropiada para las operaciones de compras, producción y de servicio.</p> <p>c) Contener o referenciar los criterios de aceptación para el producto.</p> <p>d) Especificar las características del producto que son esenciales para su utilización segura y apropiada.</p>
7.3.4	Revisión del Diseño y Desarrollo	<p>En las etapas adecuadas, deben realizarse revisiones sistemáticas del diseño y desarrollo para:</p> <p>a) Evaluar la capacidad de los resultados de diseño y desarrollo para cumplir los requisitos.</p> <p>b) Identificar problemas y proponer las acciones necesarias.</p> <p>Los participantes en dichas revisiones deben incluir representantes de las funciones comprometidas con la(s) fase(s) de diseño y desarrollo que se está(n) revisando. Deben mantenerse registros de los resultados de las revisiones y las subsiguientes acciones necesarias (véase 4.2.4).</p>
7.3.5	Verificación del Diseño y Desarrollo	<p>Se debe realizar la verificación para asegurar que los resultados del diseño y desarrollo satisfacen los elementos de entrada del diseño y desarrollo. Deben mantenerse registros de los resultados de la verificación y las subsiguientes acciones necesarias (véase 4.2.4).</p>
7.3.6	Validación del Diseño y Desarrollo	<p>Se debe realizar la validación de acuerdo con los preparativos planeados (véase 7.3.1) para confirmar que el producto resultante es capaz de satisfacer los requisitos para su uso especificado o previsto o para su aplicación. Siempre que sea posible, la validación debe completarse antes de la entrega o implantación del producto. Deben mantenerse registros de los resultados de la validación y las subsiguientes acciones necesarias (véase 4.2.4).</p>
7.3.7	Control de los Cambios del Diseño y Desarrollo	<p>Los cambios de diseño y desarrollo deben identificarse y deben mantenerse registros. Los cambios deben revisarse, verificarse y validarse, cuando sea apropiado, y aprobarse antes de su implantación. La revisión de los cambios del diseño y desarrollo debe incluir la evaluación del efecto de los cambios en las partes constitutivas y en el producto entregado. Deben mantenerse registros de los resultados de la revisión de los cambios y las subsiguientes acciones necesarias (véase 4.2.4).</p>

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
7.4	Compras	
7.4.1	Proceso de Compras	<p>La organización debe asegurar que el producto adquirido cumple los requisitos de compra especificados. El tipo y alcance del control aplicado al proveedor y al producto adquirido debe depender del efecto del producto adquirido en la posterior realización del producto o en el producto final.</p> <p>La organización debe evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización. Deben establecerse los criterios para la selección y evaluación periódica. Deben mantenerse registros de los resultados de la evaluación y las subsiguientes acciones necesarias que se deriven de la misma (véase 4.2.4).</p>
7.4.2	Información de las Compras	<p>La información de compra debe describir el producto a comprar, incluyendo, cuando sea apropiado:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Requisitos para la aprobación del producto, procedimientos, procesos y equipos. b) Requisitos para la cualificación del personal. c) Requisitos del sistema de gestión de la calidad. <p>La organización debe asegurar la adecuación de los requisitos de compra especificados con anterioridad a su comunicación al proveedor.</p>
7.4.3	Verificación de los Productos Comprados	<p>La organización debe establecer e implantar la inspección u otras actividades necesarias para asegurar que el producto comprado cumple los requisitos de compra especificados.</p> <p>Cuando la organización o su cliente proponga llevar a cabo actividades de verificación en las instalaciones del proveedor, la organización debe especificar en la información de compra las disposiciones requeridas para la verificación y el método para la puesta en circulación del producto.</p>
7.5	Operaciones de Producción y de Servicios	
7.5.1	Control de las Operaciones de Producción y Servicio	<p>La organización debe planear y llevar a cabo las operaciones de producción y de servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, según sea de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) La disponibilidad de información que describa las características del producto. b) La disponibilidad de instrucciones de trabajo. c) La utilización del equipo apropiado. d) La disponibilidad y utilización de equipos de medición y seguimiento. e) La implantación de actividades de seguimiento y medición. f) La implantación de actividades de liberación, entrega y posventa.
7.5.2	Validación de Procesos	<p>La organización debe validar todo proceso de las operaciones de producción y de servicio en aquellos puntos en los que la salida resultante no pueda verificarse mediante actividades de seguimiento o medición. Esto incluye a cualquier proceso en el que las deficiencias se hagan aparentes únicamente después de que el producto esté siendo utilizado o se haya prestado el servicio.</p> <p>La validación debe demostrar la capacidad de estos procesos para alcanzar los resultados planeados. La organización debe establecer los preparativos necesarios para estos procesos, incluyendo, según sea de aplicación:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos. b) Aprobación de equipos y calificación del personal. c) Utilización de métodos y procedimientos específicos. d) Requisitos aplicables a los registros (véase 4.2.4). e) Revalidación.
7.5.3	Identificación y Trazabilidad	<p>Cuando sea apropiado, la organización debe identificar el producto por medios apropiados, a través de la realización del producto. La organización debe identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de medición y seguimiento. Cuando la trazabilidad sea un requisito, la organización debe controlar y registrar la identificación única del producto (véase 4.2.4).</p>

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
7.5.4	Bienes del Cliente	La organización debe cuidar los bienes de los clientes mientras estén bajo el control de la organización o estén siendo utilizados por la organización. La organización debe identificar, verificar, proteger y mantener los bienes del cliente. Cualquier bien del cliente que se pierda, deteriore o que de algún otro modo se estime que es inadecuado para su uso debe ser registrado (véase 4.2.4).
7.5.5	Conservación del Producto	La organización debe preservar la conformidad del producto durante el proceso interno y la entrega final al destino previsto. Debe incluir la identificación, manipulación, embalaje, almacenamiento y protección. También debe aplicarse a las partes constitutivas de un producto.
7.6	Control de los Equipos de Medida y Seguimiento	<p>Cuando sea necesario para asegurar la consecución de resultados válidos, los equipos de medida deben:</p> <p>a) Calibrarse verificarse a intervalos específicos o antes de su utilización, contra patrones nacionales o internacionales; cuando no existan tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o verificación.</p> <p>b) Ajustarse o reajustarse según sea necesario.</p> <p>c) Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medida.</p> <p>d) Protegerse de daños y deterioros durante la manipulación, mantenimiento y almacenamiento.</p> <p>Además la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las medidas anteriores cuando se detecte que el equipo no es conforme con los requisitos. Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y verificación. Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando éstos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario.</p>
8	Medición, Análisis y Mejora	
8.1	Generalidades	<p>La organización debe planear e implantar los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora necesarios:</p> <p>a) Para demostrar la conformidad del producto.</p> <p>b) Para asegurar la conformidad del sistema de gestión de la calidad.</p> <p>c) Para mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad. Esto debe incluir la determinación de los métodos aplicables, incluyendo técnicas estadísticas, y la extensión de su utilización.</p>
8.2	Medición y Seguimiento	
8.2.1	Satisfacción del Cliente	La organización debe realizar el seguimiento de la información relativa a la percepción del cliente del grado en que la organización ha satisfecho sus requisitos. Deben determinarse los métodos para obtener y utilizar dicha información.
8.2.2	Auditoria Interna	<p>La organización debe llevar a cabo de forma periódica auditorías internas para determinar si el sistema de gestión de la calidad:</p> <p>a) Está conforme con los preparativos planeados (véase 7.1), con los requisitos de esta Norma Internacional y con los requisitos del sistema de gestión de la calidad establecidos por la organización.</p> <p>b) Se ha implantado y se mantiene de manera eficaz.</p> <p>Se debe planificar el programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de auditorías previas. Se deben definir los criterios de auditoría, el alcance de la misma, su frecuencia y metodología. La selección de los auditores y la realización de las auditorías deben asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Los auditores no deben auditar su propio trabajo.</p>

Numeral	Nombre	Resumen de Apartado
		Deben definirse en un procedimiento documentado las responsabilidades y requisitos para la planificación y realización de auditorías, y para la presentación de resultados y el mantenimiento de los registros (véase 4.2.4).
8.2.3	Medición y Seguimiento de los Procesos	La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planeados. Cuando no se alcancen los resultados pretendidos, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas.
8.2.4	Medición y Seguimiento del Producto	La organización debe medir y hacer un seguimiento de las características del producto para verificar que se cumplen los requisitos del producto. Esto debe realizarse en las etapas apropiadas del proceso de realización del producto de acuerdo con los preparativos planeados (véase 7.1). Debe mantenerse evidencia de la conformidad con los criterios de aceptación. Los registros deben indicar la autoridad responsable de la puesta en uso del producto (véase 4.2.4). No se debe proceder a la puesta en uso del producto o la entrega del servicio hasta que se hayan completado satisfactoriamente todos los preparativos planeados (véase 7.1), a menos que se indique lo contrario.
8.3	Control de Producto No Conforme	La organización debe tratar los productos no conformes mediante una o más de las siguientes maneras: a) Actuando para eliminar la no conformidad detectada. b) Autorizando su utilización, envío o aceptación bajo concesión de la autoridad competente, y cuando corresponda, el cliente. c) Actuando para retomar su utilización o aplicación original. Deben mantenerse registros (véase 4.2.4) de la naturaleza de las no conformidades y de cualquier acción tomada posteriormente, incluyendo las concesiones que se hayan obtenido.
8.4	Análisis de Datos	El análisis de estos datos debe proporcionar información sobre: a) La satisfacción del cliente (véase 8.2.1). b) La conformidad con los requisitos del producto (véase 7.2.1). c) Las características y tendencias de los procesos y productos incluyendo las oportunidades para llevar a cabo acciones preventivas. d) Los proveedores.
8.5	Mejora	
8.5.1	Mejora Continua	La organización debe mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad por medio de la utilización de la política de la calidad, objetivos de la calidad, resultados de las auditorías, análisis de datos, acciones correctivas y preventivas y la revisión por la dirección.
8.5.2	Acciones Correctivas	Debe establecerse un procedimiento documentado para definir requisitos para: a) Revisar no conformidades (incluyendo las quejas de los clientes). b) Determinar las causas de la no conformidad. c) Evaluar la necesidad de adoptar acciones para asegurar que las no conformidades no vuelven a ocurrir. d) Determinar e implantar las acciones necesarias. e) Registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4). f) Revisar las acciones correctivas tomadas.
8.5.3	Acciones Preventivas	Debe establecerse un procedimiento documentado para definir requisitos para: a) Determinar no conformidades potenciales y sus causas. b) Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidad. c) Determinar e implantar las acciones necesarias. d) Registrar los resultados de las acciones tomadas (véase 4.2.4). e) Revisar las acciones preventivas tomadas.

Anexo D: Términos y Definiciones para ISO 9001:2000.

Términos relativos a la Calidad

calidad

Grado en que un conjunto de *características* inherentes cumplen con unos *requisitos*.

Observación. El término "calidad" puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente. El término "inherente" significa que existe en algo, especialmente como una característica permanente.

requisito

Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria

Observación. "Generalmente implícita" significa que es habitual o una práctica común para la organización, sus clientes y otras partes interesadas. Que la expectativa bajo consideración esté implícita. Pueden utilizarse complementos para identificar un tipo específico de requisito, por ejemplo, requisito de un *producto*, requisito de la *gestión de la calidad*, requisito del *cliente*.

grado

Categoría o rango dado a diferentes requisitos de la calidad para *productos*, *procesos* o *sistemas* que tienen la misma utilización funcional.

Observación. Cuando se planifica un requisito de la calidad, generalmente se especifica el grado.

satisfacción del cliente

Percepción del *cliente* sobre el grado en que se han cumplido los *requisitos* del cliente.

Observación. Las quejas de los clientes son un indicador común de una baja satisfacción del cliente, pero la ausencia de las mismas no implica necesariamente una elevada satisfacción del cliente. Incluso cuando los requisitos del cliente se han acordado con el mismo y éstos han sido cumplidos, esto no asegura necesariamente la consecución de una elevada satisfacción del cliente.

capacidad

Facultad de una *organización*, *sistema* o *proceso* para obtener un *producto* que cumplirá los *requisitos* para ese producto

Términos relativos a la Gestión.

sistema

Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que actúan entre sí.

sistema de gestión

Sistema para establecer la política y los objetivos y para la consecución de dichos objetivos.

Observación. Un sistema de gestión de una *organización* podría incluir diferentes sistemas de gestión, tales como un *sistema de gestión de la calidad*, un sistema de gestión financiera y un sistema de gestión medioambiental.

sistema de gestión de la calidad

Sistema de gestión para dirigir y controlar una *organización* con respecto a la *calidad*.

política de la calidad

Intenciones y dirección global de una *organización* relativas a la *calidad* tal como se expresan formalmente por la *alta dirección*.

Observación. Generalmente la política de la calidad es coherente con la política global de la organización y proporciona un marco de referencia para el establecimiento de los *objetivos de la calidad*. Los principios de gestión de la calidad presentados en esta Norma Internacional pueden constituir la base para el establecimiento de la política de la calidad.

objetivo de la calidad

Algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la *calidad*.

Observación. Los objetivos de la calidad generalmente se basan en la *política de la calidad* de la organización. Los objetivos de la calidad generalmente se especifican para los niveles y funciones relevantes de la organización.

gestión

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una *organización*.

Observación. El término inglés "management" referido a personas se interpreta como "dirección", es decir, persona o grupo de personas con autoridad y responsabilidad para conducir y controlar una organización. Cuando este término se utilice con este sentido debería utilizarse con algún tipo de calificativo, para evitar la confusión con el término tal y como se ha definido anteriormente. Por ejemplo, no es recomendable hablar de "la dirección deberá ..." , mientras que se considera aceptable "la *alta dirección* deberá ..."

alta dirección

Persona o grupo de personas que dirigen y controlan una *organización* al más alto nivel.

gestión de la calidad

Actividades coordinadas para dirigir y controlar una *organización* en lo relativo a la *calidad*.

Observación. La dirección y control, en lo relativo a la calidad, habitualmente incluye el establecimiento de la *política de la calidad* y los *objetivos de la calidad*, la *planificación de la calidad*, el *control de la calidad*, la *garantía de la calidad* y la *mejora de la calidad*.

planificación de la calidad

Parte de la *gestión de la calidad* enfocada al establecimiento de los *objetivos de la calidad* y a la especificación de los *procesos* operativos necesarios y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad

Observación. El establecimiento de *planes de la calidad* puede ser parte de la planificación de la calidad.

control de la calidad

Parte de la *gestión de la calidad* orientada a la satisfacción de los *requisitos* de la calidad

garantía de la calidad

Parte de la *gestión de la calidad* orientada a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de la calidad

mejora de la calidad

Parte de la *gestión de la calidad* orientada a aumentar la capacidad de cumplir con los requisitos.

Observación. Los requisitos pueden estar relacionados con cualquier aspecto tal como la eficacia, la eficiencia o la trazabilidad.

mejora continua

Acción recurrente que aumenta la capacidad para cumplir los requisitos.

Observación. El proceso mediante el cual se establecen objetivos y se localizan oportunidades para la mejora es un proceso continuo a través de la utilización de los resultados de las auditorías el análisis de los datos, las revisiones por la dirección u otros medios, y generalmente conduce a acciones correctivas y preventivas.

eficacia

Extensión en la cual las actividades planificadas se llevan a cabo y se alcanzan los resultados planificados.

eficiencia

Relación entre los resultados alcanzados y los recursos utilizados.

Anexo E: Detalle por Area Clave de Proceso del Nivel 2 de CMM.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
NIVEL 2	REPETIBLE	Se establecen procesos básicos de administración de proyectos en el seguimiento de los costos, calendarizaciones, tiempos y funcionalidad. Existe la disciplina necesaria en el proceso para repetir los éxitos de proyectos anteriores.
GR	Gestión de Requisitos	El propósito de la gestión de requisitos es establecer un entendimiento común entre el cliente y el proyecto de software, acerca de los requisitos del cliente que serán abordados por el proyecto de software.
GR.MT.1		Controlar los requisitos del sistema asignados al software para establecer una línea base para el uso de la gestión e ingeniería del software.
GR.MT.2		Mantener los planes, productos, y productos de software consistentes con los requisitos del sistema asignados al software.
GR.CO.1		Seguir una política organizacional escrita para la gestión de los requisitos del sistema asignados al software del proyecto.
GR.HA.1		Establecer la responsabilidad de analizar los requisitos del sistema y asociarlos al hardware, software, y otros componentes del sistema para cada proyecto.
GR.HA.2		Documentar los requisitos asignados.
GR.HA.3		Proporcionar los recursos y el financiamiento necesarios para la gestión de los requisitos asignados.
GR.HA.4		Entrenar a los miembros del grupo de ingeniería del software y de otros grupos relacionados para realizar sus actividades de gestión de requisitos.
GR.AC.1		El grupo de ingeniería de software debe revisar los requisitos antes de que sean incorporados al proyecto.
GR.AC.2		El grupo de ingeniería de software debe usar los requisitos asignados como la base para establecer los planes, productos, y actividades.
GR.AC.3		Revisar e incorporar los cambios a los requisitos asignados al proyecto de software.
GR.ME.1		Realizar mediciones y usartas para determinar el estado de las actividades de la gestión de requisitos.
GR.VE.1		Revisar las actividades para administrar los requisitos asignados periódicamente con la dirección.
GR.VE.2		Revisar las actividades para administrar los requisitos asignados con el jefe del proyecto periódicamente y como respuesta a eventos.
GR.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades de gestión de requisitos e informar de los resultados.
PP	Planificación del Proyecto de Software	El propósito de la planificación del proyecto de software es el establecimiento de planes razonables para realizar las tareas de ingeniería de software y gestión del proyecto.
PP.MT.1		Documentar las estimaciones de software para ser usadas en la planificación y seguimiento del proyecto de software.
PP.MT.2		Planificar y documentar las actividades y los compromisos del proyecto de software.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
PP.MT.3		Los grupos y personas involucradas con el proyecto de software aprueban sus compromisos.
PP.CO.1		Designar un administrador del proyecto de software para ser responsable por la negociación de compromisos y ejecutar el plan de desarrollo del proyecto.
PP.CO.2		Seguir una política organizacional escrita de planificación del proyecto de software.
PP.HA.1		Documentar y aprobar el documento de trabajo para el proyecto de software.
PP.HA.2		Asignar responsabilidades para desarrollar el plan del proyecto.
PP.HA.3		Proveer de los recursos y fondos adecuados para la planeación del proyecto de software.
PP.HA.4		Entrenar a los administradores, ingenieros de software, y otras personas involucradas en la planificación del proyecto de software en los procedimientos de estimación y planificación aplicables a su área de responsabilidad.
PP.AC.1		El grupo de ingeniería de software participa en el equipo que realiza la propuesta del proyecto.
PP.AC.2		La planificación del proyecto de software es iniciado en las primeras etapas, y en paralelo, con la planificación global del proyecto.
PP.AC.3		El grupo de ingeniería de software, junto con otros grupos involucrados, participa en la planificación global, a lo largo de la vida del proyecto.
PP.AC.4		Revisar con la dirección los compromisos del proyecto de software adquiridos con personas o grupos externos a la organización, de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.5		Identificar o definir el ciclo de vida de software con etapas predefinidas de un tamaño manejable.
PP.AC.6		Elaborar el plan de desarrollo del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.7		Documentar el plan del proyecto de software.
PP.AC.8		Identificar los productos de software sobre los cuales es necesario establecer y mantener un control dentro del proyecto de software.
PP.AC.9		Las estimaciones derivadas del tamaño de los productos de software (o de los cambios en ellos) se realizan de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.10		Las estimaciones derivadas de esfuerzo y costo del proyecto se harán de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.11		Las estimaciones derivadas de los recursos computacionales críticos son realizadas de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.12		Obtener la calendarización del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
PP.AC.13		Identificar, evaluar y documentar los riesgos asociados al costo, recursos, programación, y aspectos técnicos del proyecto.
PP.AC.14		Preparar planes para las facilidades de ingeniería de software y herramientas de soporte del proyecto.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
PP.AC.15		Registrar los datos de planificación de software.
PP.ME.1		Hacer mediciones de las actividades de planificación de software para determinar su estado.
PP.VE.1		Revisar con la dirección las actividades contenidas en la planificación del proyecto de software periódicamente.
PP.VE.2		Revisar con el administrador del proyecto las actividades contenidas en la planificación del proyecto de software, tanto periódicamente como en respuesta a eventos.
PP.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de la planificación de proyectos de software e informar de los resultados.
SC	Seguimiento y Control del Proyecto de Software	El propósito del seguimiento y control del proyecto de software es proporcionar una adecuada visión del avance real del proyecto, de forma que los administradores puedan tomar acciones efectivas cuando el rendimiento del proyecto de software se desvía significativamente del plan de software.
SC.MT.1		Seguir y comparar el rendimiento y los resultados obtenidos con el plan del proyecto de software.
SC.MT.2		Tomar y gestionar acciones correctivas cuando el resultado y el desempeño actual se desvían significativamente del plan de software.
SC.MT.3		Los cambios en los compromisos adquiridos son acordados entre los grupos y personas afectadas.
SC.CO.1		Designar un administrador del proyecto de software como responsable por las actividades y resultados del proyecto.
SC.CO.2		Seguir una política organizacional escrita para la gestión de proyectos de software.
SC.HA.1		Documentar y aprobar un plan de desarrollo de software para el proyecto.
SC.HA.2		El administrador del proyecto de software asigna responsabilidades sobre actividades y productos a desarrollar en forma explícita.
SC.HA.3		Proveer de los recursos y fondos adecuados para el seguimiento del proyecto de software.
SC.HA.4		Entrenar a los administradores de software de los proyectos en la gestión de aspectos técnicos y de personal.
SC.HA.5		Orientar a los administradores de primera línea en aspectos técnicos del proyecto de software.
SC.AC.1		Seguir las actividades de software a través del plan de desarrollo documentado e informar el estado de ellas.
SC.AC.2		Revisar el plan de desarrollo de software del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
SC.AC.3		Revisar con la dirección los nuevos compromisos o los cambios a éstos, hechos a grupos o personas externas a la organización, de acuerdo a un procedimiento documentado.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
SC.AC.4		Comunicar a los miembros del grupo de ingeniería de software y otros grupos interesados de los cambios aprobados a compromisos que afectan al proyecto de software.
SC.AC.5		Hacer el seguimiento del tamaño del producto de software (o el tamaño de los cambios) y tomar acciones correctivas de ser necesario.
SC.AC.6		Hacer el seguimiento del esfuerzo y el costo del proyecto de software y tomar acciones correctivas de ser necesario.
SC.AC.7		Hacer el seguimiento de los recursos críticos de computación y tomar acciones correctivas de ser necesario.
SC.AC.8		Hacer el seguimiento de la calendarización del proyecto de software y tomar acciones correctivas de ser necesario.
SC.AC.9		Hacer el seguimiento de las actividades técnicas de ingeniería de software del proyecto y tomara acciones correctivas de ser necesario.
SC.AC.10		Hacer el seguimiento de los riesgos asociados con costos, calendarización, y aspectos técnicos del proyecto.
SC.AC.11		Registrar datos de mediciones reales y de replanificación para el proyecto de software.
SC.AC.12		El grupo de ingeniería de software conduce revisiones periódicas internas para seguir el avance técnico, planes, y desempeño contra el plan de desarrollo de software.
SC.AC.13		Conducir revisiones formales para abordar logros y resultados del proyecto de software en algunos puntos preestablecidos de acuerdo a un procedimiento documentado.
SC.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de la supervisión y control del proyecto.
SC.VE.1		Revisar las actividades de seguimiento y control del proyecto de software con la dirección en forma periódica.
SC.VE.2		Revisar las actividades de seguimiento y control del proyecto de software con el administrador del proyecto en forma periódica y ante eventos que lo requieran.
SC.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de supervisión y control de proyectos de software e informar de los resultados.
GS	Gestión de Subcontratación del Software	El propósito de la gestión de subcontratación del software es el de seleccionar subcontratistas de software calificados y gestionarlos de manera efectiva.
GS.MT.1		El contratante seleccionará subcontratistas de software calificados.
GS.MT.2		El contratante y el subcontratista de software acuerdan compromisos.
GS.MT.3		El contratante y el subcontratista de software mantendrán una comunicación continua.
GS.MT.4		El contratante hará un seguimiento al subcontratista de software, de los resultados reales y del desempeño con relación a sus compromisos.
GS.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita para la gestión de subcontratos de software.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
GS.CO.2		Designar a un administrador de subcontratos que sea responsable del establecimiento y administración de subcontratos de software.
GS.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para la selección del subcontratista y gestionar el subcontrato.
GS.HA.2		Entrenar a los administradores de software y a otros individuos involucrados en la administración de subcontratos en tareas realizadas con sus actividades.
GS.HA.3		Orientar a los administradores de software y a otros individuos involucrados en la administración de subcontratos en aspectos técnicos del subcontrato.
GS.AC.1		Definir y planificar el trabajo a ser subcontratado basándose en un procedimiento documentado.
GS.AC.2		Seleccionar al subcontratista en base a una evaluación de su capacidad para realizar el trabajo, de acuerdo a un procedimiento documentado.
GS.AC.3		Usar el acuerdo contractual entre el contratante y los subcontratistas como base para gestionar el subcontrato.
GS.AC.4		El contratante deberá revisar y aprobar el plan de desarrollo del software documentado del subcontratista.
GS.AC.5		Hacer el seguimiento de las actividades de software usando el plan de desarrollo de software documentado y aprobado del subcontratista.
GS.AC.6		Resolver los cambios a la orden de trabajo, a los términos y condiciones del subcontrato, y otros acuerdos a través de un procedimiento documentado.
GS.AC.7		La dirección del contratante conduce revisiones de estado/coordiación con la dirección del subcontratante.
GS.AC.8		Mantener periódicamente intercambios y revisiones técnicas con el subcontratista de software.
GS.AC.9		Conducir revisiones formales para abordar los resultados y logros de la ingeniería de software del subcontratista, en puntos preestablecidos y bajo un procedimiento documentado.
GS.AC.10		El grupo de aseguramiento de la calidad del software del contratante monitorea las actividades de aseguramiento de la calidad del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.
GS.AC.11		El grupo de gestión de la configuración del contratante monitorea las actividades de gestión de la configuración del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.
GS.AC.12		El contratante conducirá las pruebas de aceptación como parte de la entrega de los productos de software del subcontratista de acuerdo a un procedimiento documentado.
GS.AC.13		Evaluar periódicamente el desempeño del subcontratista de software y revisar dicha evaluación con el subcontratista.
GS.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de la gestión del subcontrato de software.
GS.VE.1		Revisar las actividades para la gestión del subcontrato de software con la administración superior en forma periódica.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
GS.VE.2		Revisar las actividades para la gestión del subcontrato de software con el administrador del proyecto en forma periódica y ante eventos que lo requieran.
GS.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y los productos de trabajo para gestionar los subcontratos de software.
CS	Aseguramiento de Calidad del Software	El propósito de aseguramiento de la calidad del software es dar a la administración una visibilidad adecuada del proceso que se está usando y los productos que se están construyendo.
CS.MT.1		Planificar las actividades de aseguramiento de la calidad de software.
CS.MT.2		Verificar objetivamente si los productos y actividades satisfacen los requisitos y estándares aplicables.
CS.MT.3		Informar sobre las actividades de aseguramiento de la calidad y de los resultados obtenidos a los grupos y personas afectadas.
CS.MT.4		La dirección abordará los problemas de no conformidad que no puedan ser resueltos dentro del proyecto.
CS.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita para implementar aseguramiento de la calidad de software.
CS.HA.1		Establecer un grupo que sea responsable de coordinar e implementar las actividades de aseguramiento de la calidad del software.
CS.HA.2		Proveer de los recursos y fondos adecuados para la realización de las actividades de aseguramiento de la calidad de software.
CS.HA.3		Entrenar a los miembros del grupo de aseguramiento de la calidad del software en tareas asociadas a esta actividad.
CS.HA.4		Orientar a los miembros del proyecto sobre los roles, responsabilidades, autoridad, y el valor del grupo de aseguramiento de la calidad del software.
CS.AC.1		Preparar un plan de aseguramiento de la calidad del software para el proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
CS.AC.2		Realizar las actividades del grupo de aseguramiento de la calidad del software de acuerdo con el plan establecido.
CS.AC.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software participará en la preparación y revisión del plan de desarrollo de software, estándares y procedimientos del proyecto.
CS.AC.4		El grupo de aseguramiento de la calidad del software revisará las actividades de ingeniería de software para verificar conformidad.
CS.AC.5		El grupo de aseguramiento de la calidad del software revisará productos de trabajo de software para verificar conformidad.
CS.AC.6		El grupo de aseguramiento de la calidad del software informará periódicamente el resultado de sus actividades al grupo de ingeniería de software.
CS.AC.7		Documentar y manejar las desviaciones identificadas en las actividades y productos de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
CS.AC.8		El grupo de aseguramiento de la calidad del software conducirá revisiones periódicas de sus actividades y hallazgos con el personal del grupo de aseguramiento de la calidad del cliente.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
CS.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de aseguramiento de la calidad del software.
CS.VE.1		Revisar las actividades para el aseguramiento de la calidad del software con la administración superior en forma periódica.
CS.VE.2		Revisar las actividades para el aseguramiento de la calidad del software con el administrador del proyecto en forma periódica y ante eventos que lo requieran.
CS.VE.3		Expertos independientes revisarán periódicamente las actividades del grupo de aseguramiento de la calidad del software.
GC	Gestión de la Configuración del Software	El propósito de la gestión de la configuración del software es establecer y mantener la integridad de los productos de software del proyecto durante su ciclo de vida.
GC.MT.1		Planificar las actividades de gestión y configuración del software.
GC.MT.2		Identificar, controlar, y mantener disponibles productos de trabajo de software selectos.
GC.MT.3		Controlar los cambios a productos de trabajo de software identificados.
GC.MT.4		Informar del estado y contenido de las líneas base de software a los grupos e individuos involucrados.
GC.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita para implementar gestión de la configuración del software.
GC.HA.1		Establecer un comité que tiene la autoridad para gestionar las líneas base de software del proyecto (comité de control de la configuración del software).
GC.HA.2		Establecer un grupo que sea responsable de coordinar e implementar la gestión de la configuración del software para el proyecto.
GC.HA.3		Proveer de los recursos y fondos adecuados para la realización de las actividades de gestión de la configuración del software.
GC.HA.4		Entrenar a los miembros del grupo de gestión de la configuración del software en los objetivos, procedimientos, y métodos para realizar sus actividades.
GC.HA.5		Entrenar a los miembros del grupo de ingeniería de software y otros grupos de software relacionados en la ejecución de actividades relacionadas con la gestión de la configuración del software.
GC.AC.1		Preparar un plan de gestión de la configuración del software para cada proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.AC.2		Realizar las actividades del grupo de gestión de configuración del software de acuerdo con el plan establecido.
GC.AC.3		Establecer un sistema de biblioteca de gestión de la configuración como un repositorio de las líneas base de software.
GC.AC.4		Identificar los productos de software que van a ser puestos bajo gestión de la configuración.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
GC.AC.5		Las solicitudes de cambio y los reportes de problemas para todos los ítems/unidades de configuración serán iniciados, registrados, revisados, aprobados, y seguidos de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.AC.6		Controlar los cambios en las líneas base de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.AC.7		Crear y controlar la liberación de los productos desde la biblioteca de líneas base de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.AC.8		Almacenar el estado de la configuración de los ítems/unidades de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.AC.9		Desarrollar y poner a disposición de los grupos afectados informes estándar que documentan las actividades de gestión de la configuración del software y los contenidos de las líneas base.
GC.AC.10		Conducir auditorías de las líneas base del software de acuerdo a un procedimiento documentado.
GC.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de gestión de la configuración del software.
GC.VE.1		Revisar las actividades para la gestión de la configuración del software con la administración superior en forma periódica.
GC.VE.2		Revisar las actividades para la gestión de la configuración del software con el administrador del proyecto en forma periódica y ante eventos que lo requieran.
GC.VE.3		El grupo de la administración de la configuración del software audita periódicamente las líneas base del software para verificar que están conforme a la documentación que las define.
GC.VE.4		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de gestión de la configuración del software e informar los resultados.

Anexo F: Detalle por Area Clave de Proceso del Nivel 3 de CMM.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
NIVEL 3	DEFINIDO	El proceso del software de las actividades de gestión y de ingeniería se documenta, se estandariza y se integra dentro de un proceso de software de toda una organización. Todos los proyectos utilizan una versión documentada y aprobada del proceso de la organización para el desarrollo y mantenimiento del software.
EP	Enfoque en el Proceso de la Organización	El propósito del enfoque en el proceso de la organización, es establecer la responsabilidad organizacional por las actividades del proceso de software que mejoran la capacidad global de los procesos de software.
EP.MT.1		Coordinar las actividades de desarrollo y mejora de procesos a través de toda la organización.
EP.MT.2		Identificar las fortalezas y debilidades de los procesos de software usados, en relación con un proceso estándar.
EP.MT.3		Planificar las actividades de desarrollo y mejora de procesos a nivel de la organización.
EP.CO.1		La organización seguirá una política organizacional escrita para coordinar las actividades de desarrollo y mejora del proceso de software a través de toda la organización.
EP.CO.2		La dirección deberá auspiciar las actividades para el desarrollo y mejora de los procesos de software de la organización.
EP.CO.3		La dirección supervisa las actividades para el desarrollo y mejora del proceso de software de la organización.
EP.HA.1		Establecer un grupo que sea responsable por las actividades del proceso de software de la organización.
EP.HA.2		Proveer de los recursos y fondos adecuados para la realización de las actividades del proceso de software de la organización.
EP.HA.3		Capacitar a los miembros del grupo responsable por las actividades del proceso de software de la organización para ejecutar dichas actividades.
EP.HA.4		Orientar a los miembros del grupo de ingeniería de software y a otros grupos de software relacionados, sobre las actividades del proceso de software de la organización y sus roles en esas actividades.
EP.AC.1		Evaluar periódicamente el proceso de software y desarrollar planes de acción que aborden los hallazgos de la evaluación.
EP.AC.2		La organización desarrolla y mantiene un plan para las actividades de desarrollo y mejora de su proceso de software.
EP.AC.3		A nivel de organización coordinar las actividades para el desarrollo y mejora de los procesos de software de los proyectos y de la organización.
EP.AC.4		A nivel de organización coordinar el uso de la base de datos del proceso de software de la organización.
EP.AC.5		Hacer el seguimiento y evaluación de los nuevos proceso, métodos y herramientas de uso limitado. Transferirlos a otras partes de la organización, cuando sea apropiado.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
EP.AC.6		Coordinar la capacitación en los procesos de software de los proyectos y de la organización.
EP.AC.7		Los grupos involucrados en implementar los procesos de software son informados sobre las actividades de los proyectos y de la organización para el desarrollo y la mejora de los procesos de software.
EP.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de desarrollo y mejora del proceso de la organización.
EP.VE.1		Revisar las actividades para el desarrollo y la mejora de software con la administración superior en forma periódica.
DP	Definición del Proceso de Software de la Organización	El propósito de definición del proceso de software de la organización es desarrollar y mantener un conjunto usable de elementos de proceso software que mejoren el desempeño del proceso a través de los proyectos y proveer las bases para beneficios acumulativos y de largo plazo para la institución.
DP.MT.1		Desarrollar y mantener un proceso de software estándar para la organización.
DP.MT.2		Recolectar, revisar, y mantener a disposición la información relacionada con el uso del proceso de software estándar de la organización por parte de los proyectos de software.
DP.CO.1		La organización seguirá una política escrita para desarrollar y mantener un proceso de software estándar y elementos relacionados.
DP.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para desarrollar y mantener el proceso de software estándar de la organización y elementos relacionados.
DP.HA.2		Capacitar a los individuos que desarrollan y mantienen el proceso de software estándar de la organización y elementos relacionados para ejecutar dichas actividades.
DP.AC.1		Desarrollar y mantener el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.
DP.AC.2		Documentar el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a estándares establecidos por la organización.
DP.AC.3		Documentar y mantener las descripciones de los ciclos de vida de software que están aprobados para su uso por los proyectos.
DP.AC.4		Desarrollar y mantener guías y criterios para la adaptación de los proyectos al proceso de software estándar de la organización.
DP.AC.5		Establecer y mantener la base de datos del proceso de software de la organización.
DP.AC.6		Establecer y mantener una biblioteca de documentación relacionada con el proceso de software.
DP.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de definición del proceso organizacional.
DP.VE.1		El grupo de aseguramiento de la calidad debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo para el desarrollo y mantenimiento del proceso de software estándar de la organización y elementos relacionados. Reportar los resultados.
PF	Programa de Formación	El propósito de esta área clave de procesos es desarrollar las habilidades y el conocimiento de los individuos de manera que puedan ejecutar sus roles con eficacia y eficiencia.
PF.MT.1		Planificar las actividades de formación.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
PF.MT.2		Proveer de capacitación para desarrollar las habilidades y conocimiento requeridos para ejecutar los roles técnicos y de administración de software.
PF.MT.3		Capacitar a los individuos del grupo de ingeniería de software y otros grupos relacionados con el software para ejecutar sus roles.
PF.CO.1		La organización seguirá una política escrita para satisfacer sus necesidades de formación.
PF.HA.1		Establecer un grupo responsable por llenar las necesidades de formación de la organización.
PF.HA.2		Proveer de los recursos y fondos adecuados para implementar el programa de formación.
PF.HA.3		Los miembros del grupo de capacitación deben tener las habilidades y conocimientos necesarios para llevar a cabo sus actividades de formación.
PF.HA.4		Orientar a los gerentes de software sobre el programa de formación.
PF.AC.1		Cada proyecto de software debe desarrollar y mantener un plan de capacitación que especifique sus necesidades de formación.
PF.AC.2		Desarrollar y revisar el plan de formación de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.
PF.AC.3		Realizar la capacitación de la organización de acuerdo al plan de formación de la organización.
PF.AC.4		Desarrollar y mantener cursos de capacitación preparados a nivel de la organización de acuerdo a los estándares de ésta.
PF.AC.5		Establecer y usar un procedimiento para determinar cuando los individuos ya poseen los conocimientos y las habilidades requeridas para ejecutar los roles asignados.
PF.AC.6		Mantener los registros de capacitación.
PF.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades del programa de formación.
PF.ME.2		Se realizan mediciones y se determina la calidad del programa de formación.
PF.VE.1		Revisar las actividades del programa de formación con la administración superior en forma periódica.
PF.VE.2		Evaluar el programa de formación de manera independiente para verificar la consistencia y relevancia con las necesidades de la organización y en forma periódica .
PF.VE.3		Revisar y/o auditar las actividades las actividades del programa de formación e informar los resultados.
GI	Gestión Integrada de Software	El propósito de esta área clave de proceso es integrar las actividades de administración e ingeniería de software en un proceso coherente y definido que es adaptado del proceso de software estándar de la organización y elementos de procesos relacionados.
GI.MT.1		Adaptar el proceso de software estándar de la organización a una versión que pueda usarse en el proyecto de software.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
GI.MT.2		Planificar y gestionar el proyecto de acuerdo con el proceso de software definido para el proyecto.
GI.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita que exige que el proyecto de software sea planificado y gestionado usando el proceso de software estándar de la organización y elementos relacionados.
GI.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para gestionar el proyecto usando el proceso de software definido del proyecto.
GI.HA.2		Capacitar a los individuos responsables por desarrollar el proceso de software definido del proyecto sobre como adaptar el proceso de software estándar de la organización y el uso de los elementos de proceso relacionados.
GI.HA.3		Capacitar a los gerentes de software en la gestión de aspectos técnicos, administrativos, y de personal del proyecto de software, basándose en el proceso de software definido del proyecto.
GI.AC.1		Desarrollar el proceso de software definido del proyecto adaptando el proceso de software estándar de la organización de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.2		Revisar cada proceso de software definido del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.3		Desarrollar y revisar el plan de desarrollo de software del proyecto que describe el uso del proceso de software definido del proyecto, de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.4		Gestionar el proceso de software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
GI.AC.5		Planificar y estimar el software a través del uso de la base de datos del proceso de software de la organización.
GI.AC.6		Gestionar el tamaño (o el tamaño de los cambios) de los productos de trabajo del software de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.7		Gestionar los esfuerzos y el costo del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.8		Gestionar los recursos críticos de computación de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.9		Gestionar las dependencias y rutas críticas de la programación del proyecto de software de acuerdo a un procedimiento almacenado.
GI.AC.10		Identificar, evaluar, documentar, y gestionar los riesgos de software del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
GI.AC.11		Ejecutar revisiones periódicas del proyecto de software para determinar las acciones necesarias para llevar el desempeño y resultados del proyecto a la par con las necesidades actuales y proyectadas del negocio, el cliente, y los usuarios finales según corresponda.
GI.ME.1		Se realizan mediciones y se determina la efectividad de las actividades de gestión integrada de software.
GI.VE.1		Revisar las actividades para gestionar el proyecto de software con la administración superior en forma periódica.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
GI.VE.2		Revisar las actividades para gestionar el proyecto de software con el administrador del proyecto en forma periódica y como en respuesta a eventos.
GI.VE.3		Revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de la gestión de proyectos de software e informar los resultados.
IP	Ingeniería de Productos de Software	El propósito de ingeniería de productos de software es ejecutar consistentemente un proceso de ingeniería bien definido que integra todas las actividades para producir productos de software correctos y consistente, efectiva y eficientemente.
IP.MT.1		Definir, integrar, y ejecutar consistentemente las tareas de ingeniería de software para producir el software.
IP.MT.2		Mantener los productos de software consistentes unos con otros.
IP.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita para ejecutar las actividades de ingeniería de software.
IP.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para ejecutar las tareas de ingeniería de software.
IP.HA.2		Capacitar al personal técnico de ingeniería de software para ejecutar sus tareas técnicas.
IP.HA.3		Orientar al personal técnico de ingeniería de software en disciplinas relacionadas con ingeniería de software.
IP.HA.4		Orientar al administrador del proyecto y a todos los administradores de software en los aspectos técnicos del proyecto de software.
IP.AC.1		Incorporar métodos de ingeniería de software y herramientas apropiadas en el proceso de software definido del proyecto.
IP.AC.2		Analizar sistemáticamente los requisitos asignados con la finalidad de desarrollar, mantener, documentar, y verificar los requisitos de software de acuerdo al proceso de software definido del proyecto.
IP.AC.3		Desarrollar, mantener, documentar, y verificar el diseño de software de acuerdo al proceso de software definido del proyecto, para adaptarse a los requisitos de software y formar un marco de trabajo para codificar.
IP.AC.4		El código de software es desarrollado, mantenido, documentado, y verificado de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto, para implementar los requisitos de software y el diseño del software.
IP.AC.5		Realizar las pruebas de software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
IP.AC.6		Planificar y realizar las pruebas de integración del software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
IP.AC.7		Planificar y realizar las pruebas del sistema y de aceptación del software para demostrar que cumple con los requisitos.
IP.AC.8		Desarrollar y mantener la documentación que será usada para operar y mantener el software de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.
IP.AC.9		Recolectar y analizar datos sobre los defectos identificados en revisiones de pares y pruebas, de acuerdo con el proceso de software definido del proyecto.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
IP.AC.10		Mantener consistencia a través de los productos de trabajo de software, incluyendo los planes de software, descripciones de procesos, requisitos asignados y de software, diseño de software, código, planes y procedimientos de pruebas.
IP.ME.1		Se realizan mediciones y se determina la funcionalidad y la calidad de los productos de software.
IP.ME.2		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de ingeniería de productos de software.
IP.VE.1		Revisar las actividades de ingeniería de productos de software con la administración superior en forma periódica.
IP.VE.2		Revisar las actividades de ingeniería de productos de software con el administrador del proyecto en forma periódica y como en respuesta a eventos.
IP.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de ingeniería de productos de software e informar los resultados.
CG	Coordinación entre Grupos	El propósito de la coordinación entre grupos es establecer los mecanismos para que el grupo de ingeniería de software participe activamente con los otros grupos de ingeniería, de modo que el proyecto mejore su habilidad de satisfacer las necesidades de los clientes efectiva y eficientemente.
CG.MT.1		Acordar los requisitos del cliente con todos los grupos afectados.
CG.MT.2		Acordar los compromisos entre los grupos de ingeniería con los grupos afectados.
CG.MT.3		Los grupos de ingeniería deben identificar, seguir, y resolver los problemas entre grupos.
CG.CO.1		El proyecto seguirá una política organizacional escrita para establecer equipos de ingeniería interdisciplinarios.
CG.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para coordinar las actividades de ingeniería de software con los otros grupos de ingeniería.
CG.HA.2		Establecer una comunicación y coordinación efectivas para asegurar que las herramientas de soporte usadas por los diferentes grupos de ingeniería sean compatibles.
CG.HA.3		Capacitar a todos los administradores en el trabajo en equipo.
CG.HA.4		Orientar a todos los líderes de tarea, en cada grupo de ingeniería, en los procesos, métodos, y estándares usados por los otros grupos de ingeniería.
CG.HA.5		Orientar a los miembros de los grupos de ingeniería a trabajar como un equipo.
CG.AC.1		El grupo de ingeniería de software junto con los otros grupos deben participar con el cliente y los usuarios finales en el establecimiento de los requisitos del sistema.
CG.AC.2		Supervisar y coordinar las actividades técnicas de los representantes del grupo de ingeniería de software del proyecto que trabajan con representantes de otros grupos de ingeniería y resolver los problemas técnicos que se presenten.
CG.AC.3		Comunicar los compromisos entre grupos de acuerdo a un plan documentado. Coordinar y seguir el trabajo realizado conforme el plan.

Elemento	Nombre	Resumen de Actividad
CG.AC.4		Identificar, negociar, y seguir las dependencias críticas entre grupos de acuerdo a un procedimiento documentado.
CG.AC.5		Los representantes de los grupos receptores deben revisar los productos de trabajo producidos como entradas de otros grupos de ingeniería, para asegurar que los productos de trabajo cumplan con sus necesidades.
CG.AC.6		Manejar los problemas entre grupos no resueltos por los representantes de ingeniería del proyecto de acuerdo a un procedimiento documentado.
CG.AC.7		Conducir revisiones e intercambios periódicos con los representantes de los grupos de ingeniería del proyecto.
CG.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las actividades de coordinación entre grupos.
CG.VE.1		Revisar las actividades de coordinación entre grupos con la administración superior en forma periódica.
CG.VE.2		Revisar las actividades de coordinación entre grupos con el administrador del proyecto en forma periódica y como en respuesta a eventos.
CG.VE.3		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo para la coordinación entre grupos e informar los resultados.
RP	Revisión entre Pares	El propósito de revisiones entre pares es remover los defectos de los productos de trabajo de software de forma temprana y eficiente.
RP.MT.1		Planificar las actividades de revisión entre pares.
RP.MT.2		Identificar y remover defectos en los productos de trabajo de software.
RP.CO.1		Seguir una política organizacional escrita para realizar las revisiones entre pares.
RP.HA.1		Proveer de los recursos y fondos adecuados para realizar las revisiones entre pares en cada producto de trabajo de software a ser revisado.
RP.HA.2		Capacitar a los líderes de revisiones entre pares sobre como liderar revisiones entre pares.
RP.HA.3		Capacitar a los participantes de las revisiones entre pares en los objetivos, principios, y métodos de este tipo de revisiones.
RP.AC.1		Planificar y documentar los planes para las revisiones entre pares.
RP.AC.2		Realizar las revisiones entre pares de acuerdo a un procedimiento documentado.
RP.AC.3		Registrar los datos sobre la conducción y resultados de las reuniones entre pares.
RP.ME.1		Se realizan mediciones y se determina el estado de las revisiones entre pares.
RP.VE.1		El grupo de aseguramiento de la calidad del software debe revisar y/o auditar las actividades y productos de trabajo de las revisiones entre pares e informar los resultados.

Anexo G: Cláusulas de ISO 9000:2000 asociadas con los Niveles 2 y 3 de CMM.

ISO 9001:2000	Niveles 2 y 3 de CMM
4 Sistema de gestión de la calidad	
4.1 Requisitos generales	DP1+DP3+DP4+GI1
4.2 Requisitos de documentación	
4.2.1 Generalidades	EP4+DP2
4.2.2 Manual de la calidad	
4.2.3 Control de documentos	DP6
4.2.4 Control de registros de la calidad	DP5
5 Responsabilidad de la dirección	
5.1 Compromiso de la dirección	
5.2 Enfoque al cliente	
5.3 Política de la calidad	CO
5.4 Planificación	
5.4.1 Objetivos de la calidad	
5.4.2 Planificación del sistema de gestión de la calidad	EP5
5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación	
5.5.1 Responsabilidad y autoridad	CO+HA
5.5.2 Representante de la dirección	
5.5.3 Comunicación interna	EP7
5.6 Revisión por la dirección	
5.6.1 Generalidades	EP3+VE
5.6.2 Entradas para la revisión	EP3+VE
5.6.3 Salidas de la revisión	EP3+ VE
6 Gestión de los recursos	
6.1 Suministro de recursos	HA
6.2 Recursos humanos	
6.2.1 Asignación de personal	HA
6.2.2 Competencia, sensibilización y formación	EP6+PF2+PF3+PF4+PF5+PF6
6.3 Infraestructuras	
6.4 Ambiente de trabajo	
7 Realización del producto	
7.1 Planificación de la realización del producto	PP2+PP5+PP14+PP15+GS1+CS1+CS2+GC1+PF1+GI1+GI2+GI3+GI4+IP1
7.2 Procesos relacionados con los clientes	
7.2.1 Determinación de los requisitos relacionados con el producto	GR1+PP1+CG1
7.2.2 Revisión de los requisitos relacionados con el producto	GR1+PP1+PP4+GI11+IP2
7.2.3 Comunicación con el cliente	GR1+GR3+SC3+SC13+CS8+IP5+IP7
7.3 Diseño y desarrollo	
7.3.1 Planificación del diseño y desarrollo	GR2+PP3+PP6+PP7+PP15+SC1+SC2+CS3+CS6+GC2+GC9+GI5+GI9+CG2+CG3+CG4+CG5+CG6+CG7
7.3.2 Entradas del diseño y desarrollo	GR2+IP3+IP4+IP8
7.3.3 Salidas del diseño y desarrollo	IP3+IP4+IP8+IP10
7.3.4 Revisión del diseño y desarrollo	SC9+SC11+SC12+SC13+CS4+CS7+GC10+GI11+IP3+IP4+IP8+RP1+RP2+RP3
7.3.5 Verificación del diseño y desarrollo	CS5+CS7+IP3+IP4+IP8+CG5
7.3.6 Validación del diseño y desarrollo	CS5+CS7+IP3+IP4+IP8
7.3.7 Control de los cambios del diseño y desarrollo	GR3+SC4+SC11+IP10
7.4 Compras	
7.4.1 Proceso de compras	GS2+GS13
7.4.2 Información de las compras	GS1+GS3
7.4.3 Verificación de los productos comprados	GS4+GS5+GS7+GS8+GS9+GS10+GS11+GS12
7.5 Operaciones de producción y de servicios	
7.5.1 Control de las operaciones de producción y de servicios	
7.5.2 Validación de procesos	
7.5.3 Identificación y trazabilidad	PP8+GC1+GC2+GC3+GC4+GC5+GC6+GC7+GC8+IP3+IP4+IP8
7.5.4 Bienes del cliente	
7.5.5 Conservación del producto	
7.6 Control de equipos de medida y seguimiento	

ISO 9001:2000	Niveles 2 y 3 de CMM
8 Medición, análisis y mejora	
8.1 Generalidades	ME
8.2 Medición y seguimiento	
8.2.1 Satisfacción del cliente	
8.2.2 Auditoría interna	EP1
8.2.3 Medición y seguimiento de los procesos	SC5+SC6+SC7+ME+VE
8.2.4 Medición y seguimiento del producto	CS5+ IP5+IP6+IP7+ME
8.3 Control de producto no conforme	IP9
8.4 Análisis de datos	PP9+PP10+PP11+PP12+PP13+PP15+SC5+SC6+SC7+SC8+SC10+SC11+GI6+GI7+GI8+GI10+ME
8.5 Mejora	
8.5.1 Mejora continua	EP2+VE
8.5.2 Acciones correctivas	
8.5.3 Acciones preventivas	

LEYENDA:

Nivel 2 de CMM:

GR: Gestión de Requisitos.

PP: Planificación del Proyecto de Software.

SC: Seguimiento y Control de Proyectos.

GS: Gestión de Subcontratación.

CS: Aseguramiento de la Calidad de Software.

GC: Gestión de la Configuración del Software.

Características Comunes de CMM:

CO: Compromisos para Desarrollar.

HA: Habilidades para Desarrollar.

ME: Medición y Análisis.

VE: Verificación de la Implementación

Nivel 3 de CMM:

EP: Enfoque en el Proceso de la Organización.

DP: Definición del Proceso de Software de la Organización.

PF: Programa de Formación.

GI: Gestión Integrada de Software.

IP: Ingeniería de Productos de Software.

CG: Coordinación entre Grupos.

RP: Revisiones entre Pares.

Notación:

XXnn, donde:

XX: Iniciales de Área Clave del Proceso de CMM.

nn: Número de Actividad Ejecutada asociada a la área clave del proceso XX.

BIBLIOGRAFIA

- BAM93 Bamford, R.C.; Deibler W.J.; *Comparing, Contrasting ISO 9001 and the SEI Capability Maturity Model*; IEEE Computer Society, Octubre 1993.
- DEM82 Deming Edwards; *Out of the Crisis, p.88*; Massachusetts Institute of Technology; EUA 1982, 1986.
- HOR99 Horvat Vajde; Rozman, Ivan; *Managing the Complexity of SPI in Small Companies*; University of Maribor 1999.
- HUM00 Humphrey Watts; *Introduction to the Team Software Process*; Addison-Wesley; EUA 2000.
- ISO00 TC 176; *ISO-9000:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Principios y Vocabulario*; Suiza 2000.
- ISO01 TC 176; *ISO-9001:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos*; Suiza 2000.
- ISO04 TC 176; *ISO-9004:2000 Sistemas de Gestión de la Calidad – Recomendaciones para la Mejora del Desempeño*; Suiza 2000.
- KRI99 Krishnan, M.S.; et al; *Software Process Models and Project Performance*; Information Systems Frontiers 1:3 p.267-268. EUA 1999.
- McG00 McGuinness Eamonn; *Software Process Improvement – SPI will it survive the teenage year?*; V Seminario de Calidad en Ingeniería de Software; Facultad de Ciencias UNAM; Noviembre 2000.
- PAJ00 Pajarek, Lori; *Don't Say the 'P' Word*; CrossTalk p.26; Agosto 2000.
- PAU94 Paulk, Mark; *A Comparison of ISO 9001 and the Capability Maturity Level for Software*; Software Engineering Institute; EUA 1994.
- PAU95 Paulk, Mark; Weber Charles; et al; *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*; Addison-Wesley; EUA 1995.
- ROZ94 Rozman, Ivan; Horvat Vajde; et al; *Unified View on ISO 9001 and SEI CMM*; IEEE Software p.56; EUA 1994.

<http://sunysb.edu/library/elcoll.htm> Electronic Journal Collections

<http://www.stc.hill.af.mil> Software Technology Support Center