

# Capability Maturity Model Integration



**Rafael David Rincón B.**

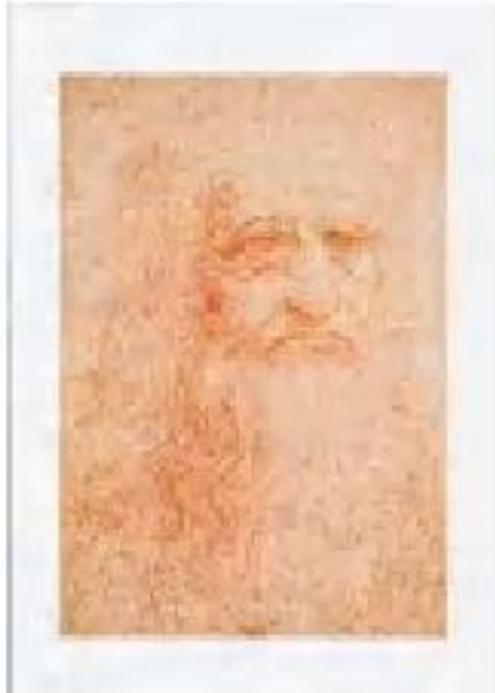
**[rrincon@eafit.edu.co](mailto:rrincon@eafit.edu.co)**

**Departamento de Informática y Sistemas**

**Universidad EAFIT**

**Medellín, Agosto de 2009**

**“He ofendido a Dios y a la humanidad porque mi trabajo no tuvo la calidad que debía haber tenido”**



Leonardo Da Vinci (1452 – 1519)  
Pintor, escultor e inventor italiano

## RAFAEL DAVID RINCÓN BERMÚDEZ

- ❑ Matemático Puro, Universidad de Antioquia, Medellín.
- ❑ Maestría en Matemáticas Aplicadas, Universidad EAFIT, Medellín.
- ❑ Maestría en Sistemas de Calidad, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, Campus Monterrey, México.
- ❑ Profesor Titular del Departamento de Informática y Sistemas de la Universidad EAFIT, Medellín.
- ❑ Docente, consultor e investigador en el área de Calidad de Software y Gestión de Procesos de Negocio.
- ❑ Consultor del Programa de Proexport-Sena para la implementación del Modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) en empresas de software colombianas, durante 2005-2006 (Fase 1).
- ❑ Consultor de la Fase 2 del Programa de Proexport-Carana-Colombia Productiva para la implementación del Modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration) en 10 empresas de software en Colombia, durante 2006.
- ❑ SCAMPI Team Member: Intergrupo, Trébol Software, MVM Ing. de Software.
- ❑ Consultor CMMI Fase 3: RCCS, durante 2008- 2009.

Presentar a los participantes los conceptos básicos, la estructura y componentes del Modelo CMMI.



- ❑ Las teorías de **administración de procesos** son una síntesis de los conceptos de Deming, Crosby, Juran, y otros.
- ❑ Por más de 30 años, esas teorías han sido usadas para orientar **problemas comunes** a muchas organizaciones.
- ❑ Las soluciones han sido descubiertas, pero persiste un *gap* entre el **estado** de la **práctica** y el **estado del arte**.
- ❑ Muchos de esos conceptos han sido utilizados para construir **modelos de mejora de procesos**.

¿Cuáles son las **posibilidades** para que el próximo proyecto de tecnología informática sea entregado **a tiempo, dentro del presupuesto** y **cumpliendo las expectativas** del usuario?



El 26% de los proyectos de software son **exitosos**.

Standish Group, CHAOS Report, 2000

**Eso significa que el 74% **falla**.**

Standish Group, CHAOS Report, 2000

## Importancia creciente de los Sistemas Informáticos

- Dependencia tecnológica de muchos sectores
- Incorporación en muchos productos y servicios
- Gran demanda de software y sistemas
- Dependencia de gran porcentaje de la economía

## Principales demandantes

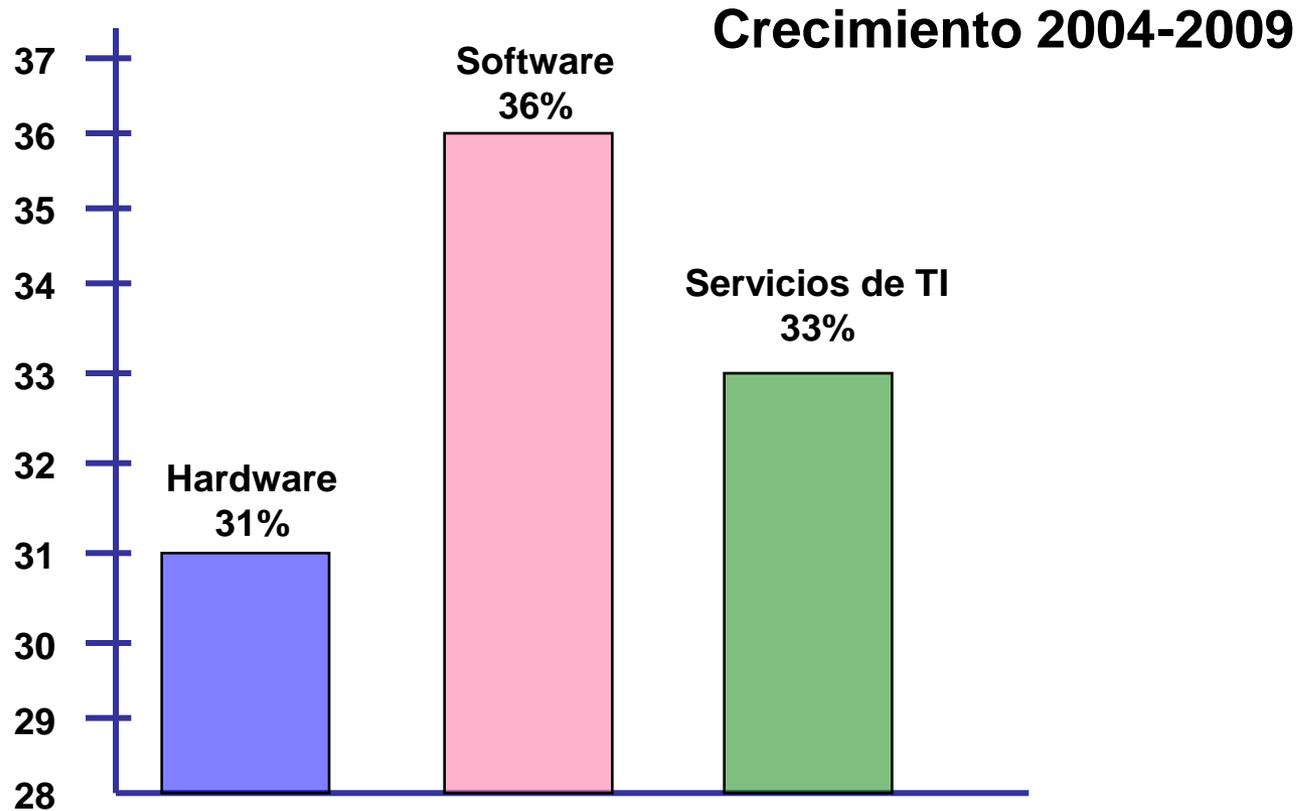
- Estados Unidos
- Japón
- Unión Europea

## Principales oferentes

- India
- Estados Unidos
- Irlanda
- Israel
- México
- China
- Pakistán
- Filipinas

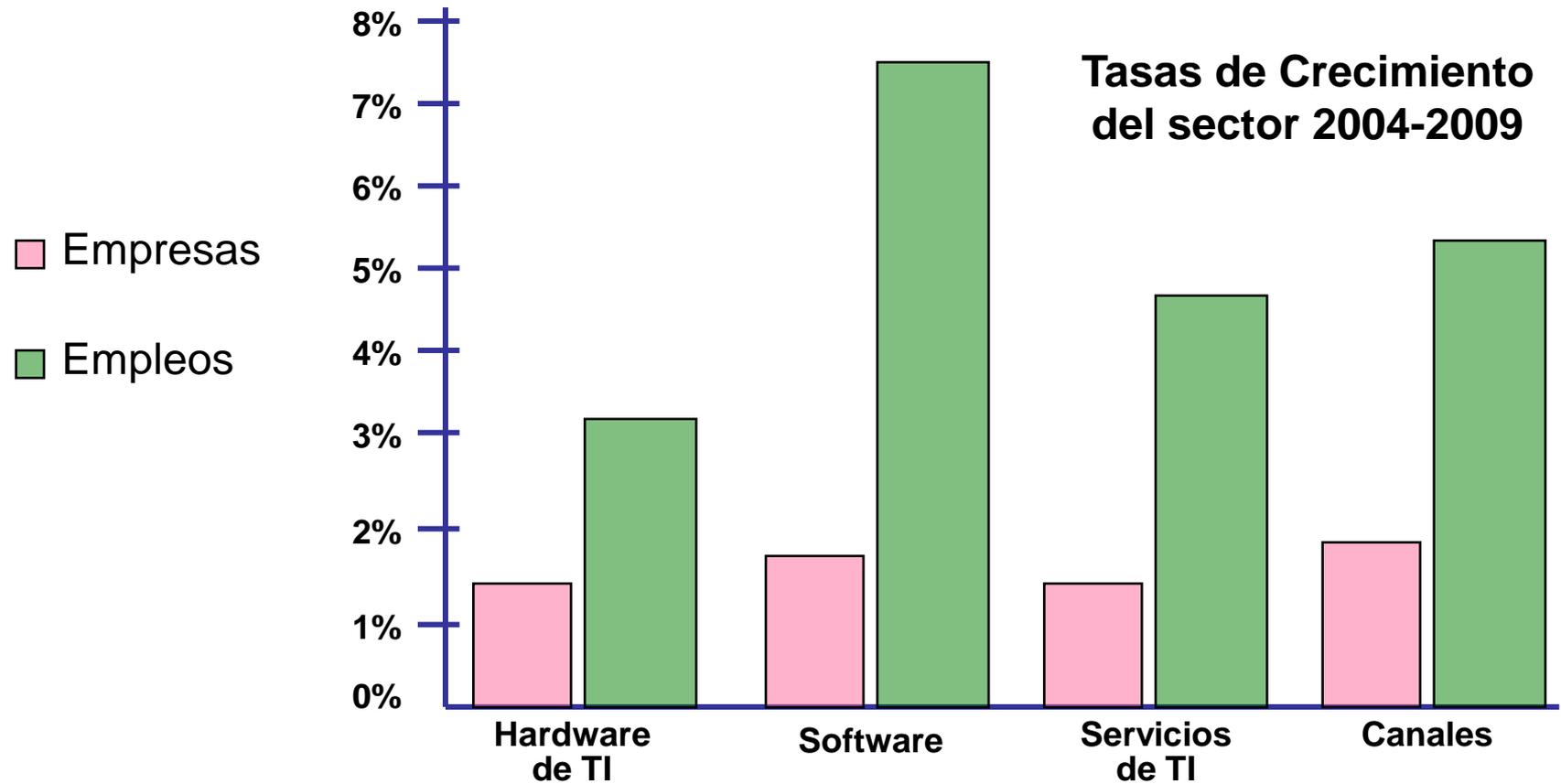
Fuente: OCDE

## Los servicios de Software y TI dirigirán el crecimiento del sector de TI



*Fuente: Datos de IDC (International Data Corporation)*

## El Software creará puestos de trabajo y empresas más rápidamente.

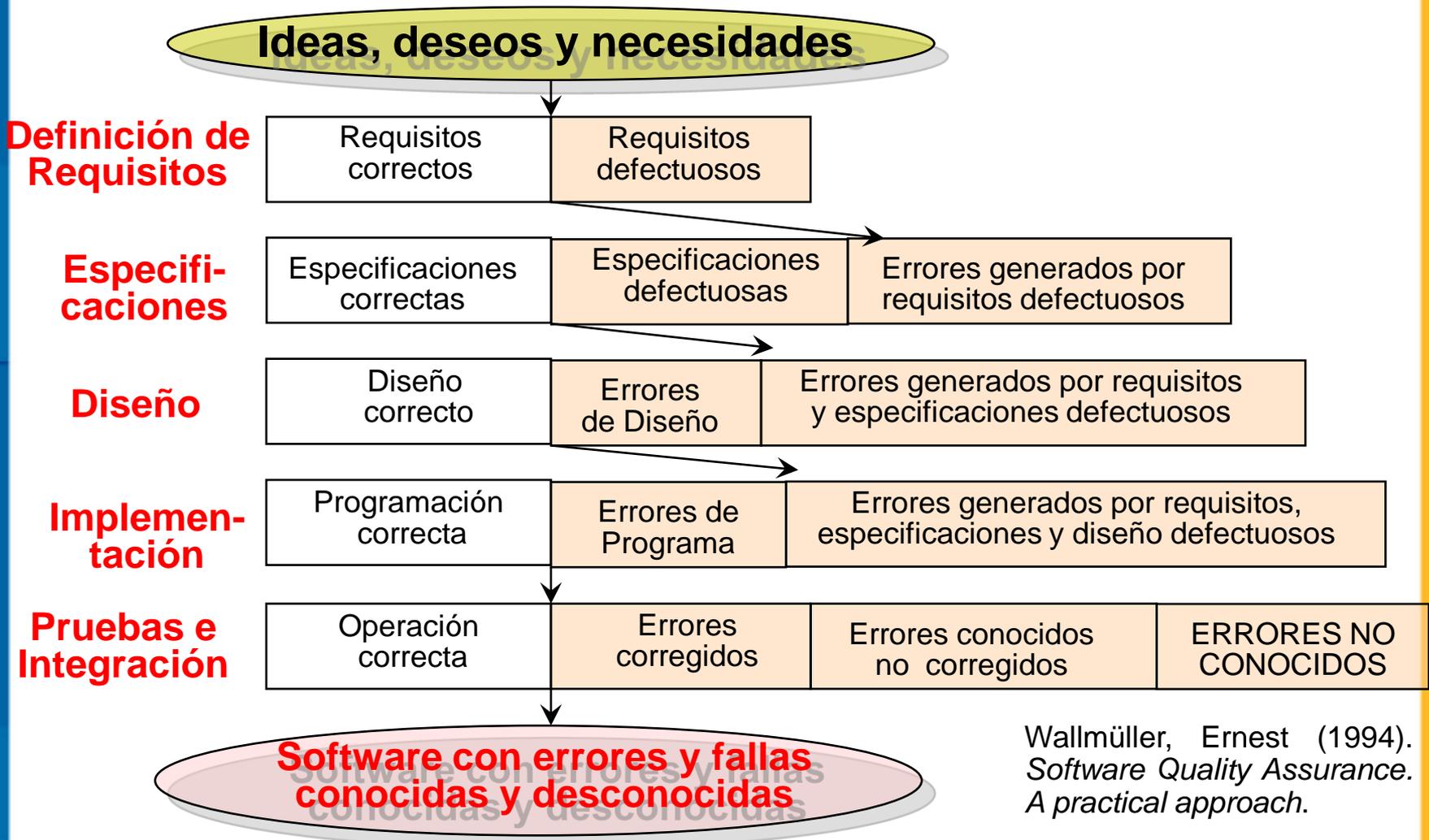


Fuente: Datos de IDC  
(International Data Corporation)

# Aplicaciones del software



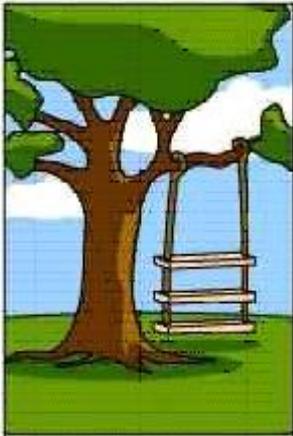
# Efectos Acumulativos de errores y fallas en el CV del software



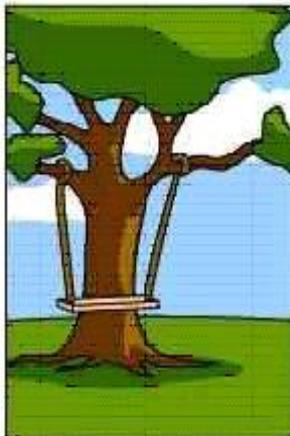
- Requisitos
- Estimación
- Gerencia de los cambios

Substantiated by writings of Bennatan (1992), Glass (1992), Putnam (1997), DeMarco (1997) & others

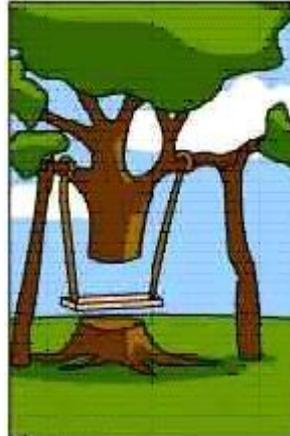
# El mundo Conceptual vs. el Formal



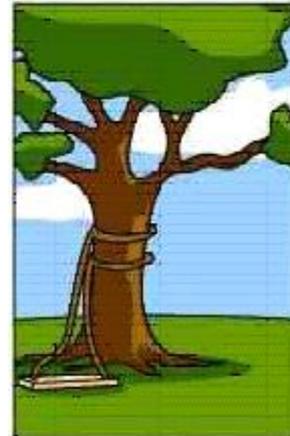
La solicitud del usuario



Lo que entendió el líder del proyecto



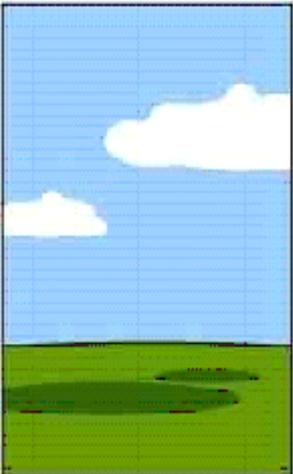
El diseño del analista de sistemas



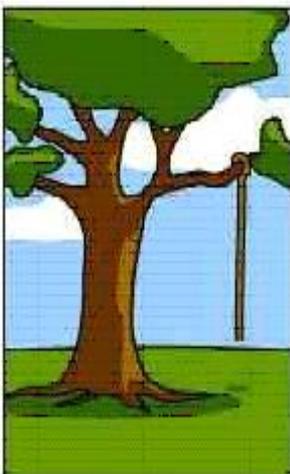
El enfoque del programador



La recomendación del consultor externo



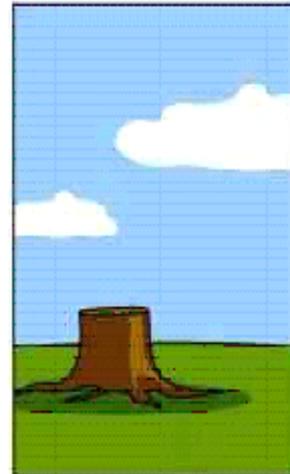
La documentación del proyecto



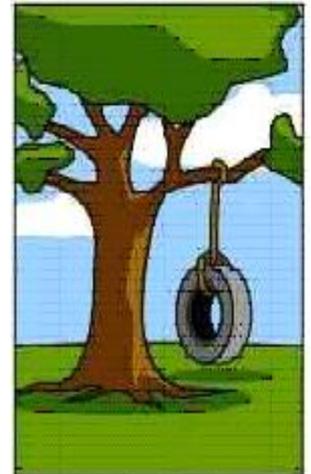
La implantación en producción



El presupuesto del proyecto



El soporte operativo



Lo que el usuario realmente necesitaba

## □ Reporte of the Defense Science Board Task Force on Military Software (1987):

- “...pocas actividades poseen una diferencia tan sustancial entre las mejores prácticas promedio.”
- “ ... los mayores problemas actuales encontrados en el desarrollo de software para uso militar **no son técnicos**, sino que los problemas radican en la **administración de los proyectos ...**”

## Indicadores para EEUU de Norteamérica (Fuente DoD, 2000-2002)

- ❑ Gasto anual en software: US\$ 275.000 millones.
- ❑ 20.000 proyectos.
- ❑ 31.1% son cancelados.
- ❑ 52.7% cuestan 190% más de lo presupuestado.
- ❑ 16.2% son finalizados a tiempo y dentro de presupuesto. (8.1% cumple la mitad de los requerimientos iniciales).

- ❑ General Accounting Office (GAO)-2003, EEUU de Norteamérica:
- ❑ 47% de sistemas no se usaron nunca.
- ❑ 29% de sistemas no se terminaron.
- ❑ 19% de sistemas sufrió modificaciones profundas durante la operación.
- ❑ 2% de sistemas cumplieron requisitos, pero **eran pequeños** o de poca envergadura.

## 1996 – Ariane 5:

- ❑ Estalló a 3700 mts de altura después de su lanzamiento.
- ❑ Error: “operand error” no controlado del código ADA (conversión de un número flotante de 64 bits a un entero de 16 bits).
- ❑ Subrutina re-utilizada del Ariane 4.
- ❑ Costó más de US\$500 millones
- ❑ Transportaba cuatro satélites
- ❑ El desarrollo requirió cerca de 10 años de trabajo
- ❑ Pérdidas totales: US\$1.8 billones



## Sistema de Radioterapia AECL THERAC:

- ❑ 25 incidentes y 6 muertos entre 1983 y 1987.
- ❑ Dosis planificada: 200 rads.
- ❑ Dosis suministrada: 15. 000 – 25. 000 rads.
- ❑ Software migrado de una tecnología de aceleración de partículas previa.
- ❑ Desarrollado por una sola persona.
- ❑ Probado inadecuadamente.



## Airbus A320:

- ❑ Bangalore: 97 muertos (Febrero 1990)
- ❑ Monte Saint-Odile: 87 muertos (1991)
- ❑ Varsovia: 1 muerto, 54 heridos (1992)
- ❑ Error: efecto *aquaplaning*, no considerado.



## Costo del Soporte:

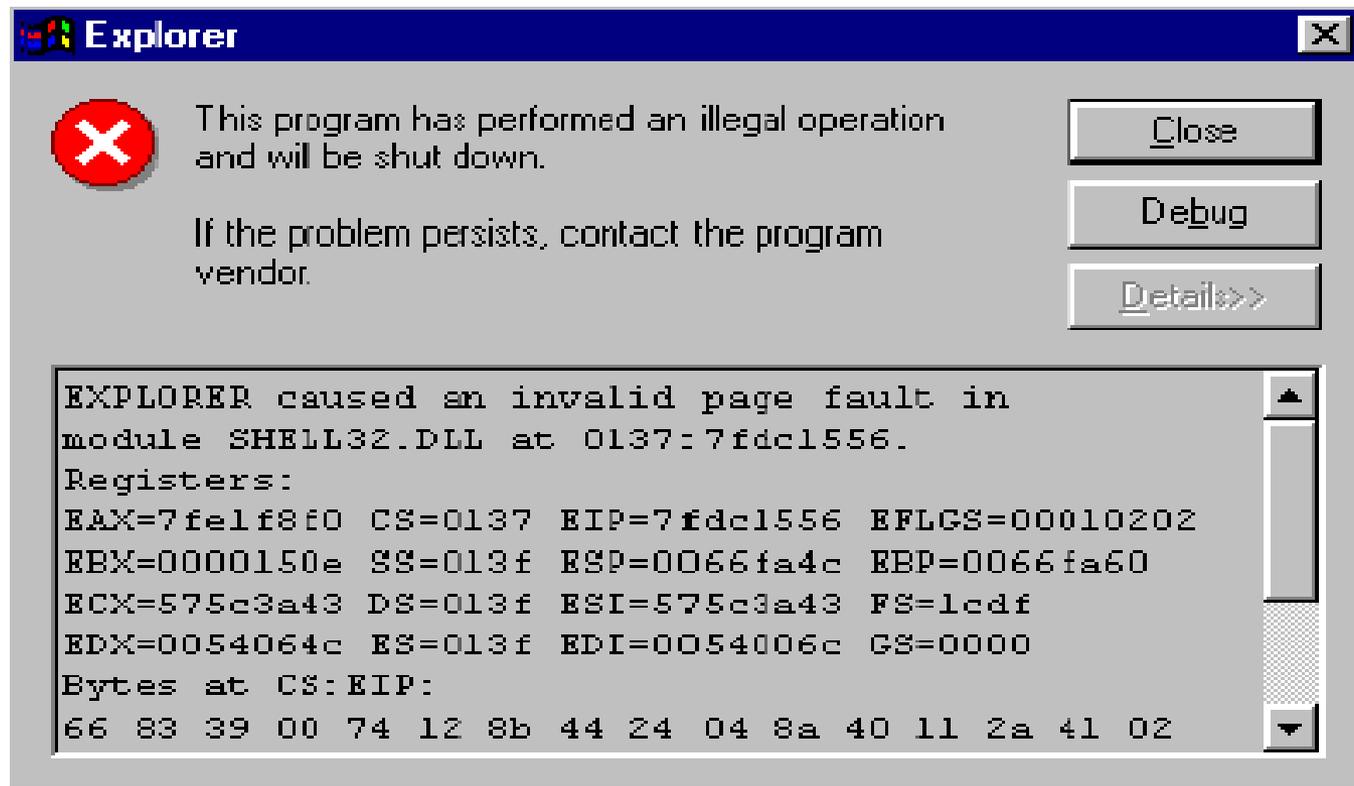
- ❑ Durante 1997 los proveedores de software comercial atendieron 200 millones de llamadas de soporte.
- ❑ Promedio de US\$ 23/llamada: US\$4600 millones
- ❑ 38% del costo es atribuible a fallas del software



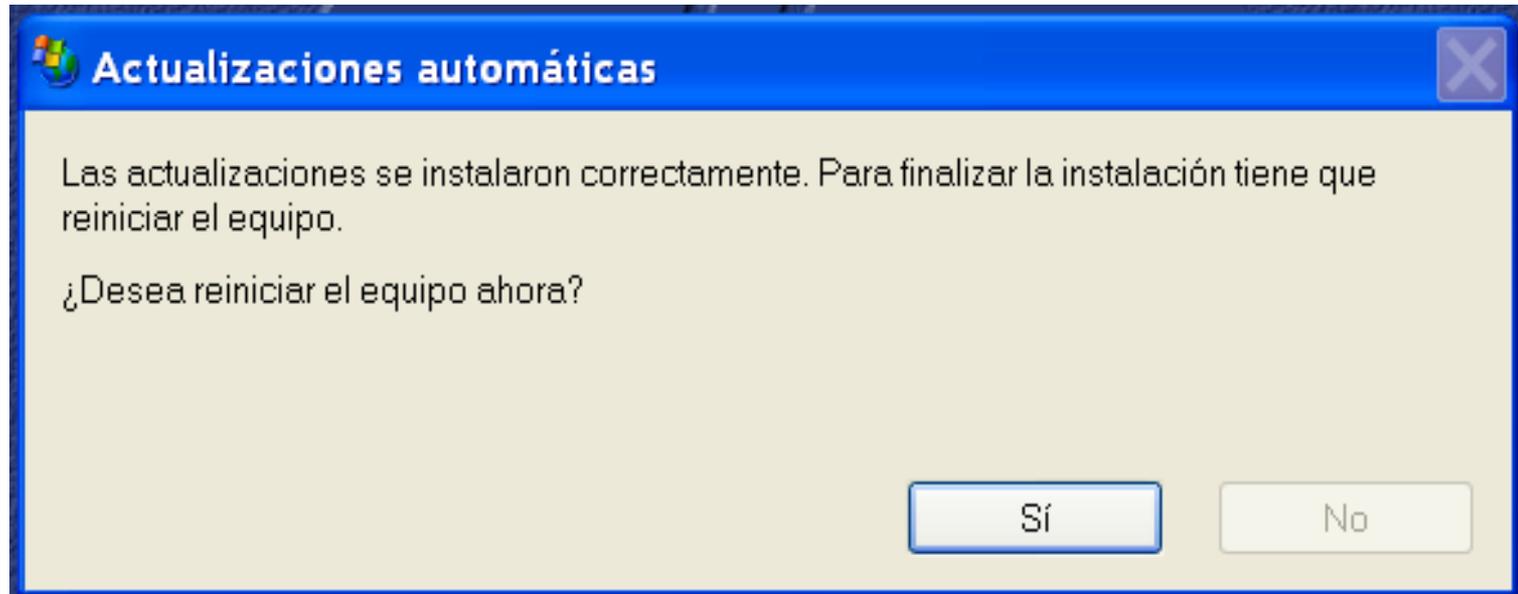
Cerm Kaner

“Bad Software”

“Testing Computer Software”



¿Ayuda la ayuda?



¿Existe alternativa?

## 1991 – Guerra del Golfo Pérsico- Misiles Patriot:

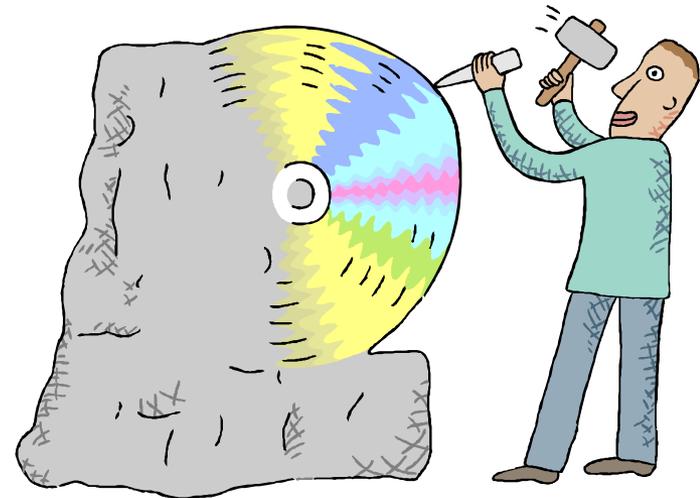
- ❑ Sistema diseñado para trabajar en ambiente más limitado y menos hostil que el de Arabia Saudita
- ❑ Una falla en la computadora de tierra del misil Patriot no le permitió detectar un misil “Scud”
- ❑ Dhahran: 29 muertos y 97 heridos
- ❑ Error: Acumulación de inexactitudes en el manejo interno del tiempo de la computadora del sistema. Éste debía ser “reseteado” con suficiente frecuencia para controlar los efectos del error acumulado. Trabajó por más de 100 horas continuas
- ❑ Estimados de efectividad: de 95% a menos de 13%

- ❑ Elemento de tal importancia que los Estados Unidos lo han declarado como un **producto de Estado y de Seguridad Nacional**
- ❑ De él depende hoy en día prácticamente todo lo que conforma la sociedad moderna: Celulares, automóviles, finanzas, medicina, empresas. En definitiva, se depende de su buen funcionamiento.
- ❑ Es tan delicado el tema que un avión puede caerse por un overflow en una variable mal declarada en un programa.
- ❑ EEUU crea la **Estrategia Nacional de Software:** asegurar la Seguridad y la competitividad del País para el 2015.

*¿Volaría en un avión cuyo software de navegación fue desarrollado por ustedes?*

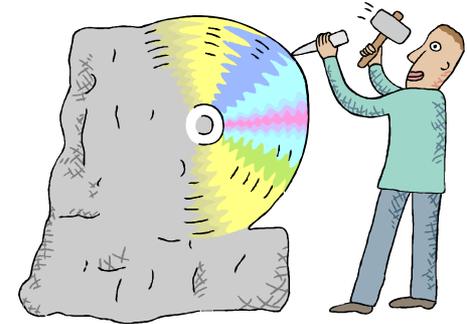


“El problema del software no es de **código** ni de **tecnología**, es más un problema de **negocio**”





¿Sí es posible?





# Mejora de Procesos Software

La mejora de procesos software es la filosofía que provee del suficiente entendimiento y motivación para construir marcos de referencia que integren eficientemente **objetivos de negocio, procesos de trabajo, gente, infraestructura y equipo, demandas del cliente, y paradigmas de medición** en un sistema consistente para **producir más rápido y a menores costos con la suficiente calidad, satisfaciendo los requerimientos del cliente para lograr retorno de inversión.**

Business goals and improvement strategies:  
Five key success criteria for SPI. ISON Ltd.

## Premisa fundamental de la Mejora de Procesos

**“La Calidad de un producto está ampliamente determinada por la Calidad del Proceso utilizado para desarrollarlo y mantenerlo.”**

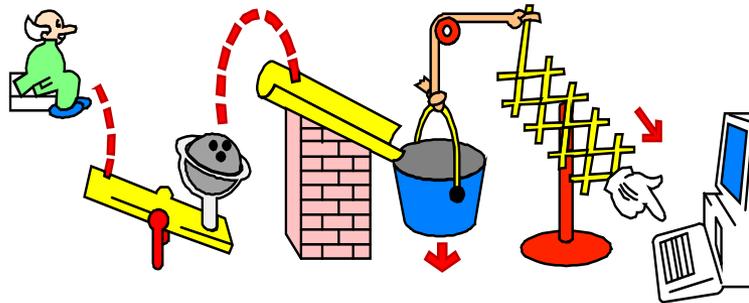
Based on TQM principles as taught by Shewhart, Juran, Deming and Humphrey.

# Modelo IDEAL: Plataforma de implementación de CMMI



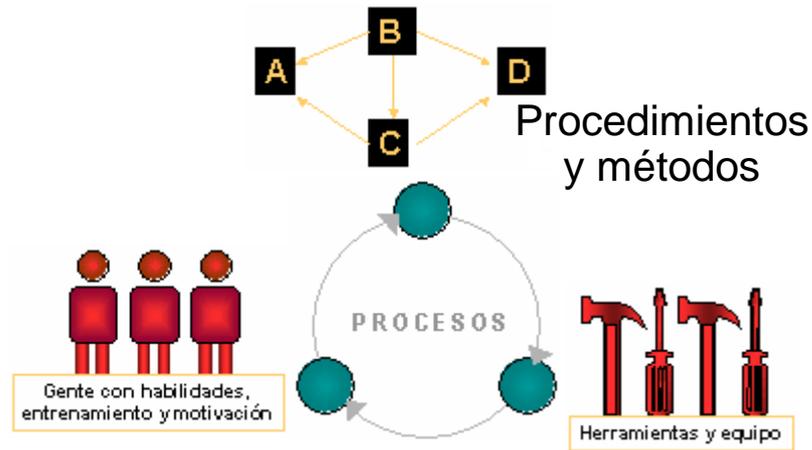
El 70% o más de los **problemas** en Ingeniería de Software están relacionados con el **proceso**.

El 30% restante, con otros aspectos.



# El Proceso Software (PS)

Conjunto de **personas**, **estructuras de organización**, **reglas**, **políticas**, **actividades** con **procedimientos**, **componentes de software**, **metodologías** y **herramientas** utilizadas o creadas específicamente para **conceptualizar**, **desarrollar**, ofrecer un servicio, innovar y extender un **producto de software**.



# El Proyecto CMMI

- ❑ Dirigido por el DoD con colaboración de la industria, el Gobierno y el SEI.
- ❑ Más de 100 personas involucradas.

- U.S. Army, Navy, Air Force
- Federal Aviation Administration
- National Security Agency
- Software Engineering Institute
- ADP, Inc.
- AT&T Labs
- BAE
- Boeing
- Computer Sciences Corporation
- EER Systems
- Ericsson Canada
- Ernst and Young
- General Dynamics
- Harris Corporation
- Honeywell

- KPMG
- Lockheed Martin
- Motorola
- Northrop Grumman
- Pacific Bell
- Q-Labs
- Raytheon
- Reuters
- Rockwell Collins
- SAIC
- Software Productivity Consortium
- Sverdrup Corporation
- TeraQuest
- Thomson CSF
- TRW

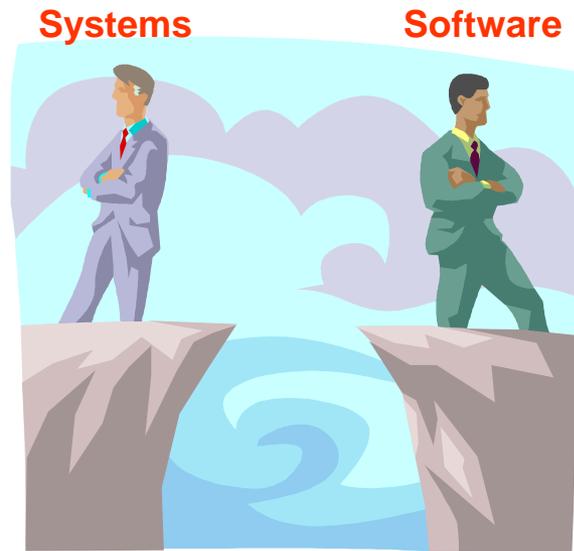


- ❑ Modelo de Madurez de las capacidades de la organización para administrar los procesos de desarrollo, adquisición y/o mantenimiento de productos o servicios (de software).
- ❑ **Madurez:** Capacidad de la organización para controlar los procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos o servicios.
- ❑ **Objetivo:** Establecer y mejorar el nivel de madurez de los procesos de desarrollo, adquisición y mantenimiento de productos y servicios.
- ❑ Modelo descriptivo y normativo (**QUÉ**). No es prescriptivo (**CÓMO**).

- ❑ La aplicación del **sentido común** de la administración de procesos y del mejoramiento de la calidad al desarrollo, la adquisición y/o el mantenimiento de productos o servicios.
- ❑ Una **guía desarrollada por la comunidad** para evolucionar a una cultura de excelencia en la ingeniería.
- ❑ Un modelo para el **mejoramiento organizacional**.
- ❑ Un Modelo de **Mejores Prácticas** que busca, a través del mejoramiento continuo de procesos, lograr la madurez y mejorar la capacidad de procesos de software.

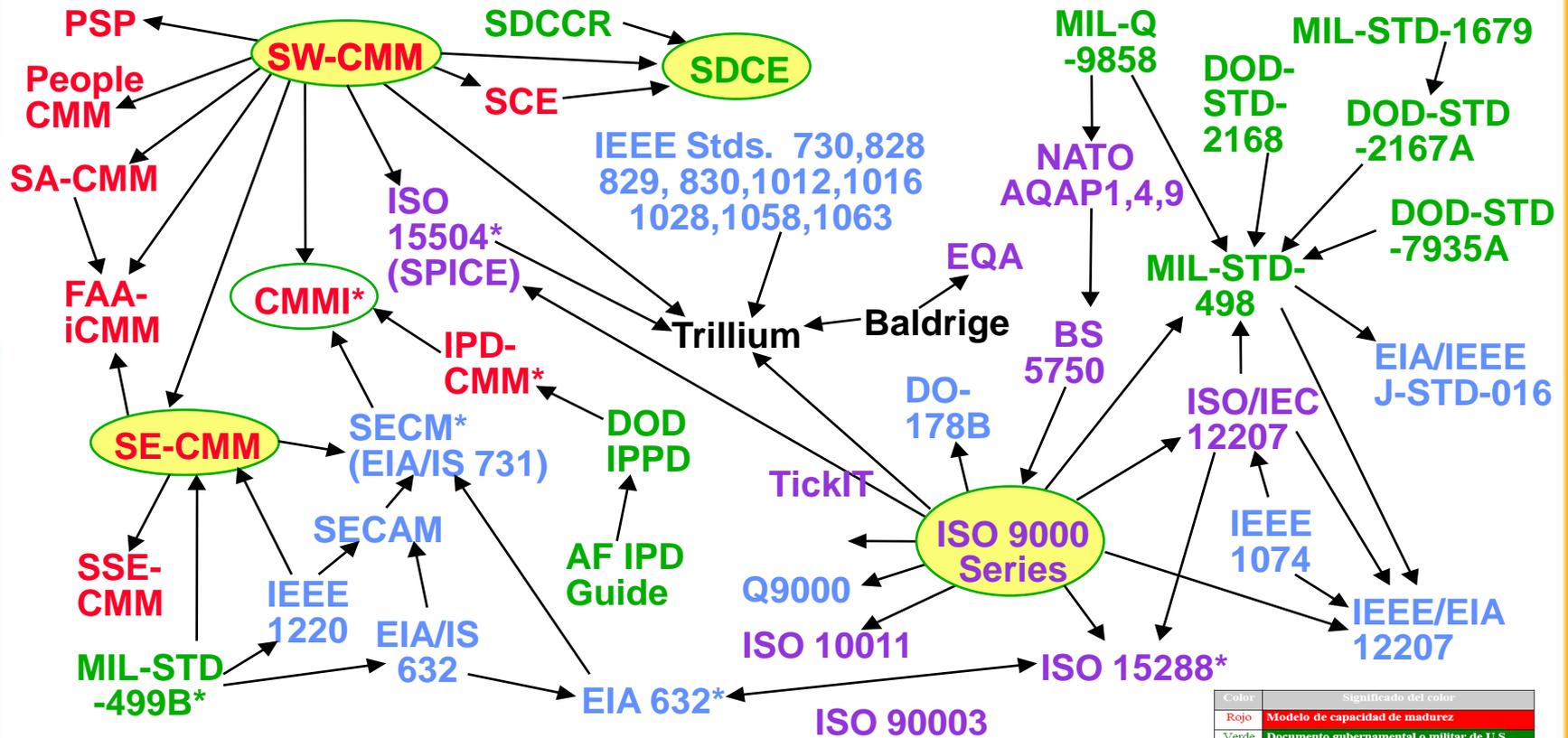
# El Problema

- ❑ Poca **integración** de las disciplinas Sistemas y Software.
- ❑ La importancia del software en los **sistemas** se ha incrementado de forma dramática.
- ❑ El DoD hace énfasis en desarrollar interfaces de sistemas/software más consistentes.



\* Source: Standish Group  
*Chaos Report*

# The Frameworks Quagmire



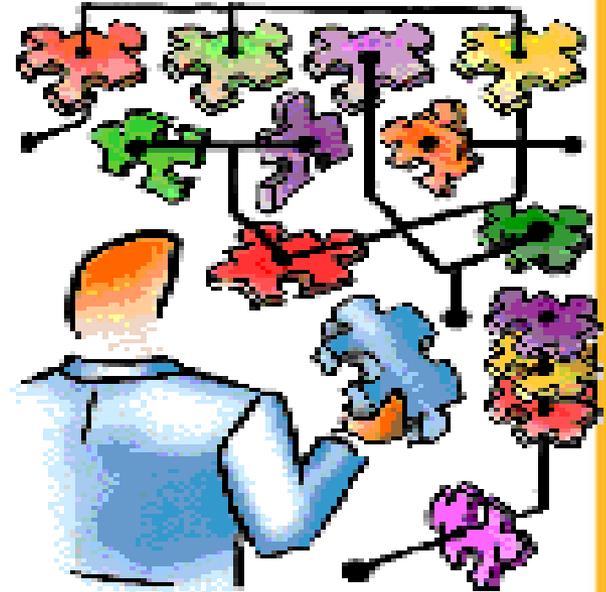
\* Not yet released Also see [www.software.org/quagmire](http://www.software.org/quagmire)

Courtesy Sarah Sheard, SPC

quag14d: 5 June 1998

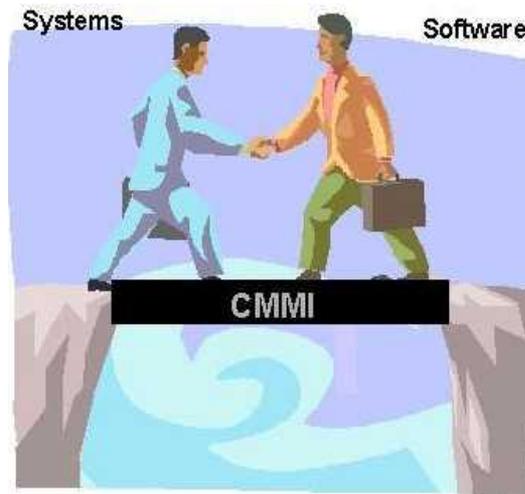
Puede implementarse con:

- Software
- Hardware
- Bioware
- Algoritmos
- Organizaciones
- Procesos

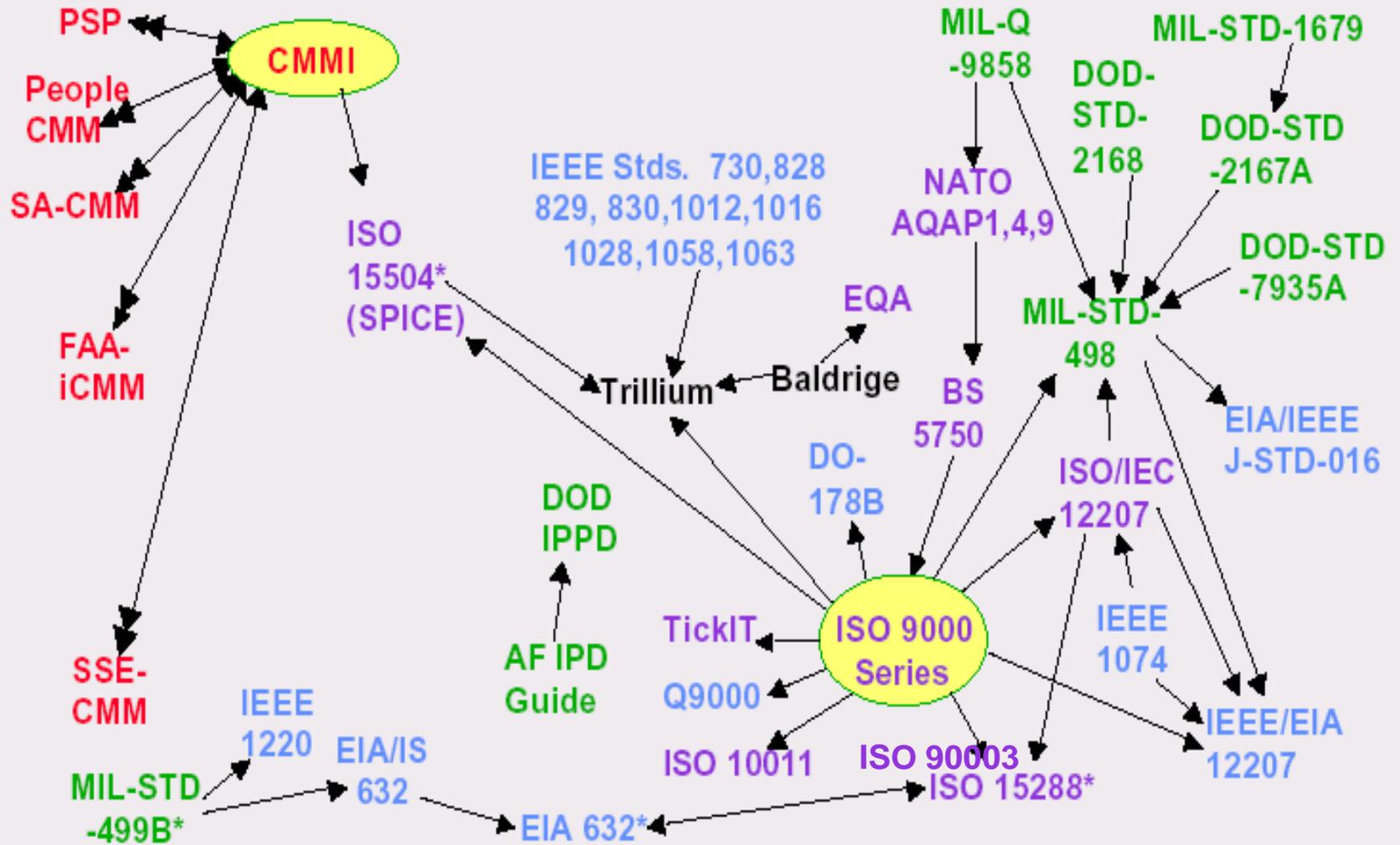


# Bridging the Divide

- ❑ Los procesos de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería de software deben estar **integrados**.
- ❑ Integrar las disciplinas de **sistemas** y **software** dentro de un framework para la mejora de procesos.
- ❑ Proporcionar un framework para introducir **nuevas disciplinas** según su necesidad.



# The Frameworks Quagmire (hoy)



\* Not yet released

Also see [www.software.org/quagmire](http://www.software.org/quagmire)

Color	Significado del color
Rojo	Modelo de capacidad de madurez
Verde	Documento gubernamental o militar de U.S.
Lila	Estándar internacional
Azul	Desarrollado por una organización profesional (mayoritariamente de U.S.A.)
Negro	Otros

quag14d: 5 June 1998

Courtesy Sarah Sheard, SPC

- ❑ *Capability Maturity Model Integration*: Modelo de Madurez y Capacidades Integrado.
- ❑ Integración de disciplinas (*bodies of knowledge*) que son esenciales para el desarrollo y mantenimiento de productos en un todo consistente:
  - ❑ Ingeniería de Sistemas: **SE**
  - ❑ Ingeniería de Software: **SW**
  - ❑ Ingeniería de Hardware: **HE**
- ❑ Permite a las organizaciones:
  - ❑ Gestionar con un enfoque integrado las distintas disciplinas aplicables a su negocio;
  - ❑ Integrar los componentes desarrollados en casa con los adquiridos en el mercado;
  - ❑ Integrar estándares, metodologías y guías que pueden ayudar a la organización a mejorar su forma de hacer negocios.



## What It Is:

- A set of best practices
- An industry standard
- A set of critical behaviors common for success
- A guideline for continuous improvement
- A measurement and rating system of process capability
- A risk indicator
- ***It specifies **what** is necessary to be performed***

## What It Is NOT:

- A “certification”
- Methodology
- A silver bullet
- A guarantee of success
- Easy to implement
- Easy to achieve levels
- Only for the Federal Government
- Only USED in the USA
- ***It does not specify **how** to perform the activities***

## Ingeniería de Sistemas (SE):

- Desarrollo total de sistemas, que podría no incluir software.
- Proporcionar soluciones a la organización a partir de sus necesidades, requerimientos, expectativas y restricciones.

## Ingeniería de Software (SW):

- Desarrollo de sistemas de software.
- Énfasis: aplicar procesos sistemáticos, disciplinados, cuantificables y confiables al desarrollo, mantenimiento y operación del software.

## Ingeniería de Hardware (HE):

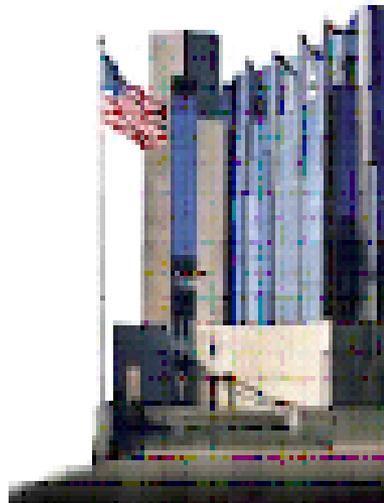
- Desarrollo de sistemas de hardware.
- Aplicación de procesos sistemáticos, disciplinados, cuantificables y confiables al desarrollo, mantenimiento y operación del hardware.

**Capability Maturity Model Integration for Development:** Modelo de Madurez de Capacidades Integrado, que:

- ❑ Ayuda a las organizaciones a mejorar sus procesos de desarrollo y mantenimiento de productos y servicios;
- ❑ Contiene las mejores prácticas para abordar las actividades de desarrollo y mantenimiento de productos y servicios;
- ❑ Abarca las prácticas del ciclo de vida del producto o servicio, desde la concepción hasta la entrega y mantenimiento.

- ❑ Es un modelo o marco de trabajo (*framework*) que:
  - ❑ Describe los elementos claves de un proceso de ingeniería efectivo;
  - ❑ Describe el mejoramiento evolutivo de una organización para ir de un proceso ad-hoc e inmaduro a un proceso disciplinado y maduro;
  - ❑ Cubre las actividades de planificación, administración e ingeniería del proceso de desarrollo y mantenimiento de productos y servicios.
- ❑ Implementar un marco ordenado y disciplinado para:
  - ❑ Mejorar continuamente los procesos de desarrollo y mantenimiento;
  - ❑ Aumentar la calidad de los productos;
  - ❑ Disminuir las crisis en los proyectos;
  - ❑ Disminuir los costos anormales;
  - ❑ Aumentar la satisfacción del cliente;
  - ❑ Establecer un marco de comparación en la industria.
- ❑ Mejorar la habilidad para alcanzar las metas de costo, planificación, funcionalidad y calidad del producto.

- ❑ Centro Federal de Investigación y Desarrollo (FRDC).
- ❑ Fundado en 1984.
- ❑ Forma parte de la *Carnegie Mellon University (CMU), Pittsburgh*.
- ❑ Auspiciado por la Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition and Technology [OUSD (A&T)].
- ❑ Autores y dueños de los modelos de madurez y capacidad (maturity models).



- ❑ **1986:** El DoD encarga al SEI el desarrollo de un modelo para evaluar la capacidad de sus subcontratistas de software.
- ❑ **1987:** Publicación del Software Process Maturity Model Framework.
- ❑ **1991:** Publicación del Software CMM, v1.0
- ❑ **1993:** Publicación del Software CMM, v1.1
- ❑ **1995:** *System Engineering CMM v1.1*
- ❑ **1996:** *System Engineering Capability and Assessment method (SECAM)*, publicado por el *International Council of System Engineerong (INCOSE)*.



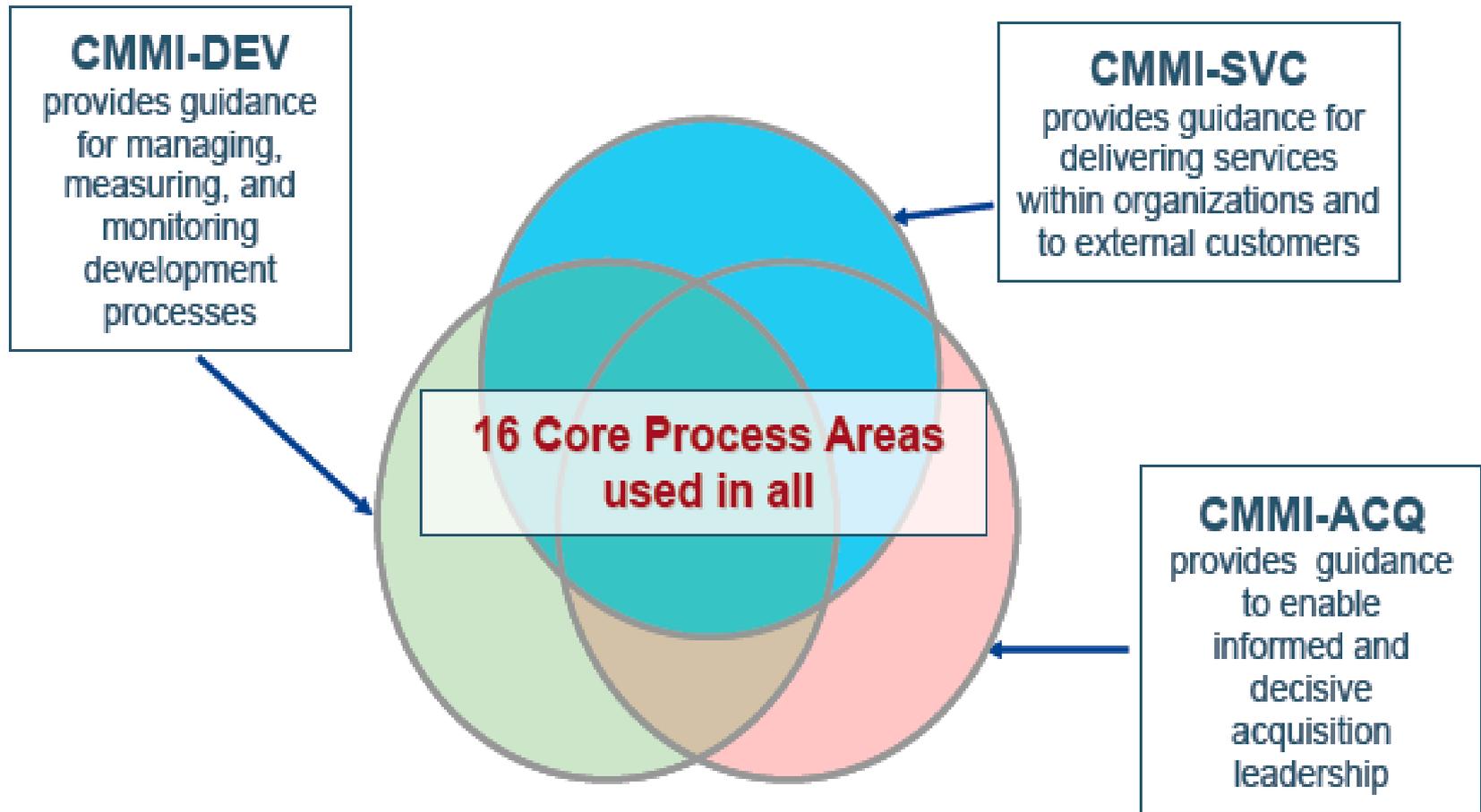
Carnegie Mellon  
**Software Engineering Institute**

- ❑ **1997:** Elaboración del Software CMM, v2.0, Draft C- Nunca se publica.
- ❑ **1998:** *System Engineering Capability Model (SECM), Electronic Industries Alliance 731 (EIA 731).*
- ❑ **2000:** Publicación CMMI, versión 1.0
- ❑ **2002:** Publicación CMMI versión 1.1
- ❑ **2005:** Término del soporte de Software CMM, v1.1
- ❑ **Noviembre 2006:** Publicación CMMI-DEV, versión 1.2
- ❑ **Agosto 31 2007:** sunset del CMMI v1.1
- ❑ **Noviembre 2007:** Publicación CMMI – ACQ
- ❑ **Febrero 2009:** Publicación CMMI- SVC



CarnegieMellon  
Software Engineering Institute

- ❑ Una constelación es una colección de componentes de *CMMI* que incluye, para una determinada área de interés:
  - ❑ Un Modelo,
  - ❑ Los materiales de entrenamiento,
  - ❑ Los documentos relacionados con las evaluaciones.
- ❑ Actualmente hay tres constelaciones soportadas por la versión 1.2 del *framework*:
  - ❑ Desarrollo (*Development*)
  - ❑ Servicios (*Services*)
  - ❑ Adquisiciones (*Acquisitions*)



- ❑ ***CMMI for Development*** contiene prácticas que cubren:
  - ❑ Ingeniería de Sistemas, de Software y de Hardware
  - ❑ Procesos de Soporte
  - ❑ Gestión de Proyectos
  - ❑ Gestión de Procesos
- ❑ ***CMMI for Development + IPPD*** contiene además prácticas que cubren:
  - ❑ Equipos integrados para las actividades de desarrollo y mantenimiento
  - ❑ *IPPD (Integrated Process and Product Development)*
  - ❑ Ejemplos:
    - ❑ Organizaciones geográficamente o políticamente distribuidas
    - ❑ Consorcios

- ❑ Multiple **models**, based on disciplines addressed
  - ❑ CMMI - **ACQ**: Acquisition
  - ❑ CMMI - **DEV**: Systems Engineering
  - ❑ CMMI - **SVC**: Technical Support Services
- ❑ CMMI V1.2 incorporates lessons learned from using other standards and models (Software CMM, EIA-731, IEEE-12207)
- ❑ Developed at the DoD-sponsored Software Engineering Institute (SEI)
  - ❑ CMMI-**ACQ** in draft, expect release in 2007
  - ❑ CMMI-**SVC** in development, expect release in 2007
  - ❑ Models and information at <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>

## CMMI Framework

**Fundamento núcleo Modelo**  
PA's comunes, Prácticas Específicas y Genéricas

**Material CMMI compartido**  
Prácticas específicas, Adiciones, Amplificaciones

**Materiales específicos  
Desarrollo**

- Amplificaciones Desarrollo
- Adiciones Desarrollo
  - PA XX
  - PA ZZ
  - PA DEV

**Materiales específicos  
Adquisición**

- Amplificaciones Adquisición
- Adiciones Adquisición
  - PA XX
  - PA ZZ
  - PA ACQ

**Materiales específicos  
Servicios**

- Amplificaciones Servicios
- Adiciones Servicios
  - PA XX
  - PA ZZ
  - PA SRV

El Modelo **CMMI-Dev** está compuesto por prácticas comunes que pueden agruparse en dos tipos de representaciones:

## Escalonada (*Staged*):

- Camino sistemático y estructurado
- Cinco niveles de madurez, cada uno es un conjunto de áreas de proceso

## Continua (*Continuous*):

- Máxima flexibilidad en la mejora de procesos (1 a varios procesos)
- Seis niveles de capacidad, cada uno con sus propias áreas de proceso.

## ❑ Escalonada (*staged*):

Cada uno de los cinco niveles de madurez se compone de un conjunto de áreas de proceso.

## ❑ Continua (*continuous*)

En cada uno de los seis niveles de capacidad se verifica el estado de avance de cada una de las áreas de proceso definidas.

# CMMI: Representación Escalonada (staged)

5 Focus on process improvement

Optimizing

4 Process measured and controlled

Quantitatively Managed

3 Process characterized for the **organization** and is proactive

Defined

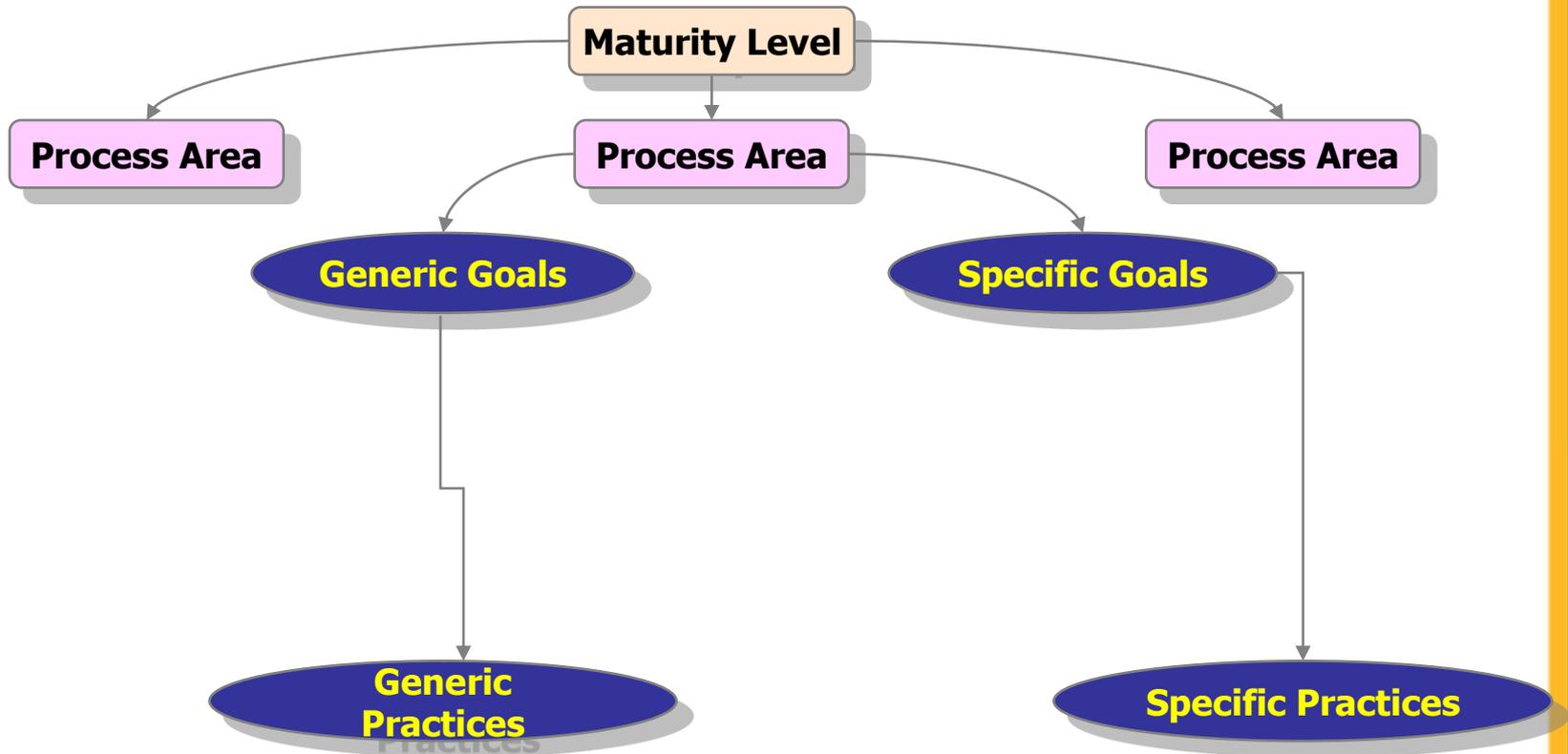
2 Process characterized for **projects** and is often reactive

Managed

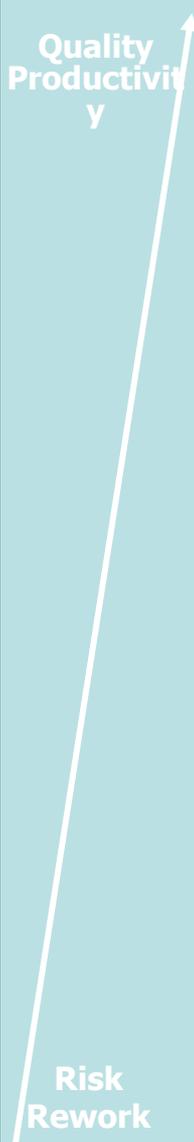
1 Process unpredictable, poorly controlled and reactive

Performed

# CMMI: Estructura de la Representación Escalonada



# CMMI: Representación Escalonada (staged)

Nivel	Enfoque	Áreas de Procesos	
<b>5 Optimizando</b>	Mejora continua del proceso	Innovación y despliegue organizacional Análisis causal y resolución	 <p>Quality Productivity y</p>
<b>4 Administrado cuantitativamente</b>	Gestión cuantitativa del proceso	Desempeño de procesos organizacionales Gestión cuantitativa de proyectos	
<b>3 Definido</b>	Estandarización del proceso	Desarrollo de requisitos Solución técnica Integración de producto Verificación Validación Enfoque organizacional al proceso Definición del proceso organizacional Entrenamiento organizacional Gestión integrada de proyecto Gestión de riesgo Análisis de decisiones y resolución	
<b>2 Administrado</b>	Administración de proyectos	Gestión de requisitos Planificación de proyectos Seguimiento y control de proyectos Gestión de acuerdos con proveedores Medición y análisis Aseguramiento de calidad de procesos y productos Gestión de la configuración	
<b>1 Inicial</b>	Héroes		

## Niveles de capacidad:

- 0: Incompleto
- 1: Ejecutado
- 2: Administrado
- 3: Definido
- 4: Administrado cuantitativamente
- 5: En optimización

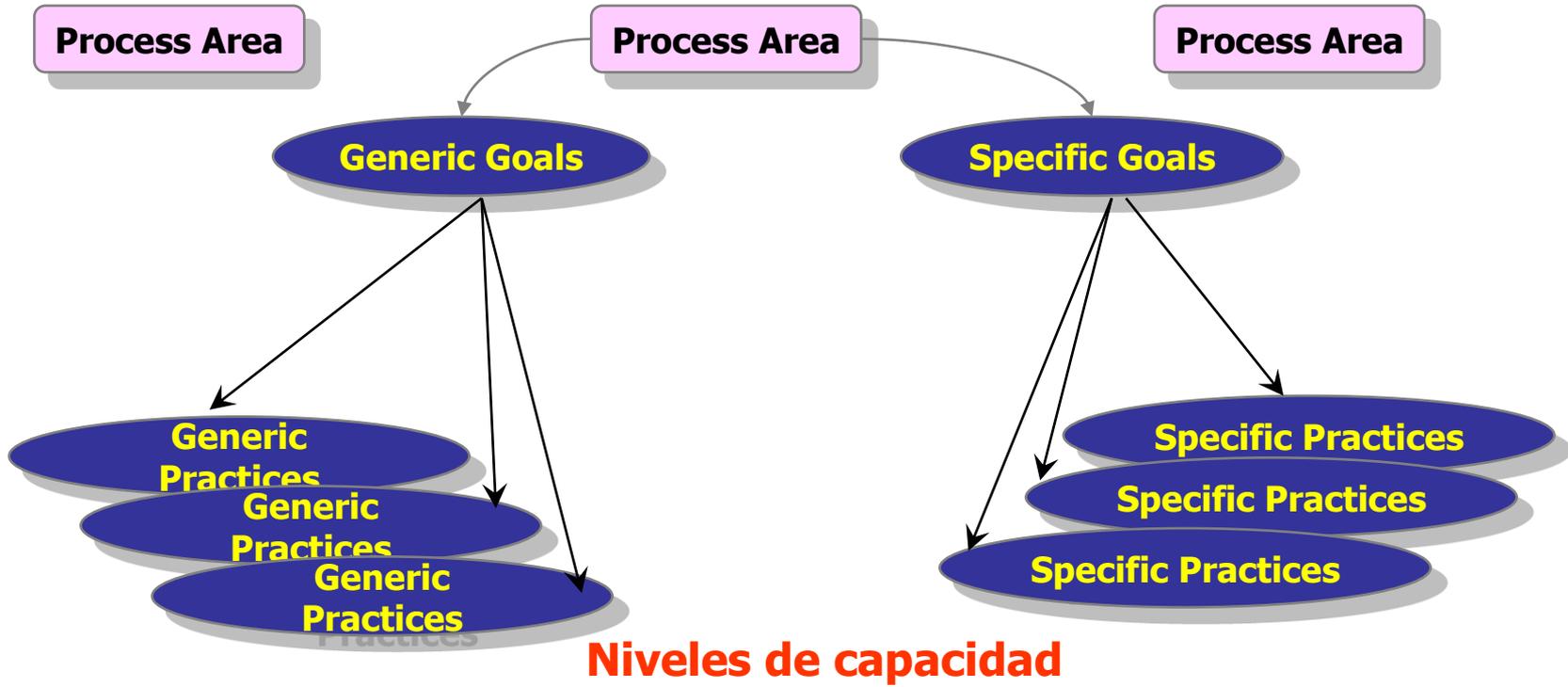
Proceso bien implementado y en mejora continua



Proceso no implementado

Áreas de Procesos

# CMIMI: Estructura de la Representación Continua





**¿Preguntas?**

**¿Dudas?**