

Estimación

Ingeniería de Software 1

Estimación

- **GEPRO:** Podrías darme una estimación del tiempo necesario para desarrollar la funcionalidad x?
- **DESARROLLADOR:** Un mes
- **GEPRO:** Es demasiado tiempo! Tenemos solo una semana.
- **DESARROLLADOR:** Puedo hacerlo en dos como máximo.
- **GEPRO:** Excelente, dos semanas entonces!

Estimación

- Objetivo de negocio
 - Es una declaración mensurable (target) para lograr alcanzar un propósito de negocio
- Ejemplo:
 - Necesitamos tener la versión 2.1 lista para demostrar en la convención de junio.
- *Pero el hecho que un objetivo sea deseable u obligatorio no quiere decir que necesariamente sea alcanzable!*

Estimación

- Compromiso
 - Los negocios se comprometen a entregar la funcionalidad definida con un nivel de calidad específica para una fecha dada
- El compromiso es la negociación/análisis entre la estimación y el objetivo de negocio
 - Si es más agresivo que la estimación asumimos más riesgo de no cumplir
 - Si es más conservador que la estimación minimizamos el riesgo de no cumplir

Estimación

- *Una buena estimación es aquella que provee una visión clara de la realidad del proyecto y permite tomar buenas decisiones de como controlar el proyecto para alcanzar sus objetivos.*

[Steve McConnell]

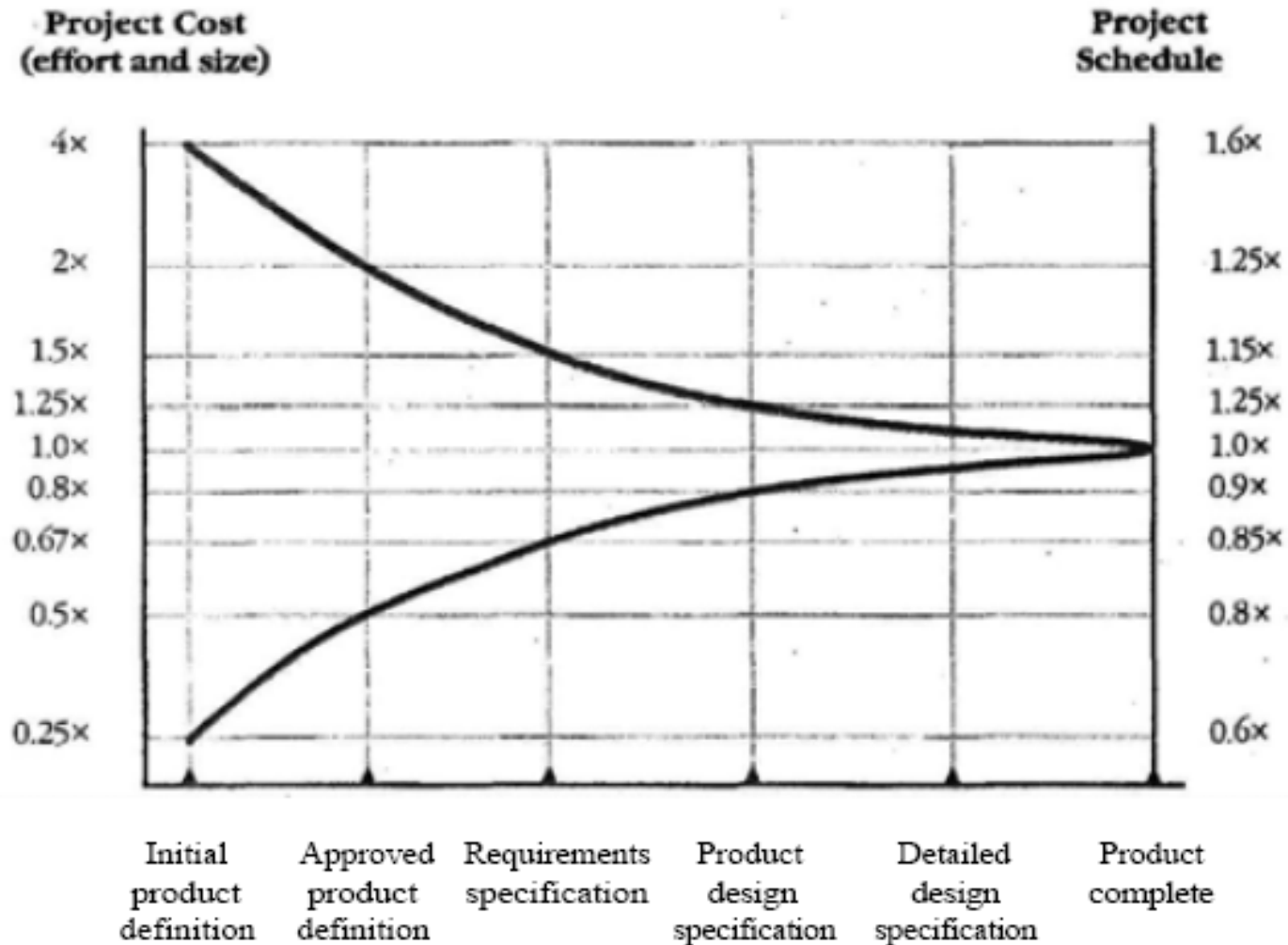
Estimación

- Estimar: Predecir valores de entidades y sus atributos que sean relevantes para el proyecto.
 - Estimamos cuando no podemos medir
 - La entidad todavía no existe
 - La entidad no es accesible
 - La medición es muy cara o peligrosa

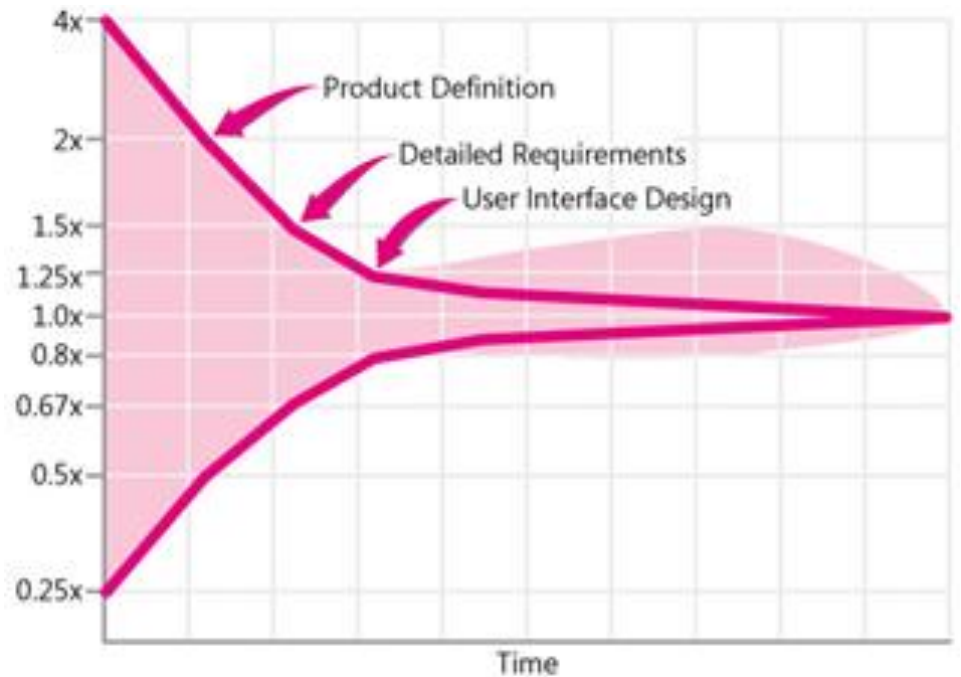
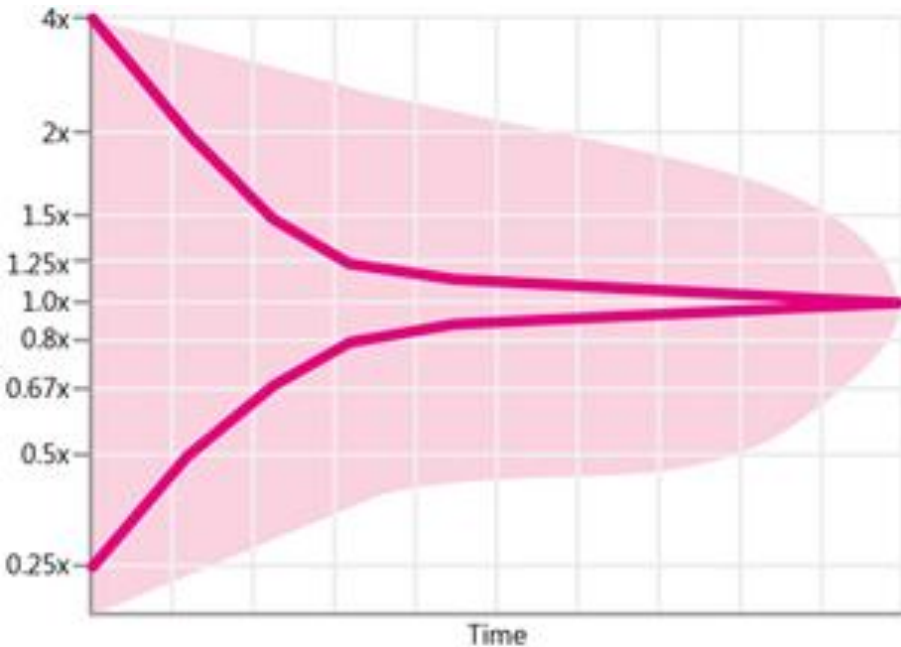
Estimación

- ¿Cuándo estimar?
 - Etapas preliminares:
 - Para cotizar para un contrato.
 - Para realizar estudios de factibilidad.
 - Durante el proyecto:
 - Un patrón contra el cual medir, ajustar el desempeño, y anticipar riesgos.
 - Al final del proyecto:
 - Extrapolar resultados a otros proyectos.

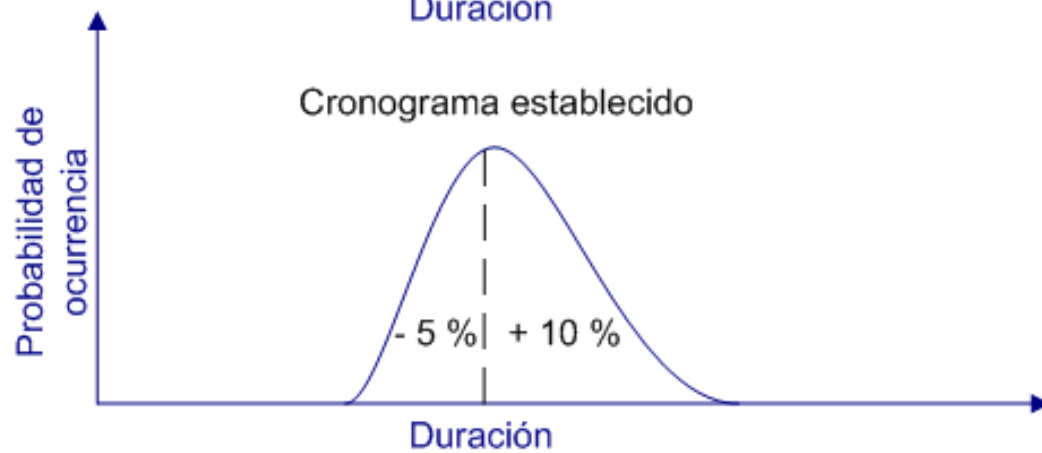
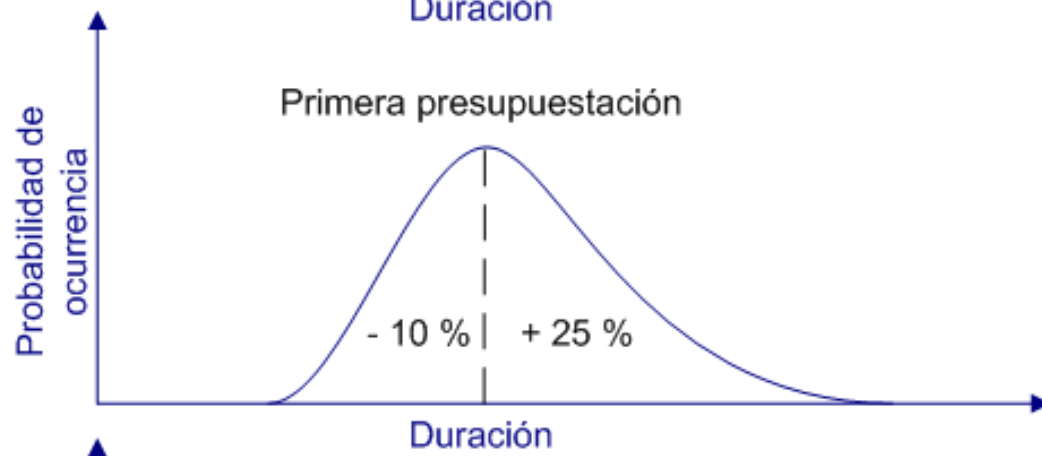
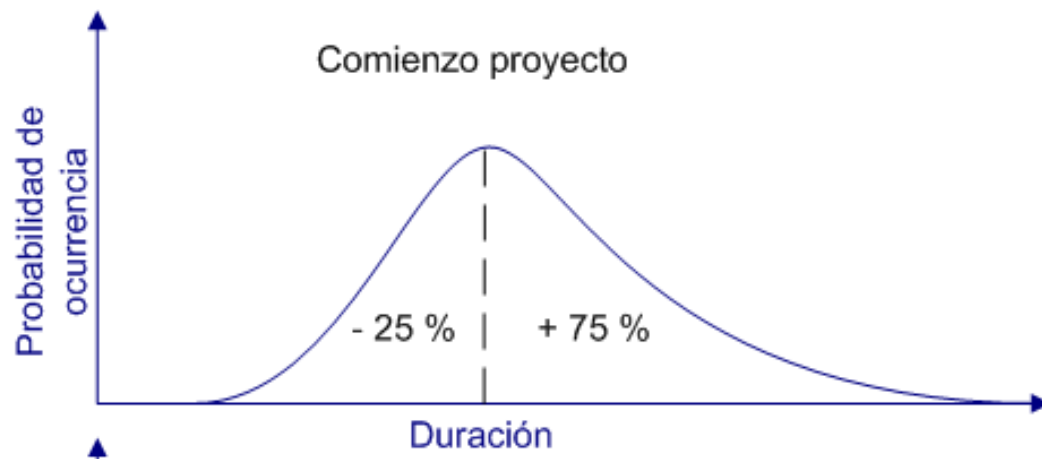
Estimación



Estimación



El cono se reduce al tomar decisiones que eliminen las fuentes de variabilidad del proyecto.



Estimación

- ¿Porqué estimar?
 - Sin una estimación precisa, no se puede gestionar los recursos en forma efectiva.
- ¿Qué estimar?
 - Tamaño
 - Esfuerzo
 - Tiempo (Cronograma)
 - Recursos
 - Defectos

Estimación

- ¿Cómo estimar?
 - Medir
 - La medición como base para los modelos predictivos.
 - Calcular
 - Utilizar modelos para calcular los atributos derivados de otras mediciones
 - Juicio experto
 - Si no existen modelos ni la posibilidad de medir directamente utilizar el juicio del experto

Estimación

- Modelo básico de estimación



Estimación

- Elementos que influyen en la estimación de un proyecto de software
 - Tamaño del software
 - Tipo de proyecto
 - Experiencia y habilidades del equipo
 - Lenguajes de programación
 - Proceso utilizado

Estimación

- Problemas de las estimaciones
 - Información incierta del proyecto
 - Nunca hay dos proyectos iguales.
 - Variabilidad del proyecto.
 - Ej: Requerimientos cambiantes
 - Información incierta del equipo de proyecto
 - Error o falta de datos históricos. Ej: Productividad
 - Incertidumbre del proceso de estimación
 - Modelos para estimar tamaños y complejidad sensibles a factores subjetivos.

Estimación

- Formas de estimar
 - Estimación por juicio experto
 - Estimación por analogía
 - Estimación descomposición.
 - Estimación paramétrica.

Estimación

- Estimación por juicio experto
 - Utilización de rangos y PERT para el caso esperado
 - $\text{Esperado} = (\text{Mejor} + \text{Probable} * 4 + \text{Peor}) / 6$

Estimación de días				
Funcionalidad	Mejor caso (25%)	Caso más probable	Peor Caso (75%)	Caso esperado (50 %)
Feature 1	1.25	1.5	2	1.54
Feature 2	1.5	1.75	2.5	1.83
Feature 3	2	2.25	3	2.33
TOTAL	4.75	5.5	7.5	5.7

Estimación

- Estimación por analogía
 - También conocida como estimación top-down.
 - Considera todo el proyecto con otros de similares características o se usa el juicio de un experto.
 - Poco costosa.
 - Menos precisa.
- Ej: A partir de un proyecto similar se estima que el nuevo es un 20% más grande.
 - Anterior 18 meses-hombre, entonces el nuevo se estima en 22 meses-hombre

Estimación

- Estimación por descomposición
 - Se descompone el proyecto en unidades de trabajo (funciones, módulos o actividades) que son fáciles de estimar.
 - Más precisa que la anterior.
 - Más costosa que la anterior.

Estimación

Funcionalidad	Estimación meses-hombre
Funcionalidad 1	1.5
Funcionalidad 2	4
Funcionalidad 3	3
Funcionalidad 4	1
Funcionalidad 5	4
Funcionalidad 6	6
Funcionalidad 7	2
Funcionalidad 8	1
Funcionalidad 9	3
Funcionalidad 10	1.5
Total	27

Estimación

Func.	Estimación	Real	Desviación	Error
Func 1	1.5	3.0	-1.5	50%
Func 2	4.5	2.5	2.0	80%
Func 3	3	1.5	1.5	100%
Func 4	1	2.5	-1.5	60%
Func 5	4	4.5	-0.5	11%
Func 6	6	4.5	1.5	33%
Func 7	2	3.0	-1.0	33%
Func 8	1	1.5	-0.5	33%
Func 9	3	2.5	0.5	20%
Func 10	1.5	3.5	-2.0	57%
Total	27	29	-2	
Promedio			-7%	46%

Estimación

- Resultados del ejemplo
 - Top-down
 - Error promedio de la estimación 24% (22 en 27)
 - Bottom-up
 - Error promedio de las estimaciones locales 46% pero se obtuvo una mejor estimación global 7%
- Ley de los grandes números
 - El error de las sumas es mayor que la suma de los errores

Ejercicio

Proyecto Histórico

Persistencia	5,000 LOC	10 Tablas
Presentación	14,000 LOC	14 páginas web
Gráficos y reportes	9,000 LOC	18 Gráficas y reportes
Core del sistema	4,500 LOC	15 Clases
TOTAL	32500 LOC	
ESFUERZO	30 meses hombre	

Proyecto Nuevo

14 Tablas
19 páginas web
30 Gráficas y reportes
15 Clases
Tamaño?
Esfuerzo?

Estimación

- Pasos para la estimación por analogía
1. Obtener tamaño, esfuerzo y costo de un proyecto histórico similar

Persistencia	5,000 LOC
Presentación	14,000 LOC
Gráficos y reportes	9,000 LOC
Core del sistema	4,500 LOC
TOTAL	32500 LOC
ESFUERZO	30 meses hombre

Estimación

2. Calcular el factor de ajuste entre los dos proyectos

Subsistema	Tamaño Proyecto Histórico	Tamaño Estimado Nuevo proyecto	Factor de Ajuste
Persistencia	10 Tablas	14 tablas	1.4
Presentación	14 Páginas Web	19 Páginas web	1.4
Gráficos y reportes	10 Gráficas + 8 Reportes	14 Gráficas + 16 Reportes	1.7
Core del sistema	15 clases	15 clases	1

Estimación

3. Estimar el tamaño del nuevo proyecto por el factor de ajuste

Subsistema	LOC Proyecto Histórico	Factor De Ajuste	LOC Estimado Nuevo Proyecto
Persistencia	5,000	1.4	7,000
Presentación	14,000	1.4	19,600
Gráficos y reportes	9,000	1.7	15,300
Core del sistema	4,500	1	4,500
TOTAL	32,500	-	46,400

Estimación

4. Estimar el esfuerzo del nuevo proyecto basado en la productividad histórica

Productividad histórica	
Tamaño proyecto histórico	32.500 LOC
Esfuerzo proyecto histórico	30 meses hombre
Productividad histórica	1.083 LOC / mes hombre

Tamaño nuevo proyecto	46.400 LOC
Esfuerzo estimado	43 meses hombre

Estimación

5. Verificar inconsistencias entre los dos proyectos
 - Diferencia sustancial de tamaño
 - Diferentes tecnologías
 - Distintas habilidades y experiencia del equipo
 - Distintos tipos de aplicaciones

Estimación

- Poker Planning
 - Técnica utilizada en varias metodologías ágiles para planificar las iteraciones.



Modelos paramétricos

Estimación

- Modelos paramétricos
 - Usa modelos estadístico – matemáticos donde se ingresan los parámetros del proyecto que se va a medir.
 - También se llaman modelos empíricos, cuando surgen de la experiencia acumulada de muchos proyectos.
 - Ejemplos:
 - Putnam: Ecuación del software
 - COCOMO (Constructive Cost Model) para software.

Modelos paramétricos

- COCOMO (Constructive Cost Model), Boehm 1981.
- COCOMO 2, 1999.
- Básico.
 - Calcula esfuerzo y costo en función de KLOC.
 - Bueno para estimación rápida, temprana, de proyectos medianos o pequeños
- Intermedio.
 - Calcula esfuerzo y costo en función de KLOC y conductores de costo (restricciones de hardware, experiencia del personal, etc.)
- Avanzado.
 - Calcula esfuerzo y costo en función de KLOC y considerando el impacto de los conductores de costo en cada fase (IR, DISEÑO, etc.).

Modelos paramétricos

- Orgánico.
 - Pequeños, sencillos, buena experiencia en el dominio, requerimientos poco rígidos.
- Semiacoplado.
 - Intermedios (tamaño y complejidad), distintos niveles de experiencia, requerimientos semirígidos.
- Embebido.
 - Requerimientos muy rígidos en función de hardware y software de base.

Modelos paramétricos

- Aclaraciones sobre COCOMO
 - El periodo de desarrollo abarcado por COCOMO comienza al principio de la fase de diseño (luego de validación de requisitos) y finaliza al final de la fase de integración y prueba.
 - Considera tareas de gerenciamiento y documentación.
 - Excluye esfuerzo de entrenamiento del usuario, planificación de instalación y conversión, personal del centro de cómputos, secretarias.
 - Considera 1 mes-hombre = 152 horas-hombre.

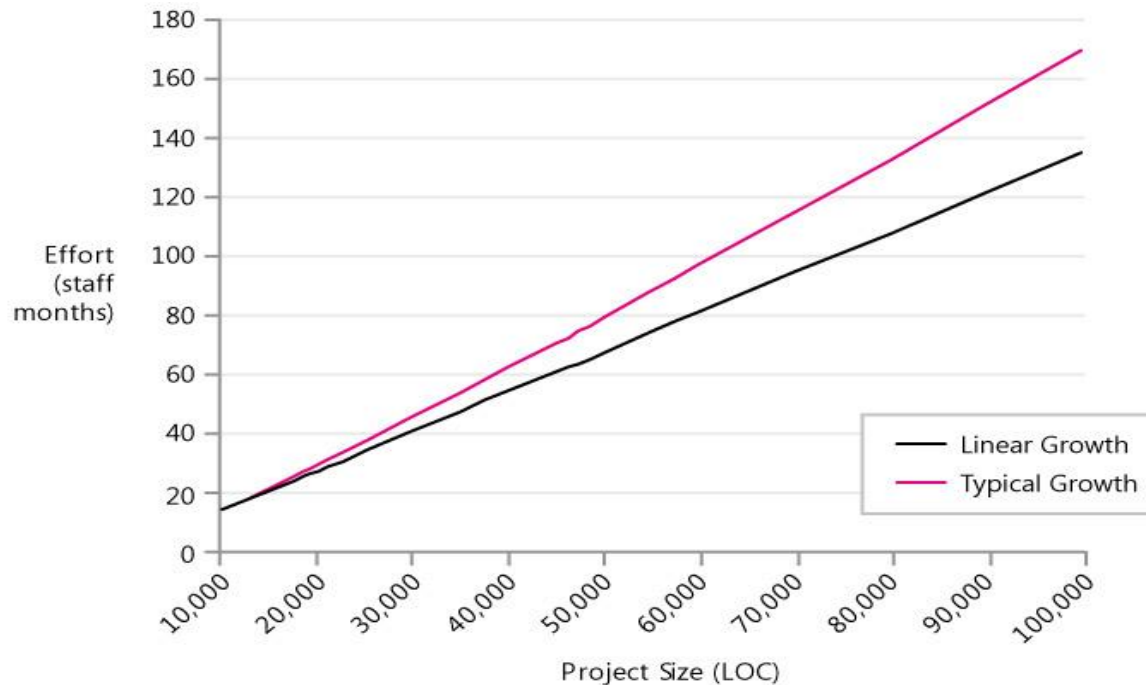
Modelos paramétricos

- Ecuaciones de COCOMO
 - Esfuerzo.
 - Cantidad de trabajo requerido para completar una actividad medido en meses-persona.
 - $E = a(KLOC)^b$
 - ESFUERZO en meses-hombre
 - KLOC miles de líneas de código
 - Duración.
 - Tiempo de desarrollo en meses cronológicos.
 - $D = c(E)^d$

Modelos paramétricos

	Coeficientes			
Tipo de Proyecto	a	b	c	d
Orgánico	2,40	1,05	2,50	0,38
Semiacoplado	3,00	1,12	2,50	0,35
Embebido	3,60	1,20	2,50	0,32

Modelos paramétricos



Source: Computed using data from the Cocomo II estimation model, assuming nominal diseconomy of scale (Boehm, et al 2000).

- 10.000 LOC -> 13,5 Meses - Hombre
- 100.000 LOC -> 170 Meses - Hombre

Modelos paramétricos

➤ COCOMO Básico

— Ejemplo (Software Engineering Economics, p.62)

- Una compañía de productos químicos planea desarrollar un nuevo software para el seguimiento de los materiales. Será elaborado por equipo de programadores de la empresa que han estado desarrollando programas similares durante varios años. Un estudio inicial estimó que el producto tendrá 32.000 LOC.
- Calcular con COCOMO básico:

$$\text{Esfuerzo} = 2,4 (32)^{1,05} = 91 \text{ meses-hombre}$$

$$\text{Duración} = 2,5 (91)^{0,38} = 14 \text{ meses}$$

$$\text{Productividad} = 32.000 / 91 = 352 \text{ LOC / meses-hombre}$$

$$\text{Nº medio de personas} = 91 / 14 = 9,5 \text{ hombres}$$

Modelos paramétricos

- COCOMO Intermedio
 - Esfuerzo.
 - Cantidad de trabajo requerido para completar una actividad medido en meses-persona.
 - $E = a(KLOC)^b \times FAE$ (Factores Ajustes Estimación)
 - Duración.
 - Se mantiene la misma fórmula pero utilizando el esfuerzo ajustado.

Modelos paramétricos

- FAE = valoración de 15 atributos conductores de costo.
- Se clasifican en 4 categorías de atributos.
 - Del producto.
 - Del hardware.
 - Del personal.
 - Del proyecto.
- Se valoran según escala discreta desde muy bajo hasta extra alto.
- Se multiplican los 15 valores entre sí.

Modelos paramétricos

➤ COCOMO Avanzado

- Predictores de costo sensitivos por fase
 - Algunas fases (diseño, programación, pruebas) están más afectadas por un predictor que otras. Cada predictor toma distintos valores dependiendo de su efecto en cada fase
 - Ej: Poca experiencia en la aplicación pesa más al principio
- Tres niveles jerárquicos del producto: módulo, subsistema y sistema
 - Los predictores de costo se hacen pesar en el nivel en que tienen mayor influencia
- Considera reutilización código

Modelos paramétricos

- Modelo de Putnam
 - Asume una distribución específica del esfuerzo a lo largo del ciclo de vida.
 - Se tomo a partir de la recolección de métricas de aproximadamente 4.000 proyectos.

Modelos paramétricos

- Ecuación del software.
 - Esfuerzo = $[\text{LOC} \times B^{0,333} / P]^3 \times (1/t^4)$
 - Medido en años-persona.
 - B = factor especial de destrezas.
 - Considera habilidad de gestión y garantía de calidad según tamaño del proyecto.
 - B = 0,16 para $5 \leq \text{KLOC} \leq 15$.
 - B = 0,28 para $30 \leq \text{KLOC} \leq 40$
 - P = parámetro de productividad.
 - Refleja madurez del proceso, grado de aplicación de IS, habilidades, experiencia, herramientas de desarrollo, complejidad de la aplicación, etc.
 - P = 2000, sistemas empotrados de tiempo real.
 - P = 10.000, telecomunicaciones y software de sistema
 - P = 28.000, aplicaciones comerciales.

Modelos paramétricos

- Ecuaciones simplificadas de Putman
 - Duración (T) = $8,14 (LOC/P)^{0,43}$ T en meses
 - Esfuerzo = $180 * B * T^3$ T en años
- Ejemplo
 - Una compañía de productos químicos planea desarrollar un nuevo software para el seguimiento de los materiales. Será elaborado por equipo de programadores de la empresa que han estado desarrollando programas similares durante varios años. Un estudio inicial estimó que el producto tendrá 32.000 LOC.

$$\text{Duración} = 8,14 (32000 / 12000)^{0,43} = 13 \text{ meses}$$

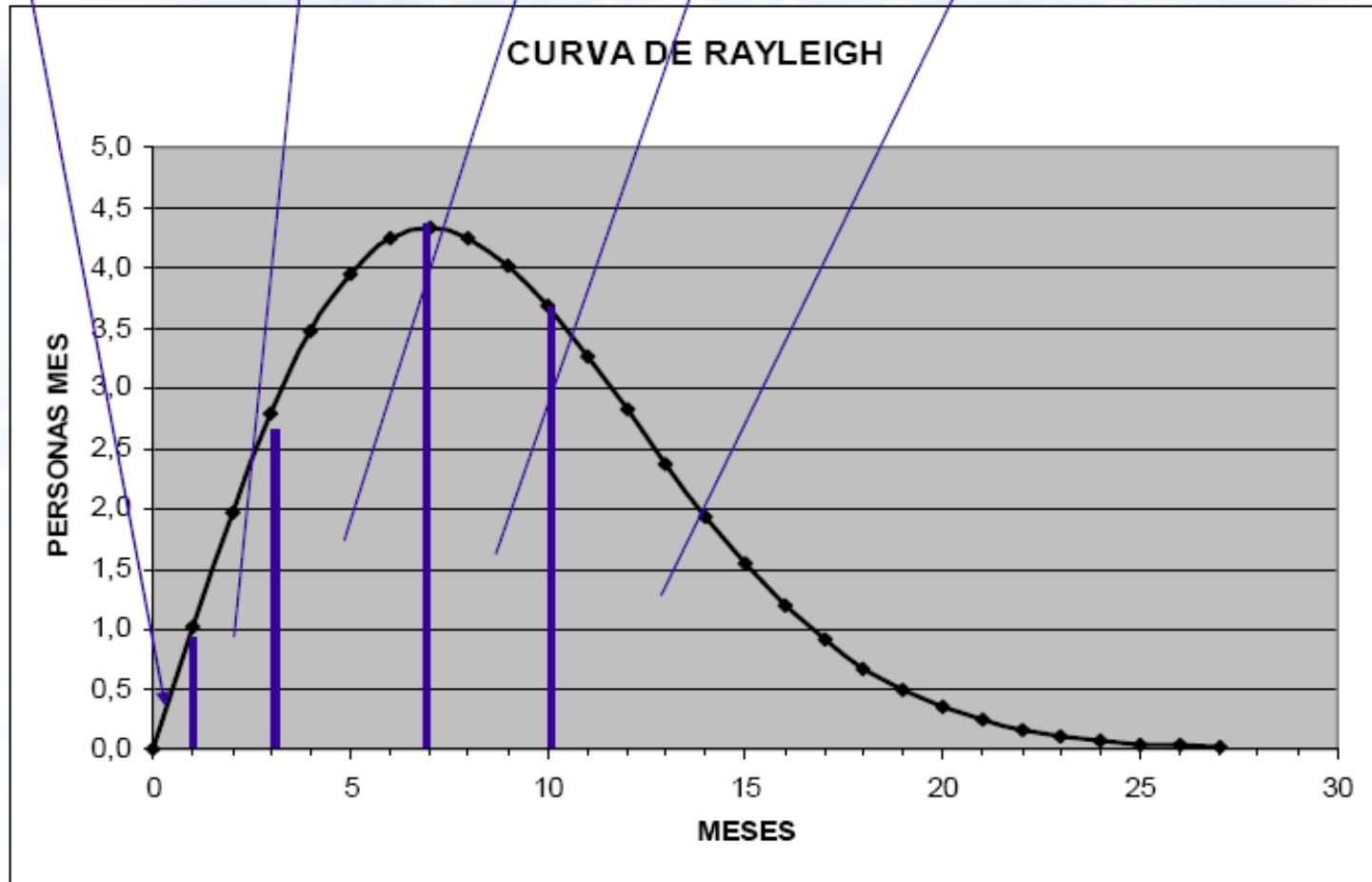
$$\text{Esfuerzo} = 180 * 0,28 * (1,08)^3 = 64 \text{ meses hombre}$$

$$\text{Productividad} = 32.000 / 64 = 500 \text{ LOC / meses-hombre}$$

$$\text{Nº medio de personas} = 64 / 13 = 5 \text{ hombres}$$

Modelos paramétricos

Requirements *Design* *Code* *Test* *Maintenance*



Proceso y ajuste de las estimaciones

Estimación

- Presentación de la estimación
 - Calificador más/menos
 - Cuantificación según riesgos
 - Casos
 - Precisión de los datos
 - Factor de confianza
 - Rangos

Estimación

- Precisión vs. exactitud
 - Al estimar considerar la diferencia entre los conceptos de precisión y exactitud.
 - 3,67321 puede ser un número de mayor precisión pero 3,1 es una mejor aproximación al número π .
 - Esta diferencia es importante porque puede producir resultados engañosos al estimar.

Estimación

- Validar la estimación con juicio experto:
Método Delphi.
 - Cada experto propone: valor esperado y límites superior e inferior. Se calculan valores como promedios de:
 - $\text{estimado} = (\text{mínimo} + 4 \times \text{más probable} + \text{máximo}) / 6.$
 - Se divulgan y discuten las estimaciones en el grupo. Se repite la estimación tomando en cuenta los acuerdos logrados
 - El proceso termina cuando se llega a un valor aceptado por el grupo
- También es una forma de lograr compromiso con las estimaciones.

Estimación

- Calibración de las estimaciones
 - Datos de la industria
 - Datos históricos de otros proyectos
 - Datos del propio proyecto

Estimación

- Recalibrar la estimación
 - Cuando se realiza un ajuste de la estimación a partir del progreso realizado y su comparación con la estimación previa, surgen tres opciones:
 1. Considerar que la diferencia se compensará en otro momento del proyecto.
 2. Agregar o quitar la diferencia de la estimación total.
 3. Multiplicar la estimación por el factor de diferencia.

Estimación

- Recalibrar la estimación
 - Dado un proyecto estimado en 4 meses. En el segundo mes se lleva una semana de atraso.
 - Se compensara la semana porque la productividad inicial es menor.
 - Se suma una semana a la estimación de 4 meses.
 - Se multiplica los cuatro meses por el 1.12.
 - Los errores en la estimación en general se deben a razones sistémicas, por lo que la mejor opción es la tercera.

Referencias

- Capítulo 4, Ingeniería del Software, 4ta. Edición, Pressman.
- Capítulos 11 y 12, Software Engineering, Shari Pfleeger.
- Software Engineering Economics, Bohem.
- Measuring The Software Process, David Garmus and David Heron.
- Estimating Software Costs, Capers Jones.
- Function Point Counting Practice Manual, Release 4.1.1, International Function Point Users Group (IFPUG), www.ifpug.org.
- Software Metrics, Fenton.