

Planeamiento Estratégico Dinámico

Introducción a Conceptos e Ilustraciones de Modelación de Costos Técnicos

Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 1 de 38

Modelación de Costos - Introducción

- **Costo como Concepto - Claro y Poderoso
Negocios
Economía**
- **Costo como Realidad - Confuso y No
Claro**
- **¿Porqué?**

Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 2 de 38


Considerar Enfoques Cuantitativos sobre Costo

- **Negocios**
Contabilidad y Estados Financieros
Enfoque Global de Costos
- **Economía**
Funciones de Producción y Restricciones de Costo
Enfoque Formal y Matemático
- **Ambos Enfoques Tienen sus Puntos Fuertes, PERO Limitados Analíticamente**

Considerar: ¿Cuál es el Costo de Producir un Producto?

- **Enfoque de Hombre de Negocio/Contador para Estimar Costo de Componente:**
Establecer Planta como Centro de Costo
Monitorear Todo Gasto
Dividir Todos los Gastos por Producción Total
Dando \longrightarrow Costo del Componente
- **Si, Pero:**
No es particularmente útil para planeación
Supone producción de un sólo producto
No introduce evaluación competitiva
Maneja inadecuadamente costo de equipo y maquinaria reusable

Considerar: ¿Cuál es el Costo de Producir un Producto?

- **Enfoque de Economista para la Estimación de Costo de Componente:**
Diseñar función de producción
Establecer función de costo
Establecer condiciones marginales
Encontrar asignación eficiente de recursos
Operar en ese nivel
Lleva a  **Costo de Componente**
- **Si, Pero:**
 - ¿Qué pasa con cambio tecnológico?
 - ¿Qué pasa con limitaciones operativas?
 - ¿Qué pasa con práctica de producción/condiciones no óptimas?
 - ¿Qué pasa con competencia?

Necesidad: Una Herramienta que Incorpore la Formalidad de Economía y el Empiricismo de Contabilidad

- **¿Porqué?**
- **Ingeniero Necesita una Herramienta de Costo para Evaluar:**
Estado de Tecnología
Condiciones actuales de procesamiento
Valor de Direcciones de Investigación
- **Hombre de Negocios Necesita una Herramienta de Costo para Evaluar:**
Competitividad de sus operaciones
Estrategías de desarrollo
Necesidades de inversión y oportunidades

Enfoque Alternativo: Modelación de Costo

- ¿Porqué “Modelación” en Lugar de Análisis o Estudios o ... ?
 - Imposición de Estructura
 - Incorporación de Conocimiento
 - Implementación de Supuestos
 - Inclusión de Tecnología
- Modelación de Costo También Tiene Sus Puntos Débiles
 - Basura adentro - Basura afuera
 - Mucho Tiempo en el Desarrollo
 - Caro - \$\$\$

Base Conceptual para Modelo de Costo

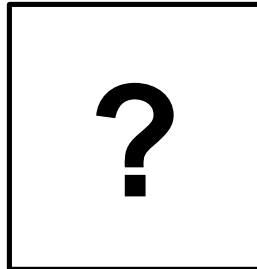
Inputs + Parámetros Estimados → Costos

Componente Geométrico

Componente de Material

Parámetros de Producción

Parámetros Exogenos



Material
Energía
Trabajo
Maquinaria
Herramientas
Mantenimiento
Trabajo Fijo
Construcción
Capital

Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección

- **Conocimiento Común:**
Costo de Componente = 2 x Costo de Material
- **¿Qué es Costo de Material?**
Costo de Material = $\frac{(\text{Peso} \times \text{Precio de Materia Prima})}{(1 - \text{Tasa de Desecho})}$
- **Perspectiva Limitada**
No Hay Consideración por Mejora Tecnológica
No Puede Incorporar Mejora en el Proceso
Mucho Énfasis en Costo de Material

Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección (cont)

- **Perspectiva de Contabilidad:**
Costo de Componente = Costo de Material + Costo de Trabajo x Tasa de Carga
- **¿Qué es Costo de Trabajo?**
Costo de Trabajo = Tasa Efectiva de Trabajo x Tiempo para hacer componente

Tasa Efectiva de Trabajo = $\frac{\text{Salario Laboral}}{\text{Productividad Laboral}}$

Tiempo para Hacer Componente \equiv Tiempo del Ciclo
Tiempo del Ciclo = f(Material, Geometría, Tecnología,...)

Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección (cont)

- **Nota que un Elemento Tecnológico (Tiempo del Ciclo), un Elemento de Producción (Productividad), y un Precio de Factor (Salario) han sido introducidos**
- **¿¿Qué es Tasa de Carga??? --
Construcción de Contabilidad**

Tasa de Carga

- **Concepto Introducido por Perspectiva de Contabilidad en la Estimación de Costo**
- **Basado en el Supuesto que una Planta Física Debe Ser Comprada para “Mantener” Trabajo**
- **Entonces, Todo los Otros Costos Operativos de una Planta Deben Ser Sumados, y Divididos por Horas Total de Trabajo para Obtener la Tasa de Carga**

Tasa de Carga (cont)

- **Incluye: Máquinas, Herramientas, Energía, Edificios, Equipo de Apoyo, Mantenimiento**
- **Puede También Incluir: Investigación, Ventas, Gerencia, etc.**
- **Sin Embargo, Se Puede Estimar la Mayoría de Estos Elementos a Partir de Consideraciones del Proceso**

Moldeación a Inyección - Elementos de Carga

- **Costo de Herramientas**
- **Costo de Máquinas - Prensa y Equipo Auxiliar**
- **Mantenimiento de Máquina**
- **Edificio**
- **Trabajo de Apoyo**
- **Consumo de Energía**
- **Costo de Oportunidad de Capital/Dinero**
- **¡Cada uno de Estos Elementos Puede Ser Estimado, En Base a Consideraciones de Ingeniería, Economía y del Proceso!**

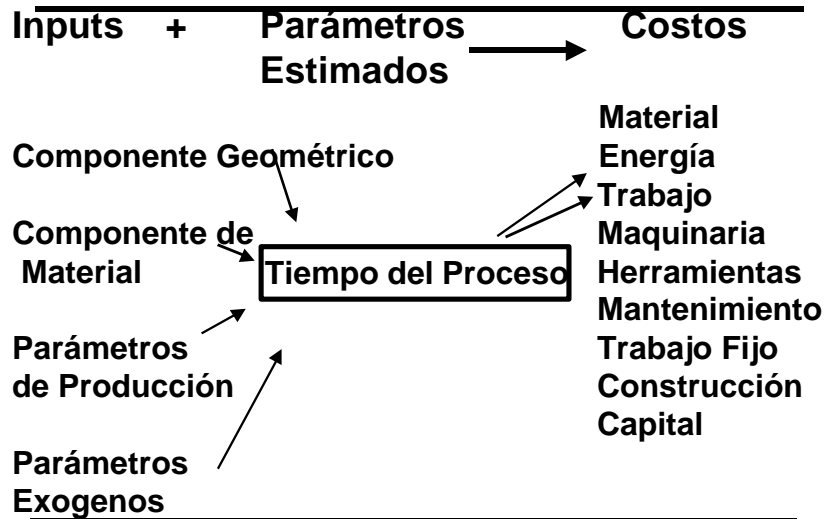
Tiempo como un Parámetro Crítico - Determinado por Ingeniería y Práctica

- **Tiempo para Procesar un Componente -
Incorpora Casi Todos los Factores de Costo**
- **Afecta Directamente Parámetros de
Producción Claves**
Costos Variables: Trabajo, Energía
Costos Fijos: Número de Máquinas
Número de Herramientas

Tiempo como un Parámetro Crítico - Determinado por Ingeniería y Práctica (cont)

- **Tiempo Disponible para Producción Total
- Crítico para Costos de Capital**
Número de Turnos
Número de Días
Horas Productivas en un Turno
**E.U. - 240 Días, 2 Turnos, 6.4 hrs/Turno = 3000
horas/año**
**Korea - 320 Días, 2 Turnos, 6.4 hrs/Turno = 4100
horas/año**
**¡Inmediatamente, una mejor utilización de
capital de 33%!**

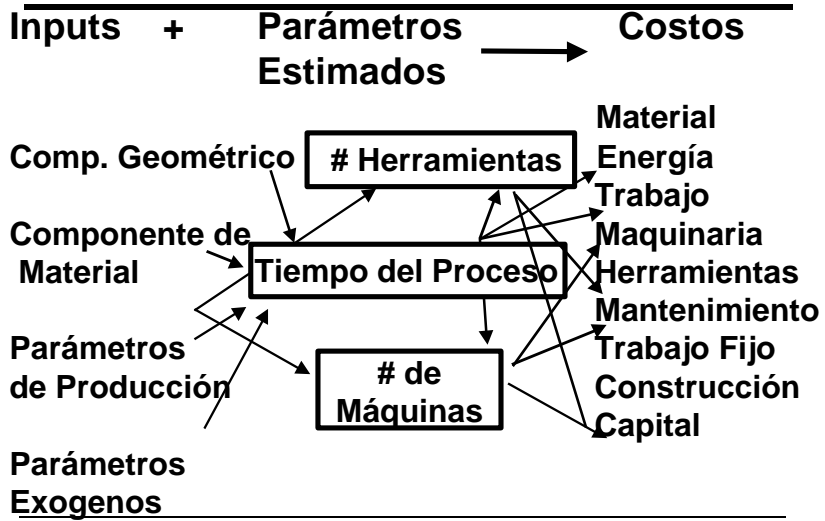
Tiempo del Proceso/Tasa Crítica para Costo



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 17 de 38

Tiempo del Proceso/Tasa Crítica para Costo



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 18 de 38

Tiempo del Proceso y su Relación a Costos de Capital

- **Número de Máquinas/Líneas de Producción**

$$\# \text{ de Líneas} = \frac{\text{Tiempo del Ciclo} \times \text{Volúmen de Producción}}{\text{Tiempo del Proceso Disponible} \times \# \text{ de Cavidades}}$$

(redondeados al próximo número entero)

- **Número de Herramientas**

$$\# \text{ de Herramientas} = \# \text{ de Líneas}$$

- **Vida de una Herramienta**

$$\text{Vida Herramienta (años)} = \frac{\text{Vida Herr. (ciclos)} \times \# \text{ de cavidades}}{\text{Producción Anual}}$$

- **Supuesto Crítico de Contabilidad - Dedicación**

Supuesto del Equipo Dedicado/No Dedicado

- **Si una Pieza de Equipo de Capital Es Utilizada en la Producción de Un o Más Productos en Un Año, el Costo del Componente Debe Reflejar Esto**
- **Típicamente, el Costo Es Puesto en Escala de Acuerdo a la Fracción del Tiempo Operativo Total Requerido para Producir la Meta de Producción**

Supuesto del Equipo Dedicado/No Dedicado (cont)

Tiempo de
Funcionamiento =

$$\frac{\text{Tiempo del Ciclo x Vol. Producción Anual}}{\text{Tiempo de Prod. Disponible x \# de cavidades}}$$

NOTA: Este Término es sustituido por NUMERO DE LINEAS cuando se supone que el equipo no está dedicado

- **¡PERO - Herramientas SIEMPRE están Dedicadas!**

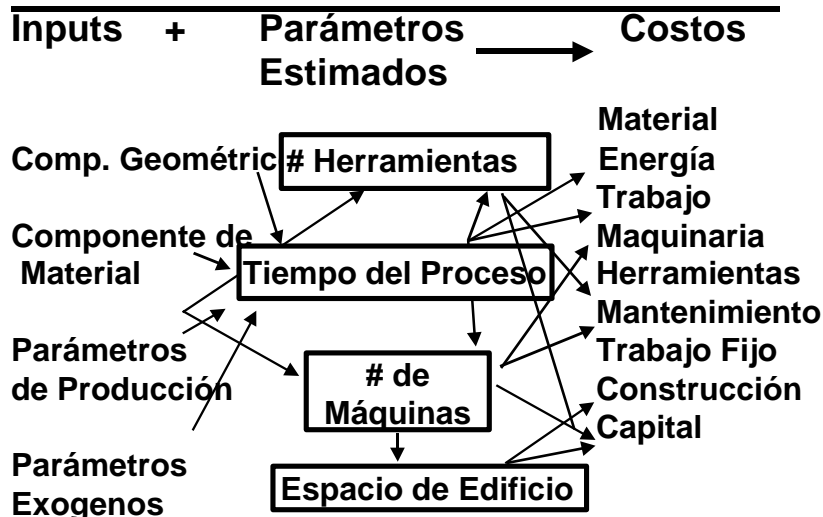
Amortización de Costos de Capital

- **Costos de Capital deben ser Anualizados/Amortizados para Reflejar Costos Financieros o de Oportunidad**
- **Cálculo Simple de Anuidad**

$$\text{Costo Anual} = \text{Costo Total de Capital} \times \frac{r^n \times (1 + r)^n}{(1 + r)^n - 1}$$

Nota: El periodo de la anuidad/repago está determinado por la vida contable del bien de capital (máquinas, edificios, etc.), por la vida del producto (herramientas) o por la vida física del bien de capital, cualquiera que sea más pequeño.

Tiempo del Proceso/Tasa Crítica para Costo



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 23 de 38

Tiempo para Procesar un Componente - Parámetro de Ingeniería

- Usa Combinación de Enfoques Teóricos y Empíricos
- Tiempo de Enfriamiento- Determinación Teórica

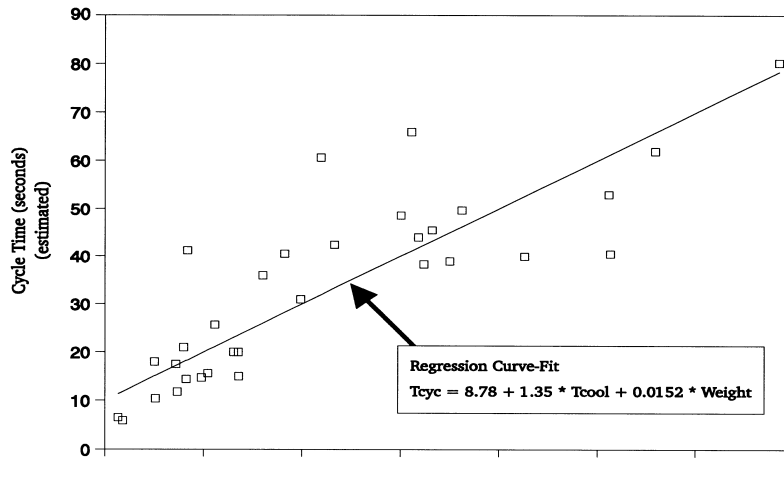
$$\text{Tiempo de Enfr.} = \frac{\rho d^2 C_p}{\pi^2 k} \ln \left[\frac{8 \times (T_{\text{melt}} - T_{\text{tool}})}{\pi^2 \times (T_{\text{eject}} - T_{\text{tool}})} \right]$$

- Tiempo de Lleno - Función de Tamaño de Pistola - Función de Peso de Componente
- Ciclo de Molde - Función de Tamaño de Prensa, Pero Pequeña Variación Probable
- No se Puede Esperar Coincidencia Perfecta con Teoría, Intentar Correlacionar

Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 24 de 38

Tiempo de Enfriamiento, Peso de Componente, Correlación de Tiempo del Ciclo



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 25 de 38

Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección

- Costo de Equipo y Herramienta - Gastos Primarios de Capital
- Tamaño de Equipo - Función de Fuerza de Presión
- Fuerza de Presión - Función de Geometría de Componente y de Parámetros del Proceso

Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 26 de 38

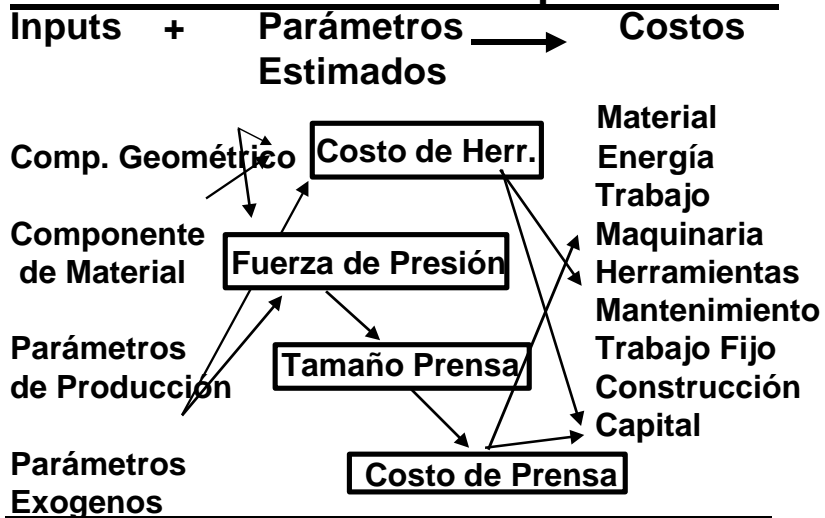
Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección (cont)

- **Relación:**

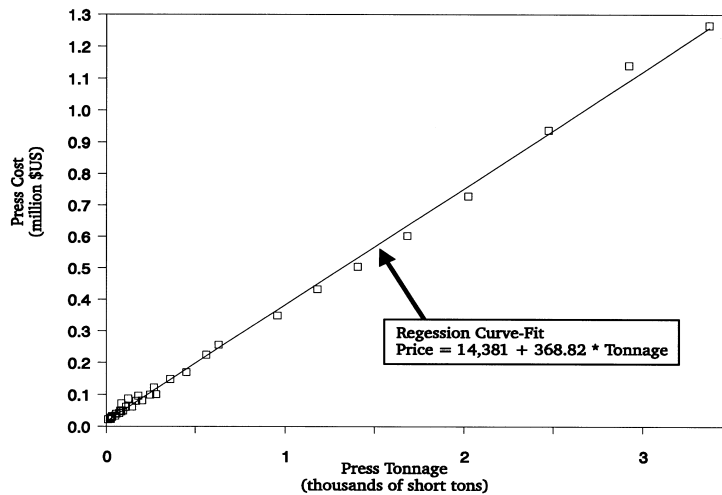
$$\text{Fuerza de Presión} = \text{Proj. Area} \times N_{\text{cavidades}} \times \left(\frac{224}{\text{Pared Nominal}} \right)^{172}$$

- **Fuerza de Presión puede ser relacionada a Costo de Presión**

Relación de Costos de Capital



Correlación entre Costo de Prensa y Tonelaje



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 29 de 38

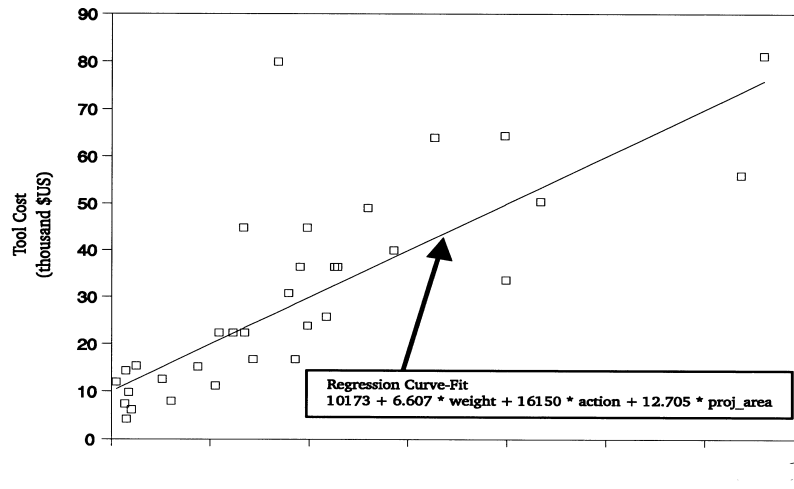
Evolución de un Modelo de Costo - Moldeación a Inyección

- Estimación de Costo de Herramientas - Extremadamente Difícil de Hacer fiablemente
- Proceso de Ajuste de Herramientas es Típicamente:
 - Hecha a Medida
 - Hecha a Mano
 - Sin Especificación Consistente
 - Sin Consistencia en Duración de Vida
 - Sujeta a Revisiones Múltiples
- Sin Embargo, Algunas Guías Pueden Ser Establecidas

Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 30 de 38

Estimación de Ajuste de Herramientas



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 31 de 38

Parámetros de Práctica en la Industria

- Horas Operativas y Productividad Laboral
- Requisitos de Espacio de Edificio y Costos de Terreno
- Monto de Equipo Auxiliar
- Monto de Trabajo Fijo
- Costo de Capital

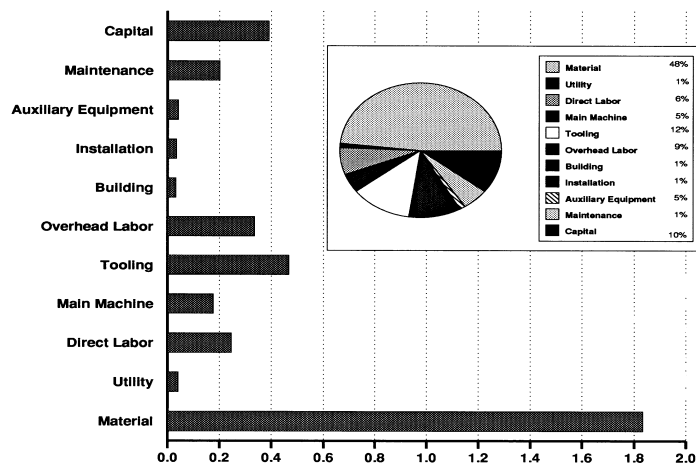
Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 32 de 38

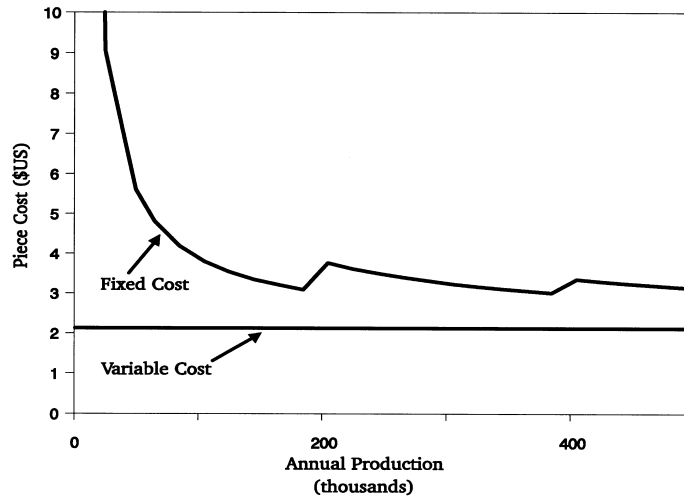
Eliminación de Carga

- Tamaño de Máquina de Moldeación a Inyección - Función de Presión de Molde
- Presión de Molde - Función de Resina Moldeada y Geometría de Componente
- Fuerte Correlación Lineal entre Tonelaje de Prensa y Costo de Prensa
- Amortizar Costo de Máquina y Dividir por Tasa de Producción Anual
- Si No Dedicada a Producción de un Sólo Componente, Hacer en Proporción con Fracción Operativa

Resultados del Modelo - Estimado de Costo



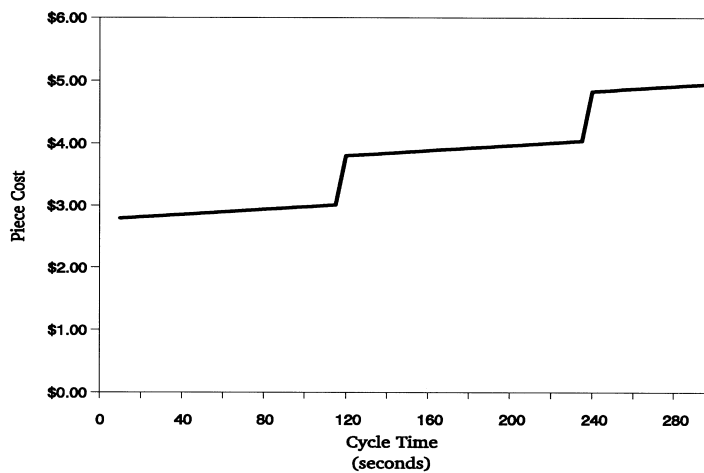
Resultados del Modelo - Sensibilidad a Volúmen de Producción



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 35 de 38

Resultados del Modelo - Sensibilidad a Tiempo del Ciclo



Planeamiento Estratégico Dinámico
Massachusetts Institute of Technology

Richard de Neufville, Joel Clark, y Frank R. Field
Modelos de Costos Técnicos Transparencia 36 de 38

Modelación de Costo Técnicos - Resúmen

- **Erosión Sistemática de Problemas Complejos de Estimación de Costos**
- **Reducción a un Conjunto de Análisis Similares o Supuestos Explícitos**
- **Puede Incorporar Conocimiento de Ingeniería, Supuestos Económicos, y Práctica de Procedimiento dentro de un Marco Consistente para Análisis**

Modelación de Costo Técnicos - Resúmen (cont)

- **Lleva a Resultados Detallados - Con los Supuestos Presentados**
- **Puede Ser Facilmente Hecho a Medida para Situaciones Específicas**