

# Cuantificando los efectos de la Disrupción

(Basado en Práctica Recomendada N° 25R-03)

*Vargas-Machuca Ríos César*

AACE International

[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**

PERU

SECTION



**PLEASE USE MICROPHONE FOR ALL  
QUESTIONS AND COMMENTS!**



AACE International

[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**

PERU

SECTION

# BIO of César Vargas-Machuca



- Ingeniero Mecánico de la Pontificia Universidad Católica del Perú, con Maestría en Administración de Negocios (Centrum Católica), cuenta con más de 22 años de experiencia en gestión de control de proyectos, planificación, control de costos, administración de contratos en proyectos de construcción, EPCM de plantas industriales de los sectores de minería, gas y petróleo, y electrificación.
- Actualmente es Gerente de Control de Proyectos de una empresa multinacional que esta ejecutando la ampliación de una unidad minera.
- Es Project Management Profesional (PMP®).
- En los últimos años ha participado en procesos de mediación y arbitraje internacional, colaborando en la elaboración de pericias técnicas que acompañan a las demandas que los procesos arbitrales requieren.





1. Objetivo
2. Introducción-Descripción General
3. Productividad y Producción
4. La Disrupción , Componentes de la disrupción
5. La importancia de los registros
6. Condiciones que causan pérdida de productividad-
7. Métodos de cálculo de pérdida de productividad – Casos Prácticos
  - A. Práctica Recomendada N° 25R-03 AACE
    - i. Costo Total
    - ii. Costo Total Modificado
    - iii. Estudio de la Milla Medida
    - iv. Análisis de Valor Ganado
8. Estudios sobre cálculo de pérdida de productividad
9. Bibliografía

# OBJETIVO

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION





Dentro de la implementación de proyectos, nos encontramos con eventos que afectan el normal desarrollo de las actividades planeadas o secuencias de trabajo, obstaculizándolas o interrumpiéndolas. A estos eventos los llamamos disrupción; y en la presente charla tocaremos la forma de examinar el impacto que la disrupción tiene, principalmente en el costo debido a la ineficiencia que se presentan en los procesos constructivos; así como entender cómo puede calcularse dichas pérdidas de productividad.

# INTRODUCCIÓN- DESCRIPCIÓN GENERAL

AACE International

[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**

PERU

SECTION





- ¿Qué es retraso? Y ¿Qué es disrupción?
- Retraso vinculado a dos términos:
  - “prolongación”, más allá de lo planeado
  - “postergación”, no iniciado según lo planeado.
- Disrupción asociado a la pérdida de productividad en una actividad específica, debido a un cambio o alteración de las condiciones de trabajo establecidas razonablemente en la etapa de la oferta.



## Retraso:

Sin considerar la responsabilidad, retraso es un estado de extensión de la duración de una actividad, o un estado de que una actividad no ha empezado o terminado a tiempo en relación con su predecesora. (29R-03: Forensic Schedule Analysis):

### Causas del retraso:

- Espera (retraso en el inicio)
- Desempeño (impactos en la productividad, trabajos adicionales, etc)
- Interrupción (suspensión de trabajos, clima, huelgas, etc)

Se debe medir en términos comparativos, en la intención de culminar en el plazo contractual o en el cronograma planeado de los trabajos.

# PRODUCTIVIDAD Y PRODUCCION

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION





## Definición de Productividad

$$\text{Productividad Mano de Obra} = \frac{\text{Resultado}}{\text{Entrada}} = \frac{\text{Horas Hombre}}{\text{Und. De Producción}}$$

“ Es la medida relativa a la eficiencia de la mano de obra, buena o mala, cuando se compara con una base estimada, o norma....” (Practica recomendada 25R- 03 AACE).

$$\text{Factor de Productividad} = \frac{\text{Rendimiento estimado} (*)}{\text{Rendimiento real}}$$

(\*) Factor o indicador de desempeño, mide la variación del ratio real vs el estimado, se expresa usualmente  $FP = \text{HH ganadas} / \text{HH real}$

# DISRUPCIÓN, COMPONENTES DE LA DISRUPCIÓN

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION



# Disrupción, Componentes de la disrupción



## Disrupción,

- (1) según Long, R., (2014),\_Una Interferencia (acción o evento) al avance ordenado de un Proyecto o actividad(es). Disrupción ha sido descrito como el efecto del cambio sobre el trabajo sin cambios, **el cual se manifiesta primariamente como un impacto adverso a la productividad de mano de obra.** (2) Disrupción del cronograma es cualquier cambio desfavorable al cronograma que puede, aunque no necesariamente involucrar retraso a la ruta crítica o retraso en el término del Proyecto. Disrupción puede incluir, pero no está limitado a, compresión de las duraciones, trabajos fuera de secuencia, operaciones concurrentes, superposición de contratistas, y otras medidas de aceleración (1).
- (2) De acuerdo a la **Society of Construction Law**, *Disrupción (diferente a retraso), es una perturbación, obstáculo, o interrupción del método de trabajo normal del Contratista, cuyo resultado es una baja eficiencia.* Si esta es causada por el empleador, se tendrá derecho a una compensación o bajo las condiciones del contrato o como una brecha/incumplimiento del mismo.

[https://www.scl.org.uk/sites/default/files/SCL\\_Delay\\_Protocol\\_2nd\\_Edition.pdf](https://www.scl.org.uk/sites/default/files/SCL_Delay_Protocol_2nd_Edition.pdf)

- (1) Forensic Schedule Analysis, AACE International Recommended Practice N° 29R-03.



La disrupción asociada a cambios tiene dos components:

- i. Impacto directo de un cambio
  - ii. Impacto indirecto o acumulado de ese cambio
- **Impacto directo** (o disrupción directa) se refiere al costo directo derivado como consecuencia predecible del cambio.
  - **Impacto acumulado** (efecto acumulado o disrupción acumulada) de multiples cambios de acuerdo a la CII (Construction Industry Institute) : “cuando hay multiples cambios en un Proyecto, y estos actúan en secuencia o son concurrentes, hay un efecto compuesto, el cual tiene la consecuencia más dañina para el proyecto y la mas difícil de entender y manejar. El efecto neto de los cambios individuales es más grande que la suma de las partes individuales.

# LA IMPORTANCIA DE LOS REGISTROS

AACE International

[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**

PERU

SECTION



# La importancia de los registros



- Información contemporánea
- Registros completos para probar que tienes derecho sobre el monto de los daños a recuperar.
  - Identificar las exactas causas del problema
  - Probar que los costos reclamados son atribuibles al problema

La información estará asociada a:

- El contrato
- Control de calidad
- Control documentario
- Avance del Proyecto, y
- Control de cambios



El cálculo exitoso de la pérdida de productividad causada por interrupción dependerá del registro de cómo el trabajo fue ejecutado. Sin un buen registro “as-built” de calidad será difícil establecer:

- La productividad que podría haberse alcanzado sin la interrupción
- La productividad alcanzada con interrupción
- Los recursos afectados
- El efecto en el costo y el tiempo de la interrupción
- La relación o causal de un evento a riesgo de una parte .....

# CONDICIONES QUE CAUSAN PERDIDA DE PRODUCTIVIDAD

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION



# Condiciones que causan pérdida de productividad



- De acuerdo a la Práctica Recomendada 25R-03 de la AACE:
  - Ausentismo
  - Aceleración (Directa o Constructiva)
  - Clima adverso o inusualmente severo
  - Disponibilidad de personal calificado
  - Cambios, impactos acumulados, en cadena, múltiples cambios y retrabajos.
  - Competencia por personal calificado.
  - Rotación de personal
  - Hacinamiento, superposición de tareas, diferentes subcontratistas
  - Ingeniería deficiente, retrabajos
  - Debilitamiento de supervisión
  - Excesivo sobretiempo
  - Falta de coordinación entre subcontratistas, vendors
  - Fatiga
  - Factores de relaciones laborales, manejo laboral
  - Curva de aprendizaje
  - Escasez de materiales, herramientas y equipos.

# Condiciones que causan pérdida de productividad



- De acuerdo a la Práctica Recomendada 25R-03 de la AACE:
  - Exceso de personal
  - Baja moral del personal
  - Factores inherentes al gerenciamiento del proyecto
  - Trabajos fuera de secuencia constructiva
  - Retrabajos y errores
  - Compresión del cronograma
  - Restricciones de acceso en el área de trabajo
  - Condiciones de terreno
  - Aprobaciones o respuestas tardías

# MÉTODOS DE CÁLCULO DE PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION





## Consideraciones Generales:

- i. No es fácil determinar el costo debido a disrupción con el sistema de costos contable.
- ii. Para elaborar un claim por disrupción, se necesitan los estimados y resúmenes del registro escrito del trabajo así como los costos asociados.
- iii. El contratista debe probar que el accionar del propietario deriva en una disrupción compensable, que incrementa los costos del contratista y este impacto en costos puede ser calculado con una razonable certeza.



## Lineamientos para el Contratista:

- a. Vincular la causa específica con el correspondiente efecto.
- b. Obtener / presentar la información contemporánea.
- c. Incluir todos los costos del impacto.
- d. Justificar / respaldar los montos reclamados con la suficiente evidencia.
- e. Ser razonables y
- f. Presentar el reclamo de manera simple.

# Métodos de cálculo de pérdida de productividad



Issues en cuantificar daños:

- a. Disponibilidad y facilidad de uso de la información de costos.
- b. La información de planilla (Mano de obra) es reportada semanalmente, y los códigos de costos contables y la información de cantidades son analizadas en frecuencia menor y no forman parte del sistema normal de control contable.
- c. Los sistemas de facturación se mantienen fuera de línea y se manejan aparte en hojas de cálculo.
- d. Información histórica de proyectos anteriores solo está disponible en copias duras.
- e. Existe el gran reto de integrar toda esta información hacia el análisis de impactos en productividad como resultado de interrupción.
- f. El desarrollo de ERP ha mejorado la disponibilidad de esta información. Los tiempos de la cuadrillas, la unidades de producción son mantenidas constantemente y los sistemas de facturación son integrados en los sistemas contables en una misma plataforma.



## Incremento en Costos:

- i. Los daños incluyen dos components:
  - i. Incremento en el costo directo por trabajos adicionales causados por la disrupción.
  - ii. Impacto por pérdida de eficiencia en actividades interrumpidas o con disrupción.
  
- i. La primera a menudo puede ser deducido de los registros del contratista. Incluso Contratistas más experimentados separan una cuenta de costos especial para actividades impactadas.

Se debe considerar si estas asignaciones de costos son precisas o rigurosas:

  - ¿son las categorías de mano de obra consistentes con la actividad afectada?
  - ¿los cargos por material representan el costo real en exceso o están incluidos en el alcance de trabajo original?
  - ¿están los costos incurridos en los periodos de tiempo apropiados?
  - ¿son estos costos razonables?



Pérdida de Eficiencia:

**Ecuación:**

*Lo que costó con Disrupción – Lo que debería haber costado sin Disrupción = Daños por Disrupción*

Existen varios métodos para calcular los componente de esta ecuación (ver tambien, Práctica Recomendada N° 25R-03 AACE), entre otros:

- i. Costo Total
- ii. Costo Total Modificado
- iii. Milla Medida
- iv. Análisis del Valor Ganado



## i. Costo Total

Compara el costo actual incurrido mas la utilidad, con el monto correspondiente al presupuesto de la oferta.

Supongamos que el costo incurrido en una partida de Fundación fue

Costo Incurrido =	80,000 USD
10% Utilidad=	<u>8,000 USD</u>
Costo Total =	88,000 USD

Precio Oferta= 70,000 USD

**Reclamo= 18,000 USD**



## i. Costo Total

Este método puede ser usado para el total del trabajo o para determinados elementos de costos.

Debilidades:

- No considera las propias ineficiencias del contratista, retrasos y errores de la oferta.
- No discrimina, solo considera los costos causados por las acciones del propietario.

Solo debe ser usado en “extraordinarias circunstancias” como último recurso.



## ii. Costo Total Modificado

Para superar algunos defectos del método de costo total, surge el costo total modificado. Del ejemplo anterior:

### Costos:

Costo Incurrido =	80,000 USD
Defectos (del Contratista) en colocación de pernos de anclaje=	<u>-5,000 USD</u>
Costo Actual Reclamado =	75,000 USD
10% Utilidad=	<u>+7,500 USD</u>
Costo Total reclamado=	82,500 USD

### Oferta:

Precio Oferta=	70,000 USD
Error en el rate de MOD \$2.00 por HH (1000HH)=	<u>+2,000 USD</u>
Presupuesto revisado por errores de Oferta=	72,000 USD

**Reclamo= 10,500 USD**



## ii. Costo Total Modificado

“Aceptando alguna responsabilidad por errores en la estimación de la oferta y sobre costos , este método respalda el caso de los contratistas al menos en apariencia, al ajustar la estimación de manera razonable y aceptar alguna responsabilidad en el exceso de los costos incurridos. Aunque esto mejora los defectos del método de Costo total, **falla en las causas entre el impacto y los costos incurridos**”. Cushman, R.[et. Al.] (2001).



### iii. Milla Medida

Es el método preferible y ampliamente aceptado para determinar la pérdida de productividad, por su fuerte conexión (causalidad) entre el impacto y daños.

El método compara el desempeño de las actividades del Contratista durante un periodo con interrupción con actividades idénticas o sustancialmente similares durante un periodo de desempeño no afectado.

La dificultad es establecer esta comparación entre la medida de desempeño con interrupción vs un apropiado benchmark sin impacto, porque a veces es difícil obtener en el benchmarking una productividad “limpia” o un tipo de trabajo idéntico.

Tener en cuenta: en los inicios la curva de aprendizaje ( baja productividad)



## iii. Milla Medida

La medida del desempeño se realiza en Horas por unidad de medida, ejemplo:

Desempeño de la Milla Medida (Area 1):

Horas Totales Estructura Ejes A-B:	1,600 HH
Ton Totales entre ejes:	40 Ton
HH /Ton	40 HH/Ton

Desempeño Impactado (Areas 2):

Horas Totales Estructura Ejes E-F:	3,000 HH
Ton Totales entre ejes:	50 Ton
HH /Ton	60 HH/Ton

# Métodos de cálculo de pérdida de productividad



## iii. Milla Medida

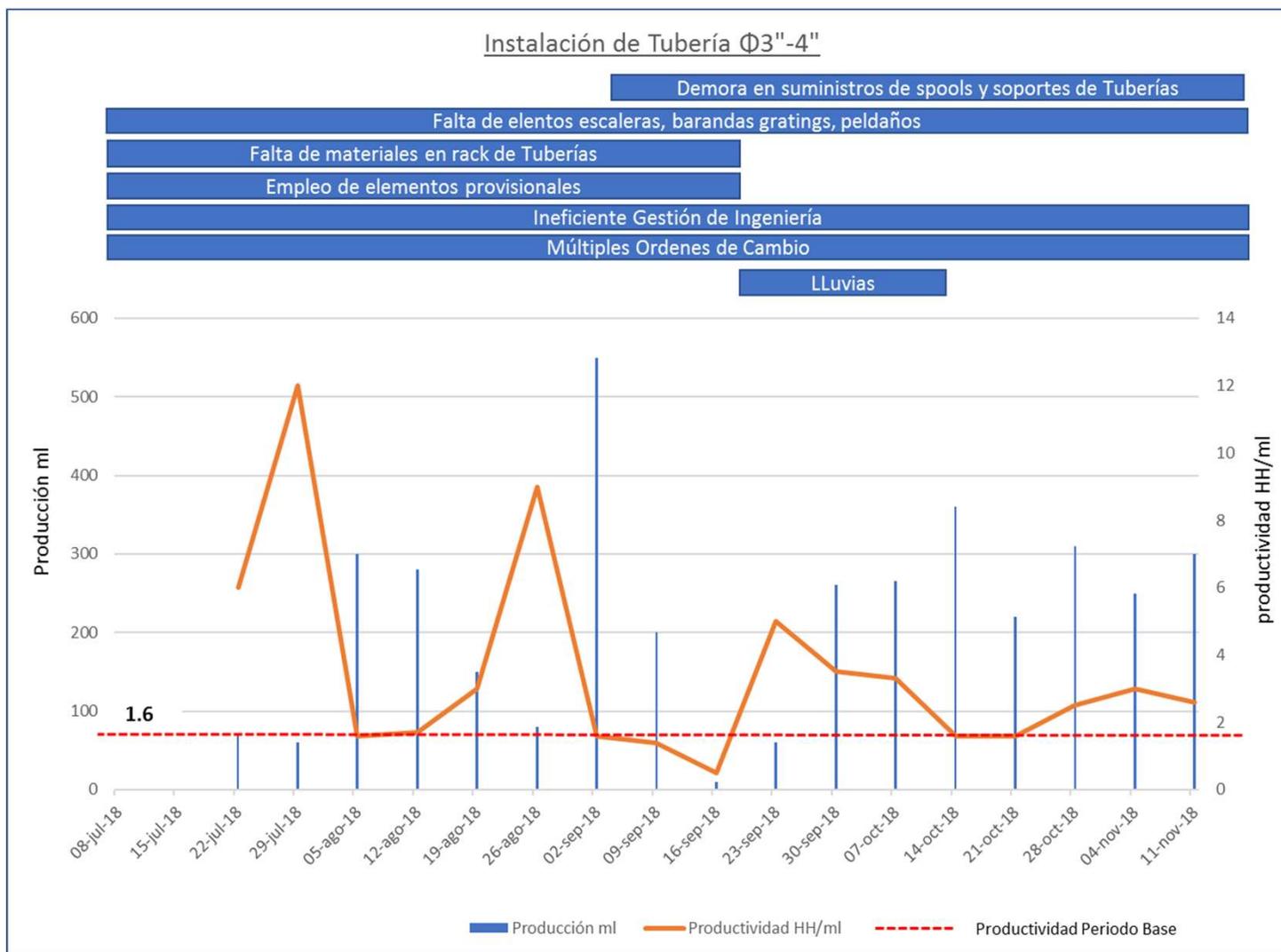
Costo de HH (incluyendo todos los cargos) = 20 USD/HH

	Productividad (HH/ton)	Cantidad (Ton)	USD/HH	Total (USD)
Real, Area 2	60	50	20	60,000 (1)
Debería ser	40	50	20	40,000 (2)
<b>Reclamo (1)-(2)</b>				<b>20,000 USD</b>

# Métodos de cálculo de pérdida de productividad



## iii. Milla Medida





## iv. Análisis del Valor Ganado

Se usa cuando no hay data disponible para un estudio de milla medida. A diferencia de la milla medida en la cual la comparación (durante un periodo específico) se realiza entre el desempeño real alcanzado; el análisis del valor ganado compara contra el desempeño planeado o presupuestado. Las horas hombre improductivas son calculadas por diferencia entre las horas reales consumidas vs las horas ganadas alcanzadas en el periodo de impacto.

Para el caso anterior la productividad presupuestada era 30HH/tn

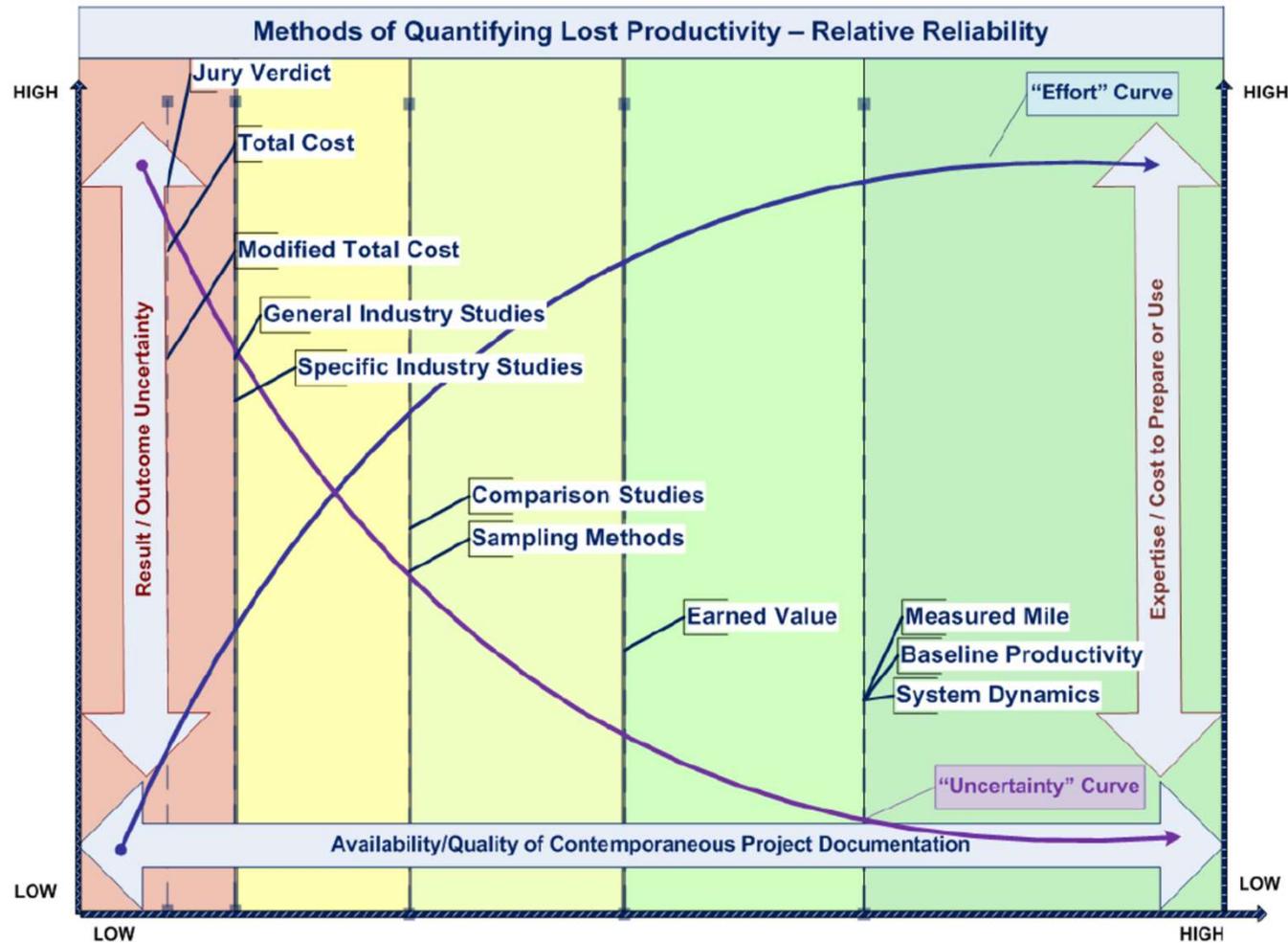
	Productividad (HH/ton)	Cantidad (Ton)	USD/HH	Total (USD)
Real, Area 2	60	50	20	60,000 (1)
Valor Ganado	30	50	20	30,000 (2)
<b>Reclamo (1)-(2)</b>				<b>30,000 USD</b>

# Métodos de cálculo de pérdida de productividad



## Confiabilidad de los Métodos de Cuantificación de Pérdida de Productividad (\*)

(\*) Tomado de: “ The Analysis and Valuation of Disruption “ by Dereck Nelson ( Hill International, Inc.)



# ESTUDIOS SOBRE CÁLCULO DE PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION





La industria de la construcción ha producido muchos estudios para la cuantificación de la pérdida de productividad.

Puede usarse si los registros del contratista son insuficientes para preparar el método de la milla medida o el valor ganado:

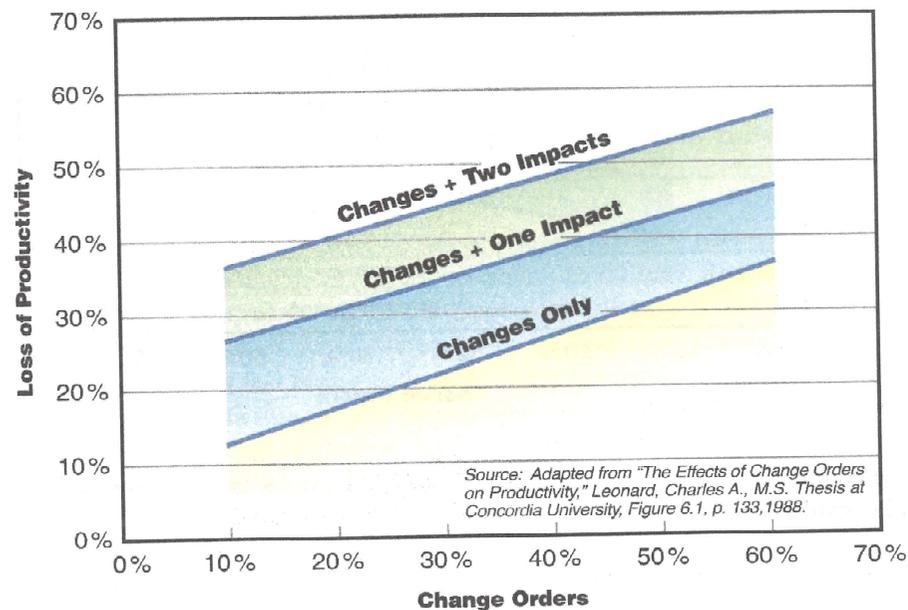
- Estudio Leonard (1988)
- Estudio de Construction Industry Institute CII (1990, 1995, 2001)
- Estudio Ibbs (2005)
- Uso de Factores Mechanical Contractors Association of America (MCAA)

# Estudios sobre cálculo de pérdida de productividad

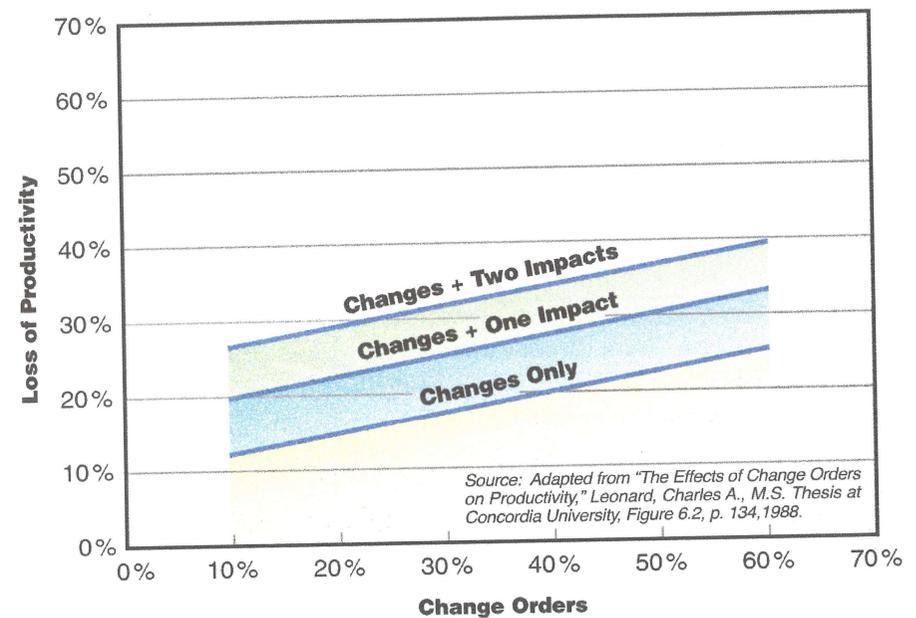


Estudio Leonard (1988), Efecto de las Ordenes de Cambio en la Productividad (\*)

Trabajos Elécticos / Mecánicos



Trabajos Civiles / Arquitectura



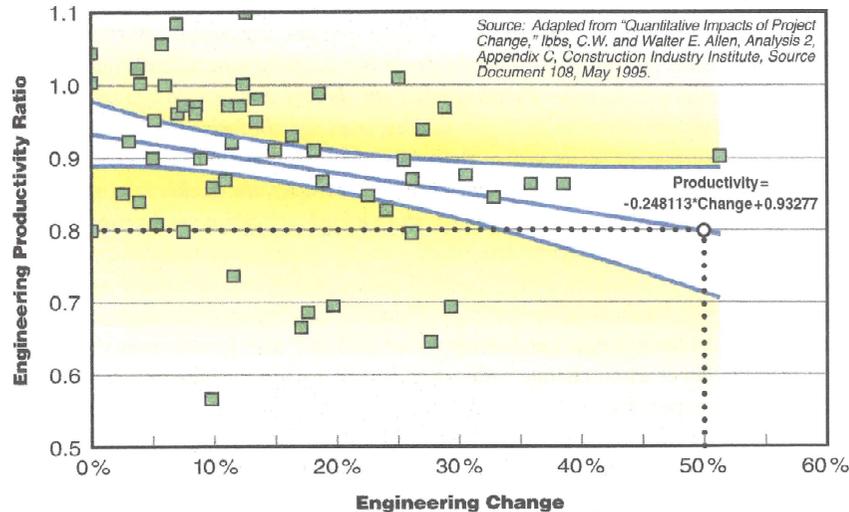
(\*) Tomado del Libro Long, R. [et. al.] (2014). *Cumulative Impact And Other Disruption Claims In Construction*

# Estudios sobre cálculo de pérdida de productividad



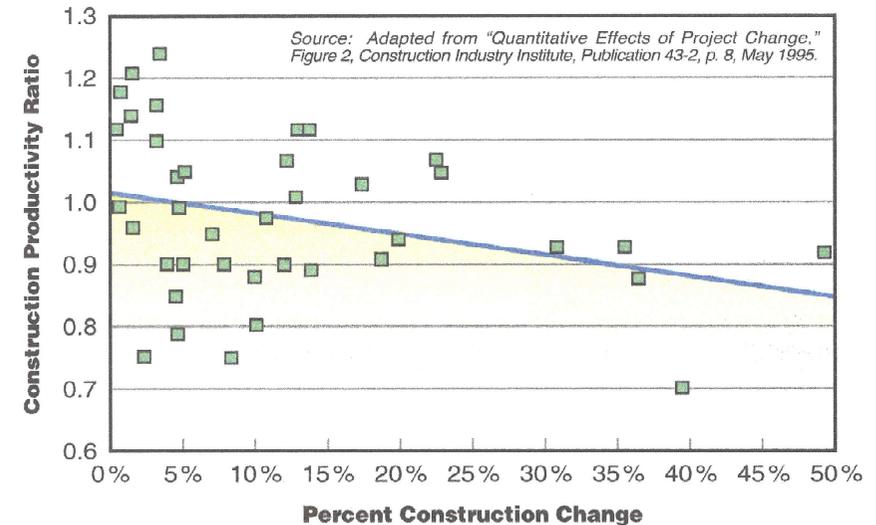
Estudio de Construction Industry Institute CII (1990, 1995, 2001)(\*)

Cambios de Ingeniería vs Productividad de la ingeniería



Correlation Coefficient: -0.246 @ 0.073 level    Number of Observations: 54    R-Square (Regression Analysis): 0.0605  
Engineering Change: Q25/Q24    Engineering Productivity: Q28

Cambios de Ingeniería vs Productividad de la ingeniería



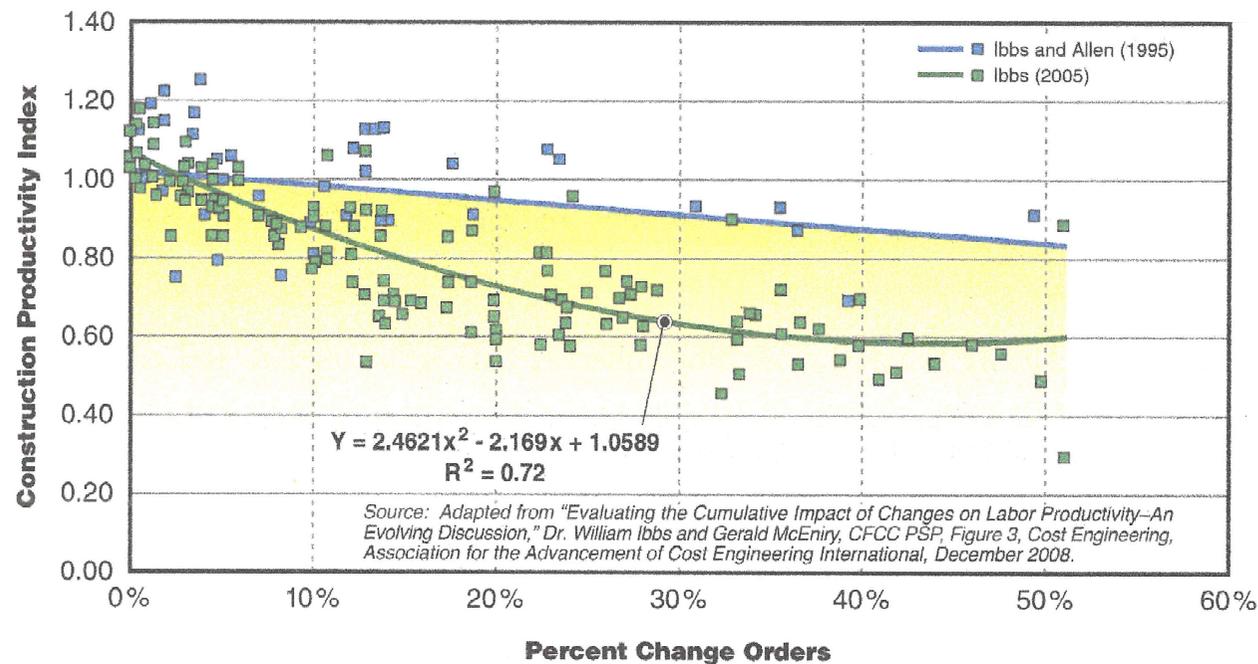
(\*) Tomado del Libro Long, R. [et. al.] (2014). *Cumulative Impact And Other Disruption Claims In Construction*

# Estudios sobre cálculo de pérdida de productividad



- Estudio Ibbs (2005) (\*)

Comparación de Ibbs 1995 y 2005 datos de Pérdida de Productividad



(\*) Tomado del Libro Long, R. [et. al.] (2014). *Cumulative Impact And Other Disruption Claims In Construction*



- Bramble, B. & Callahan, M. (2011). *Construction Delay Claims* (4<sup>th</sup> Edition). USA: Construction Law Library.
- Burr, A. (2016). *Delay and Disruption in Construction Contracts* (5<sup>th</sup> Edition). New York: Informa Law from Routledge.
- Cushman, R., Carter, J., Gorman, P. & Coppi, D. (2001). *Proving and Pricing Construction Claims* (3<sup>rd</sup> Edition). New York : Construction Law Library.
- Gibson, R. (2015). *Practical Guide To Disruption and Productivity Loss On Construction and Engineering Projects* (1<sup>st</sup> Edition). Wiley Blackwell.
- Long, R. [et. al.] (2014). *Cumulative Impact And Other Disruption Claims In Construction*. Texas: Long International, Inc.
- McDonald, D. [et. al.] (2004). *Estimating Lost Labor Productivity In Construction Claims*. AACE International Recommended Practice N° 25R-03.
- Hoshino, K. [et. al.] (2011). *Forensic Schedule Analysis*. AACE International Recommended Practice N° 29R-03.
- Molina, C. & Ríos V. (2016). *Derecho de la Construcción* (1ra Edición). Santiago de Chile: O´Print Impresores S.A.
- Schwartzkopf, W. (1995). *Calculating Lost Labor Productivity In Construction Claims*. New York : Construction Law Library.
- Wickwire, J., Driscoll, T., Hurlbut, S. & Groff, M. (2010). *Construction Scheduling: Preparation, Liability, And Claims* (3<sup>rd</sup> Edition). New York : Construction Law Library.

# CONCLUSIONES

AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION





- Disrupción no es necesariamente retraso, tiene relación directa con la pérdida de productividad.
- Dificultad de probar y cuantificar la pérdida de productividad.
- La necesidad de contar con adecuados registros e información contemporánea.
- Usar un determinado método de cálculo de pérdida de productividad dependerá del punto anterior.
- Reclamos deben estar en los límites de la razonabilidad y proporcionalidad.

# QUESTIONS/COMMENTS? (PLEASE USE MICROPHONE)



AACE International  
[www.aacei.org](http://www.aacei.org)

**AACE**  
PERU  
SECTION

