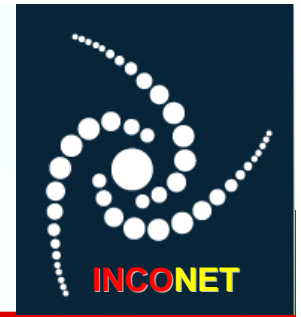


PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION

¿Mito o Realidad?

Juan Carlos LEON
Gerente General

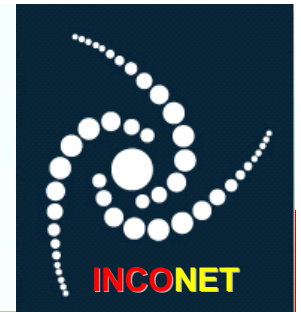
¿ Competitividad o Productividad ?



La verdadera competitividad se mide por la productividad. Son las mejoras en Productividad las que permiten una mayor prosperidad.

PORTER et al 2008, The Global Competitiveness Report

Informe Competitividad



The Global Competitiveness Index 2009–2010 rankings and 2008–2009 comparisons

© 2009 World Economic Forum

Fondo Monetario Internacional

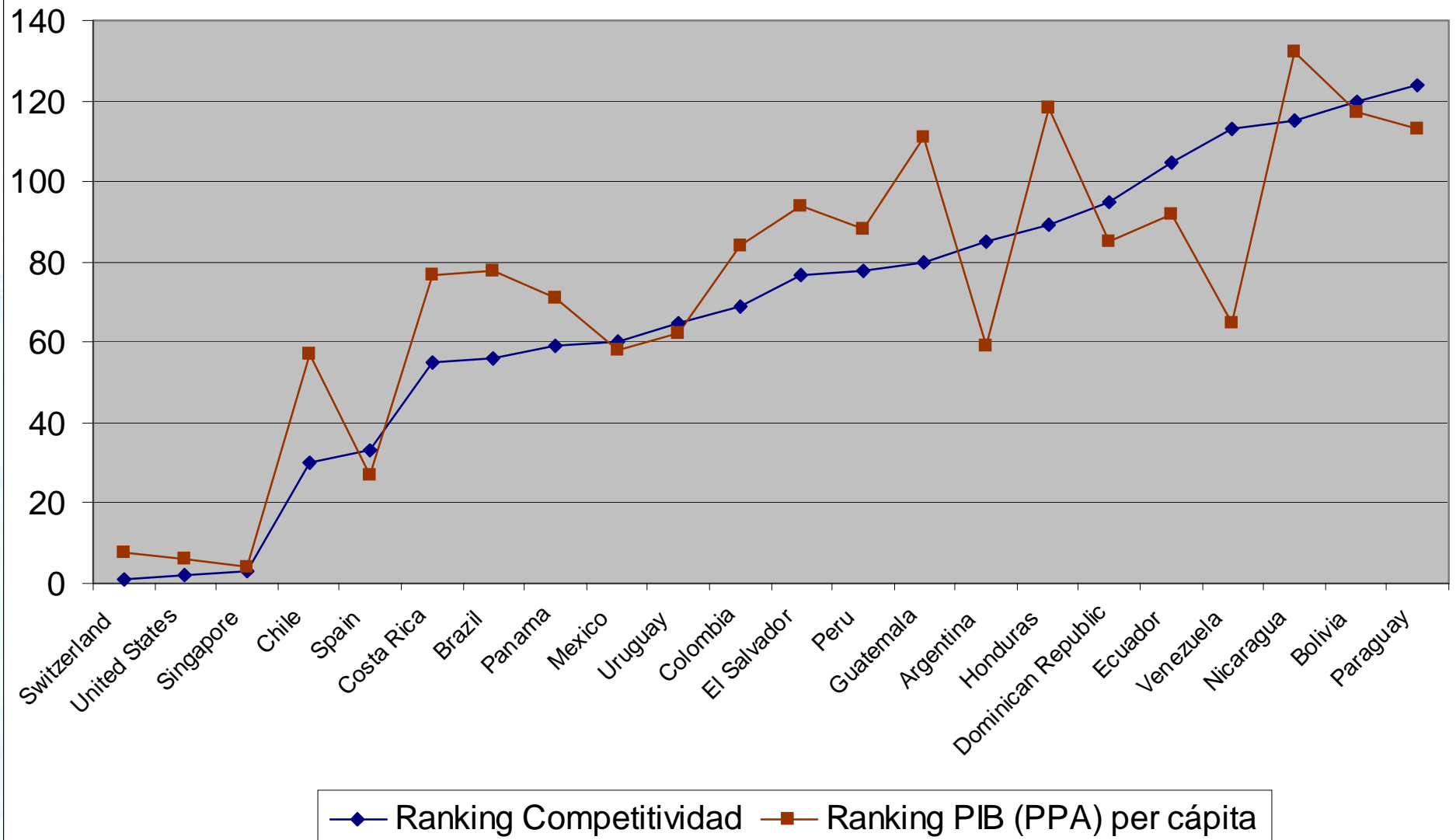
Producto Interno Bruto per cápita corregido por poder de compra

Country/Economy	GCI 2009–2010		GCI 2008–2009	PIB (PPA) per cápita	
	Rank	Score	Rank*	Rank	US\$
Switzerland	1	5,60	2	8	42.783
United States	2	5,59	1	6	46.859
Singapore	3	5,55	5	4	51.142
Chile	30	4,70	28	57	14.510
Spain	33	4,59	29	27	30.621
Costa Rica	55	4,25	59	77	10.752
Brazil	56	4,23	64	78	10.326
Panama	59	4,21	58	71	11.343
Mexico	60	4,19	60	58	14.495
Uruguay	65	4,10	75	62	13.295
Colombia	69	4,05	74	84	8.580
El Salvador	77	4,02	79	94	7.552
Peru	78	4,01	83	88	8.215
Guatemala	80	3,96	84	111	4.899
Argentina	85	3,91	88	59	14.413
Honduras	89	3,86	82	118	4.268
Dominican Republic	95	3,75	98	85	8.571
Ecuador	105	3,56	104	92	7.685
Venezuela	113	3,48	105	65	12.785
Nicaragua	115	3,44	120	132	2.688
Bolivia	120	3,42	118	117	4.330
Paraguay	124	3,35	124	113	4.778

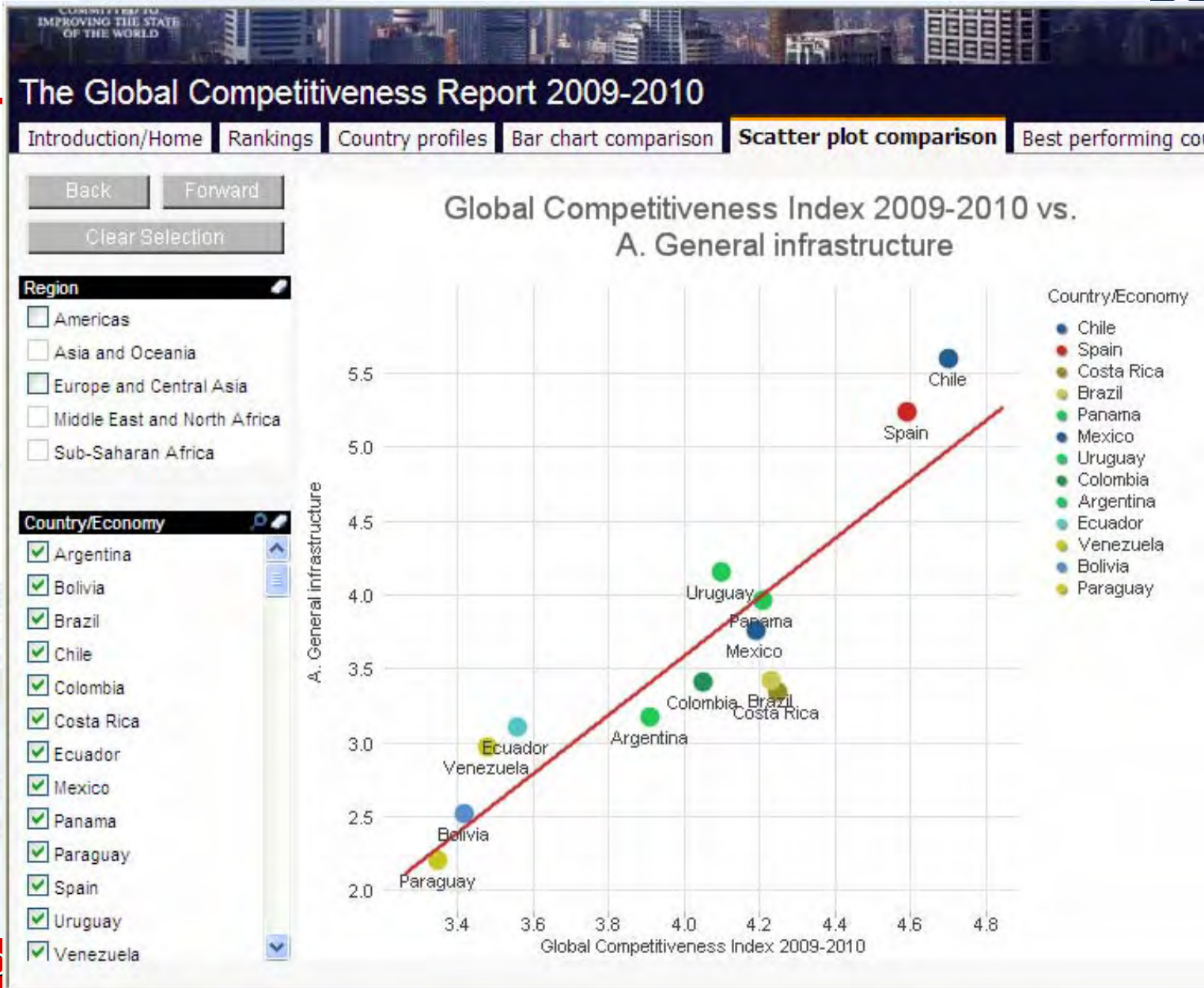
Crecimiento y Competitividad



Relación Ranking Competitividad vs Ranking PIB



Impacto de la Infraestructura



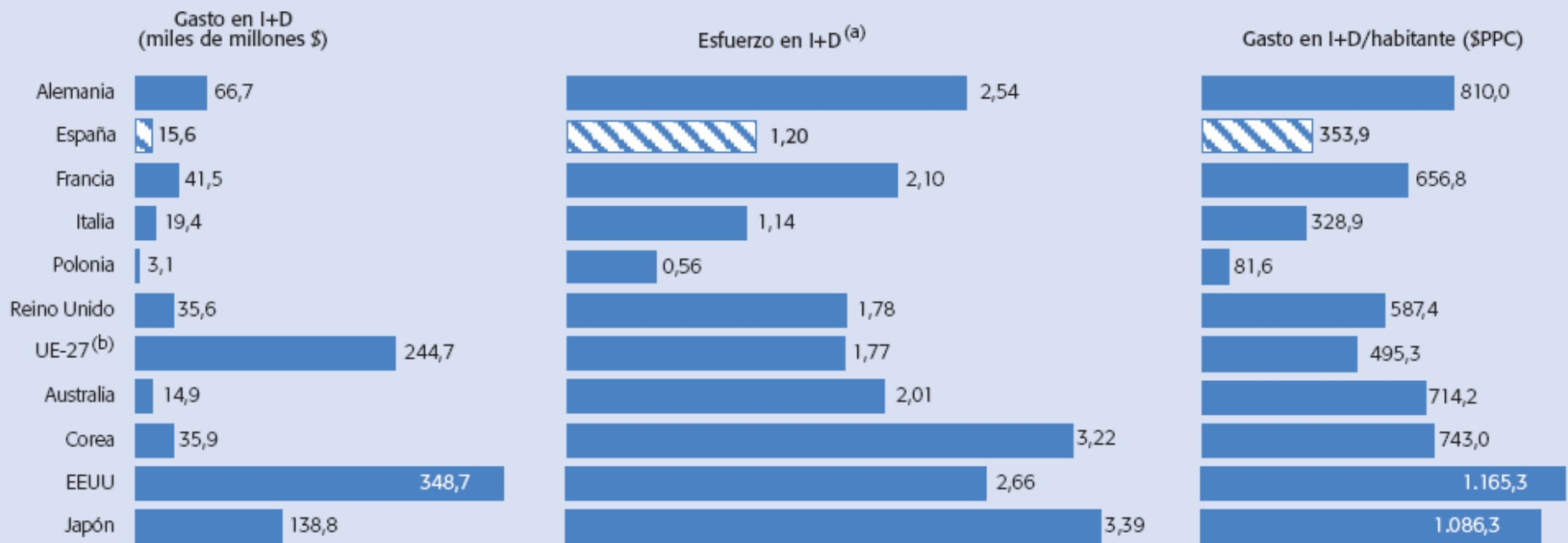
Impacto de la Innovación



I + D + i en la OCDE



Gráfico 2. Esfuerzo en investigación y desarrollo tecnológico (I+D) y gasto en I+D de los países de la OCDE en 2006



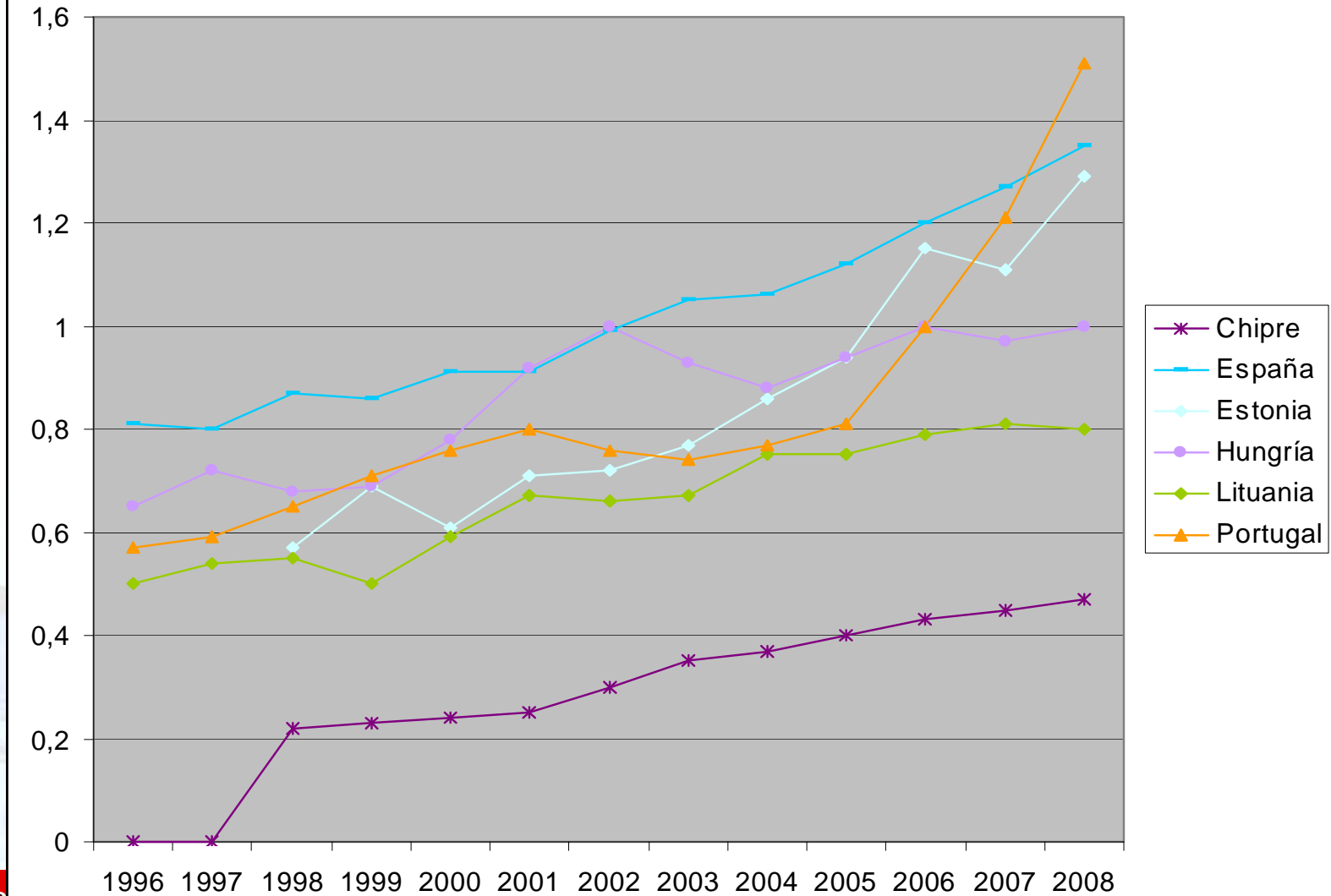
(a) Gasto en I+D en porcentaje del PIBpm.

(b) Los datos se refieren a la UE-27 aunque Bulgaria y Rumania no se incorporaron hasta el 2007.

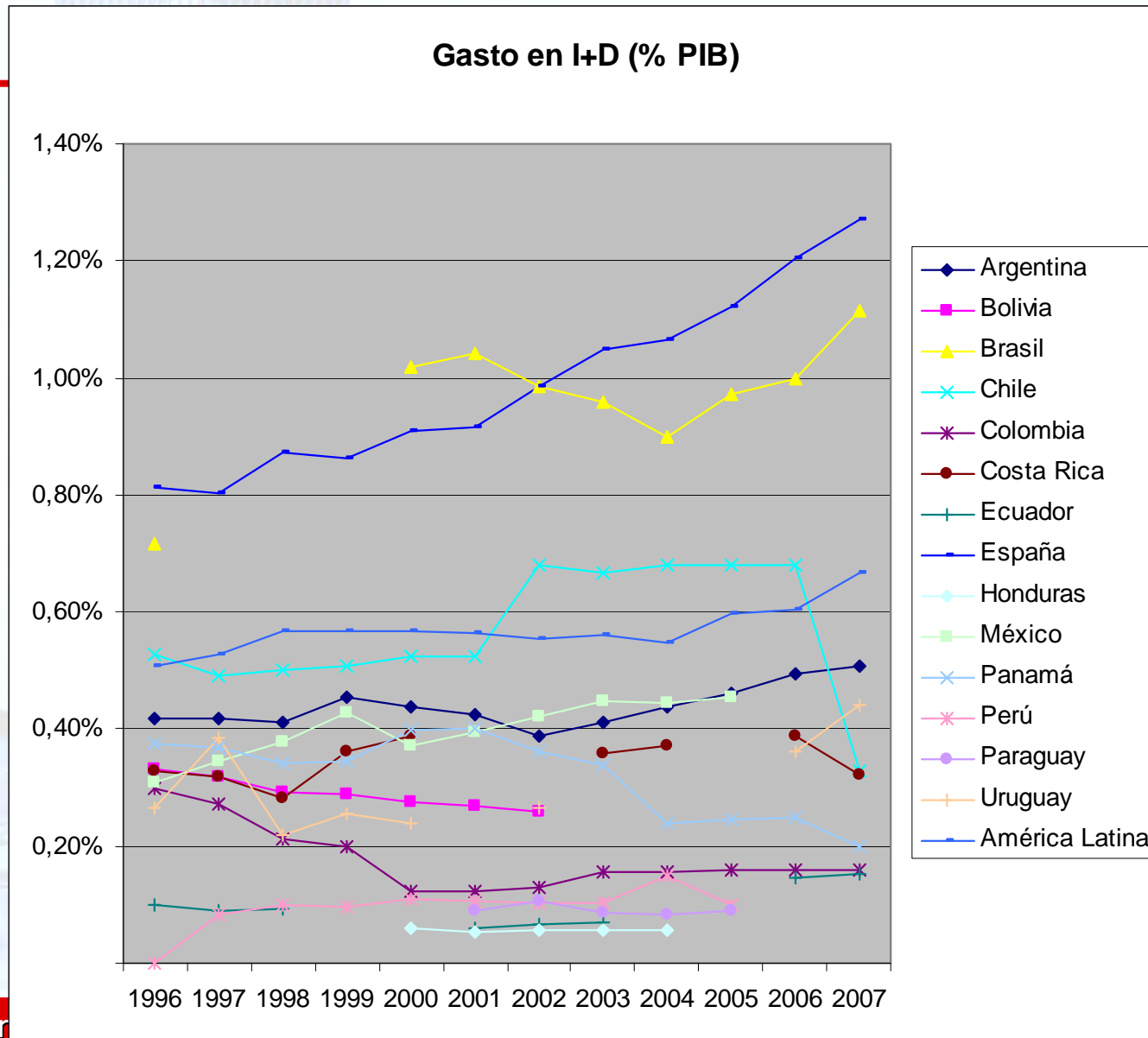
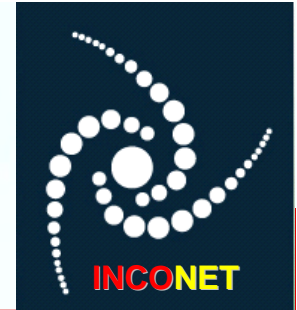
Fuente: «Main Science & Technology Indicators. Volume 2008/2». OCDE (2008). Tabla A, segunda parte.

I + D + i en Europa

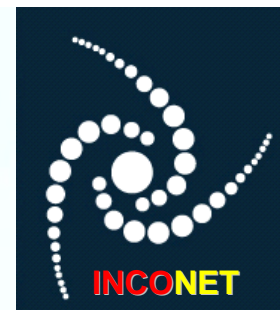
Gasto en I+D (% PIB)



I + D + i en Latinoamérica



Chile baja a la mitad en su Gasto de I+D+i ...



Gasto en I+D

- En 2007, Gasto en I+D es USD 537 MM (0,33% del PIB)
- En 2008, Gasto en I+D es USD 674 MM (**0,40% del PIB**)
 - Cifra no es completamente comparable con la publicada en 2004, por diferencias metodológicas y errores explicados previamente.
 - No hay cifras de 2009, pero podría eventualmente esperarse una ralentización en el gasto producto de la crisis financiera, dado que gasto en I+D tiende a ser procíclico.
 - En los próximos años debiésemos ver un incremento en el gasto de I+D financiado por fuentes extranjeras, impulsado por el sector astronómico y las inversiones extranjeras en ese campo.
- El sector Empresas financia un **38,9% (2007) y 43,7% (2008) del Gasto en I+D.**



DESAFIOS

Incremento Productividad Sectorial



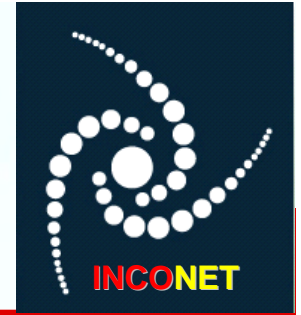
**productividad media de la
mano de obra**

$$PMed = \left(\frac{PIB}{Ocupados} \right)$$

donde PIB corresponde al valor agregado del sector

DESAFIOS

Incremento Productividad Sectorial



Cuidado con comparar directamente rendimientos de la mano de obra

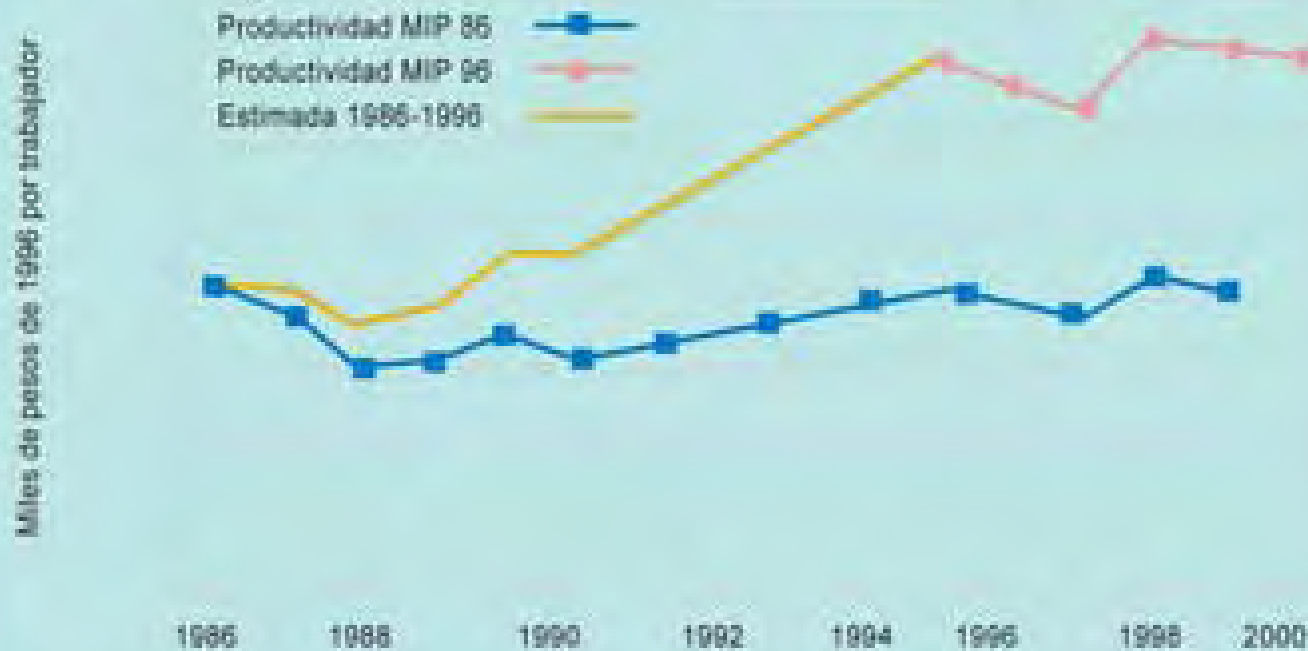
$$\text{Rendimiento } X = M^2 / HH$$



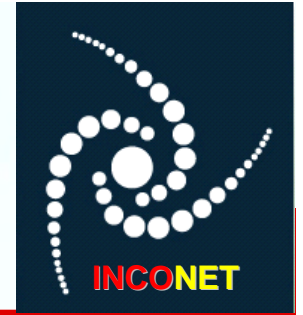
De los peores a los mejores ...?

Gráfico 1

Productividad Sector Construcción según MIP 1986 Y 1996

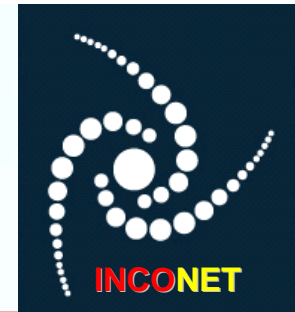


Fuente: GChC

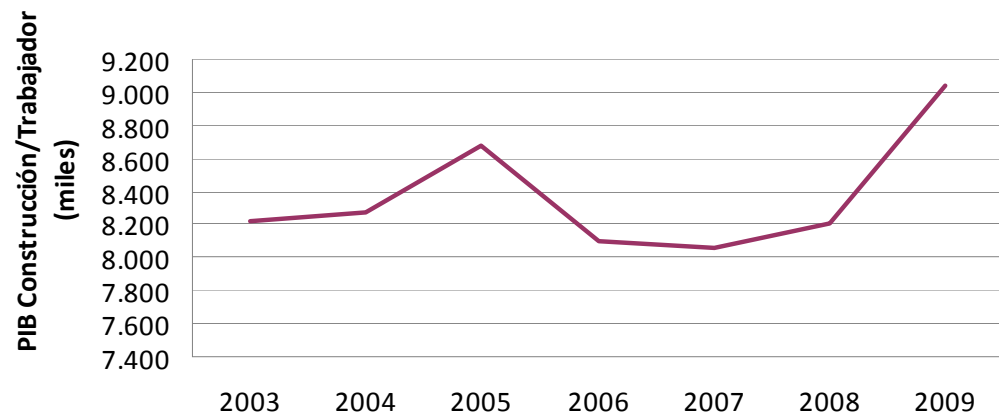


Cambia nuevamente la Matriz Insumo - Producto

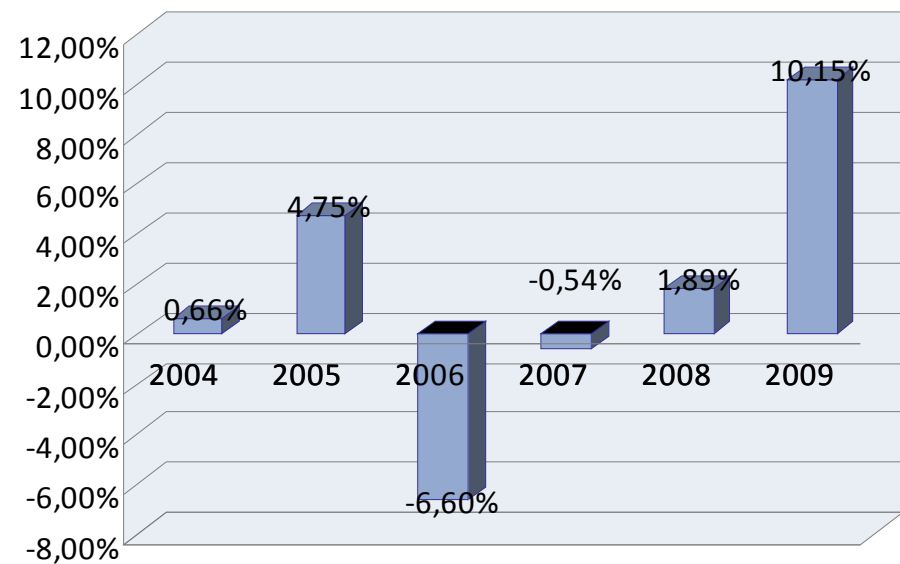
- Año Total PIB Construcción 3.991.728 millones año base 1996
- Año 2003 Total PIB Construcción 3.531.382 millones año base 2003
12% disminuye PIB del Sector ...
- Número ocupados construcción 2003: 430.000



Productividad Laboral Anual Sector Construcción



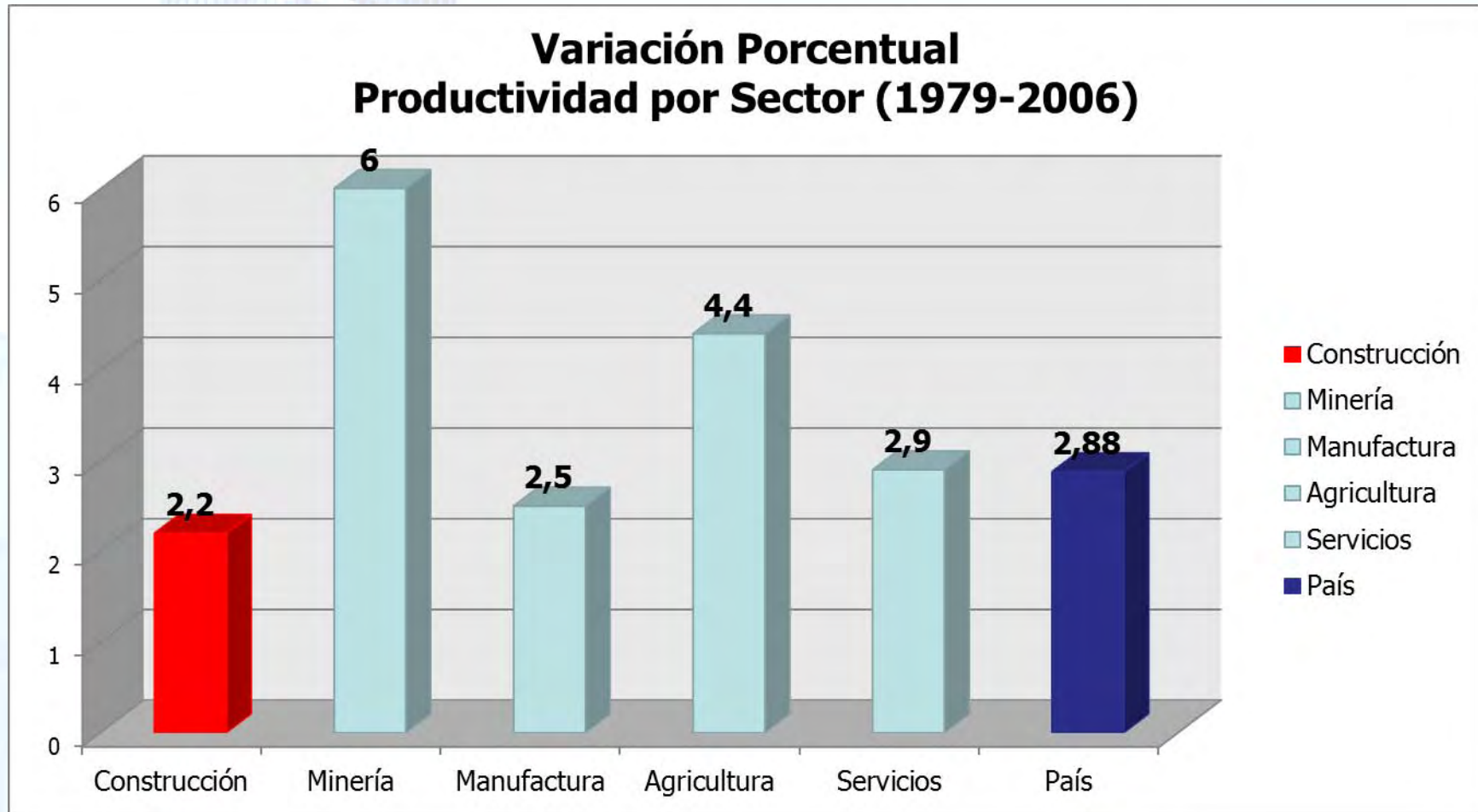
Variación Porcentual Anual Productividad Sector Construcción



- Variación en el periodo 2004 2009 = 4,7%
- Tasa Anual 1,2%



Construcción: Industria con menor crecimiento de Productividad ...

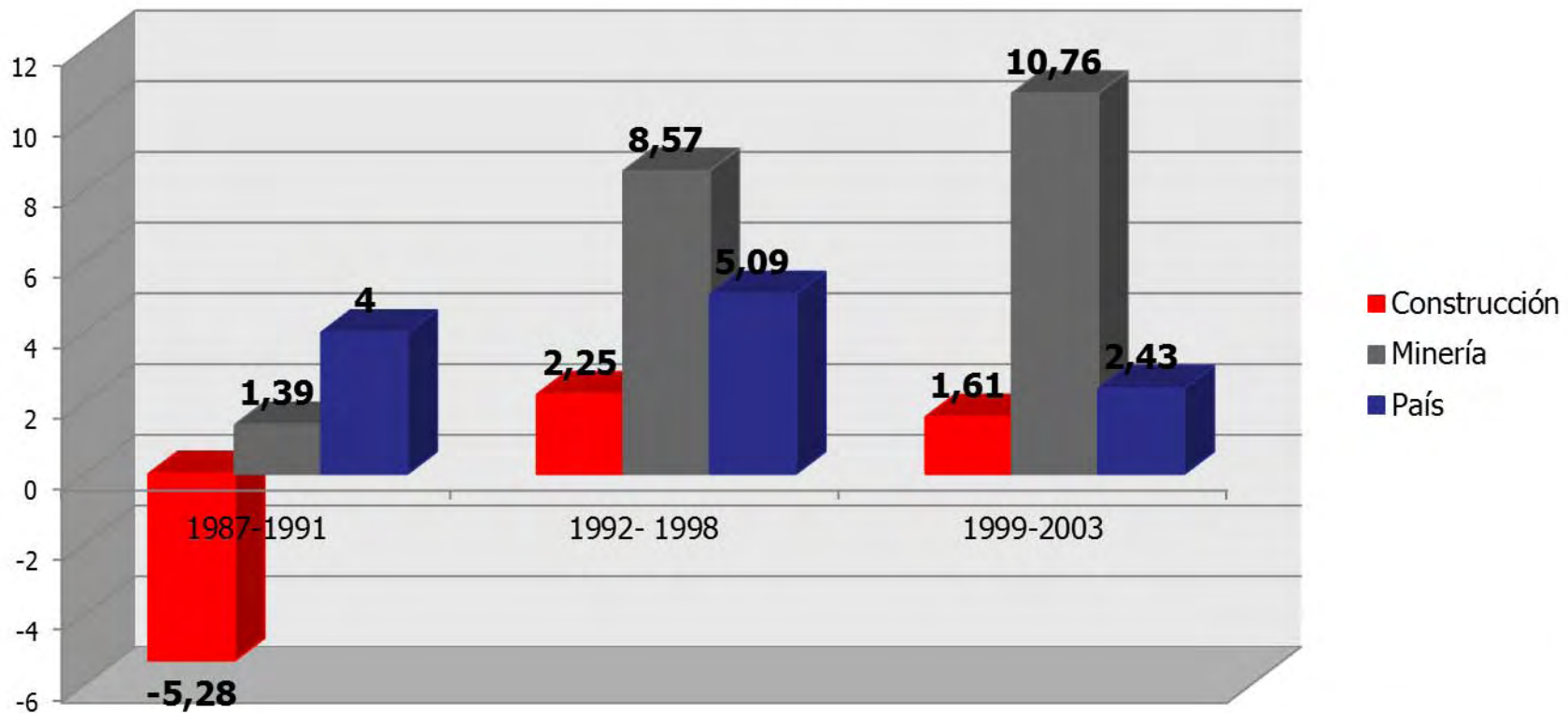


FUENTE: Indicadores Banco Mundial



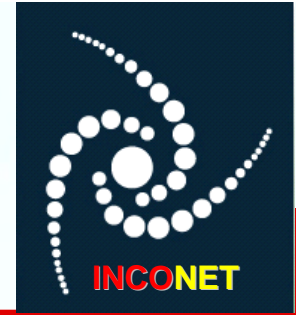
Construcción: Niveles de Productividad en descenso ...

Tasa de Crecimiento de la Productividad Laboral últimos 20 años



FUENTE: Banco Central

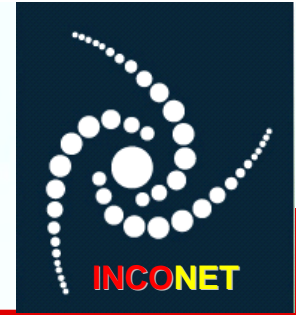
Lo que realmente importa es la PTF ...



Productividad Total de Factores

$$Y_i = PTF_i K_i^{\alpha_i} L_i^{1-\alpha_i}$$

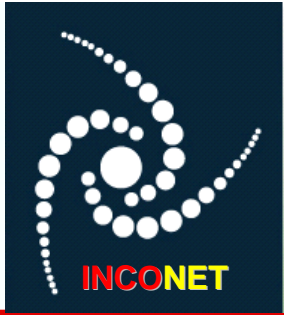
$$\frac{\Delta PTF_i}{PTF_i} = \frac{\Delta Y_i}{Y_i} - \alpha_i \frac{\Delta K_i}{K_i} - (1 - \alpha_i) \frac{\Delta L_i}{L_i}$$



En síntesis ...

- No hay metodologías confiables para estimar stock de capital sectoriales
- Mientras más se industrializa la construcción, más PIB se perdería
- Dudas en la auto clasificación de la encuesta empleo
- Dudas respecto a la matriz insumo producto para el cálculo PIB construcción
- Mejor productividad/rendimiento laboral no implica necesariamente mayor eficiencia o resultado
- La Construcción dejó de ser un sector No Transable
- Estadísticas del Gasto en I+D+i poco confiables
- Muy difícil medir la PTF de construcción

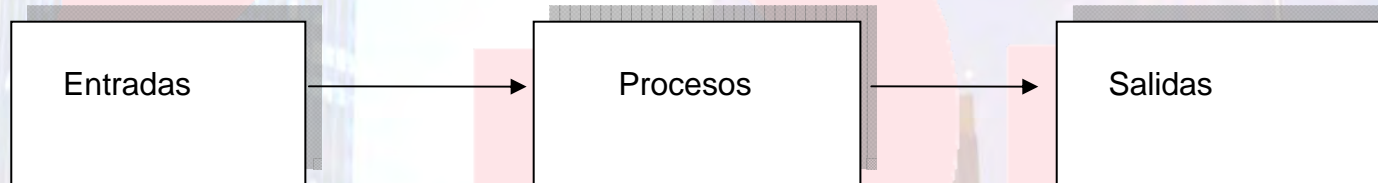
Entonces ...



¿Y ahora
qué ?

Una visión integral

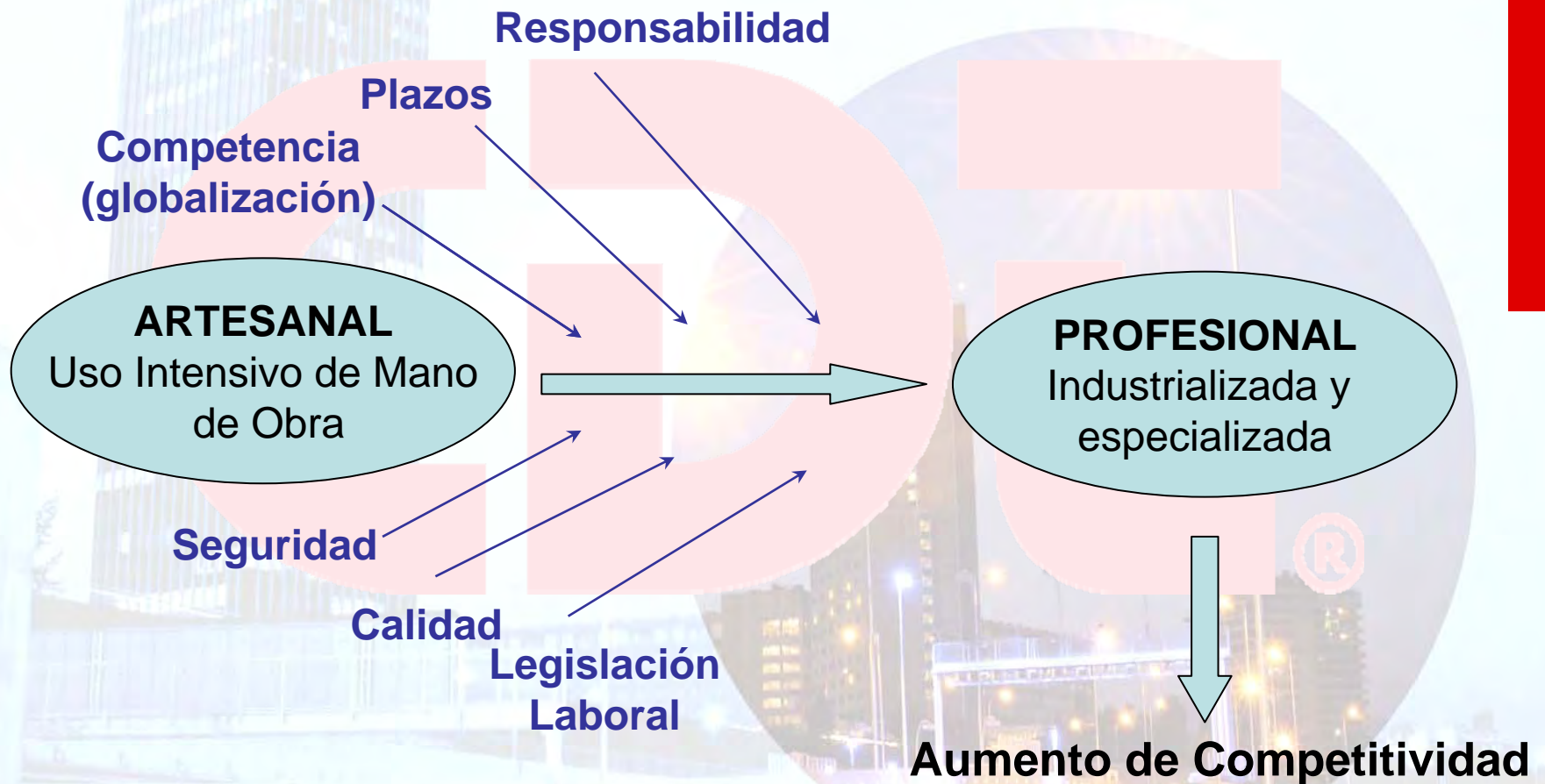
Dar más relevancia al Cluster Construcción más que un análisis sectorial



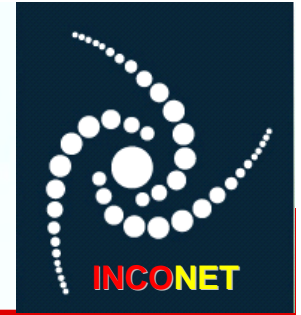
metas concretas y evaluación del desempeño



De lo simple a lo complejo



Interrogantes



- ¿Conocemos nuestra productividad?
- ¿Podemos comparar nuestros proyectos?
- ¿Es información confiable para la toma de decisiones?
- ¿Podemos compararnos con otras empresas y países?
- ¿Cómo mejoramos nuestra competitividad?

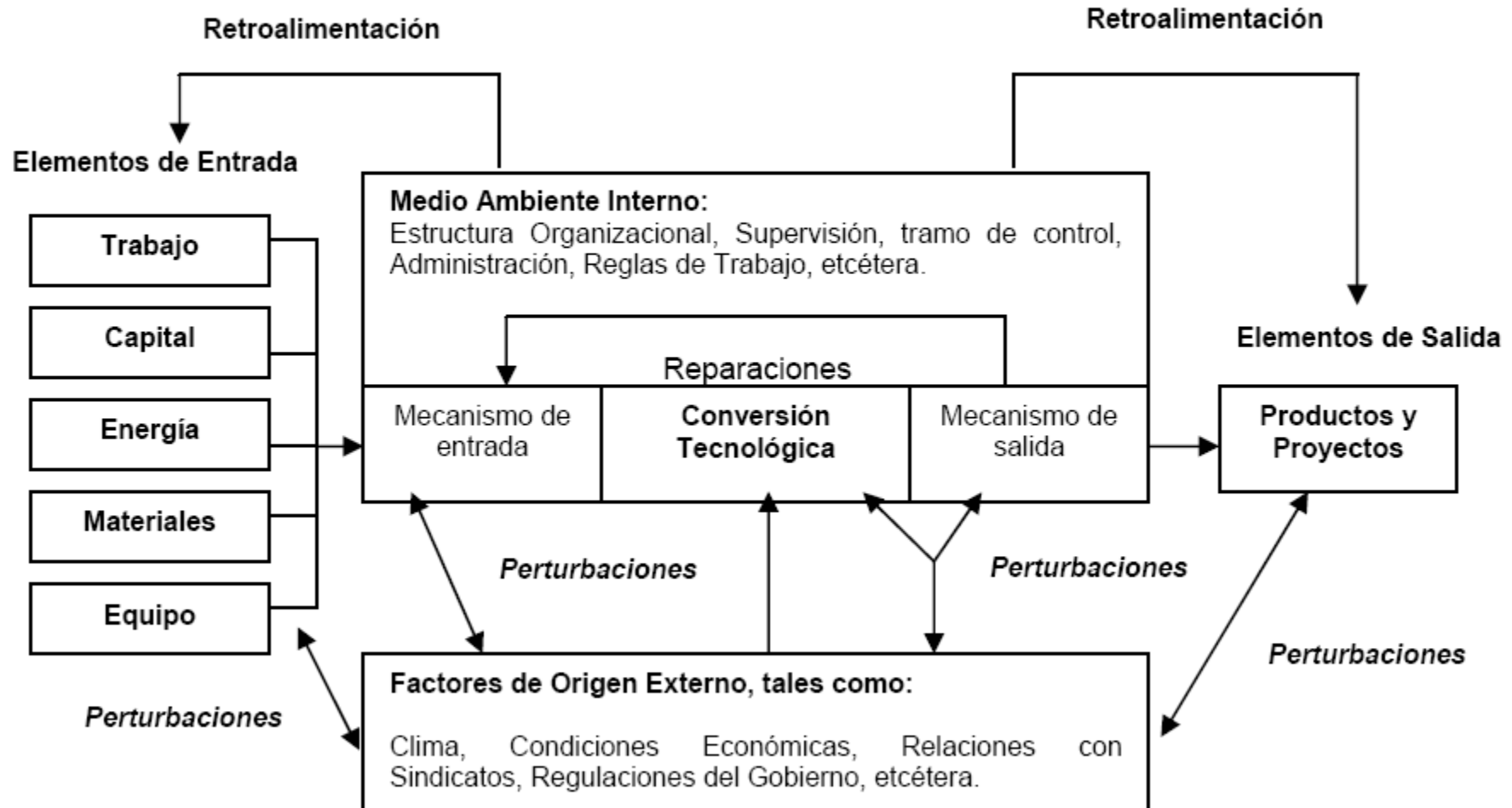
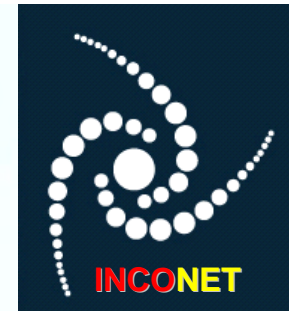
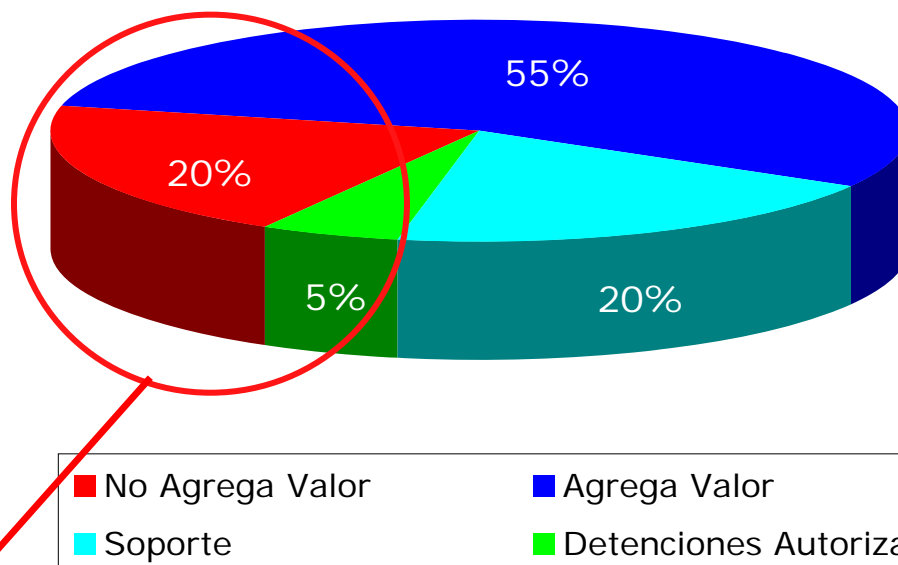


Figura 2. La construcción como un proceso de conversión abierto

2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



Niveles de Actividad Construcción - Minería
2003 - 2010



- + 750.000 HH
- + 160 Proyectos
- + 50 Empresas

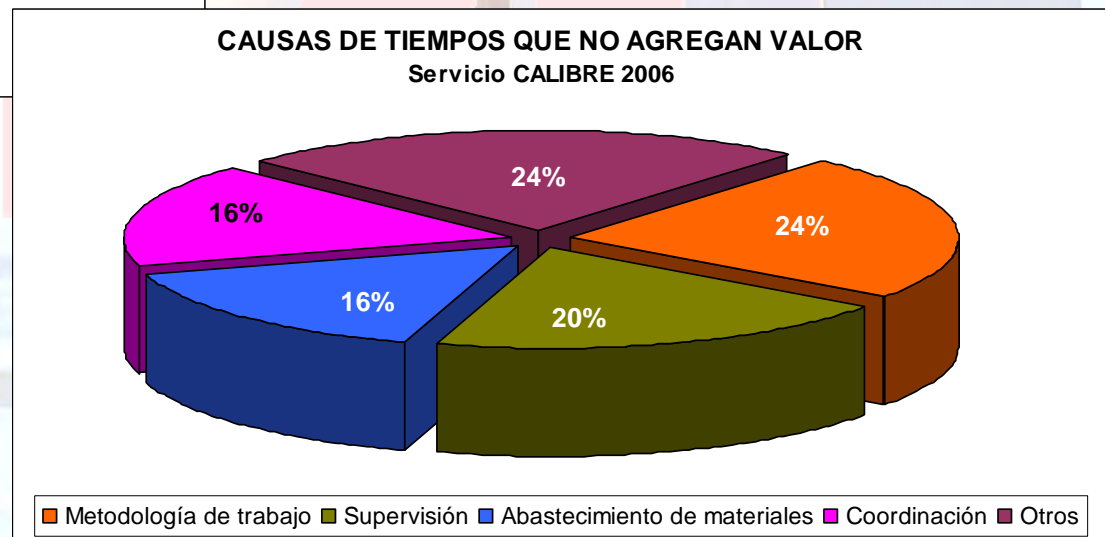
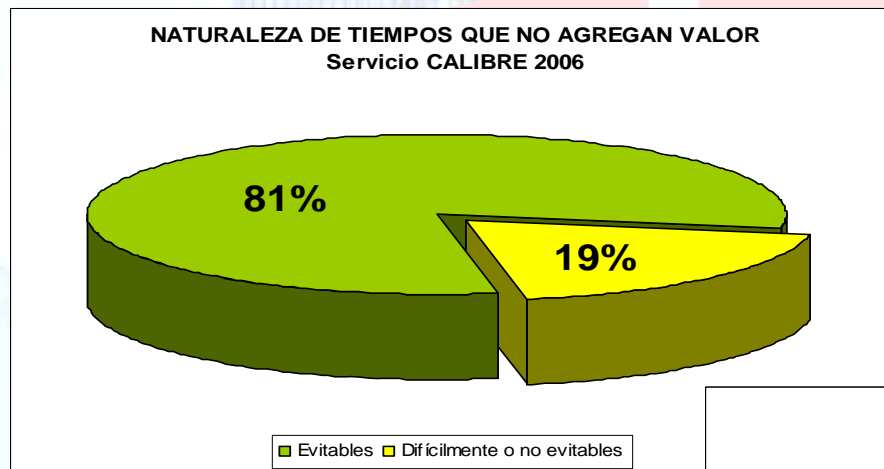
Fuente Servicio CALIBRE

El **20%** del tiempo de recursos humanos y maquinarias en los procesos constructivos se **pierde**.

2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



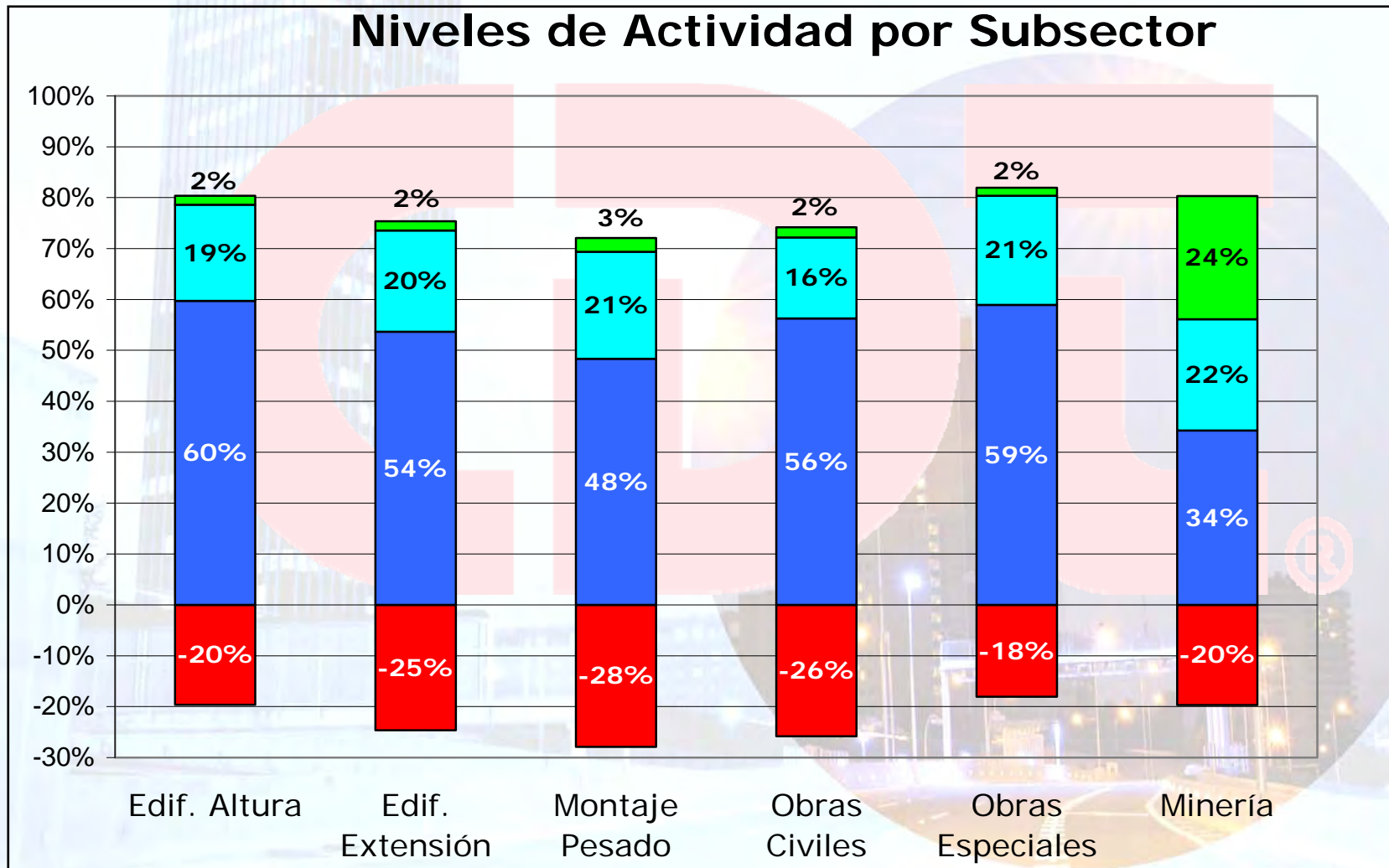
Causales de Pérdida de Tiempo



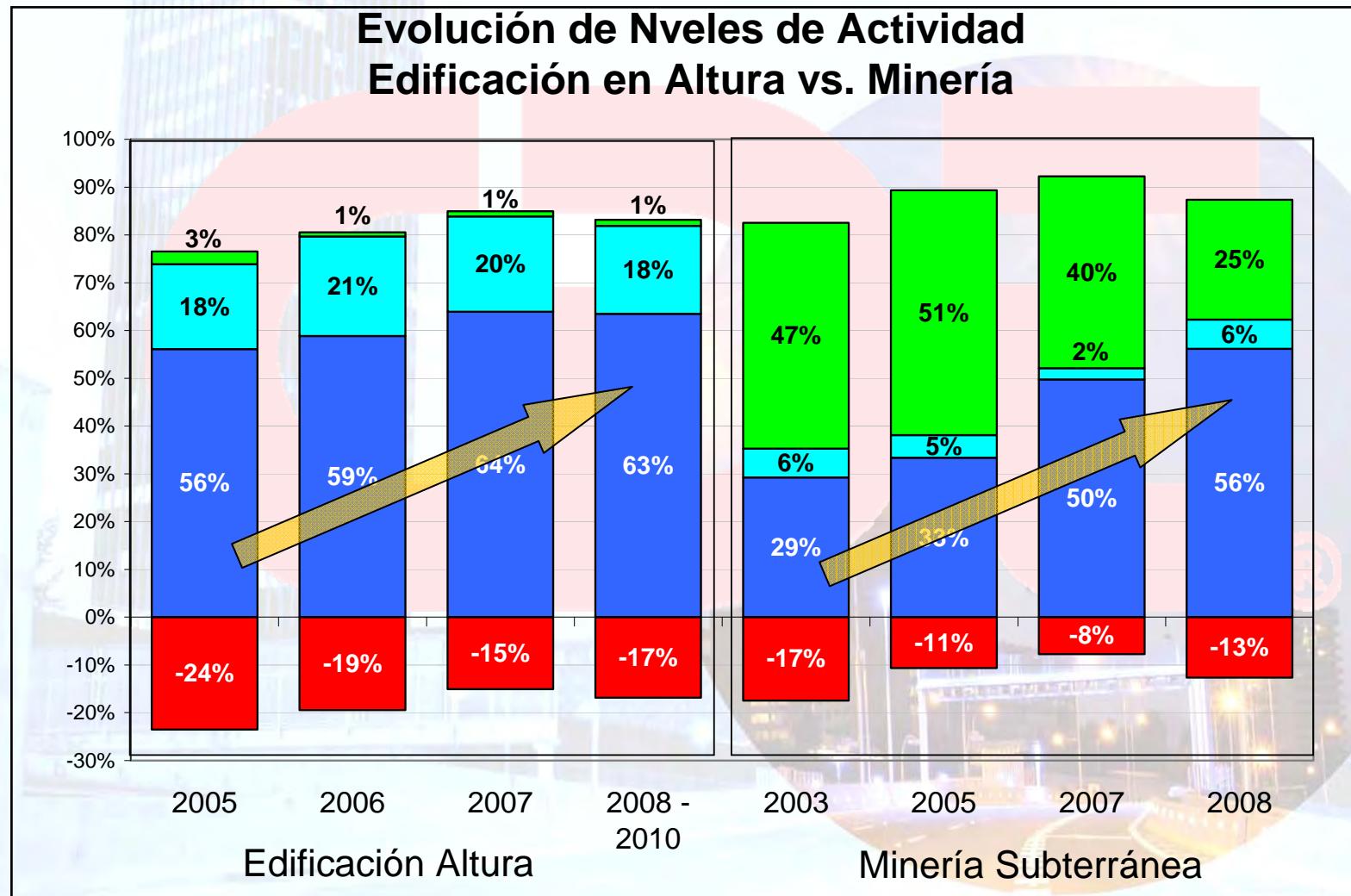
2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



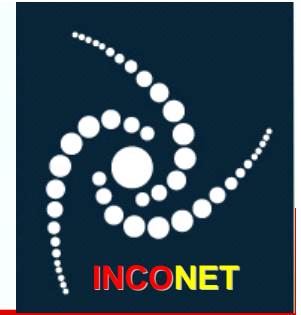
Niveles de Actividad por Subsector



2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



2. MEDICIONES DE PRODUCTIVIDAD SECTOR CONTRUCCIÓN – MINERÍA



Sabía que...

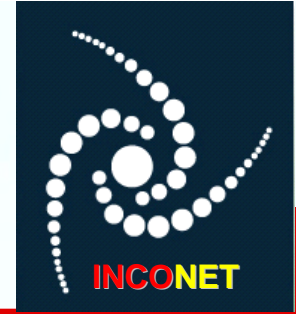
- Puede perderse el 30% de material circulante en una obra por falencias de gestión y control.
- Pueden darse diferencias de más de 40% en los rendimientos de una misma faena dependiendo de la metodología constructiva utilizada.

3. DESARROLLO Del SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



- Un commodity ...
- Evolución tecnológica del sector
 - Equipos y maquinaria de última generación
 - Disponibilidad de TICS para control y planificación
 - Limitaciones tecnológicas debido al tamaño del mercado
 - Estándares elevados por parte de los mandantes
 - Debilidades de personal calificado
 - Trabas a la innovación; cláusulas contractuales, distribución de riesgos e incerteza de replicabilidad

3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



- Mejora en la Productividad: Vía Disminución de Pérdidas → Lean Construction
 - Principios Lean:
 - Control de cuatro variables:
 1. Pérdidas en los procesos o actividades que no agregan valor.
 2. El Valor de las actividades y de los flujos.
 3. Los Tiempos de Ciclo, buscando la optimización de los mismos.
 4. La variabilidad de los procesos, la cual se debe minimizar.

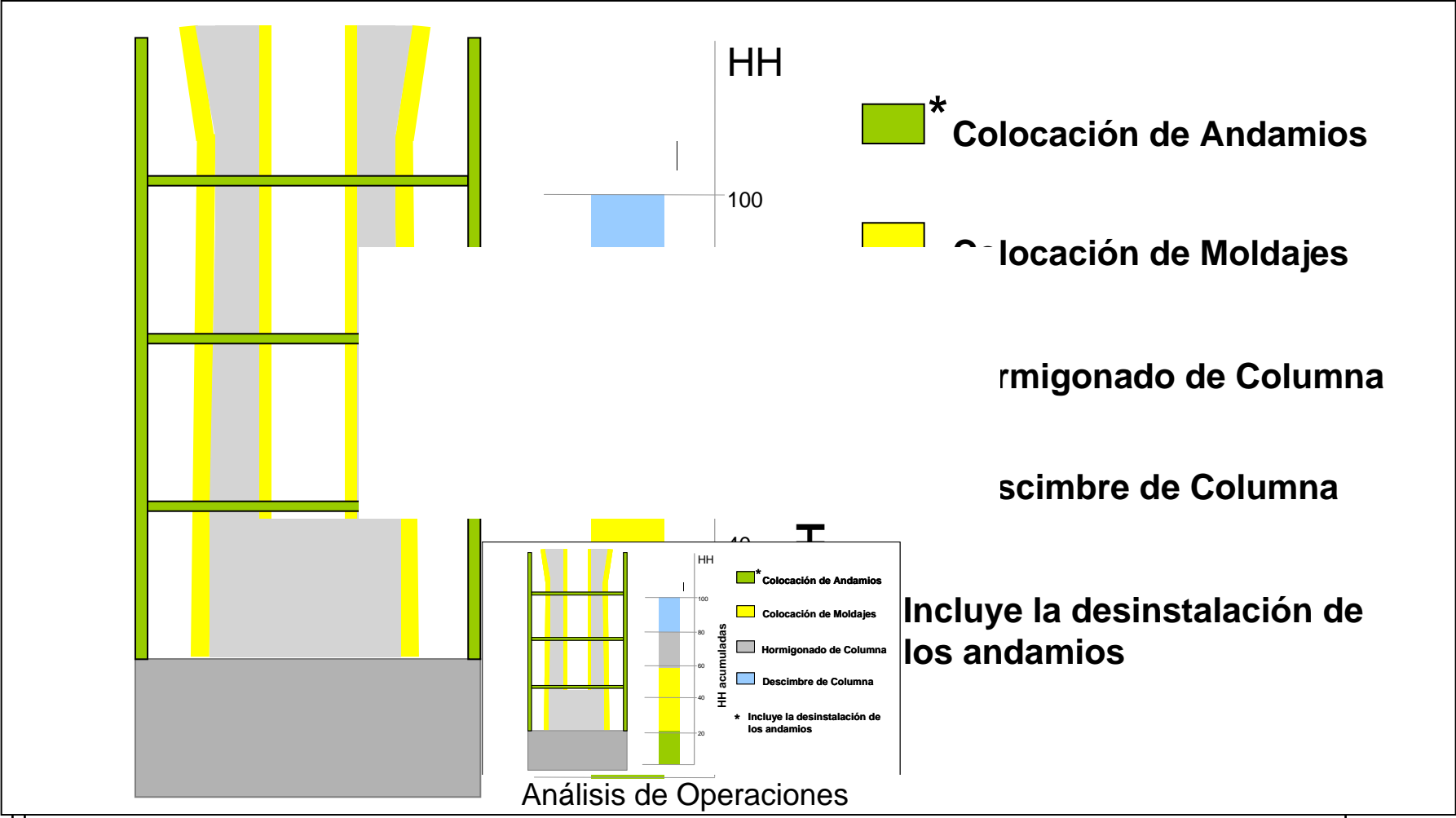
3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



- Herramientas para atacar Variables

Herramientas	Variable de Control Lean
Muestreo del Trabajo Control y Mejoramiento de Procesos	Valor, Pérdidas
Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica	Tiempos de Ciclo Pérdidas
Planificación de Corto Plazo en base a Compromisos	Variabilidad, Pérdidas

Herramientas de Muestreo del trabajo, Control y Mejoramiento de procesos



Rendimientos

Niveles de
Actividad

Benchmarking
Causas de
Perdidas
Buenas Prácticas

Mejoramiento Rentabilidad del Proyecto

3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

El Problema

- Grandes pérdidas de tiempo asociado a falta de materiales e insumos en el frente de trabajo.
- Bajo rendimiento por mala planificación de actividades, y coordinación entre especialidades involucradas.
- Los problemas se iban solucionando a medida de aparecen. No hay anticipación.
- La gestión se enfoca en el corto plazo, descuidando el largo plazo.
- No se mide el desempeño obtenido.
- No se analizan errores en la planificación ni las causas de ocurrencia.

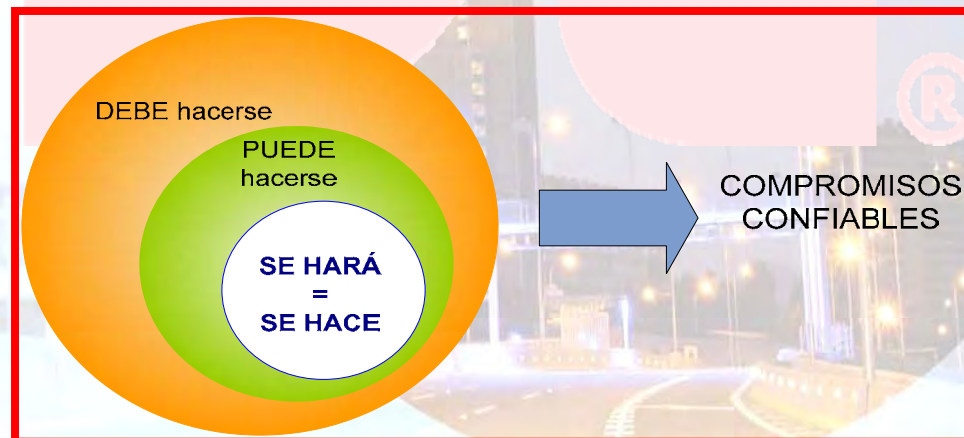
3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

La Solución

- Aplicación de filosofía Lean.
- Enfoque en la Prevención de Problemas.
- Filosofía *Last Planner*: Enfocarse en actividades que pueden hacerse, analizando sus restricciones y liberándolas con suficiente anticipación.

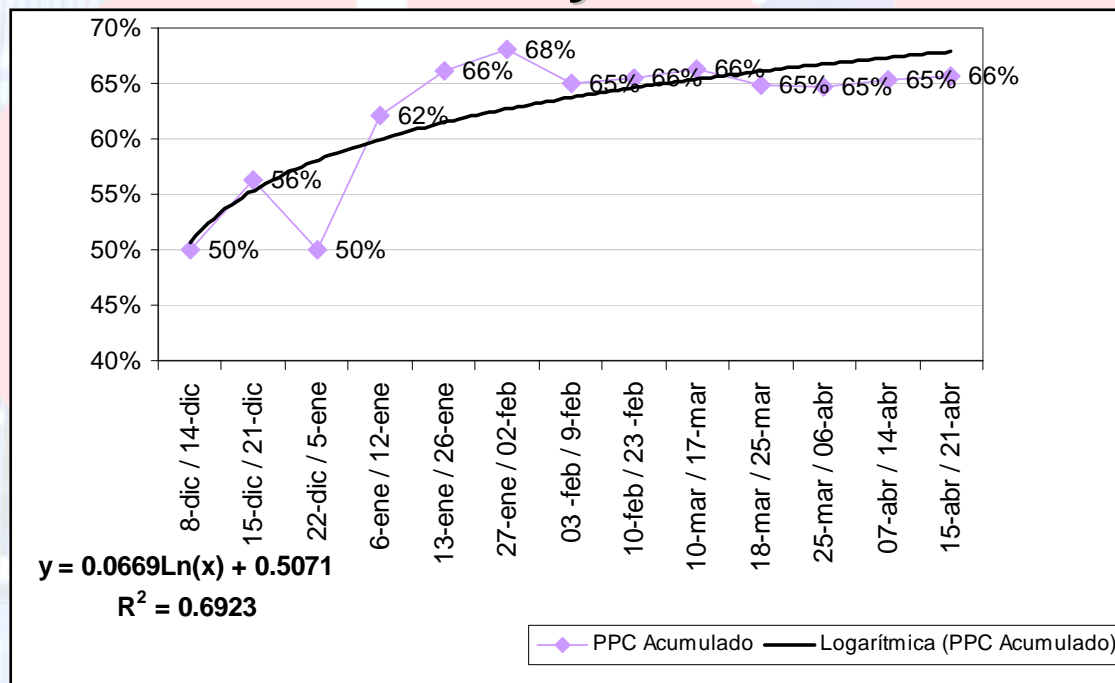


3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Planificación de Corto Plazo en Base a Compromisos

Algunos resultados disminuyendo la variabilidad



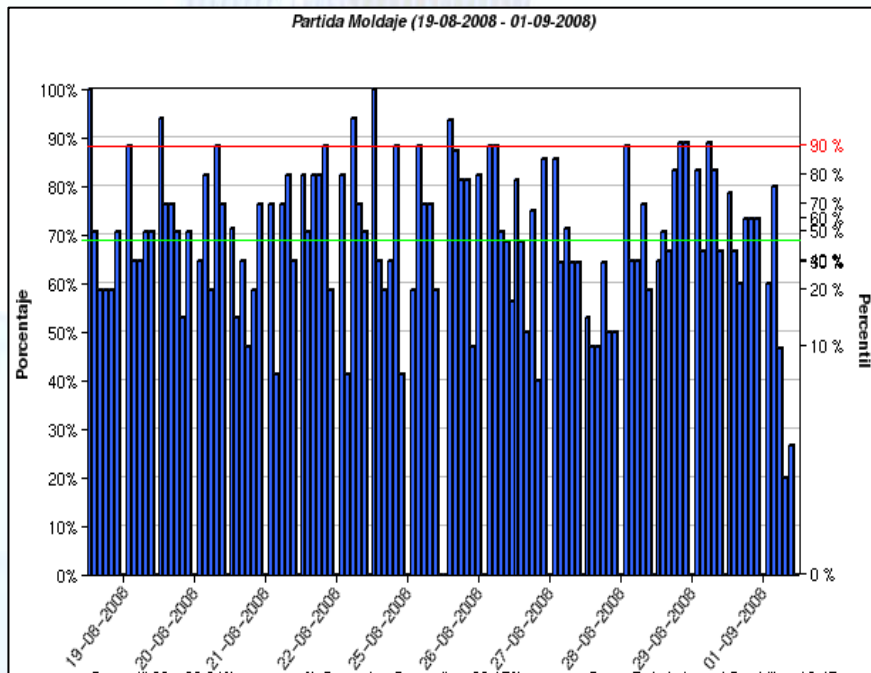
Fuente Servicio CALIBRE

**Aumento del Cumplimiento de actividades planificadas (17%),
manteniendo el plazo del proyecto, sin inyección adicional de recursos.**

3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica

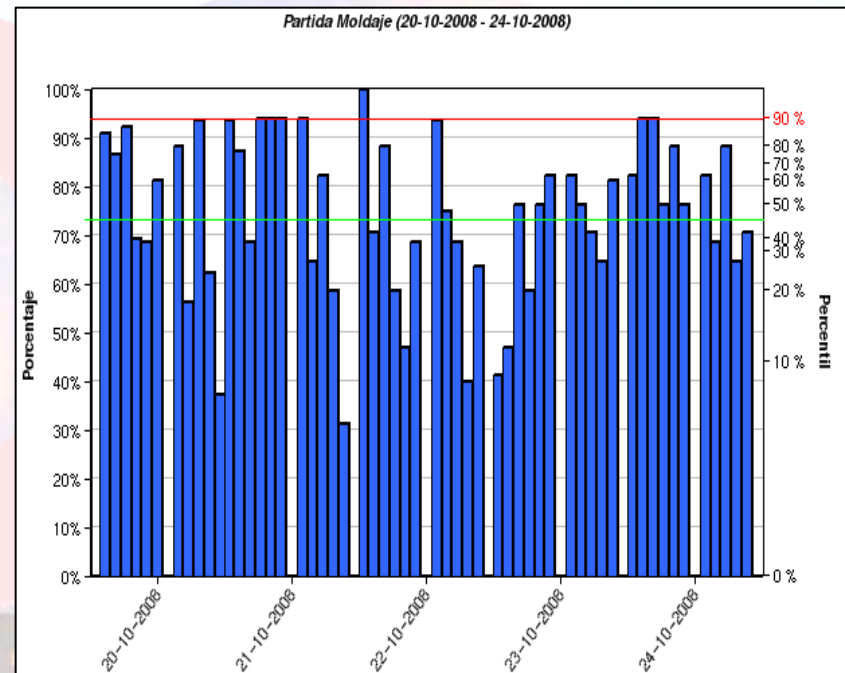


El promedio de utilización de la Partida corresponde a un 69%

Percentil 90 = 88% ocupación de cuadrilla

18 Trabajadores

Corporación de Desarrollo Tecnológico



El promedio de utilización promedio de la Partida corresponde a un 73%

Percentil 90 = 94% ocupación de cuadrilla

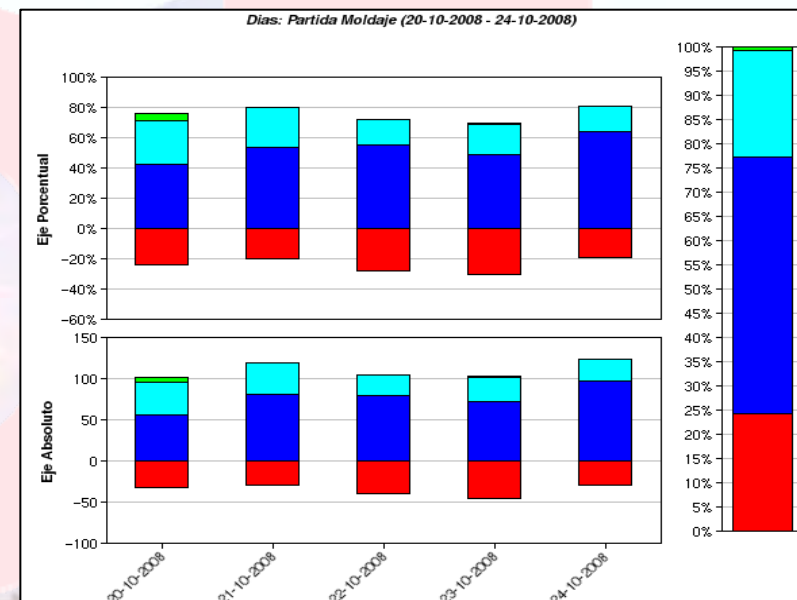
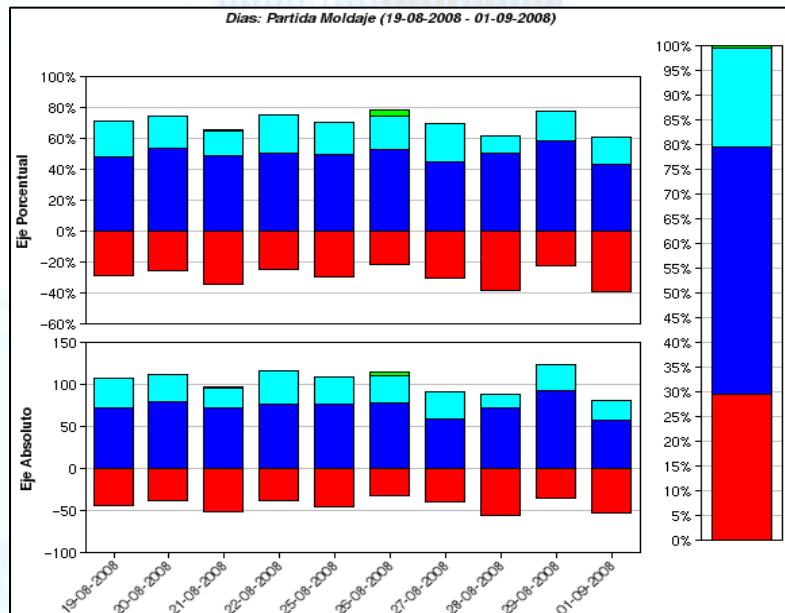
17 Trabajadores



3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica



MEC 01 Partida Moldaje

- Agrega Valor 50%
- Soporte 20 %
- Detención Autorizada 1%
- No Agrega Valor 29%

SEC 01 Partida Moldaje

- Agrega Valor 53%
- Soporte 22%
- Detención Autorizada 1%
- No Agrega Valor 24%

3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica

- Ajuste en un ciclo de hormigonado
- Ajuste de cuadrilla en la partida de moldaje
- Mejorar la actividad y productividad de la partida de moldaje también tiene un efecto positivo en el resto de las partidas

Reducción de trabajadores

Moldaje	Nº Trabajadores
1ra Medición	18
2da Medición	17

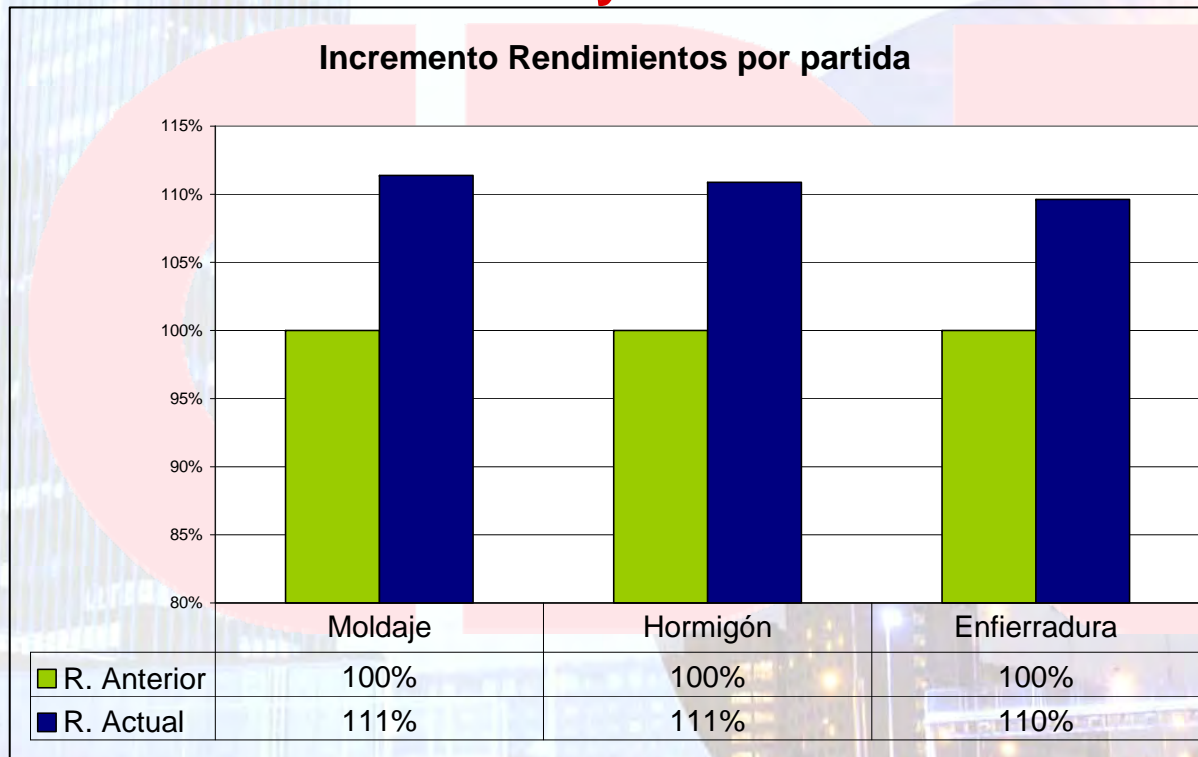
Un aumento en promedio del 11% en la productividad

Partidas	Rendimiento Anterior	Rendimiento Posterior	Aumento
Moldaje	2.02	2.25	11.4%
Hormigón	0.46	0.51	10.9%
Enfierradura	29.12	31.92	9.6%

3. DESARROLLO EN EL SECTOR: de la Tecnología a la Productividad



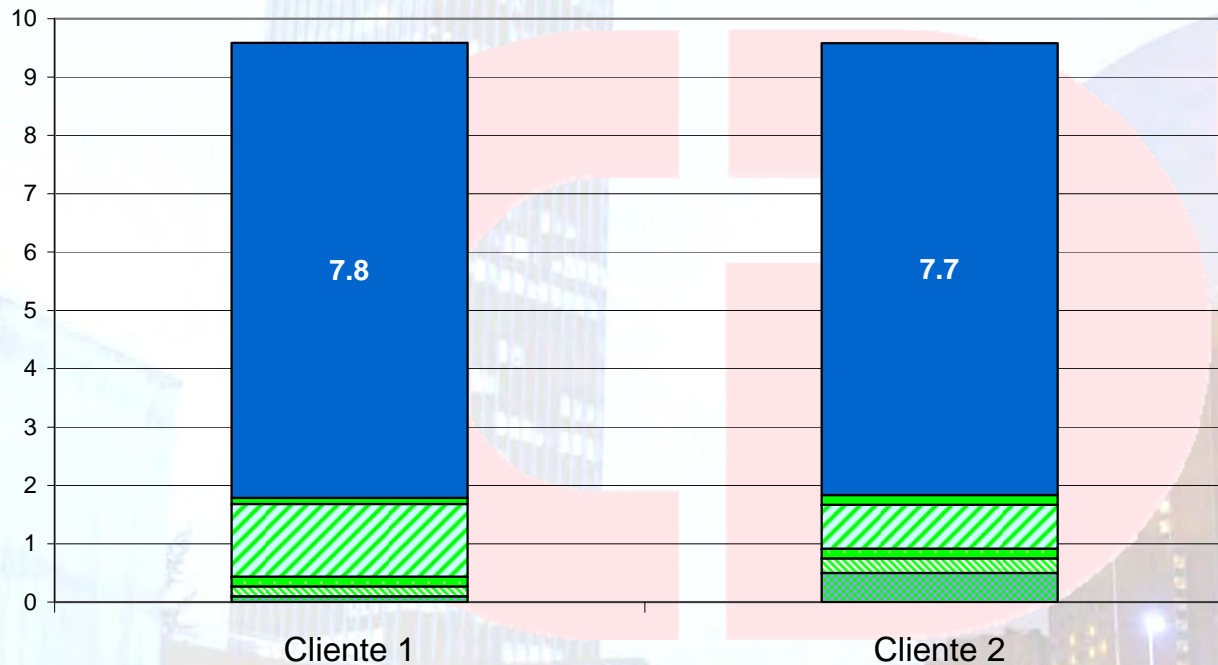
Análisis de Uso de Recursos y Planificación Dinámica



Partidas	Rendimiento Anterior	Rendimiento Posterior	Aumento
Moldaje	2.02	2.25	11.4%
Hormigón	0.46	0.51	10.9%
Enfierradura	29.12	31.92	9.6%

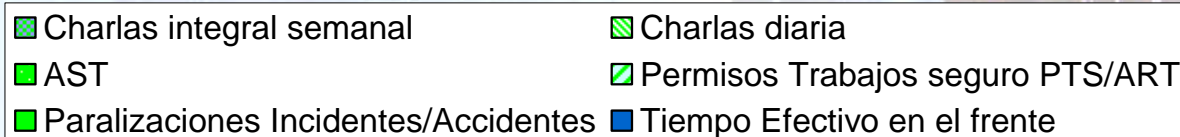
4. Productividad de la Mano de la Seguridad: Evaluación del Uso del Tiempo

Conocemos dónde se gastan las HH ?



Efecto en presupuestos

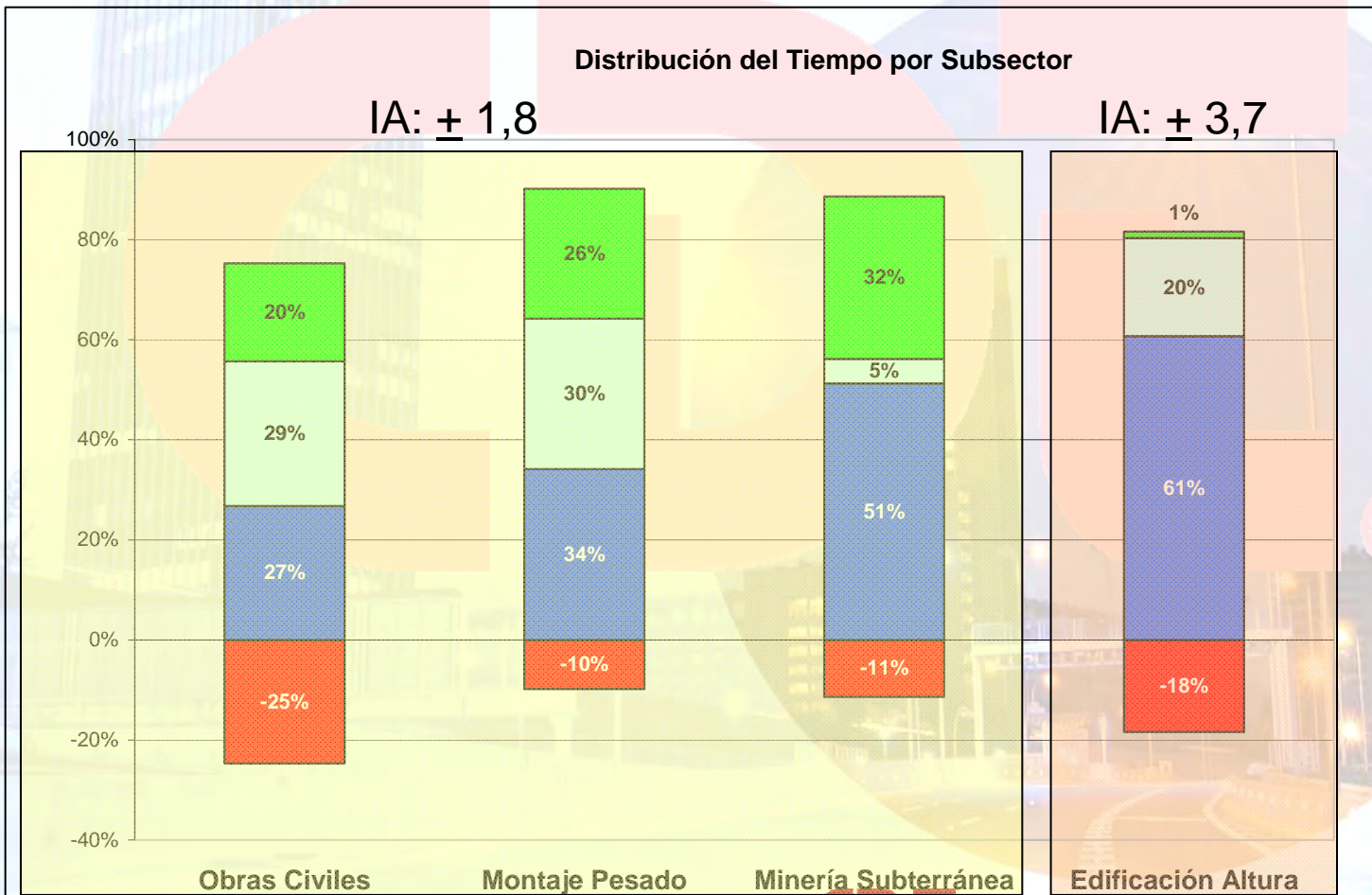
- Aplicación de Factores:
1.2 y 1.3 x presupuesto



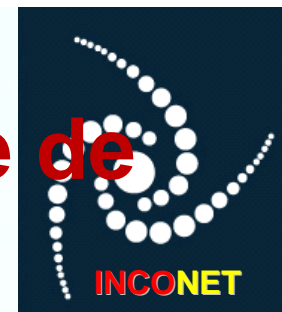
4. Productividad de la Mano de la Seguridad: Evaluación del Uso del Tiempo



Relación Tiempo en PRR vs Índices de Accidentabilidad



5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista

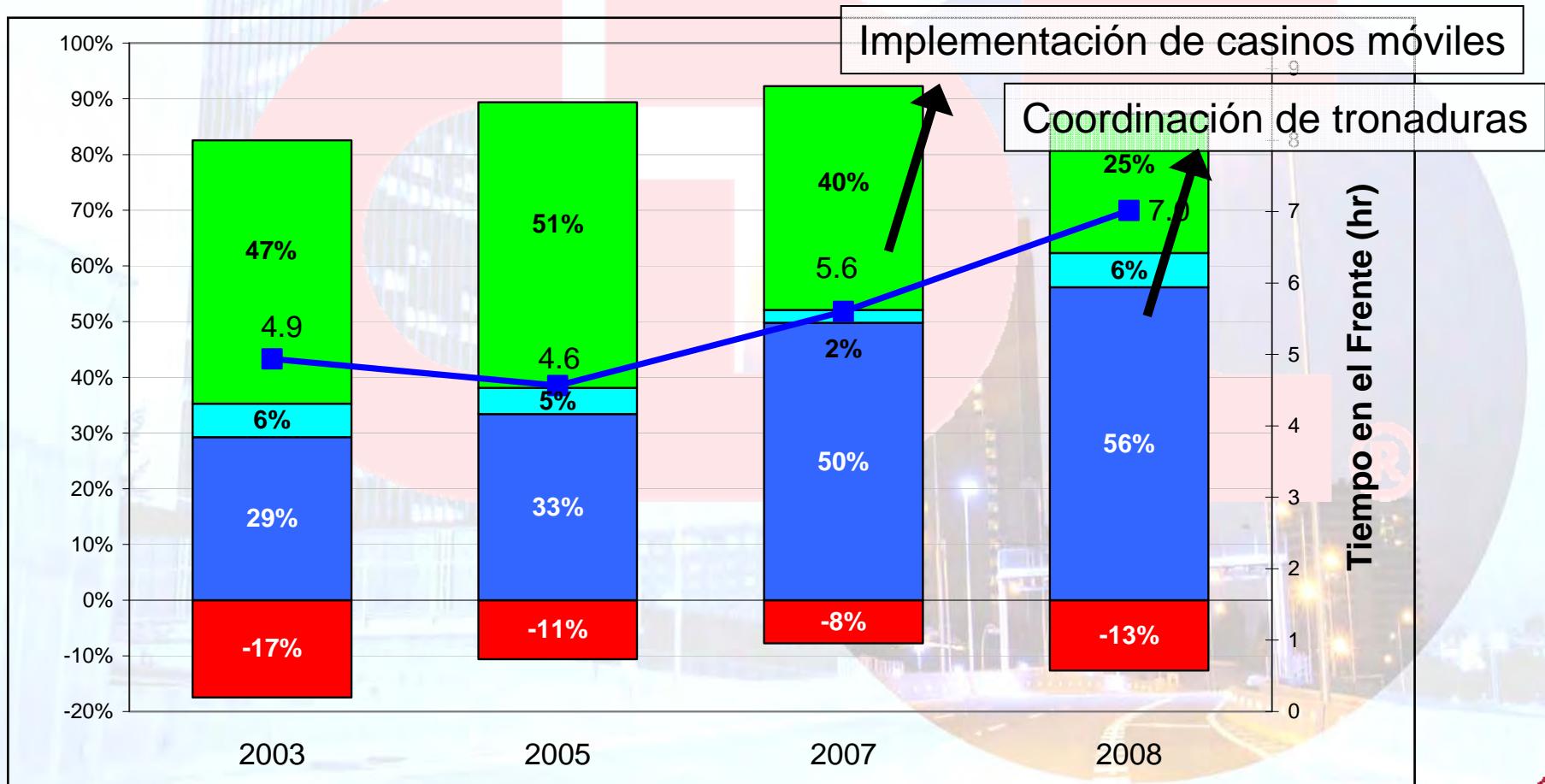


- Factores que inciden en el desempeño
 - Modificaciones del proyecto e indefiniciones
 - Coordinación y Planificación del Abastecimiento de Recursos
 - Oportuna Disposición de ART y PTS
 - Coordinación de actividades dependientes del mandante; ejem, Tronaduras y evacuaciones
 - Uso de detenciones autorizadas para labores de seguridad y planificación.
 - Participación temprana del Contratista y especialidades

5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



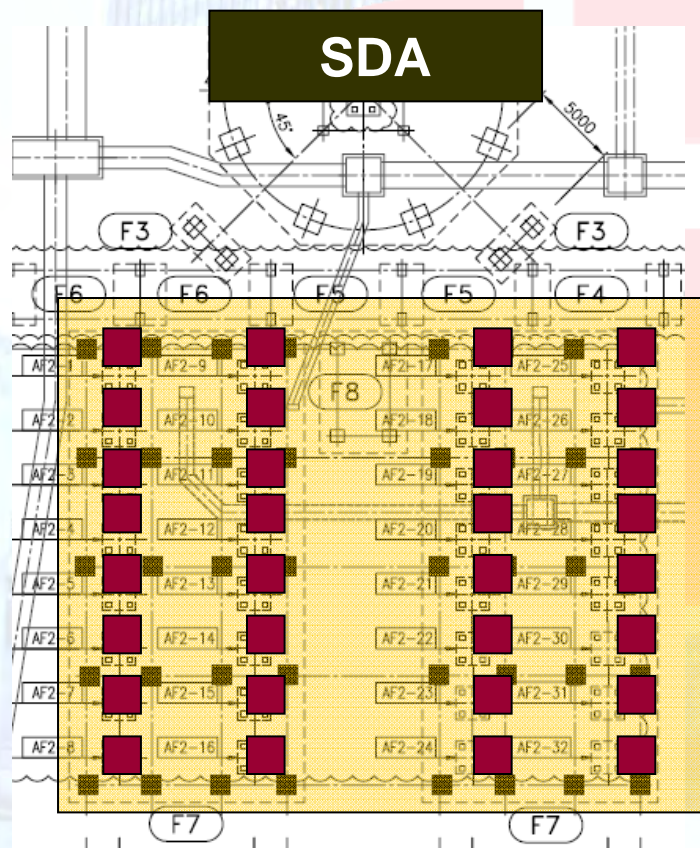
Evolución Niveles de Actividad, Desarrollo Túneles Minería Subterránea



5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



Problemas Fuera de Alcance Contrato – Central Termoeléctrica



Modificación en las fundaciones:

- Retiro de relleno instalados
- Remoción de Fundaciones
- Nuevas Fundaciones

→ Trabajos Rehechos

→ Problemas de secuencia de actividades (Falta de Cacha)

Simbología:

- Fundaciones originales (40 un)
- Relleno existente
- Fundaciones Faltantes (32 un)

5. Coordinación con el Mandante: Clave de la Productividad del Contratista



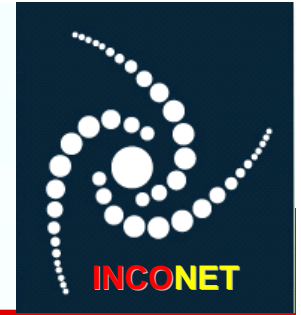
Problemas Fuera de Alcance Contrato – Central Termoeléctrica



Concepto	Partida	
	Calderería	Estructuras
	Virolas y mantos	Colocación de estructuras
Cambio Ingeniería	177	65
Resto de la jornada	156	100
TOTAL	333	166

**242 HH en uso
deficiente en 5 días
de medición**

6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Factores que inciden en el desempeño
 - Factor Legislación del país
 - Factor RRHH (rendimientos y costos)
 - Factor sindicales
 - Factor Cliente
 - Factor Proyecto (número de frentes, logística de transporte interior y exterior mina, etc.)
 - Factor Climático / Geográfico
 - Factor operación (Cuadrilla multitarea, capacitación operador, etc.)

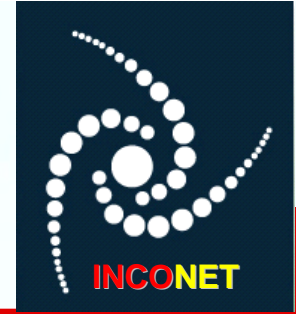
6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Factores que inciden en el desempeño

FACTORES QUE AFECTAN RENDIMIENTO	Factor (%)	
	Rango Inferior	Rango superior
Seguridad	-5	-40
Altura Geográfica	-5	-20
Mandante	0	-10
Interferencias (Ingeniería, Suministros del Mandante)	0	-40
Accesibilidad	0	-10
Clima	0	-25
Totales	-10	-145

6. Desempeño de Contratistas en función al país y el proyecto



- Plazos de Construcción

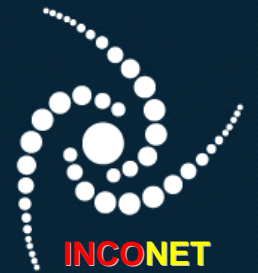
Existe una percepción que en Chile los plazos son cada vez menores y con proyectos incompletos.

- Mall Plaza Norte, 20000 m², 7 meses
- Hospitales de 100.000 m² en 3 años
- Colegios de 3.000 m² en 6 meses
- Planta de Tratamiento de Aguas La Farfana, record mundial en 20 meses

MAJOR CONSTRUCTION MILESTONES

PER APPROVED JULY 2006 LOGIC UPDATE

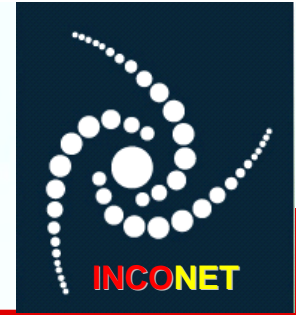
2005		
Start Mass Excavation	Jul 28, 2005	Achieved
Start Foundation Work	Nov 07, 2005	Achieved
2006		
Start Steel Erection	Apr 04, 2006	Achieved
Start Slab on Decks	Jun 20, 2006	Achieved
Top Out Structural Steel	Aug 21, 2006	Achieved
Start Building Rough-Ins	Sep 20, 2006	
Start Precast Erection	Nov 15, 2006	
Complete Slab on Decks	Nov 27, 2006	
2007		
Start Fourth Floor Rough-Ins	Feb 7, 2007	
Start First Floor Finishes	May 9, 2007	
Building Dry-In (Except Hoists)	May 29, 2007	
Start Fourth Floor Finishes	Aug 8, 2007	
Building Permanent Power	Sep 10, 2007	
Equipment Start-Ups & Pretest	Nov 13, 2007	
2008		
Start System Commissioning	Apr 7, 2008	
Complete Seventh Floor Finishes	Apr 8, 2008	
Start Integrated System Testing	Jun 30, 2008	
Target Construction Completion	Aug 18, 2008	
2009		
Required Substantial Completion	Jan 06, 2009	
Hospital in Operation	Mar 26, 2009	



- Se construye con ingeniería 100% detalle
- Plataforma BiM
- Arquitectura funcional
- Costo de mano de obra 4 o más veces superior
- Ultra especializada
- Evaluación y distribución de riesgos adecuada

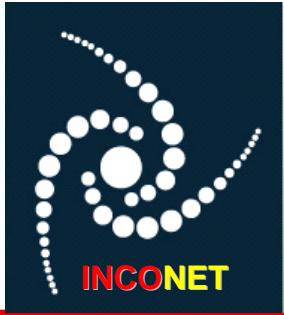


7. NUEVOS DESAFIOS PARA MEJORAR NUESTRA PRODUCTIVIDAD



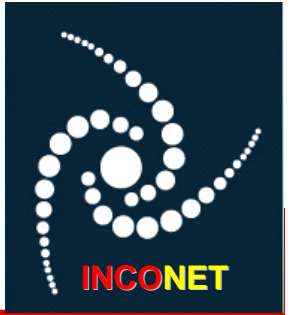
Implementar un Sistema de Medición de Productividad Regional

- Set de Indicadores Macroeconómicos
- KPI de procesos y rendimientos.
- Recopilación y procesamiento estandarizado
- Benchmarking nacional e internacional
- Programa de Buenas Prácticas



"... To manage you must measure , if you don't you are only practicing..."

Jan Leschley - SKB



***“Si algo no se puede medir
... no se puede controlar
Si no se puede controlar,
...no se puede mejorar”*** 