

**5º Seminario de Acercamiento Tecnológico
Codelco,
Calama, Junio 2010**

Competitividad, innovación y minería en la era digital

**Alejandro Jadresic
Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias
Universidad Adolfo Ibáñez**

Mensaje del 21 de Mayo



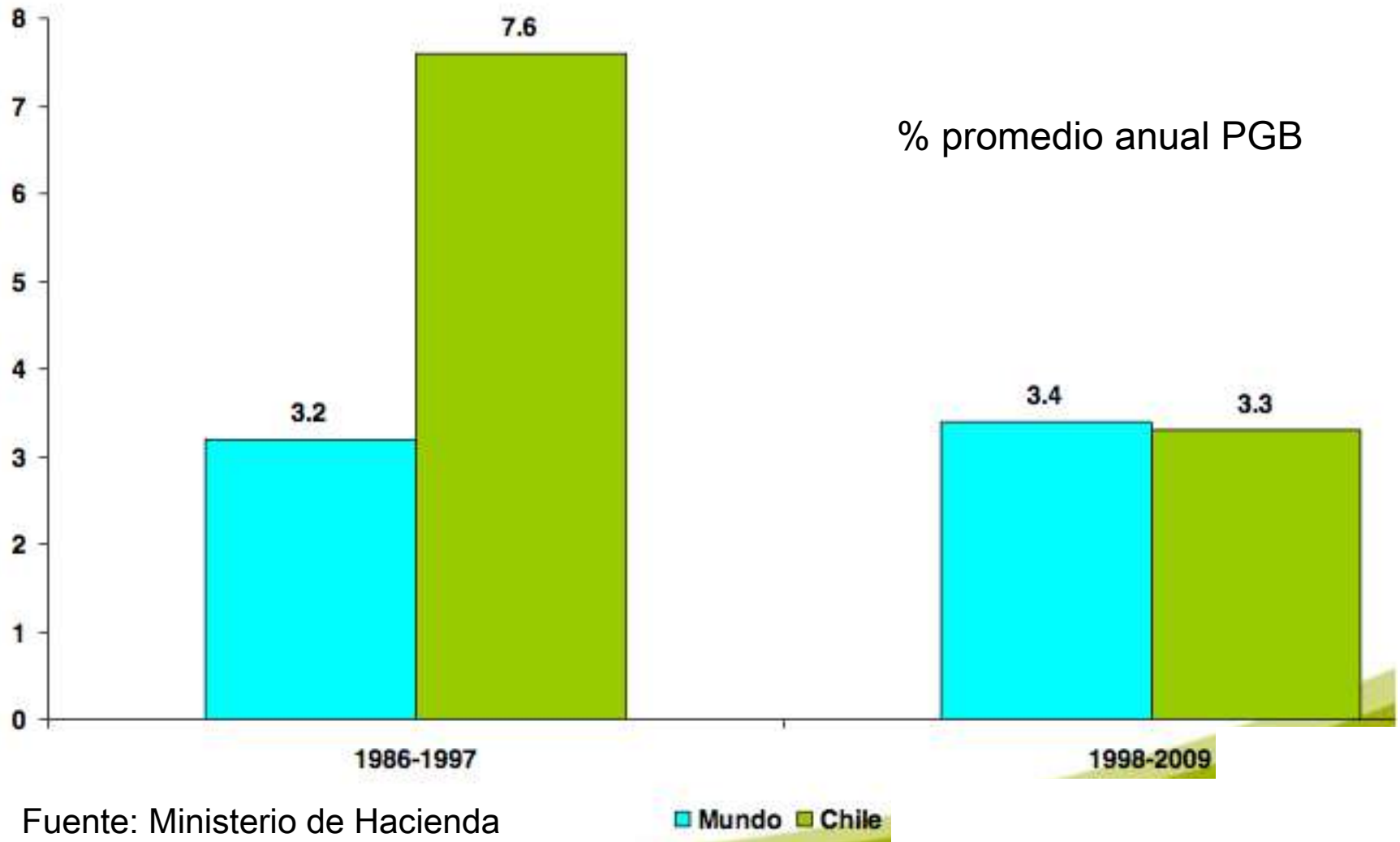
“Nuestro ingreso per cápita es de US\$ 14.000. El umbral que separa al mundo subdesarrollado del desarrollado alcanza hoy a US\$ 22.000”

“Nuestra meta es crecer al 6% Promedio anual, y así alcanzar el desarrollo en 8 años”

“no podemos llegar tarde a la revolución de la sociedad del conocimiento y la Información. Aumentaremos de 0,7 a 1,5 % del PIB la inversión en ciencia y tecnología”

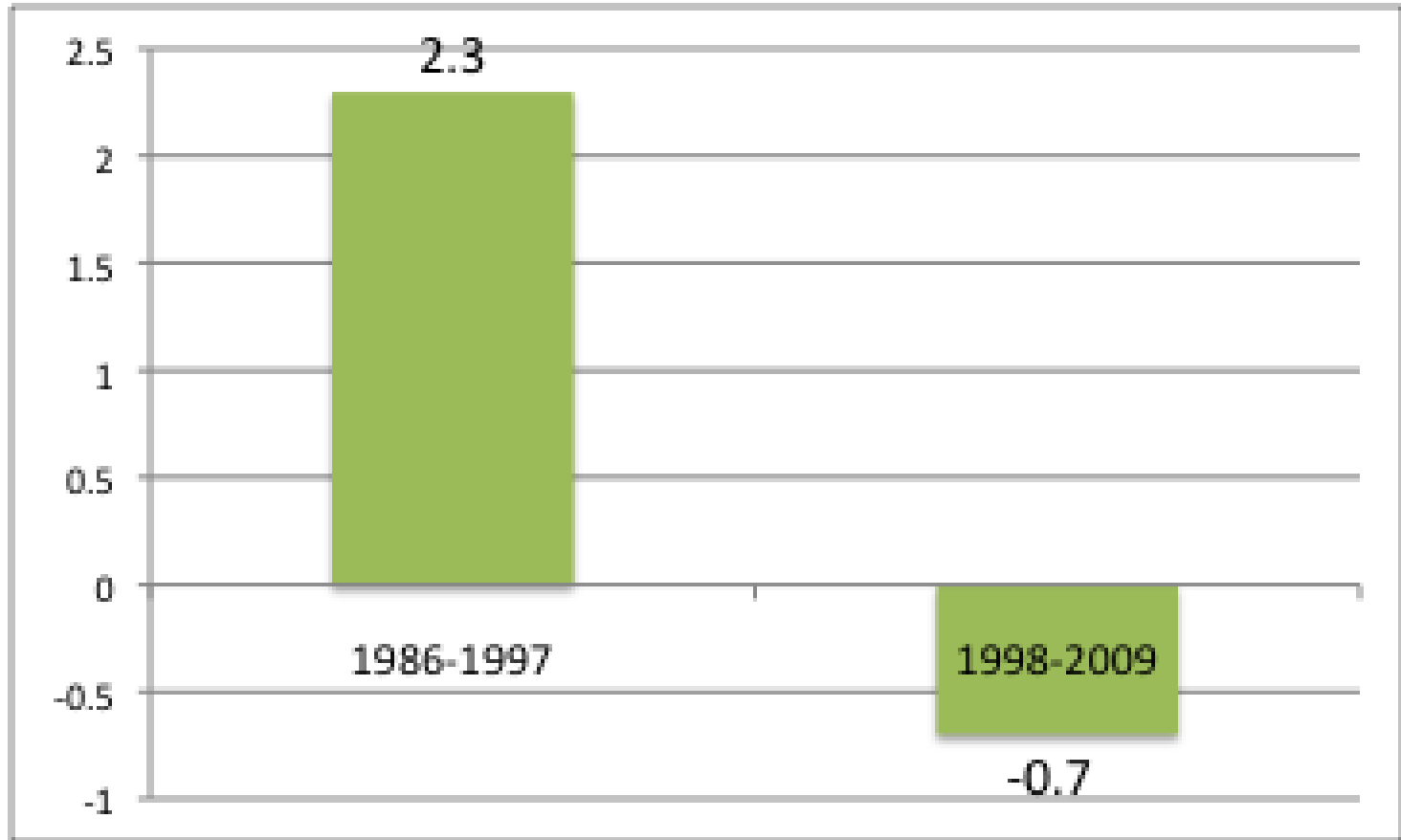
“Promoveremos con fuerza la innovación y el emprendimiento como factores fundamentales para aumentar la productividad de los factores y fortalecer el crecimiento económico”

Crecimiento económico: Chile y el mundo



Productividad total de factores en Chile

% crecimiento anual



Fuente: En base de datos del M. de Hacienda

Nota: 2º período influido por factores externos. Valor corregido es aprox. 0.5

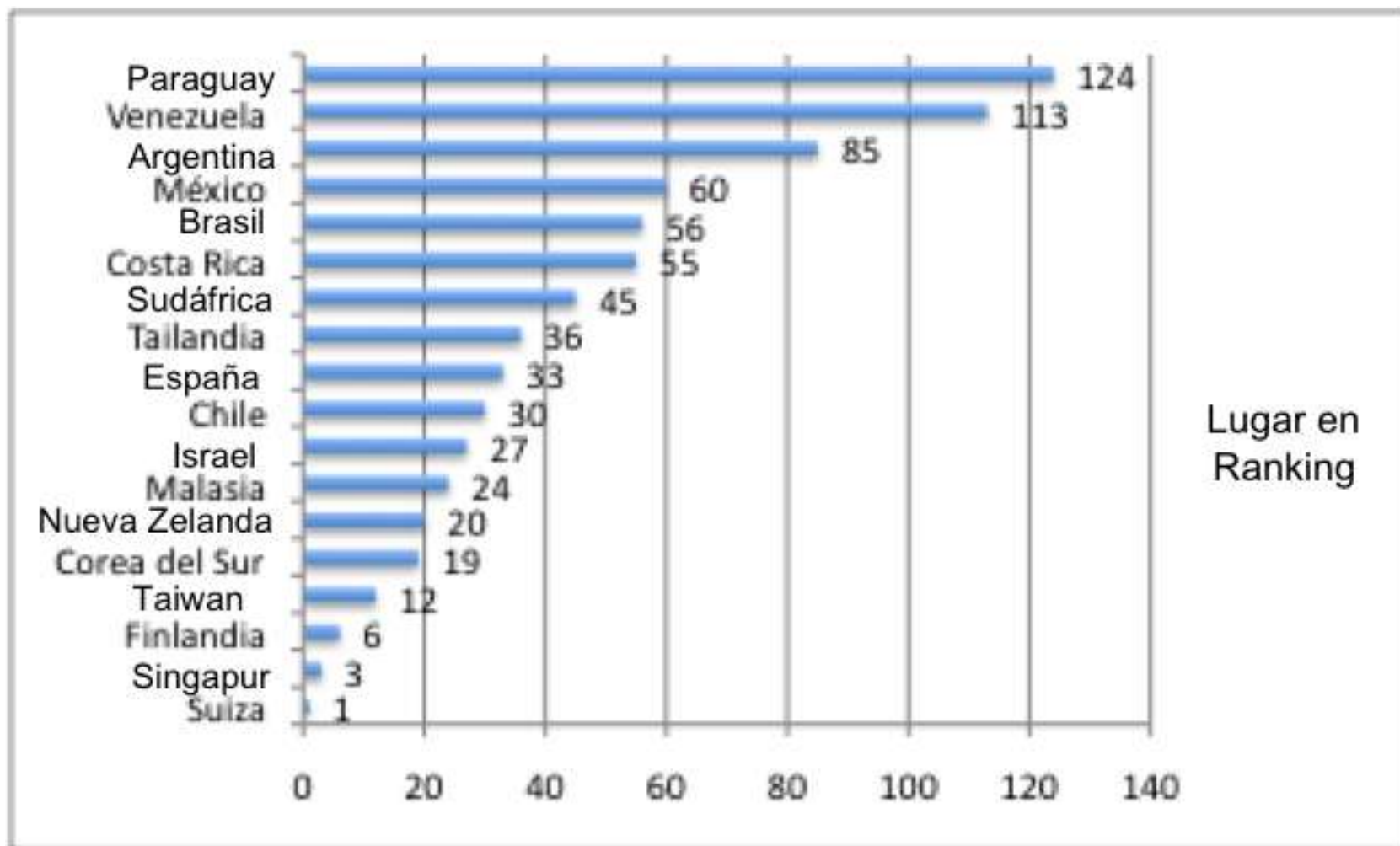
Por qué ha bajado la PTF

	Crecimiento	PTF	Capital	Trabajo
1984 - 1997	7,1	2,8	2,1	2,2
1998 - 2005	3,6	0,9	2,4	0,4

Fuente. Consejo Nacional de Innovación

- Buen desempeño en 80-90s por cambios estructurales en la economía (no a incremento de productividad en empresas).
- Débil innovación empresarial en Chile (encuesta a 4000 empresas: 38% hacía innovación en 2004 y 30% en 2008).

Chile bien ubicado en ranking competitividad



WEF; Global Competitiveness Report 2009-2010. sobre 133 economías

Pero débil en educación e innovación

Competitividad global	30
Requisitos Básicos	32
Instituciones	35
Infraestructura	30
Macroeconomía	19
Salud y Educación	69
Eficiencia	33
Mercado bienes	45
Mercado laboral	26
Mercado Financiero	41
Acceso a Tecnología	42
Tamaño mercado	44
Condiciones para Innovación	43
Sofisticación negocios	39
Innovación	49

Fuente: WEF, Global Competitiveness Report 2009-10

Insuficiente avance a sociedad información

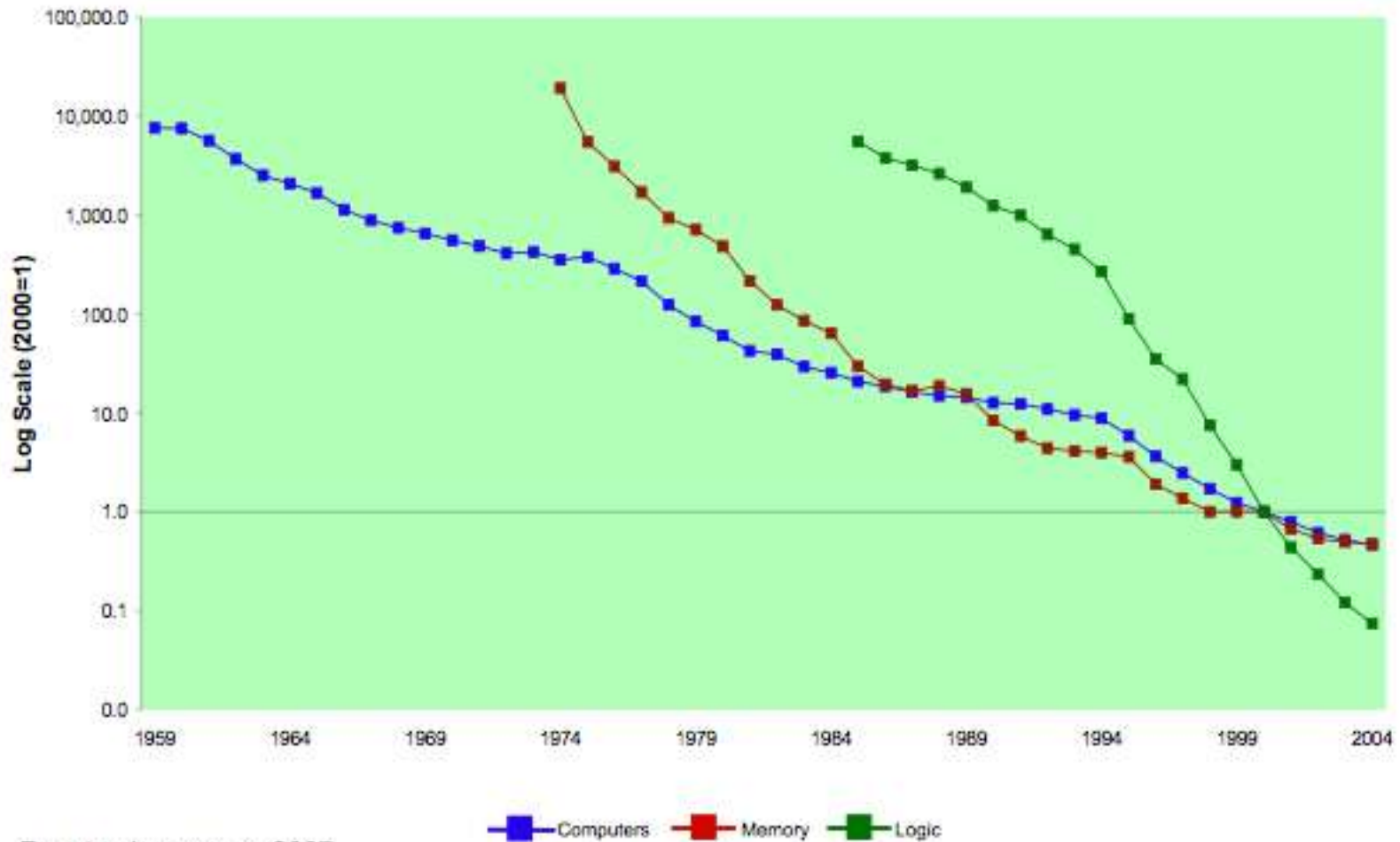
Gráfico 6: ISI de Latinoamérica. Calificación por países



Fuente: everis / CELA-IESE Business School.

Fuente: Indicador de la Sociedad de la Información 2010, IESE_EVERIS
Óptimo: aprox. EE.UU.; Subóptimo: aprox. Corea, Portugal, Grecia

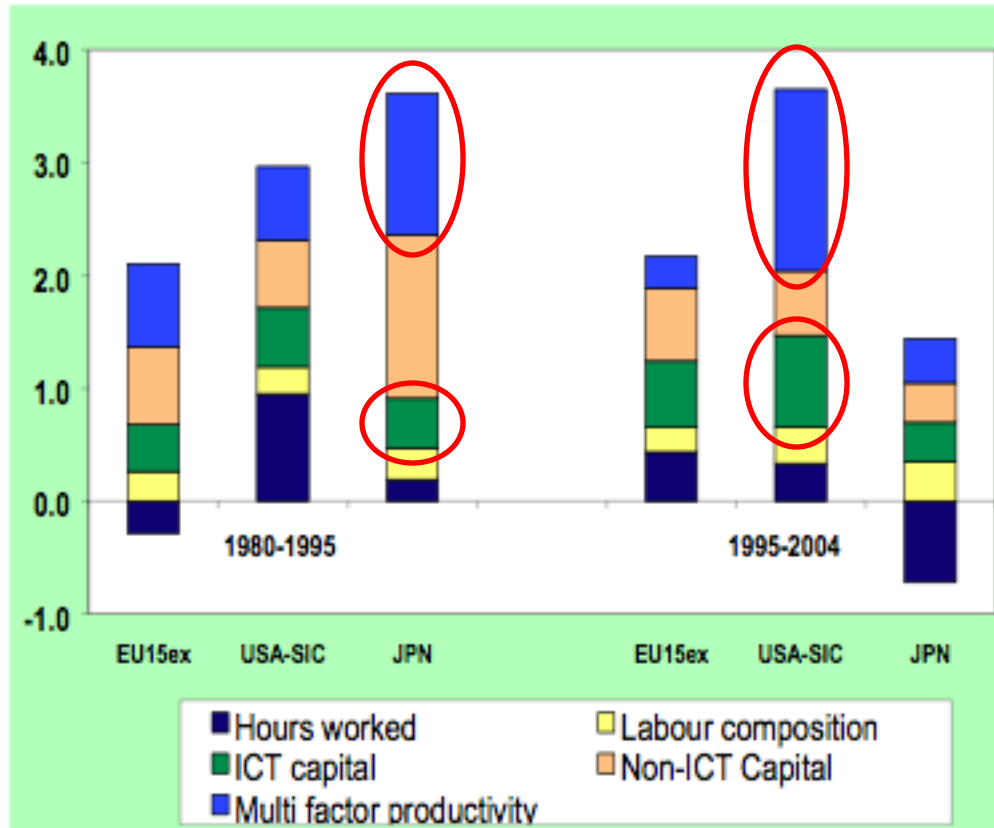
TICs permiten gran disminución de costos



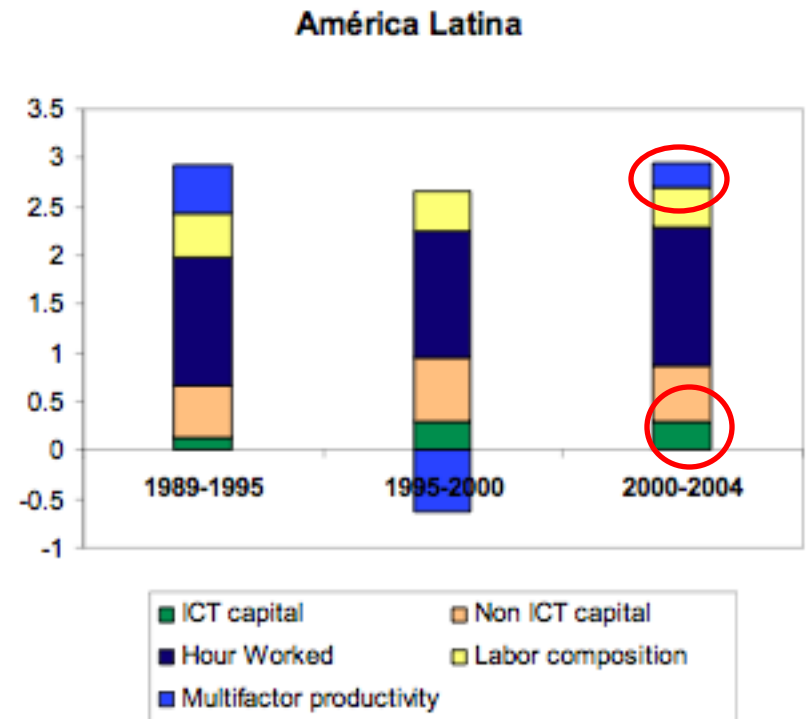
Fuente: Jorgenson, 2007

Reproducido por Sebastián Rovira, Cepal

Y aportan al crecimiento y productividad



Fuente: Timmer, O'Mahony y Bart van Ark



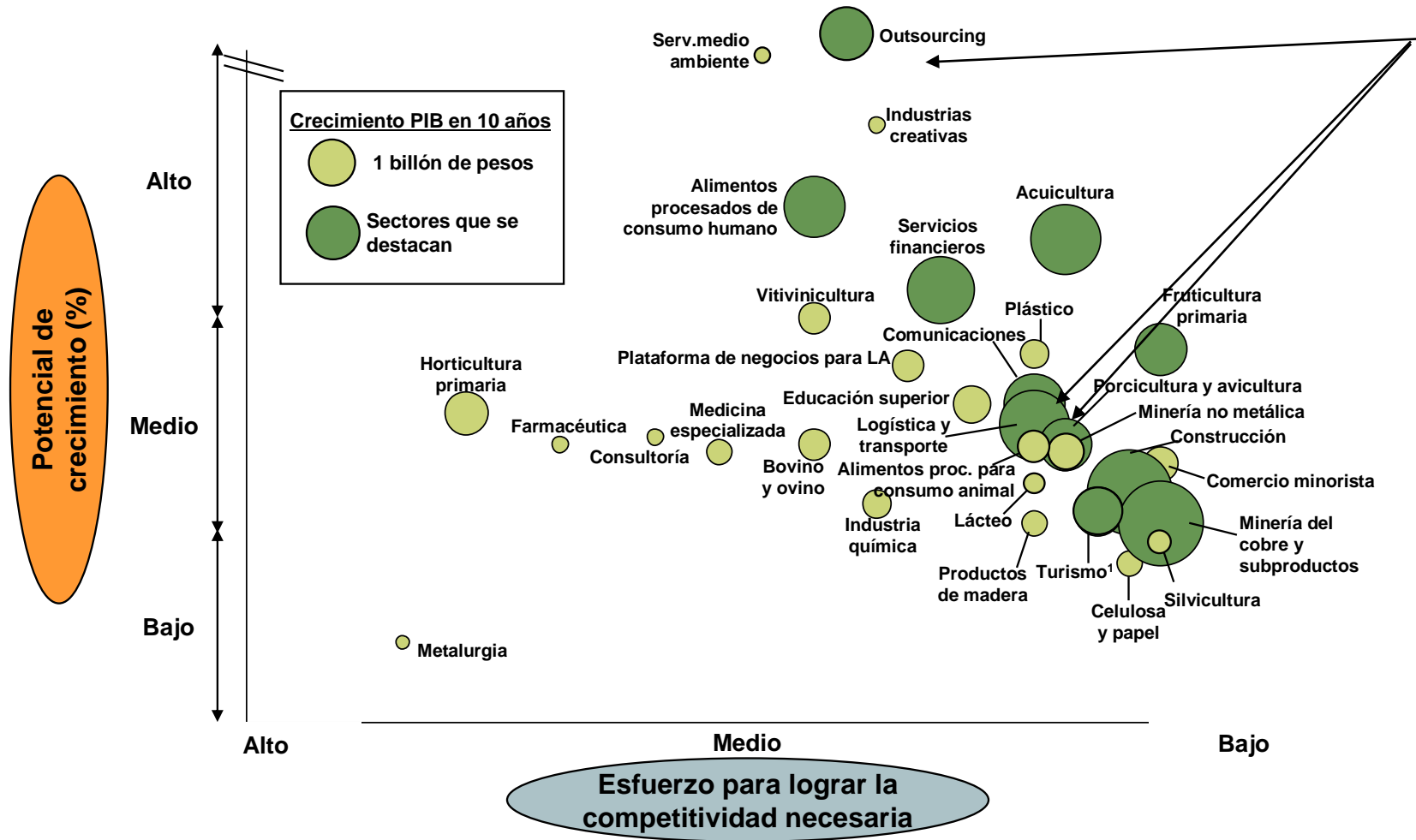
Fuente: Elaborado con base en Jorgenson & Vu (2007)

Reproducido por Sebastián Rovira, Cepal

Propuesta del Consejo de Innovación

- Duplicar ingreso per cápita en 15 años (2007-2021) lo cual exige crecer al menos al 5%.
- Aumentar la PTF a través la innovación empresarial y la diversificación exportadora (“economía del conocimiento”)
- Apoyo a “clusters” (inicialmente basados en recursos naturales) para generar nuevas ventajas dinámicas.
- Impulsar acciones en: innovación empresarial, ciencia y tecnología, capital humano (sistema de innovación).

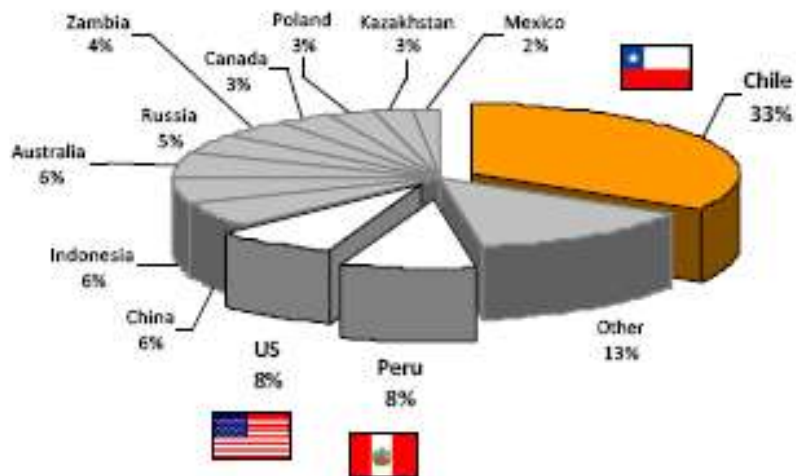
Minería: cluster con alto potencial competitivo



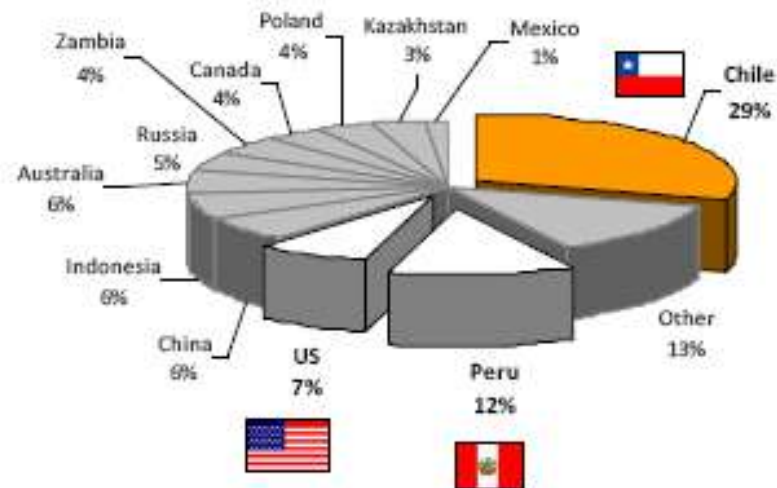
(1) Dentro del sector de Turismo fue considerado el subsector de Turismo de Intereses Especiales, que tiene un dinamismo mucho mayor que el sector de Turismo tradicional

Somos gran actor mundial en cobre

Producción Mundial Cobre de Mina (2009)



Reservas Mundiales de Cobre (2009)



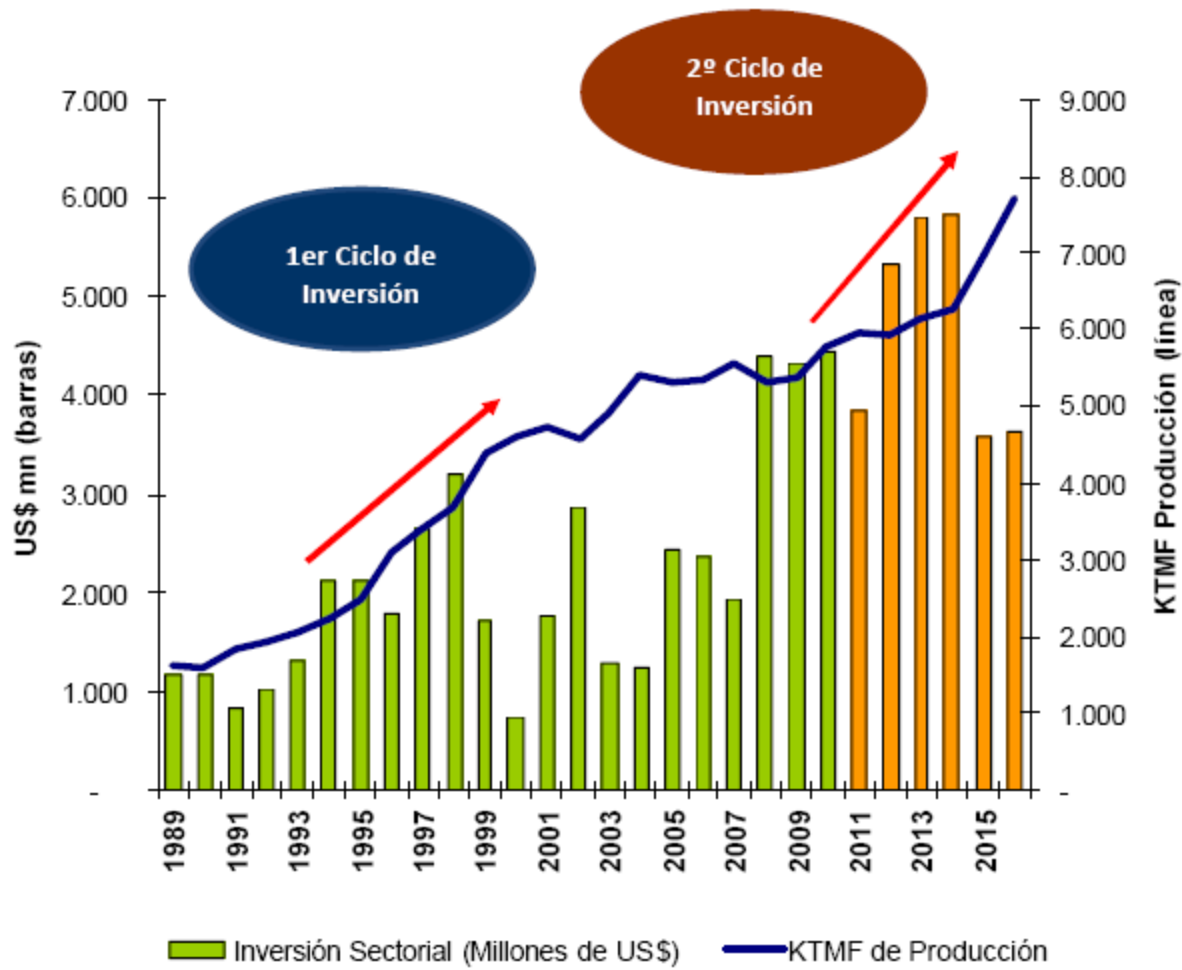
Fuente: USGS

Presentación Ministro Golborne en UAI

33% producción mundial

29% reservas mundiales

Seguiremos siendo importantes



Ministerio de Minería

Pero innovación en minería es moderada

Is mining a high-tech industry?
Investigations into innovation and productivity advance

Paul J. Bartos

- Aumento de productividad en minería (2,3% anual) similar a otras industrias manufactureras, pero menor a industrias “high tech” (9,5% anual)
- I+D en minería baja en relación a otras industrias
- Aumento de productividad originada en gran parte a través de equipos y proveedores de la industria.

I+D en minería en Chile es bajo

El gasto de investigación y desarrollo es bajo comparado con otros países

País	Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB en minería
Australia	1,0%
Canadá	1,2%
Chile⁽¹⁾	0,5%

Fuente: Boston Consulting Group, Estudio Clusters Economía Chilena, 2007

Es necesario innovar más en minería

Desafíos de la minería Chilena en Innovación

La inversión en I+D en minería es baja comparada a otros países mineros.

Las empresas mineras que actúan en Chile son multinacionales que cuentan con centros de investigación en sus países de origen.

Chile compite con programas de incentivos fiscales para la innovación agresivos de otros países.

Poca coordinación entre la academia, centros mineros y proveedores.

Aumentar las capacidades de aprendizaje tecnológico

Lógica para la acción

Desarrollar una potente capacidad de innovación es necesario para asegurar la sustentabilidad del cluster en el largo plazo (post recurso minero).

El liderazgo ejercido por el país tanto en producción como en reservas de cobre ponen a Chile en una situación única para apropiarse de los beneficios de la innovación en técnicas mineras.

Muchos de los desafíos tecnológicos apuntan a toda la industria, son de difícil apropiabilidad y exigen acción colaborativa.

Fuente: BCG, Estudio Clusters Economía Chilena, 2007

En toda la cadena de valor de la minería

	Exploración	Desarrollo	Extracción	Procesamiento	Ventas	
Actividad	Prospección Análisis de muestras Interpretación	Modelado del yacimiento Selección de técnica minera apropiada Desarrollo de proyecto y construcción	Rajo abierto /Subterránea Perforación, tronadura carguío y transporte	Chancado Concentración Fundición	Molienda LX/SX Electrorefinación	Ventas en los mercados de metales Ventas clientes con contrato
Insumos/servicios	Servicios especializados Servicios de laboratorio	Ingeniería y consultoría especializada Servicios de construcción y montaje	Palas, camiones, equipos de perforación, explosivos, repuestos Servicios de mantención Servicios generales	Agua y energía eléctrica Molinos, correas, bolas de acero, ácido sulfúrico, reactivos Servicios de mantención, servicios generales.	Puertos Ferrocarriles Trading	
Tecnología	Análisis químicos Tecnología de caracterización de yacimientos	Tecnologías de construcción Técnicas de minería subterránea	Camiones autónomos Diagnóstico a distancia Telemanejo Automatización Minería continua Preacondicionamiento	Automatización de procesos Lixiviación de concentrados Lixiviación in situ Biolixiviación Optimización del uso del agua y energía eléctrica		
Regulatorio y medioambiental	Perturbación del terreno y comunidades		Material particulado Disposición de lastre	Uso de aguas Disposición de rípios, relaves y riles Emisiones SO ₂ , arsénico, CO ₂ , H ₂ SO ₄		
Fomento, I+D, capital humano	Programas de apoyo a la innovación					
	Centros de investigación públicos y privados					
	Universidades y centros de formación técnica					

Innovaciones previstas en minería del cobre

Planificación y desarrollo	<ul style="list-style-type: none">• Técnicas avanzadas de caracterización del mineral• Técnicas avanzadas de minería subterránea
Extracción rajo	<ul style="list-style-type: none">• Camiones autónomos• Aumento de tamaño de camiones• Diagnóstico a distancia
Extracción subterránea	<ul style="list-style-type: none">• Telemanejo• Automatización• Minería continua• Camiones autónomos
Procesamiento	<ul style="list-style-type: none">• Automatización de procesos• Lixiviación de concentrados• Lixiviación in situ• Biolixiviación
Sustentabilidad	<ul style="list-style-type: none">• Confinamiento y disposición de residuos arsenicados• Utilización de los recursos hídricos existentes• Disposición de relaves espesados• Eficiencia en el uso del agua

Objetivo es minería sustentable

Technology vision 2050 for sustainable mining

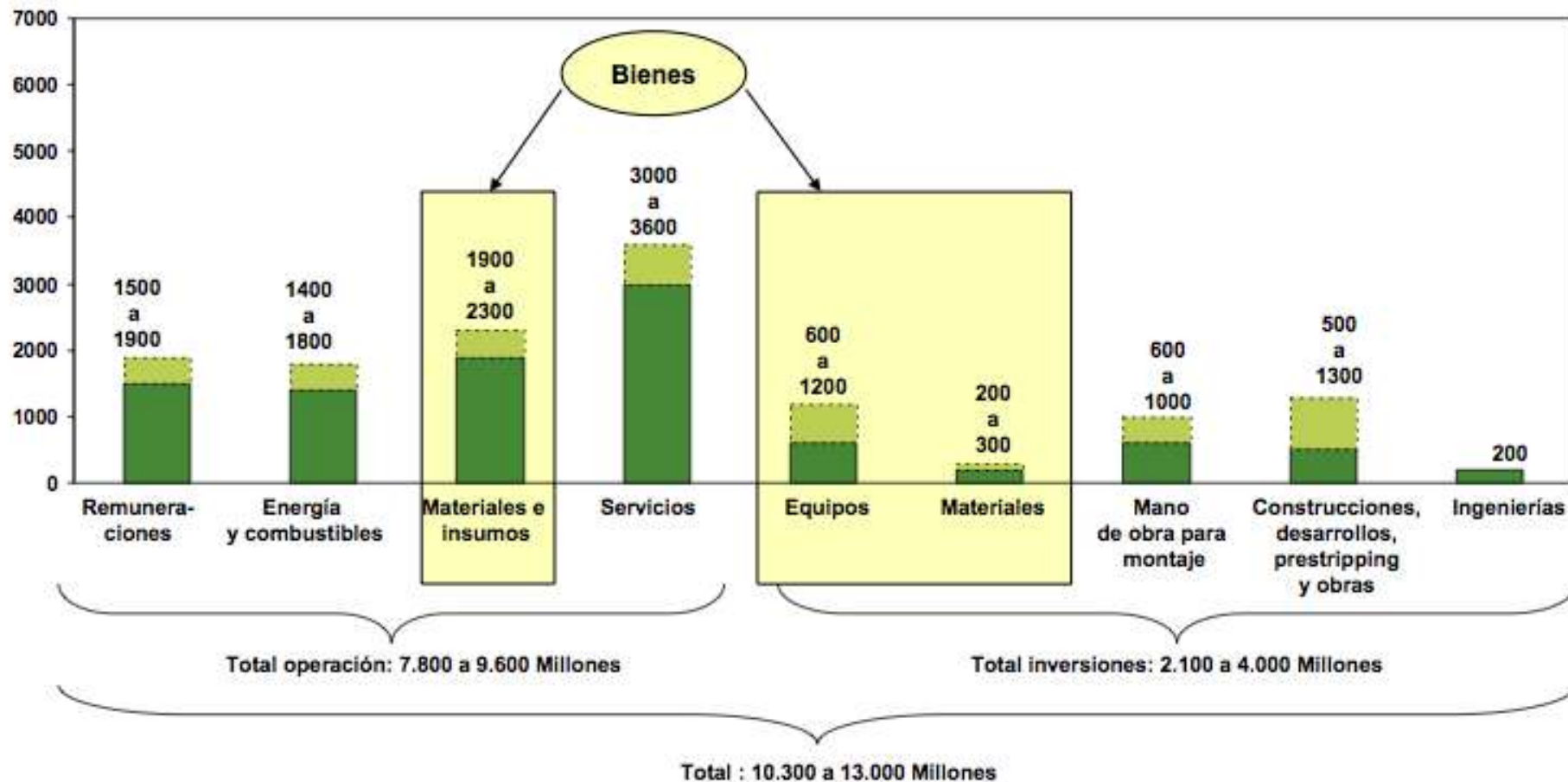
Ajoy K. Ghose*

- Tecnologías inteligentes de exploración y caracterización de recursos, incluyendo caracterización geomecánica.
- Tecnologías de excavación mecánica que permitan sistemas de minería continua
- Tecnologías limpias y energéticamente eficientes de producción.
- Minimización de residuos y su reuso en manera ambientalmente responsable.
- Nuevas técnicas de procesamiento de minerales (cambio de paradigma).
- Uso de TICs para concretar sistemas mineros autónomos.

Gran oportunidad para proveedores

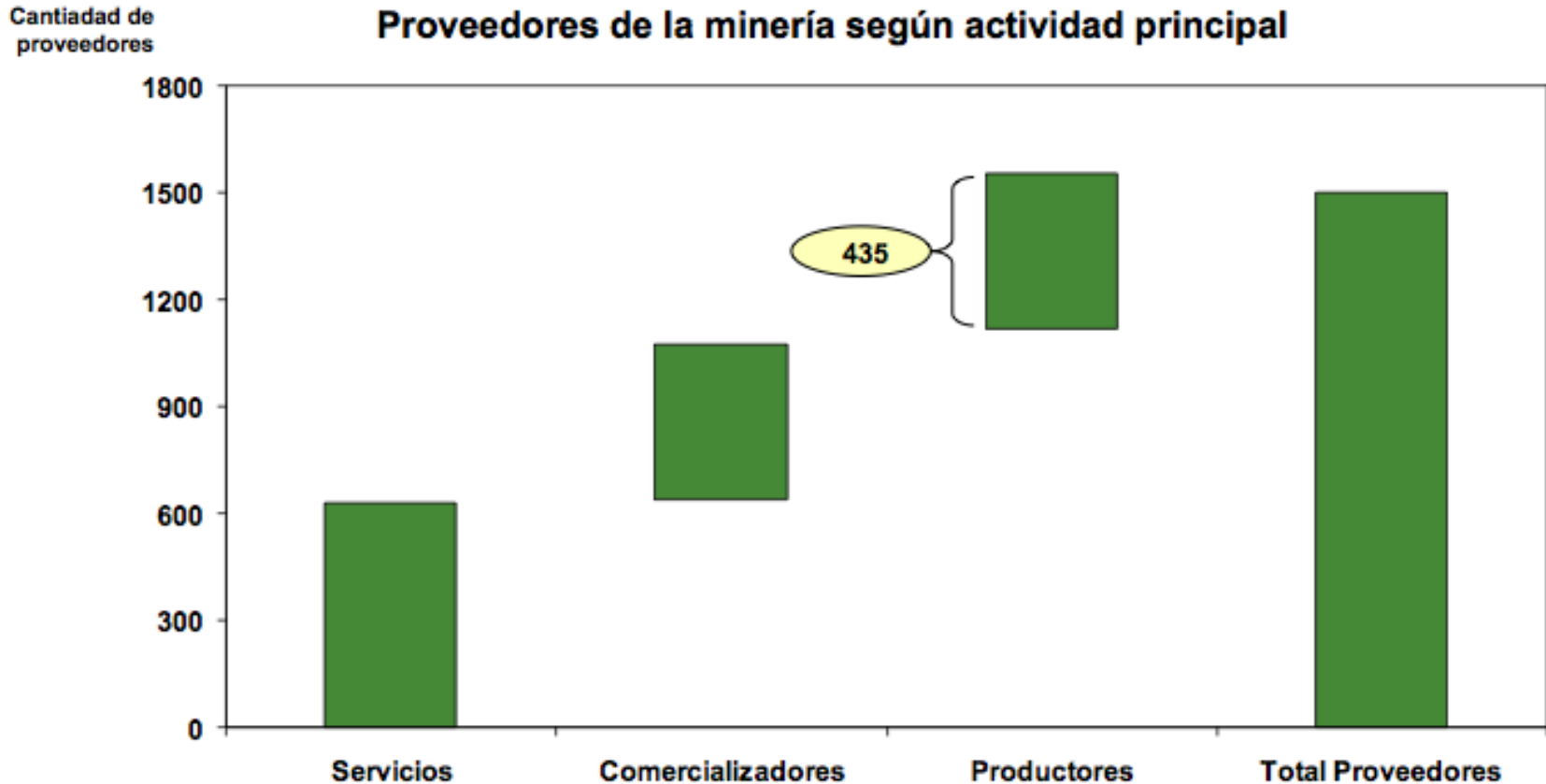
Estimación de gasto promedio 2008-2010 por rubro (precios 2006)

Gastos por rubro
Millones US\$/año



Gasto en bienes: US\$ 2.800 - 3.800 millones

Muchos proveedores, pero pocos exportan



En 2006, más de 1500 proveedores.
210 empresas exportaron cerca de
US\$ 300 millones en bienes para la minería

Interesantes oportunidades de exportación

Item de gastos	Gastos anuales	Meta posible
	US\$ Millones	US\$ Millones
Gasto total en operaciones	200.000	
Bienes para la minería	50.000	
Bienes exportables	40.000	400-800
Consultoría e ingeniería	12.000-14.000	
Consultoría e ingeniería exportables	5.000-8.000	100-320
Servicios generales y mantención	50.000	
Servicios de mantención	30.000	
Servicios mantención exportables	1.500-3.000	30-120
Total		530-1.400

Fuente: Elaboración propia en base a BCG, Estudio Clusters Economía Chilena, 2007

Desarrollo del cluster exige diversas iniciativas

Línea de acción

Iniciativas

A

Asociatividad

1. Promover la asociatividad entre actores del cluster
2. Desarrollar un sistema de gestión de conocimiento del cluster minero
3. Crear un plan de comunicación de la minería

IC

Innovación y capital humano

1. Promover la innovación en el sector:
 - Asegurar competitividad de los incentivos a la investigación y desarrollo
 - Fomentar la investigación colaborativa
 - Diseminar las mejores prácticas en la gestión de la propiedad intelectual
2. Adecuar los programas de capacitación técnica a las necesidades de la industria

EE

Exploración y explotación

1. Generar un enfoque integral y claro para el otorgamiento de permisos
2. Asegurar el óptimo mapeo geológico del territorio nacional
3. Evaluar incentivos específicos a la exploración minera
4. Realizar estudios exhaustivos de los recursos hídricos y sus usos

DP

Desarrollo de proveedores

1. Generar la instancia para debatir el rol de Codelco en el desarrollo del cluster
2. Evaluar la creación de centros de prueba para el desarrollo de bienes y servicios para la minería
3. Intensificar el esfuerzo para que se instalen empresas proveedoras de la minería en Chile
4. Apoyar a organizaciones que favorecen el desarrollo de emprendedores y empresas
5. Generar métricas para medir la evolución de proveedores de la minería

Fuente: BCG, Estudio Clusters Economía Chilena, 2007

Incluyendo capacitación recursos humanos



Master en Gestión y Emprendimiento Tecnológico



Master en Innovación



CEE-UAI: programas corporativo en minería (8 en la actualidad)



Diploma en Business Analytics

Y cooperación con universidades



Innovar para Competir
Una guía de Buenas Prácticas

COMPITE | Innovar para competir



5º Seminario
Acercamiento Tecnológico
Codeico Digital; Minería del Futuro

Organiza:  **Apoya:**  **Patrocina:**  

Es posible