

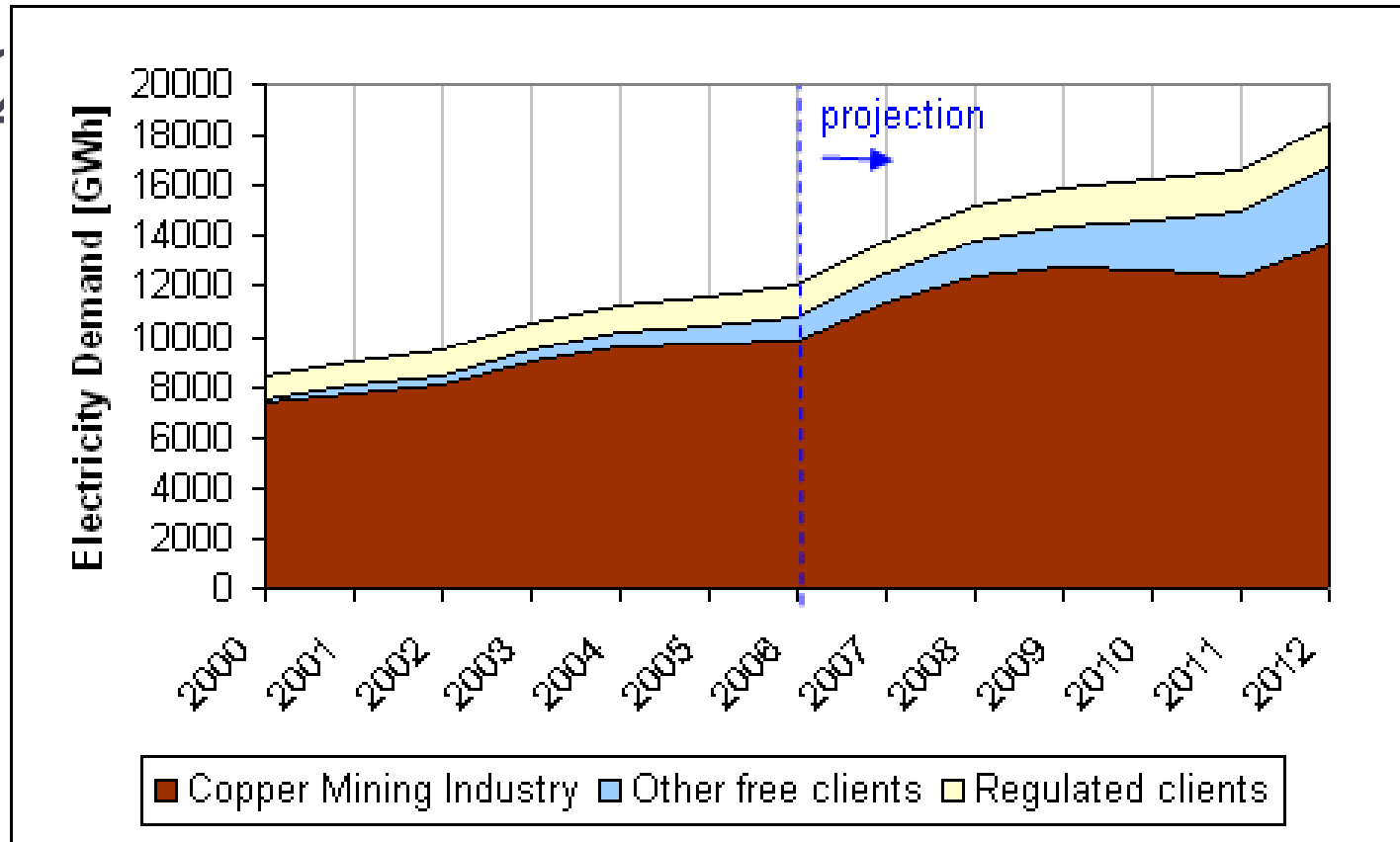
Agua y energía: insumos estratégicos de la minería

Gustavo Lagos
Centro de Minería
Pontificia Universidad Católica de Chile

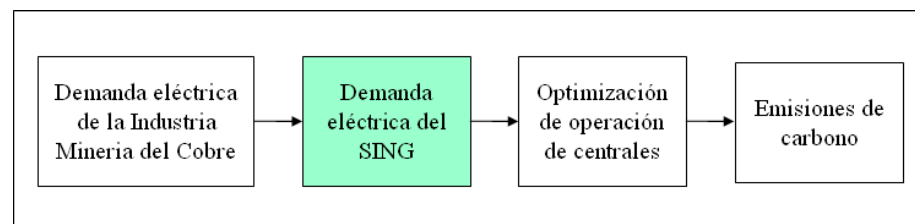
Seminario Mediana Minería 2009
6 de agosto 2009, Santiago, Chile



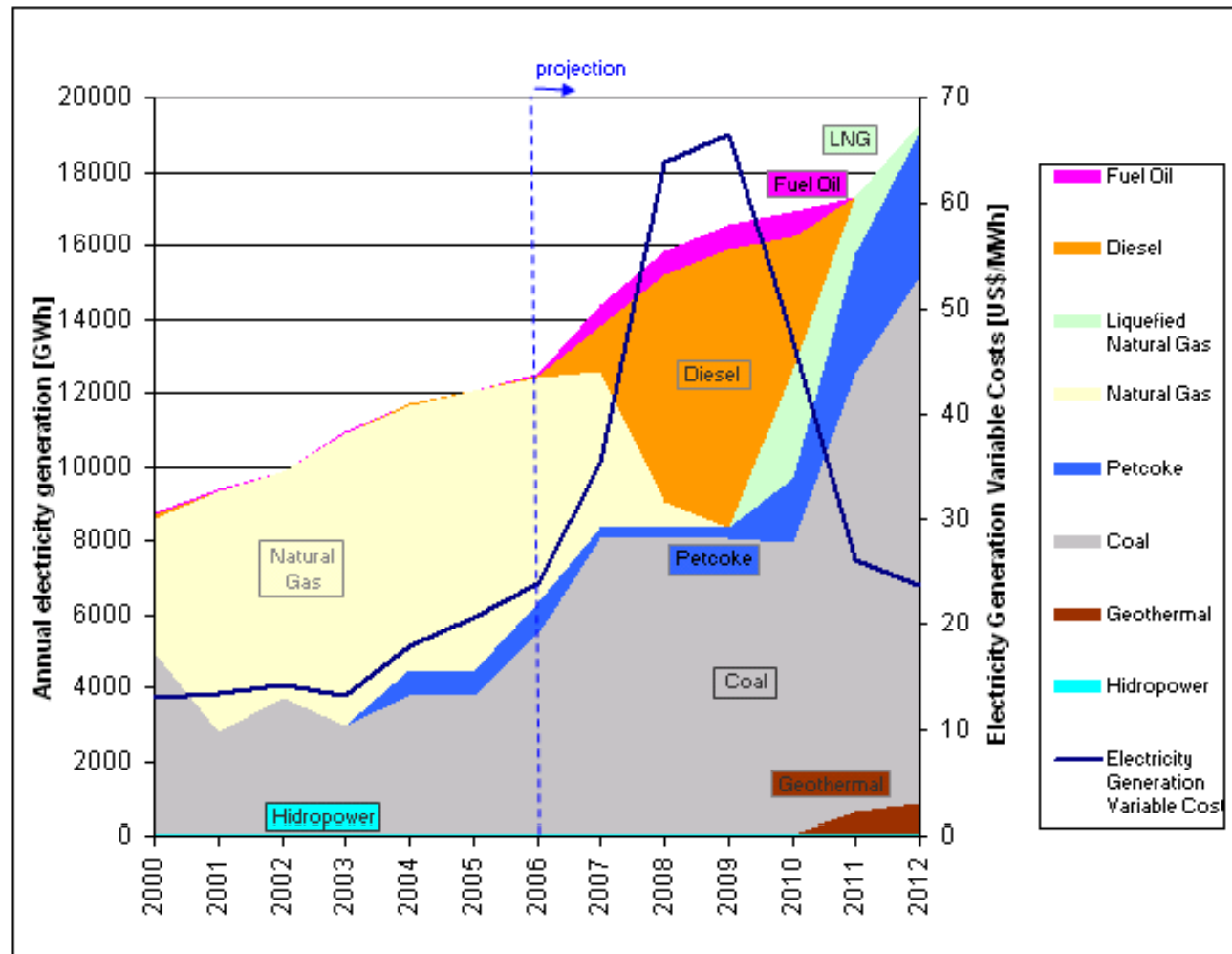
1.2



Fuente: elaboración propia



Generación anual por tipo de combustible

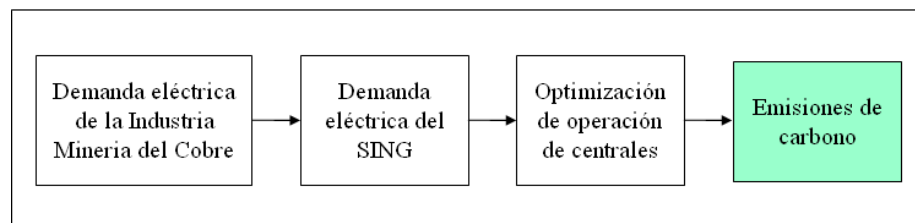
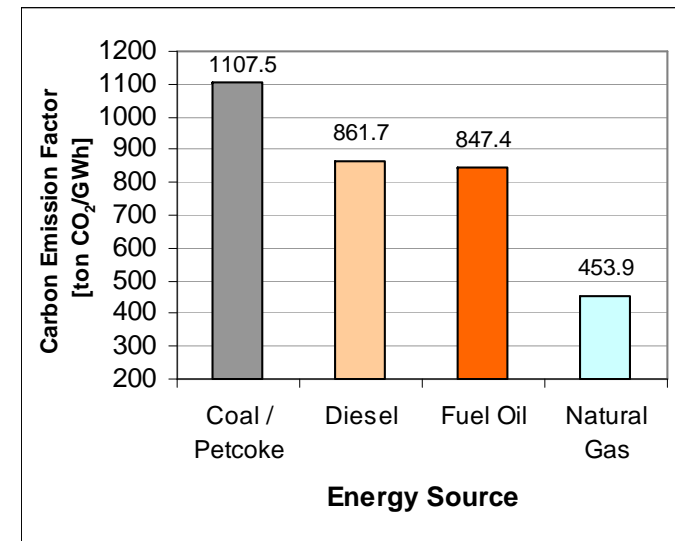


Fuente: Elaboración propia

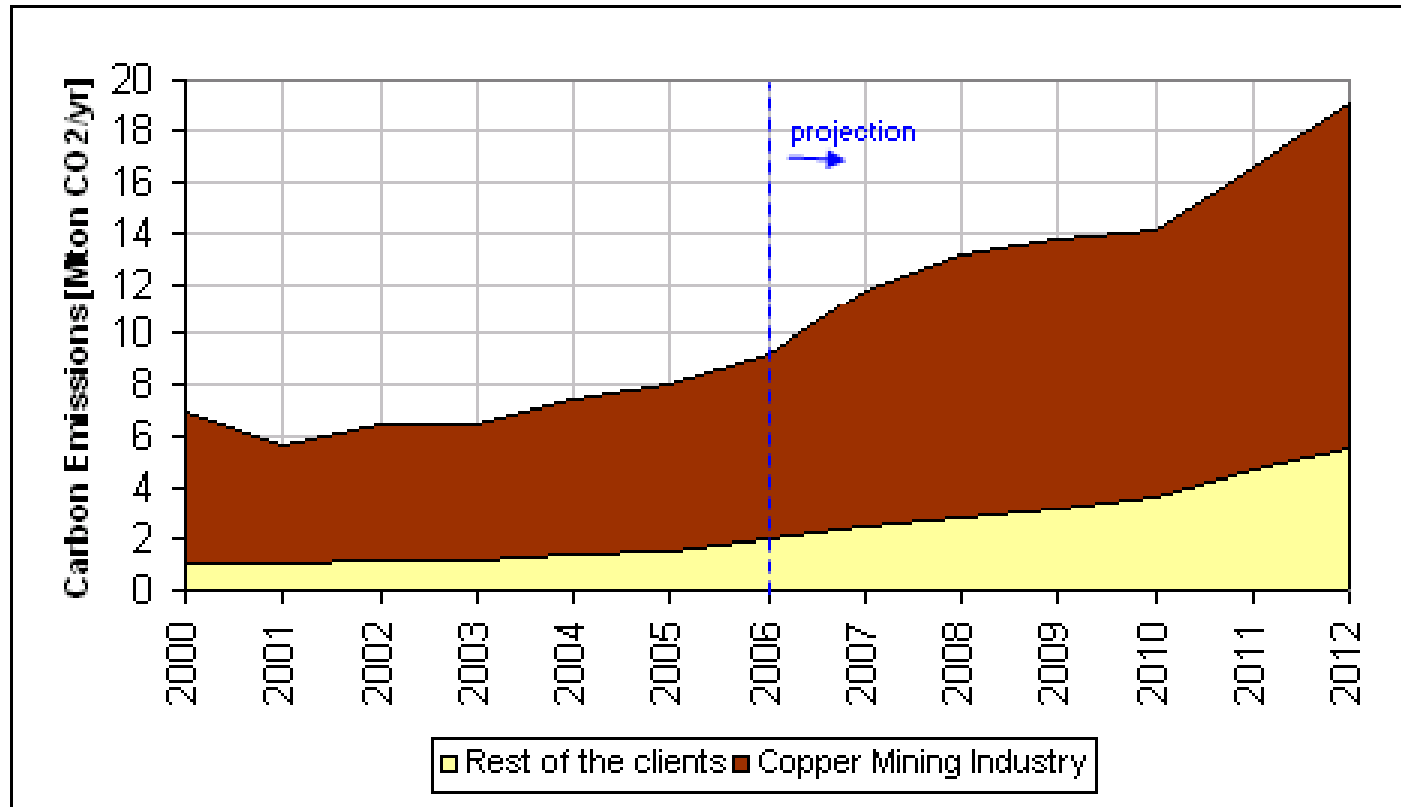
1.4 Estimación de Emisiones

- Factores de emisión del IPCC
- Emisiones unitarias en centrales del SING (promedio)

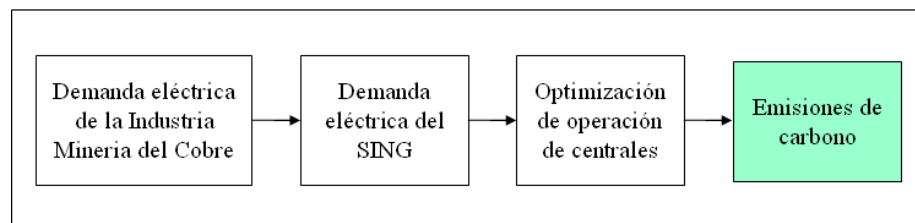
Fuel type	CO2 Emission Factor [kg/GJ]
Coal	94.6
Natural Gas	56.1
Petroleum Coke	97.5
Diesel	74.1
Fuel Oil	77.4



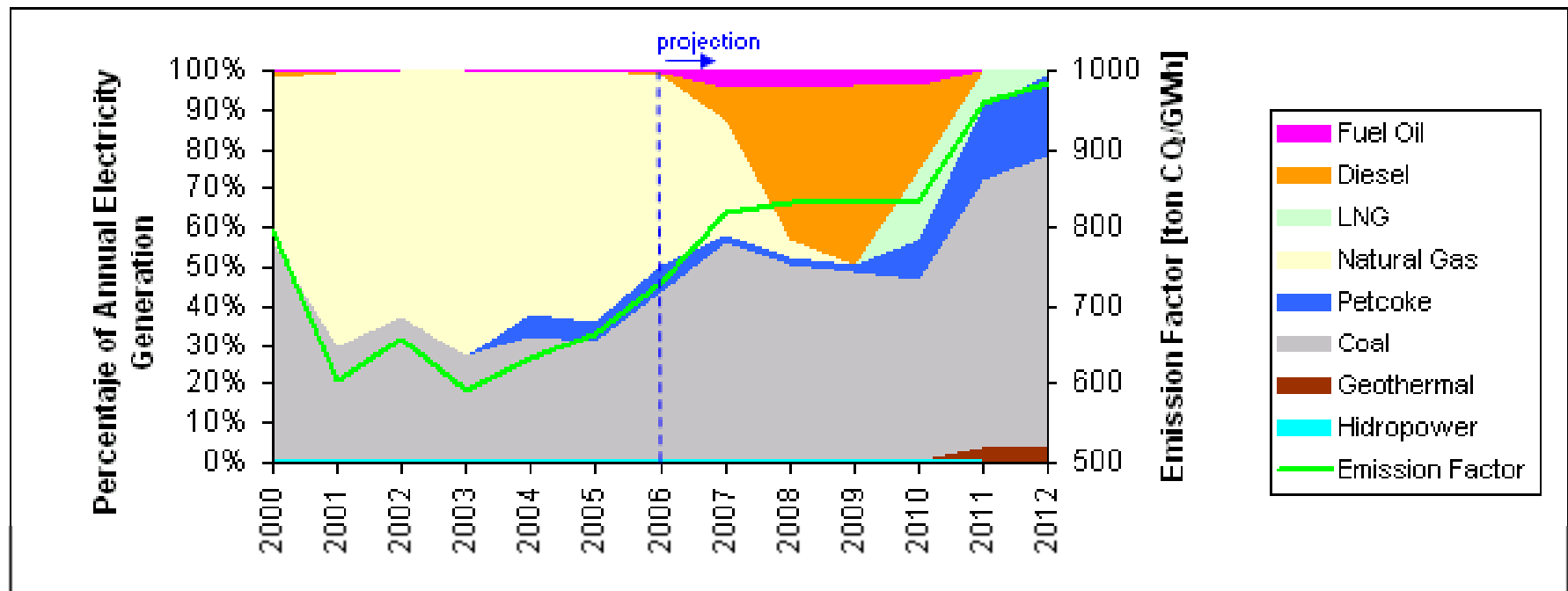
Emisiones Anuales de Carbono en el SING



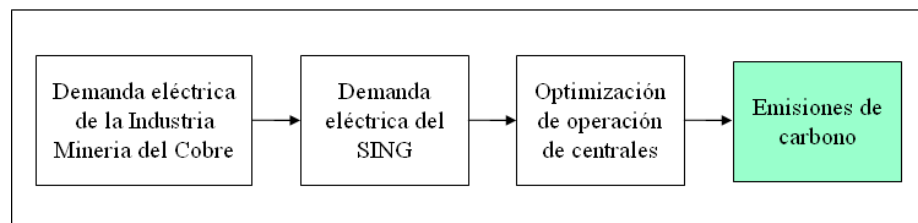
Fuente: Elaboración propia



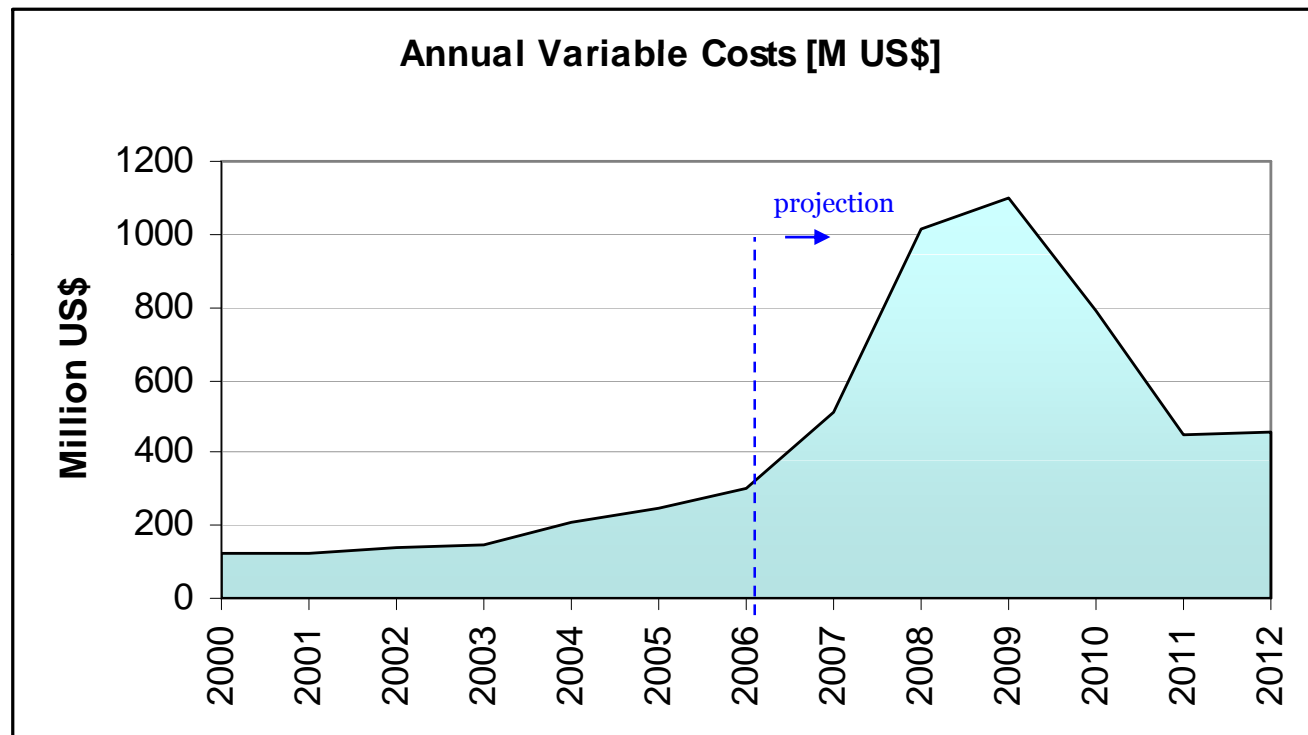
Evolución de Emisiones Unitarias del Sistema



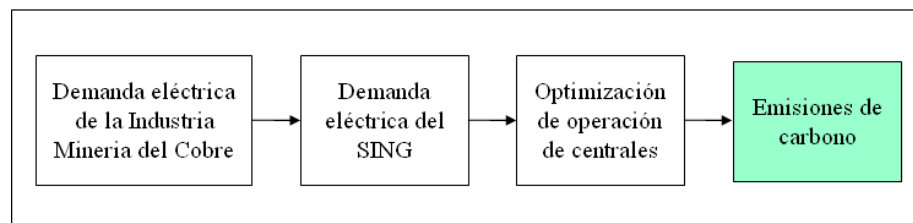
Fuente: Elaboración propia



Costos Anuales de Operación del SING

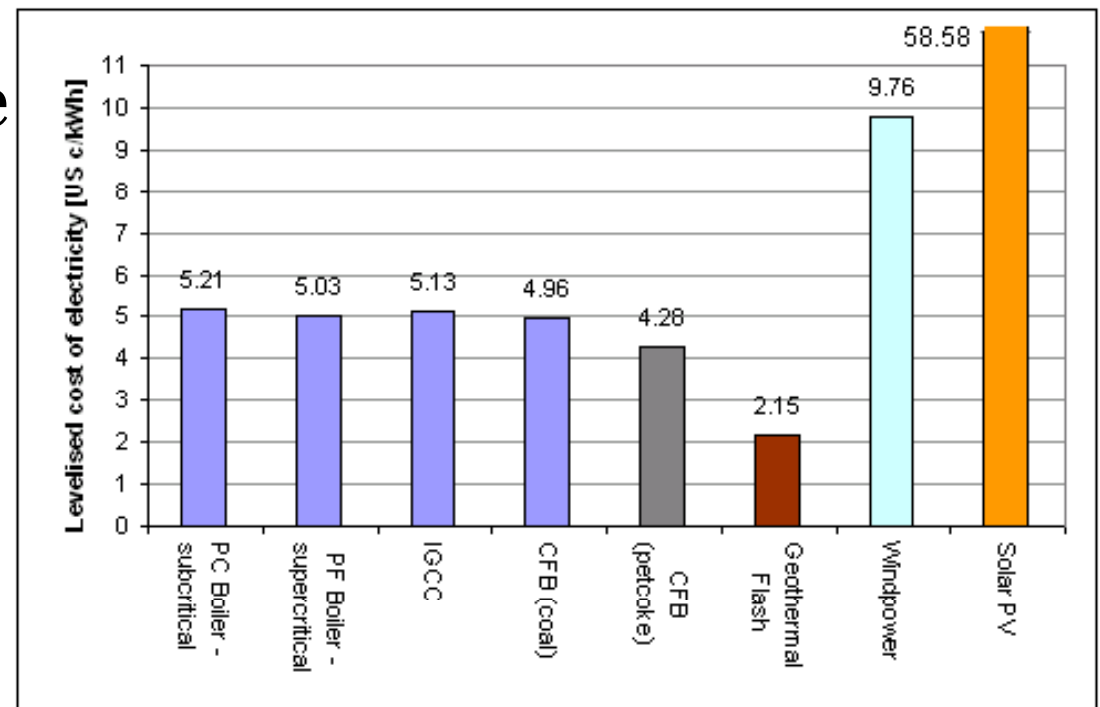


Fuente: Elaboración propia

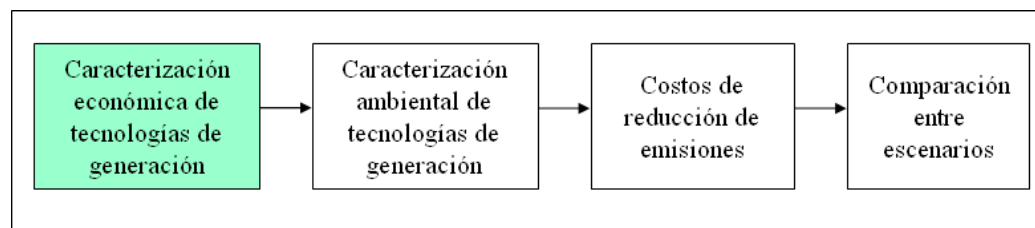


2.1 Caracterización de Económica de Tecnologías

- Costo nivelado de
 - Uso de costos y eficiencias de la literatura

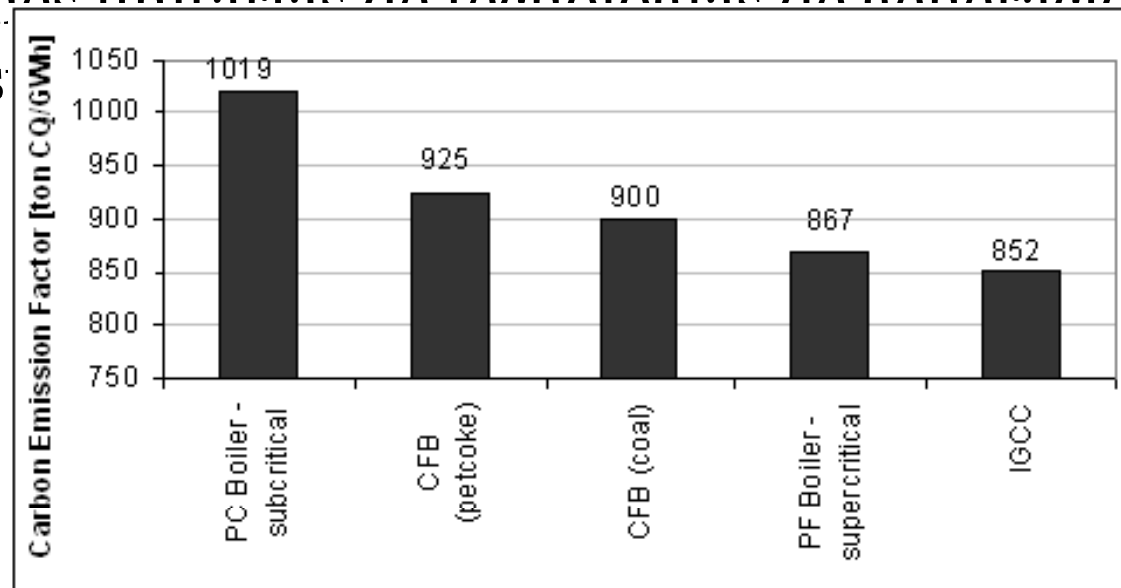


Fuente: Elaboración propia

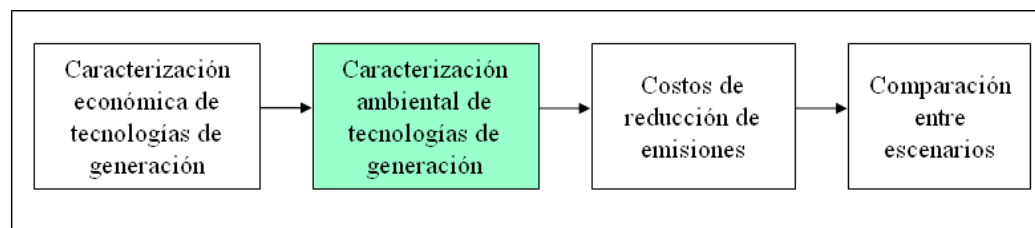


2.2 Caracterización Ambiental de Tecnologías

- Emisiones unitarias de tecnologías de generación con combustibles



Fuente: Elaboración propia



Agua y Producción de cobre chileno

- **Producción de cobre chileno representa 4% del consumo de agua a nivel país.**
- **En Regiones del norte, representa 24% de uso del agua (Bitrán y Rivera, por publicarse)**
- **22% de la producción en 2007 estaba ubicada en regiones desde Coquimbo a Rancagua**
- **78% de la producción ubicada desde Atacama a Tarapacá**



Tendencia en el uso de agua en la minería del cobre chilena

- **En molienda se redujo 29% consumo de agua entre 2000-2006 (Cochilco).**
- **En Lix/SX/EW consumo de agua se redujo 57%**
- **En fusión se redujo cerca de un 50% entre 1996 y 2006 (Lagos 1997, Cochilco 2009).**



Oferta de Agua

12

Mina	Cuenca	Pp. (mm/año)	T media (°C)	Q (mm/año) 1960-1990	Q (mm/año) 2011-2040	Delta Pp. (%)	Delta T (°C)	Delta Q (%)
Escondida	Endorreicas Salar Atacama - Vertiente Pacífico	91.7	10.2	0.0	0.0	-13.0	0.7	-
Pelambres	Río Choapa	326.0	14.4	54.2	43.6	-7.0	0.4	-19.5
El Teniente	Río Rapel (Río Cachapoal)	1,595.0	14.0	1,115.0	1,068.5	-5.5	0.4	-4.2
Andina	Río Aconcagua (Río Colorado)	720.0	14.2	373.0	356.0	-4.9	1.0	-4.6
Chuquicamata	Río Loa (San Pedro de Chonchi)	141.0	8.5	8.5	4.8	-12.9	0.9	-44.0
Collahuasi	Altiplanicas (Salar de Coposa)	169.0	4.0	0.0	0.0	-11.2	0.9	-
Candelaria	Río Copiapo (Quebrada Paipote)	43.0	16.2	0.3	0.0	-12.1	0.5	-100.0
El Algarrobo	Río Huasco	175.0	14.5	5.5	0.7	-15.5	0.9	-88.2
Maricunga	Río Copiapo (Salar de Maricunga)	153.0	2.5	0.0	0.0	-7.8	0.5	-
El Peñon	Endorreicas Salar Atacama - Vertiente Pacífico	91.7	10.2	0.0	0.0	-13.0	0.7	-



Alternativas para uso del agua

- Mayor demanda deberá ser cubierta por un mix de medidas:
 - Mejor tecnología - MTD
 - Reubicación de plantas - tranques
 - > recuperación - reciclaje
 - > uso de agua de mar
 - Desalación
 - Traer agua de otras cuencas
 - Swaps de aguas



Costo del agua

- **Al precio de la energía julio 2009, costo de desalar agua y subirla a minas ubicadas a mucha distancia y considerable altura varía entre 7 y 20 c/lb**
- **Cerca del mar el costo baja a 1 c/lb o incluso menos.**
- **Desalación y subir agua a la minería significa mayor energía y, por ahora, más emisiones de carbono.**



Conclusiones

1. Emisiones de carbono asociadas al consumo eléctrico de minería del cobre en el SING subirán 130% entre 2000 y 2012
 - 66.1% de incremento debido a mayor producción
 - 33.9% debido a mayores emisiones unitarias
2. Alternativa por sí sola con mayor potencial de reducción es sustitución de carbón por gas.
 - Potencial de reducción: 12% de emisiones del SING
 - Costo asciende a 10% de costos operacionales del sistema
 - Se financia con venta de CER



Conclusiones

3. Si carbón y petcoke se convierten en principales fuente de energía, forma más barata de reducir emisiones consiste en usar tecnologías avanzadas.
4. Reemplazo de carbón por diesel trae costos demasiado elevados, además de inseguridad en suministro
5. El cambio climático entre 2010 y 2040 reducirá las precipitaciones en todas las cuencas chilenas estudiadas, desde Rancagua al norte.
6. Las compañías mineras ubicadas en las regiones de Copiapó y al norte deberán invertir fuertemente en abastecimiento del agua en futuras expansiones, logrando una mezcla óptima de alternativas de abastecimiento
7. La alternativa más cara (pero tal vez la única) para abastecerse de agua en la actualidad para las empresas ubicadas a gran altura y distantes del mar es la desalación.



