



# **VARIACION DEL PRECIO DE LAS SE GIS DE ALTA TENSIÓN EN EL MERCADO CHILENO**

**ALUMNO: Leandro A. Vattimo**

**TUTOR: Ignacio J. Aguirre**

**LUGAR: Nuremberg, Alemania**



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer profundamente a Valeria mi esposa quién en todo momento me apoyó y creyó en este proyecto, me dio las fuerzas que necesité en momentos difíciles y siempre estuvo a mi lado. A Tomi nuestro hijo que ilumina mi vida todos los días con su sonrisa inocente y pura.

A mis padres por haberme dado la vida y enseñarme desde su lugar a superarme cada día.

A mi hermano Lionel, a Mariela, Vicente y Antonia.

A mi tutor, Ignacio Aguirre, quién con su motivación permanente, valiosos consejos, aportes y su visión de negocios me acompañó y guió a lo largo de esta Tesis.

A la UTDT por darme la posibilidad de ser parte de su comunidad y sentirme uno más desde el primer día, a los profesores y amigos del MBA.



## RESUMEN

En el presente trabajo se describe la tecnología de Subestaciones GIS de Alta Tensión, sus componentes y configuraciones, asimismo los principales materiales utilizados para su fabricación como así también su función en las redes eléctricas.

Se evaluarán las variaciones de los precios en los últimos 10 años y su relación con los precios internacionales del Cobre y el Aluminio principales insumos para su fabricación como así también las posibles causas de las mismas como ser las grandes crisis financieras por ejemplo en los EEUU, zona Euro y China.

Se tomarán muestras de proyectos realizados en el Mercado Eléctrico Chileno específicamente en la tensión de 220 kV.

Luego de realizar dicha evaluación, la evidencia muestra una fuerte influencia de los precios internacionales del Cobre y el Aluminio en los precios de las SE GIS de 220 kV en el Mercado Chileno.

Finalmente se realizaran recomendaciones para tratar de “descomoditizar” el precio de las SE GIS y evitar guerras de precios con la competencia que erosionan los precios y rentabilidades.

Las recomendaciones se basan en generar valor para los clientes o usuarios que se reflejen como un “plus” y no se realice solo una venta de productos sino que se ofrezcan servicios adicionales con foco en facilitar tareas de pre-ingeniería como así también las especificaciones para la compra del equipamiento.



## INDICE

INTRODUCCION .....	1
a. <i>Origen del Trabajo</i> .....	1
b. <i>Objetivo</i> .....	1
c. <i>Palabras Clave</i> .....	1
1. CUERPO TEORICO .....	2
a. <i>Hipótesis</i> .....	2
Capítulo 1 – Conceptos Eléctricos .....	2
a. <i>Las Redes Eléctricas</i> .....	2
b. <i>Las Subestaciones eléctricas de Alta Tensión</i> .....	4
b.i. <i>Componentes principales de las Subestaciones eléctricas de Alta Tensión</i> .....	5
c. <i>Clasificación de las SE de Alta Tensión según tipo de aislación:</i> .....	7
c.i. <i>Subestaciones de Alta Tensión Aisladas en Aire (AIS)</i> .....	8
<i>Rigidez dieléctrica del aire</i> .....	8
c.ii. <i>Las Subestaciones GIS (Gas Insulated Switchgear)</i> .....	11
<i>Utilización de las SE GIS de Alta Tensión</i> .....	12
<i>Principales materiales de las SE GIS de Alta Tensión</i> .....	14
c.iii. <i>Las Subestaciones HIS (Híbrido Insulated Switchgear)</i> .....	15
Capítulo 2.....	16
1. <i>El Mercado Eléctrico Chileno</i> .....	16
i. <i>Sistema Integrado del Norte Grande (SING)</i> .....	17
ii. <i>Sistema Integrado Central (SIC)</i> .....	19
iii. <i>Sistema AYSÉN</i> .....	21
iv. <i>- Sistema MAGALLANES</i> .....	22
2. <i>Información General del Sistema eléctrico Chileno</i> .....	23
2. CUERPO EMPIRICO .....	25
a. <i>Tipo de estudio</i> .....	25
b. <i>Metodología de la Investigación</i> .....	25
c. <i>Determinación del precio por bahía de las SE GIS</i> .....	29
d. <i>¿Cómo se relaciona el precio del Cobre y el Aluminio con el precio de las SE GIS de Alta Tensión en el Mercado Chileno?</i> .....	30



---

3. CONCLUSION .....	36
4. RECOMENDACIONES .....	39
a. Pricing .....	39
b. Pre-Ingeniería.....	40
c. Financiamiento.....	40
d. Made in Germany.....	41
5. Bibliografía y Links de interés .....	42
6. ANEXOS.....	43
Anexo1 – Factores de Corrección por proyecto.....	43
Anexo 2 – Precios históricos del Aluminio .....	45
Anexo 3 – Precios históricos del Cobre .....	47
Anexo 4 – Históricos tipo de cambio EUR-USD.....	49



## INTRODUCCION

### **a. Origen del Trabajo**

Mis tareas de ventas me han permitido identificar una importante variación en los precios de las Subestaciones GIS de Alta Tensión en Sudamérica y puntualmente en el Mercado Chileno. También se ha detectado el ingreso de fabricantes/equipos Asiáticos a dicho mercado, lo cual por ejemplo 5 años atrás era impensado.

Estas son las razones por las cuales se nos presenta una gran señal de alerta de cara al futuro y me hacen preguntarme: A qué se debe la baja en el precio de las GIS en los últimos tiempos? De qué depende y que factores influyen en el mercado de GIS Chileno? Sigue siendo el “Made in Germany” o “Made in Europe” un factor diferenciador o influyente en la toma de decisiones por parte del cliente? Se debe replantear la estrategia de venta?

### **b. Objetivo**

La presente investigación pretende analizar y determinar los factores que influyen en la variación de precios de la SE GIS de Alta Tensión en el Mercado Chileno y así poder determinar una mejor estrategia de ventas para el futuro.

El ingreso de productos asiáticos a dicho mercado obligó muchas veces a un intento de “adaptación” improvisado de la estrategia de ventas, por ejemplo, al detectar que la competencia ofertaría un producto asiático (más económico que su par europeo) se decide cambiar de fábrica de origen durante el proceso de oferta, lo cual genera una doble carga de trabajo (en la fábrica europea y en la asiática) y normalmente también pérdida de tiempo para la entrega de la misma.

### **c. Palabras Clave**

Alta Tensión, GIS, Cobre, Aluminio, Mercado Eléctrico Chileno, Transmisión de Energía.



## 1. CUERPO TEORICO

### *a. Hipótesis*

El precio internacional de las materias primas principales como ser el Cobre y el Aluminio, influye fuertemente en el precio de las Subestaciones GIS de Alta Tensión en el mercado Chileno.

## Capítulo 1 – Conceptos Eléctricos

### *a. Las Redes Eléctricas*

¿Qué es una red eléctrica?

Una red eléctrica es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores (plantas de generación) hasta los consumidores (industria, población).

Una red o sistema eléctrico cuenta normalmente con cinco etapas principales:

- 1) Generación: las plantas generadoras producen electricidad, normalmente en Media Tensión.
- 2) Transformación 1: los transformadores elevan el voltaje para que la energía pueda ser transportada a través de las líneas de transmisión (de Media a Alta Tensión).
- 3) Transmisión: las líneas de transmisión conducen la electricidad de las plantas generadoras a los centros de consumo o industrias en Alta Tensión.
- 4) Transformación 2: los transformadores reducen el voltaje hacia la red de distribución (Alta a Media y/o Baja Tensión).
- 5) Distribución: las líneas de distribución proveen de energía eléctrica al consumidor final, tanto para Media y/o Baja Tensión.

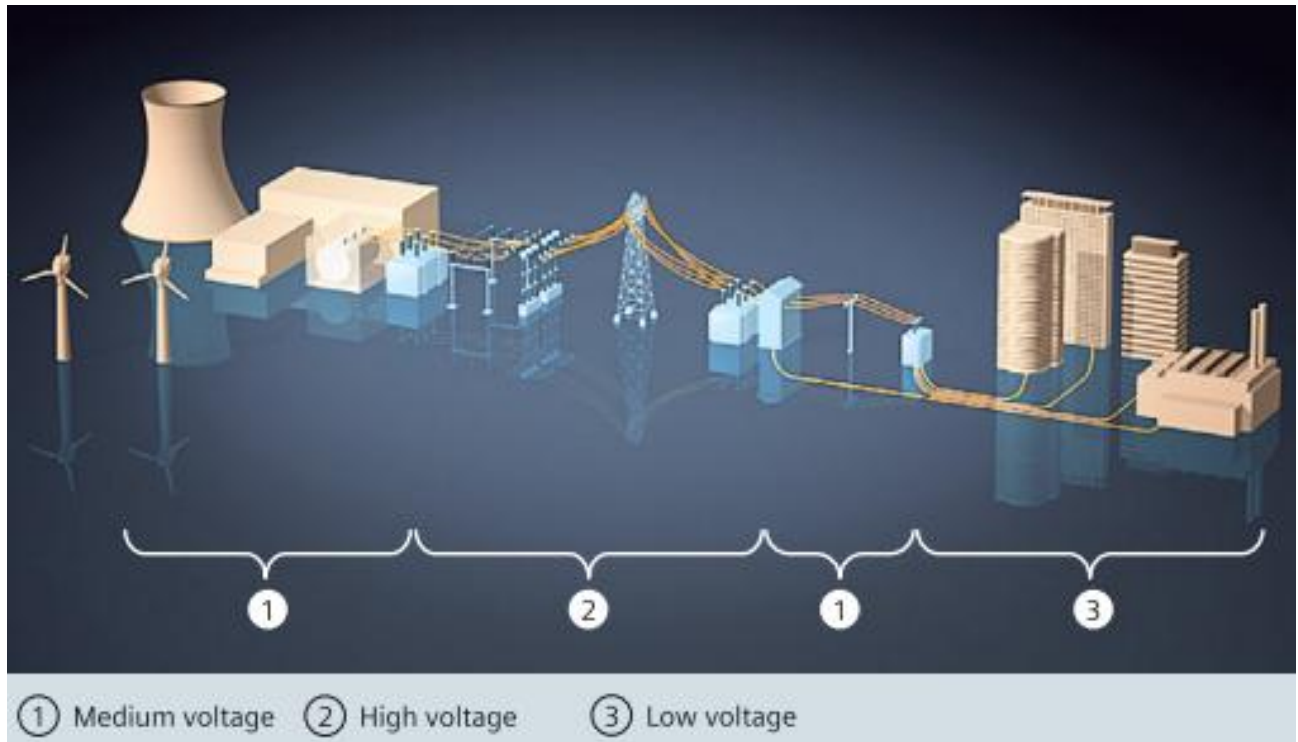
Los niveles de tensión se dividen en 4 grandes grupos:

- Baja tensión: hasta 1.000 Volts
- Media Tensión: más de 1 kV hasta 36 kV
- Alta Tensión: más de 36 kV hasta 300 kV
- Extra Alta Tensión: más de 300 kV



En la figura 1 se puede observar en forma general las distintas etapas de las redes o sistemas eléctricos y los niveles de tensión asociados a cada una de ellas.

Figura 1: Cadena de Conversión de la Energía



Fuente: Siemens-Power Engineering Guide 2012

Porque se requiere transmitir la energía en Alta Tensión?

Como hemos mencionado líneas arriba, una red o sistema eléctrico tiene el propósito de transmitir grandes potencias desde las plantas de generación hasta los centros de consumo.

La corriente eléctrica se conduce a través de conductores metálicos, por lo tanto se producen pérdidas. La más importante a tener en cuenta son las pérdidas por efecto Joule.

Las pérdidas por efecto Joule en un sistema trifásico se define como:

$$P_j = P^2 \frac{R}{U^2 (\cos\varphi)^2}$$





siendo P<sub>j</sub>: pérdidas por efecto joule  
P: potencia a transmitir  
R: Resistencia de la línea de transmisión  
U: tensión  
Cosφ: factor de potencia de la instalación

Las pérdidas por motivos económicos no deben superar un cierto valor de la potencia a transmitir. De la fórmula se observa que una forma de reducir las pérdidas por efecto Joule, es elevar la tensión del sistema.

Por supuesto al elevar la tensión del sistema, también se eleva el costo de las instalaciones asociadas.

La tensión más económica de una línea es función de la distancia de transmisión y de la potencia a transmitir.

## ***b. Las Subestaciones eléctricas de Alta Tensión***

¿Qué es una Subestación eléctrica?

Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.

Como norma general, se pueden clasificar en tres tipos dependiendo de su función en la red:

- 1) Subestaciones eléctricas elevadoras, situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, cuya función consiste en elevar el nivel de tensión, hasta (132, 220 y/o 500 kV) antes de entregar la energía a la red de transporte.
- 2) Subestaciones eléctricas reductoras, reducen el nivel de tensión hasta valores que oscilan, habitualmente entre 13,2, 15, 20, 45 ó 66 kV y entregan la energía a la red de distribución en media tensión..
- 3) Subestaciones de maniobra: Mantienen el mismo nivel de tensión, es decir no cuentan con transformadores y se utilizan en puntos neurálgicos del sistema que pueden requerir flexibilidad de maniobra en la red eléctrica.



Para completar el sistema, posteriormente se encuentran los centros de transformación que forman parte de la red de distribución y reducen los niveles de tensión hasta valores comerciales (baja tensión) aptos para el consumo doméstico e industrial, típicamente 380 V.

### ***b.i. Componentes principales de las Subestaciones eléctricas de Alta Tensión***

Al observar una subestación convencional o aislada en aire se observan Torres y estructuras metálicas, a donde se sujetan las líneas y barras de AT, como así también, los conductores de AT, sujetos por medio de aisladores-soporte, que vinculan el equipamiento de la subestación.

Las Obras Civiles también tienen gran importancia dentro de la subestación ya que proveerán de bases y fundaciones a las estructuras metálicas de los equipos, canales de cables y drenajes de la SE, caminos de acceso y mantenimiento, y edificio de comando.

Se puede clasificar el equipamiento eléctrico de la subestación, por su función:

-Equipos principales: Interruptor, Seccionador, Transformador de Corriente, Transformador de Tensión, Descargador, Transformador de Potencia.

-Equipos de Protección y control: Tableros de control, protecciones, servicios auxiliares, servicios esenciales.

*Interruptor:* es un equipo mecánico de maniobra y protección, capaz de conducir e interrumpir corrientes en condiciones normales del operación, como así también conducir por un tiempo limitado e interrumpir corrientes anormales o de falla, como por ejemplo la corriente de cortocircuito.

*Seccionador:* es un equipo mecánico de conexión que asegura, en posición abierta, una distancia accionamiento determinada. Un seccionador puede abrir o cerrar un circuito cuando se interrumpe una corriente despreciable (no puede abrir o interrumpir corrientes anormales o nominales). Puede conducir las corrientes normales del circuito y soportar corrientes de falla por un tiempo limitado.



*Transformador de Corriente:* los transformadores de corriente se utilizan para alimentar instrumentos de medida y protección situados normalmente en los tableros de protección y control de la SE. Tienen la función de transmitir a dichos instrumentos de medición y protección, (los cuales trabajan en “baja tensión”), lo que está ocurriendo en el circuito de Alta Tensión. Los transformadores de corriente, presentan una corriente secundaria proporcional a la corriente que está circulando por el circuito primario (Alta Tensión)

*Transformador de Tensión:* al igual que los transformadores de corriente, los transformadores de tensión se utilizan para alimentar instrumentos de medición y protección. situados normalmente en los tableros de protección y control de la SE. Tienen la función de transmitir a dichos instrumentos de medida y protección, los cuales trabajan en “baja tensión”, lo que está ocurriendo en el circuito de Alta Tensión.

*Descargador:* es un equipo utilizado para proteger a los equipamientos eléctricos de la SE contra sobretensiones transitorias elevadas, producidas por condiciones meteorológicas, por ejemplo rayos, o por maniobra de Subestaciones vecinas.

*Transformadores de potencia:* es la parte más importante de la subestación, no solo por su función, sino también por el alto costo que los transformadores tienen. La función de los transformadores es “transformar” o establecer el nexo entre dos niveles de tensión distintos. Los transformadores de potencia en alta tensión, tienen normalmente sus partes activas aisladas en aceite mineral.

*Tableros de Protección y control:* son tableros de baja tensión, situados normalmente en el edificio de control de la subestación, que reúnen los relés de protección de una bahía o campo, en un solo lugar. Los tableros de protección alojan normalmente a los relés electrónicos de protección los cuales deben ser programados por los especialistas de acuerdo a la configuración elegida para la SE.

*Servicios auxiliares y esenciales:* Se denomina servicios auxiliares a aquellos equipamientos que proveen de la energía eléctrica necesaria para operar al equipamiento principal, por ejemplo tableros auxiliares de corriente alterna y de corriente continua, bancos de baterías, generadores de emergencia, etc.

En la figura siguiente se podrá observar los diferentes links que normalmente existen en las redes eléctricas donde se vinculan las distintas fuentes de generación con el usuario final, pasando por las etapas intermedias necesarias de transformación, transmisión, distribución de la energía.

Figura 2: Link entre las fuentes de generación y el usuario final.



Fuente: Catálogo Subestaciones Eléctricas Siemens AG

### c. Clasificación de las SE de Alta Tensión según tipo de aislación:

- i. **Subestaciones Aisladas en Aire (AIS)**
- ii. **Subestaciones Aisladas en Gas (GIS)**
- iii. **Subestaciones Híbridas (HIS)**



### ***c.i.Subestaciones de Alta Tensión Aisladas en Aire (AIS)***

Se denomina subestaciones AIS o aisladas en Aire (Air Insulated Substations) a aquellas subestaciones de Alta Tensión que utilizan el Aire como medio aislante eléctrico entre los distintos componentes sometidos a Alta Tensión, como así también entre dichos componentes y tierra.

Las distancias eléctricas es un punto esencial a tener en cuenta durante el diseño de la Subestación. Estas distancias deben ser las adecuadas para mantener la aislación entre las partes y/o equipos como así también mantener una aislación segura hacia las personas y distintos elementos que pueden formar parte de la Subestación (por ejemplo estructuras metálicas, edificios, etc.). También se deben considerar las distancias necesarias para realizar tareas de operación y mantenimiento, como así también acceso y transporte de equipos, materiales, etc. dentro del predio.

#### **Rigidez dieléctrica del aire**

Se puede definir como rigidez dieléctrica, al máximo campo eléctrico que puede soportar un dieléctrico (medio aislante) sin perder sus propiedades aislantes. La rigidez dieléctrica se expresa normalmente en kV/cm.

La rigidez dieléctrica del aire seco es de aproximadamente 30 kV/cm (a 20°C y 760 mmHg de presión), o sea que por encima de 30 kV o con una separación de menos de 1 cm entre las partes bajo tensión, se produciría un arco eléctrico.

Los valores de rigidez dieléctrica del aire dependen, entre otras cosas, de la presión, la humedad, la temperatura del aire e indirectamente la altura sobre el nivel del mar.

Un sistema eléctrico sufrirá un “derrateo” (o degradación) cuando permanece o es instalado a una altitud geográfica por encima de los 1000 msnm. A medida que aumenta la altitud de la instalación sobre el nivel del mar se va produciendo una disminución de la presión atmosférica y con ello una disminución de la rigidez dieléctrica.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, si la Subestación a diseñar está situada a más de 1000 msnm, la rigidez dieléctrica del Aire disminuye, con lo que, para mantener el



mismo nivel de aislación se necesitará una distancia mayor entre los elementos bajo tensión

.

Para calcular la nueva distancia de aislación, se debe aplicar un factor de corrección del 1,25% por cada 100 metros de aumento de altura (a partir de los 1000 msnm).

Fórmula para calcular distancia de aislación en altura a partir de una distancia de aislación conocida a nivel del mar:

$$D_h = D_n \times (1 + 0,0125 \times (h - 1000))$$

D<sub>h</sub>: distancia en altura (m)

D<sub>n</sub> : distancia a nivel del mar (m)

h: altura sobre el nivel del mar (m)

Otros factores a tener en cuenta a la hora de calcular las distancias eléctricas en una subestación en Aire es el Nivel o Grado de Contaminación en el sitio donde se emplazará la subestación, por ejemplo niebla salina, agentes químicos que puede haber en las cercanías de ciertas industrias, etc.



Figura 3: SE de 145 kV convencional (AIS)



Fuente: Archivo fotográfico Siemens AG

Figura 4: Conexión en una SE de 145 kV convencional (AIS)



Fuente: Archivo fotográfico Siemens AG

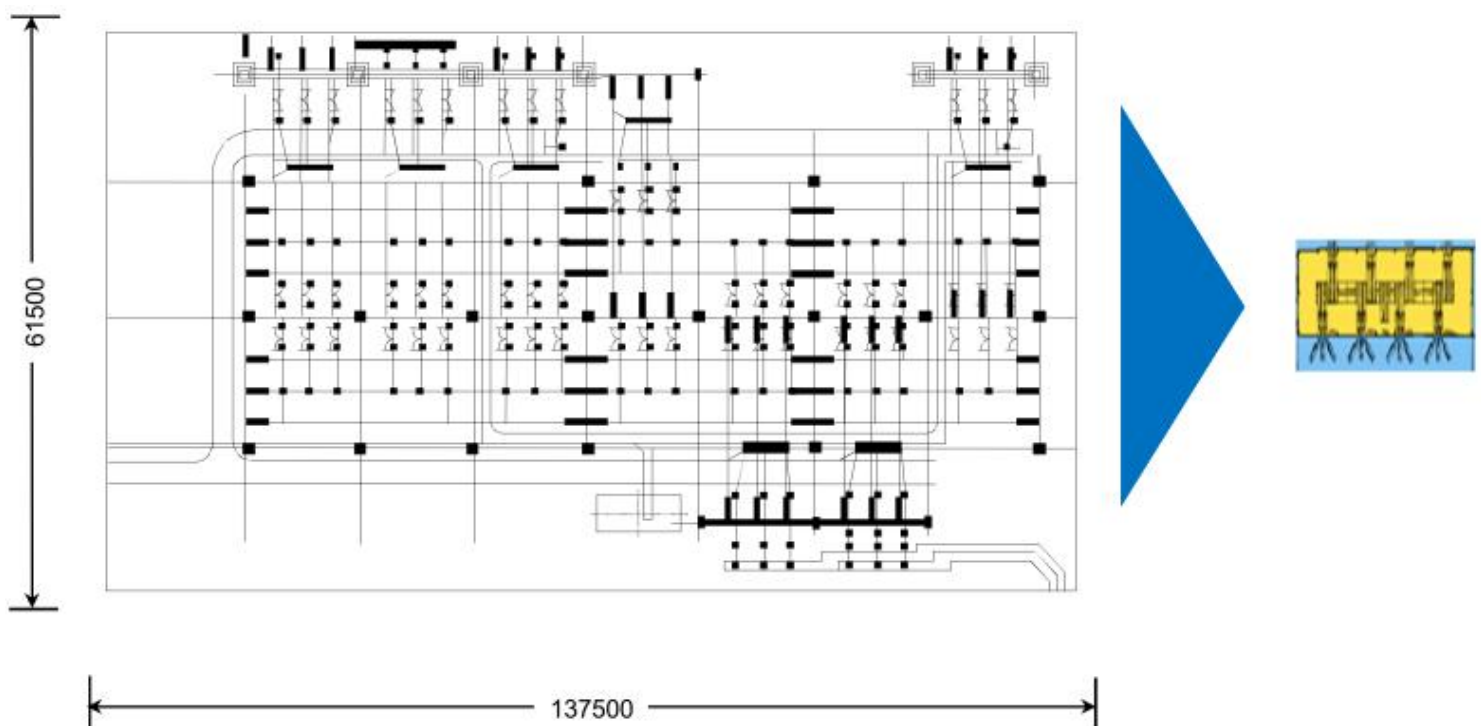
### **c.ii. Las Subestaciones GIS (Gas Insulated Switchgear)**

Se denomina subestaciones GIS o aisladas en GAS (Gas Insulated Substations) a aquellas subestaciones de Alta Tensión que utilizan el Gas SF<sub>6</sub> (Hexafloruro de Azufre) como medio aislante eléctrico entre los distintos componentes sometidos a Alta Tensión, como así también entre dichos componentes y tierra.

En este tipo de subestaciones los componentes eléctricos de alta tensión se encuentran encapsulados en recipientes o carcazas que contienen SF<sub>6</sub> a presión, lo cual permite reducir considerablemente las distancias eléctricas, debido a la mayor rigidez dieléctrica que posee el SF<sub>6</sub> respecto del Aire.

La principal ventaja de este tipo de soluciones es el reducido espacio que necesitan. Por ejemplo el espacio requerido para la instalación de una SE GIS se encuentra entre el 2 y el 10% que el requerido por una SE AIS considerando una misma tensión nominal y misma configuración eléctrica.

*Figura 5: Comparación entre una SE AIS y una GIS de 245 kV . Medidas se encuentran expresadas en mm.*



*Fuente: Siemens AG*





Los componentes eléctricos principales de las Subestaciones GIS son los mismos que en la Subestaciones AIS (Interruptor, Seccionador, Transformadores de Corriente, etc.). La diferencia entre ellas es que, (como se mencionó anteriormente), en las SE GIS cada componente se encuentra encapsulado en recipientes o "Housing" con gas SF6 a presión, formando distintos módulos.

La rigidez dieléctrica del SF6, a presión atmosférica, es 2,5 veces mayor que la del Aire. En los compartimientos o módulos de las SE GIS se suele tener el SF6 a aproximadamente 5 veces la presión atmosférica, lo que hace que la rigidez dieléctrica alcance a ser hasta 10 veces la del Aire.

## **Utilización de las SE GIS de Alta Tensión**

Se suelen utilizar dos criterios (técnicos) principales para decidirse por la utilización de una SE GIS vs una AIS, el primero es la disponibilidad de espacio y en el segundo criterio se pueden agrupar los siguientes conceptos: condiciones ambientales adversas, rapidez de montaje, confiabilidad y bajo mantenimiento.

Las SE GIS pueden ser del tipo interior, o sea que su instalación se realiza dentro de un edificio cerrado, o bien exterior, es decir en un predio abierto al aire libre.

Debido a la solución compacta que presentan las SE del tipo GIS, su uso se ha desarrollado principalmente en grandes ciudades donde el costo de los terrenos son muy altos y a su vez la disponibilidad de ellos muy baja. En una habitación, por ejemplo, se puede instalar una SE GIS, lo que resultaría imposible con la solución AIS. Este tipo de SE se han instalado en subsuelos de Shoppings Centers, Estadios de fútbol, Hospitales, Estaciones de Metro, etc. donde su principal ventaja es el espacio reducido requerido y alta confiabilidad de servicio (tasa de fallas muy baja).

El segundo criterio corresponde a un conjunto de condiciones técnicas que hacen a las SE GIS más adecuadas. Es muy frecuente la utilización de soluciones GIS en sitios con altitud elevada donde la utilización de una SE AIS obligaría a "sobredimensionarla" para cumplir con las distancias eléctricas. En el caso de las SE GIS este criterio no se aplica porque todos los componentes se encuentran encapsulados en SF6 a una presión determinada e independiente de la altura a la que se encuentre la instalación. El mismo criterio se aplica



muchas veces cuando las condiciones de contaminación del aire son muy altas, en este caso no solo también habría que “sobredimensionar” la solución en AIS como mencionado anteriormente sino que también los trabajos de mantenimiento requerido (limpieza por ejemplo) resultan muy elevados y muchas veces también requieren sacar de servicio la instalación. En el caso de la SE GIS, al poder instalarse dentro de un edificio o galpón, se elimina o minimiza notablemente el impacto de la contaminación, por consecuencia reduciéndose también notablemente (hasta en un 40%) las tareas de mantenimiento. A modo de ejemplo se puede mencionar la gran utilización de las SE GIS en la industria minera, donde los niveles de polución resultan muy elevados, las instalaciones muchas veces se encuentran a más de 3000 msnm, el acceso es muy dificultoso, y no hay centros de población cerca con lo que la instalación debe realizarse lo más rápido posible. Otra ventaja de las SE GIS respecto de las AIS es su mejor comportamiento bajo condiciones sísmicas extremas, como es el caso de Chile. Las SE GIS si bien necesitan algunos refuerzos (comparado con las zonas donde no hay sismos) tienen una excelente respuesta a los requerimientos sísmicos, esto se debe principalmente a su compacticidad lo que hace que el centro de gravedad de los equipos sea mucho más bajo que la solución en aire.

*Figura 6: SE GIS 145 kV - Configuración simple barra. Interior.*



*Fuente: Archivo fotográfico Siemens AG*



## Principales materiales de las SE GIS de Alta Tensión

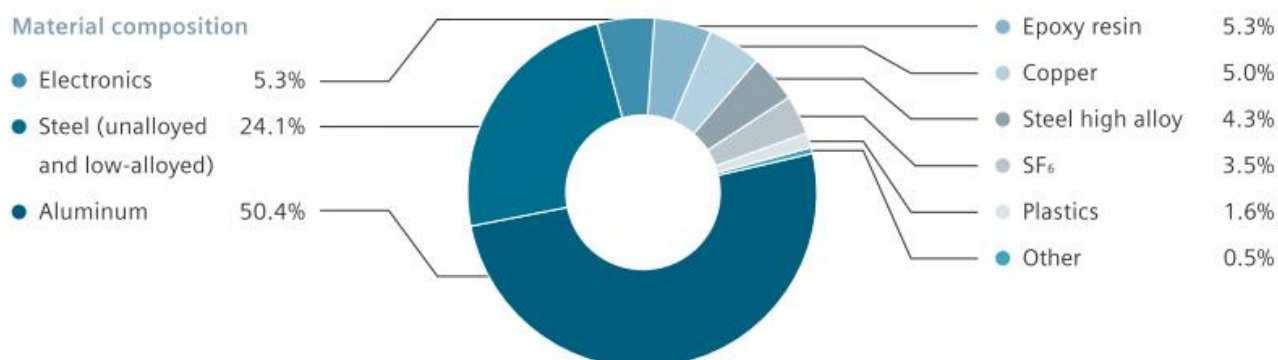
Cuáles son los principales materiales que son utilizados en la fabricación de las SSEE GIS de alta tensión?

La composición de materiales depende un poco de los distintos modelos de GIS de acuerdo a los distintos niveles de Tensión. Por ejemplo 145 kV, 245 kV y 420 kV.

De todas formas, la matriz de costos es bastante similar y los materiales principales utilizados también.

A continuación en la figura 7 se puede observar la composición típica de una GIS de 420 kV.

Figura 7: Composición de materiales típica en SE GIS de 420 kV.



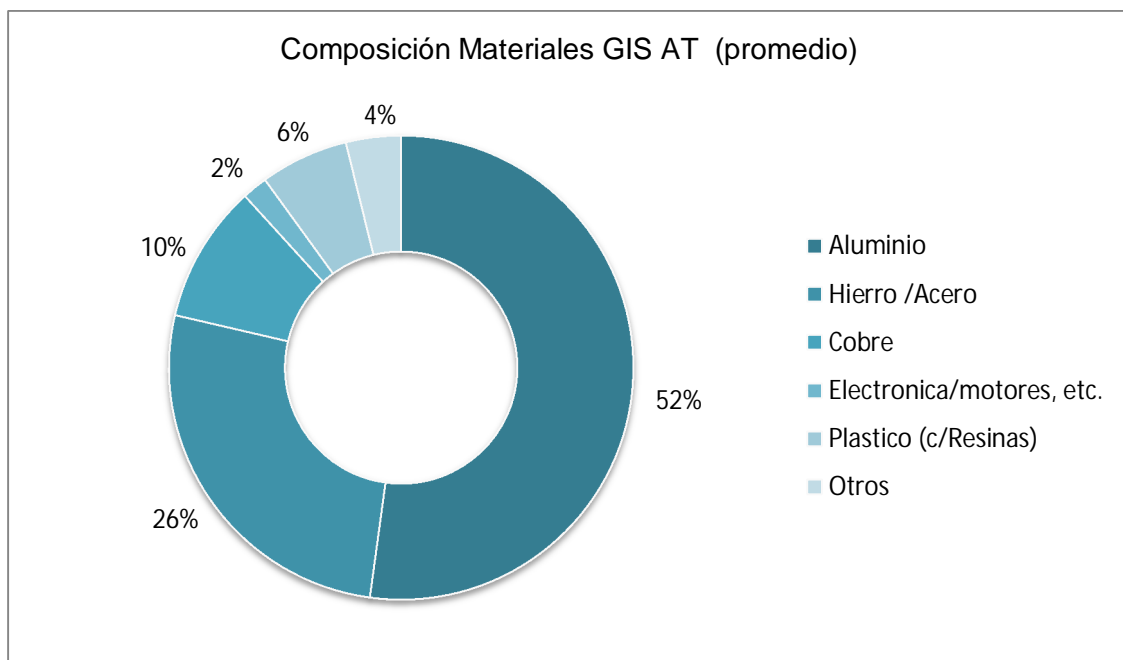
Fuente: Siemens AG – “Environmental Product declaration”

A modo de tener una visión más general y sencilla de la composición de materiales de los modelos de GIS de 145, 220 y 420 kV, se ha realizado un promedio de los valores representativos de cada nivel de tensión.

Los datos correspondientes a cada nivel de tensión han sido tomados de la “Environmental Product declaration” asociada a cada producto realizada por el fabricante.

Como se puede observar a continuación en la Figura 8, el resultado del promedio es bastante similar a los presentados en la Figura 7 con lo que se considerará para un futuro análisis como representativo para todos los niveles de tensión.

Figura 8: Composición de materiales típica promedio en SE GIS de Alta Tensión.



Fuente: Elaboración propia

### c.iii. Las Subestaciones HIS (Híbrid Insulated Switchgear)

Se denomina subestaciones HIS o Híbridas a aquellas subestaciones de Alta Tensión que utilizan el Gas SF<sub>6</sub> (Hexafloruro de Azufre) como medio aislante eléctrico entre los distintos componentes sometidos a Alta Tensión, como así también entre dichos componentes y tierra, pero no para la totalidad de la Subestación, sino que hay componentes (normalmente las barras de interconexión) aislados en Aire.

Esta solución híbrida es una solución intermedia entre una AIS y una GIS. Suele utilizarse con frecuencia en extra Alta Tensión, donde por cuestiones normalmente relacionadas a costos no es conveniente realizar la SE completamente bajo la solución GIS.



## Capítulo 2

### 1. *El Mercado Eléctrico Chileno*

En el presente capítulo se describirán y enumerarán los principales actores del mercado eléctrico en Chile.

Las actividades de Generación, Transmisión y Distribución de energía eléctrica son desarrolladas por empresas de capitales privados, reguladas y fiscalizadas por el Estado.

El sistema eléctrico Chileno cuenta con una capacidad instalada de aproximadamente 18.700 MW y se encuentra dividido en cuatro sub-sistemas :

- Sistema Integrado del Norte Grande (SING)

- Sistema Integrado Central (SIC)

- Sistema AYSÉN

- Sistema MAGALLANES



Fuente: Ministerio de Energía – Gobierno de Chile

### i. Sistema Integrado del Norte Grande (SING)

El Sistema Interconectado del Norte Grande cubre el territorio comprendido entre las ciudades de Arica y Antofagasta, al norte del país. Aproximadamente, el 90% del consumo del SING está compuesto por grandes clientes, mineros e industriales.

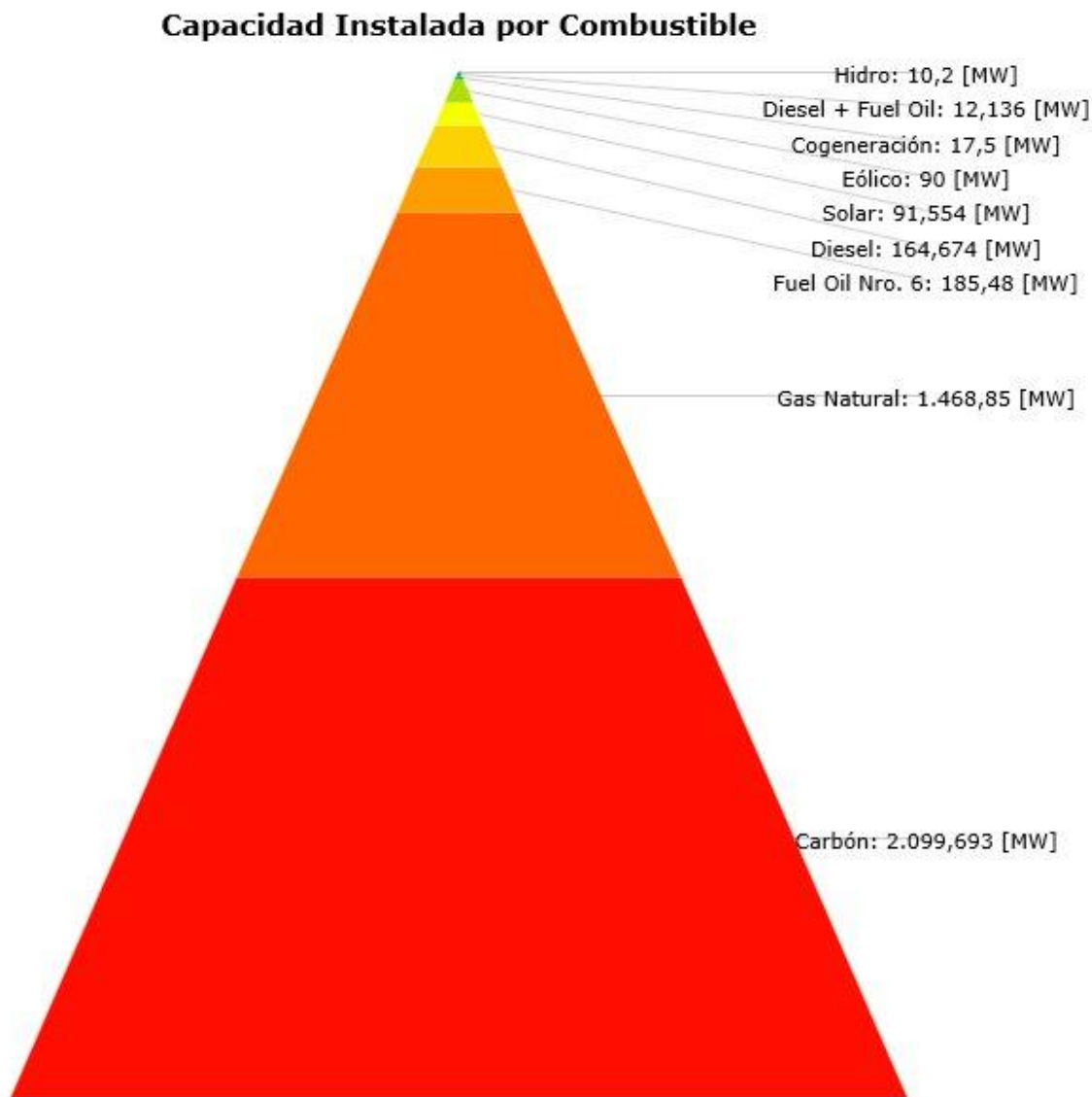
Figura 8: Mapa del SING



Fuente:  
CDEC-SING

El SING cuenta con una capacidad instalada de 4142 MW a Diciembre de 2014. Es un Sistema principalmente térmico, el 85% de la potencia instalada corresponde a centrales de carbón y gas natural.

Figura 9: Capacidad instalada por tipo de combustible SING



Fuente: CDEC-SING

Respecto del segmento de Transmisión, el SING cuenta con aproximadamente 6.000 km de líneas eléctricas de Alta Tensión, de los cuales el 47% corresponde a líneas de 245 kV, el 33% a líneas de 100 y/o 110 kV, el 18% a líneas de 66 y/o 69 kV (1,5% restante otros).



## *ii. Sistema Integrado Central (SIC)*

El Sistema Interconectado Central de Chile (SIC), está compuesto por las centrales eléctricas generadoras; líneas de transmisión troncal, subtransmisión y subestaciones eléctricas, que operan interconectados desde la ciudad de Taltal por el norte (Región de Antofagasta), hasta la isla grande de Chiloé (Región de Los Lagos).

El SIC es el mayor de los cuatro sistemas eléctricos que suministran energía al país, con una cobertura de abastecimiento que alcanza a cerca del 92,2% de la población nacional.

Se puede dividir al SIC en tres segmentos bien identificados: Segmento de Generación, Segmento de Transmisión y Segmento de Distribución.

### **Segmento de Generación**

El SIC operan 90 empresas generadoras de energía y cuenta con una capacidad instalada de 15.368 MW a Diciembre de 2014. Las fuentes principales de generación son Térmicas (51,89%) e Hidroeléctricas (42,13%), asimismo el Sistema Interconectado Central cuenta una buena componente de Generación Eólica (3,9%) y Solar (2.08%).

### **Segmento de Transmisión**

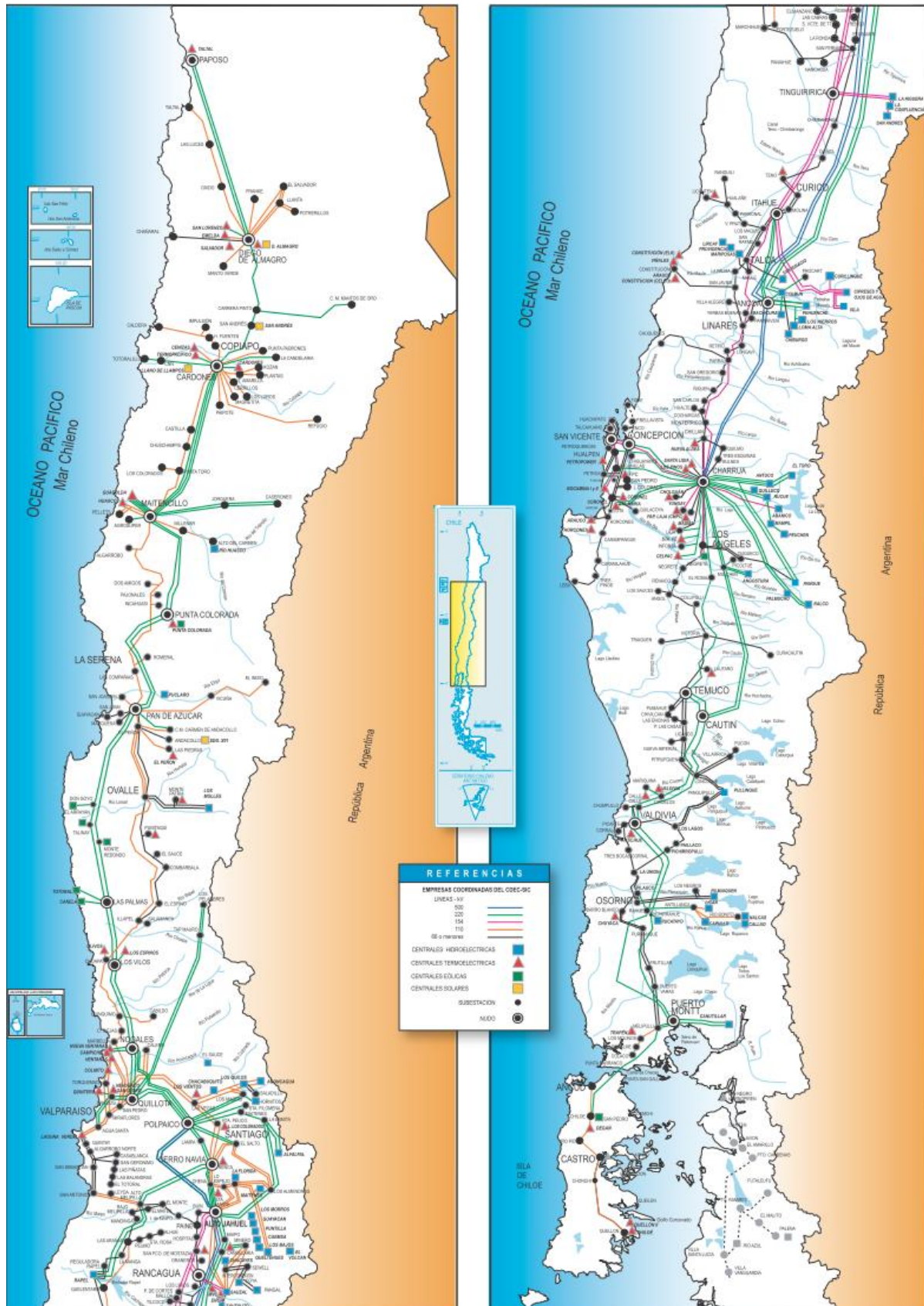
El Segmento de Transmisión del SIC cuenta con aproximadamente 20.020 Km de líneas de Alta Tensión; actúan en este segmento 15 empresas.

### **Segmento de Distribución**

Operan en el SIC 28 empresas de distribución de energía, que en conjunto atienden un total cercano a los 4.800.000 clientes.



Figura 10: Mapa del SIC



Fuente: CDEC-SIC



### iii. **Sistema AYSÉN**

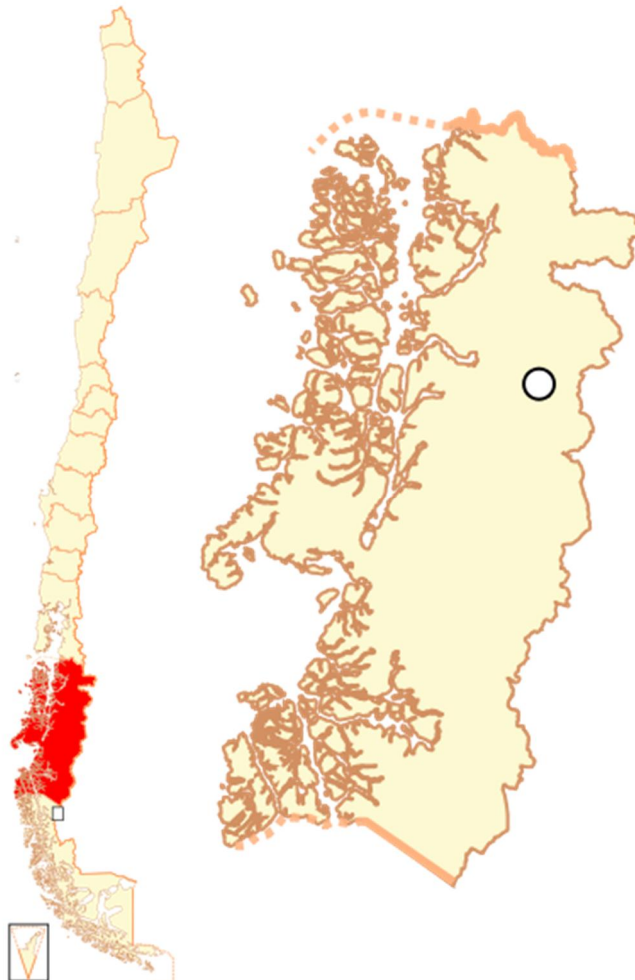
El Sistema de Aysén atiende el consumo eléctrico en la provincia de Palena, Región de Los Lagos, y en la Región de Aysén, a través de cinco sistemas aislados: Cisnes, Huichas, Villa O' Higgins, Amengual-La Tapera y Santa Bárbara (Nueva Chaitén); y tres sistemas medianos: Aysén, Palena y General Carrera.

Su capacidad instalada a diciembre del 2008 alcanza los 40,15 MW, constituido en un 56,5% por centrales termoeléctricas, 39,7% hidroeléctrico y 3,8% eólico.

Como se puede observar es un sistema pequeño y brinda suministro eléctrico a aproximadamente 39.000 clientes.

En el sistema AYSÉN opera una sola empresa que desarrolla las tareas de Generación, Transmisión y distribución de la energía eléctrica.

Figura 10: Mapa Geográfico de la región de Aysen al Sur de Chile



Fuente: Wikipedia



#### *iv. - Sistema MAGALLANES*

El Sistema de Magallanes abarca la Región de Magallanes y Antártica Chilena, en particular, las capitales provinciales de Punta Arenas, Puerto Na

tales, Porvenir y Puerto Williams. Es un Sistema aislado, es decir que no se encuentra interconectado con los otros sistemas eléctricos.

Debido a su amplia extensión e irregularidad geográfica, se dificulta también la interconexión entre las distintas ciudades de la región, lo que obligó a tener en las distintas localidades sistemas aislados entre sí.

El Sistema de Magallanes está constituido por cuatro subsistemas eléctricos:

Sistema de Punta Arenas

Sistema de Puerto Natales

Sistema de Puerto Williams

Sistema de Puerto Porvenir.

La capacidad instalada de estos sistemas, a Diciembre del año 2008, es 98,71 MW divididos en 5 centrales de generación térmica que operan con gas natural y/o Diesel (sistema 100% térmico).

Opera en estos sistemas una sola empresa, quien desarrolla las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, atendiendo a un total cercano a los 50.000 clientes.

Figura 11: Mapa Geográfico de la región de Magallanes



Fuente: worldmapfinder.com

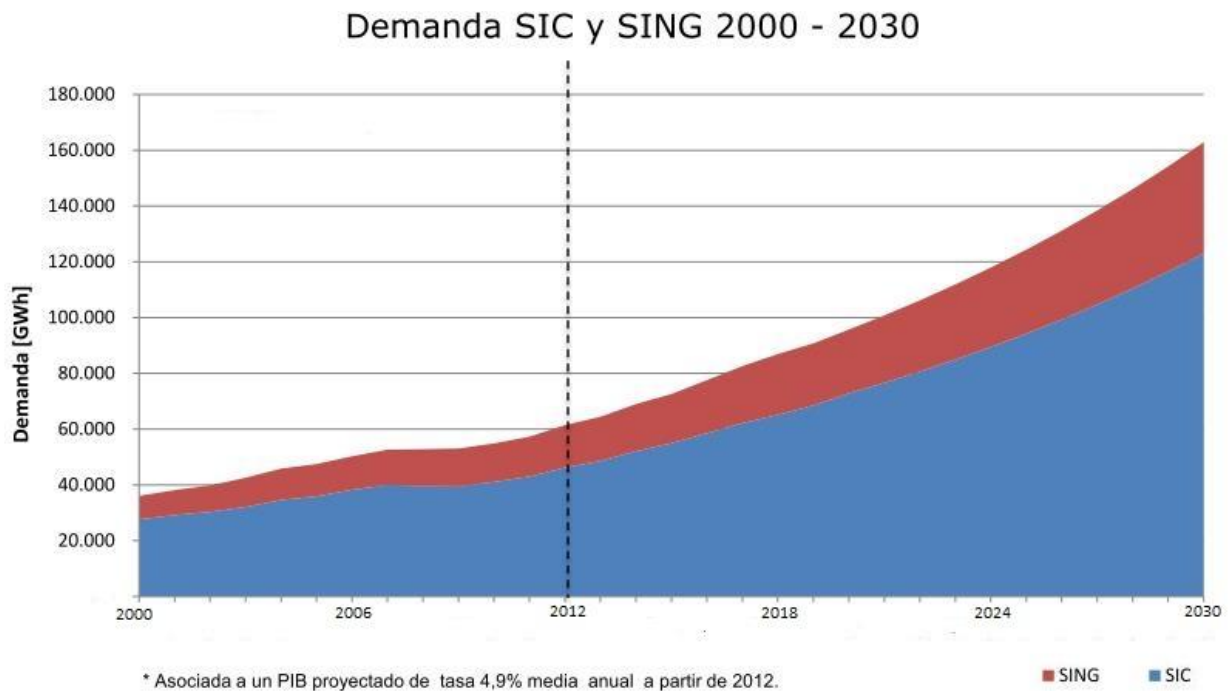
## 2. Información General del Sistema eléctrico Chileno

Según estimaciones del Ministerio de Energía Chileno la demanda de energía eléctrica en los últimos años, como así también en la proyección realizada hasta el 2030 tiene una tasa de crecimiento del 5,8% anual. El Ministerio de Energía considera un crecimiento medio del PBI anual del 4,9% hasta el 2030, de lo que se deduce que la demanda de energía estuvo y está relacionada a la tasa de crecimiento del PBI en forma constante.



En el cuadro siguiente se puede observar la demanda de energía desde el año 2000 y su proyección hasta el 2030 de los dos principales sistemas eléctricos Chilenos.

Figura 12: Demanda Anual de Energía SIC-SING entre los años 2000 y 2030.



Fuente: Ministerio de Energía de Chile



## 2. CUERPO EMPIRICO

### a. Tipo de estudio

El tipo de estudio es explicativo comparativo, basándose en el análisis de la relación de las variables en cuestión. Las variables son el precio del cobre, el aluminio y el precio de las SE GIS de 220 kV en el mercado Chileno.

### b. Metodología de la Investigación

La metodología de la investigación se basa en la observación de precios de proyectos de Subestaciones GIS de 220 kV entre el año 2006 y 2015, se demostrará la hipótesis mediante la comparativa de la tendencia del precio de los commodities con los proyectos relacionados a lo largo del tiempo. La muestra supera los 50 de proyectos de SE GIS en 220 kV durante los años mencionados.

Para determinar el histórico de precios de las GIS se utilizará información interna, disponible en la Base de datos llamada VDB, la cual considera las ofertas que se han ganado en los distintos años.

Se propone en esta etapa de la tesis determinar si existe una correlación entre los precios internacionales del Aluminio y Cobre con los precios de las subestaciones de alta tensión GIS entre los años 2006 y 2015.

El histórico de precios del aluminio, acero y cobre se analizará en base a información que disponen fuentes confiables en internet, como por ejemplo “London Metal Exchange” y el Banco Mundial.

Se toma como variables representativas el precio internacional del Aluminio y el Cobre por ser los insumos principales para la fabricación de dichos equipos.

Como se ha tratado y mencionado en el capítulo 1 – punto b.iii “Principales materiales de las SE GIS”, el Aluminio, el Acero y el Cobre representan entre el 83 y el 88% de los materiales utilizados para la fabricación de las SE GIS de Alta Tensión.



A continuación se presenta el listado de proyectos considerado para realizar el análisis. Por cuestiones de confidencialidad, los nombres de los mismos han sido modificados y se identificarán de forma genérica por número de proyecto.

Los precios de los proyectos están dados en Euros, a los efectos de considerar una sola moneda serán convertidos a USD tomando el tipo de cambio EUR/USD asociado a la fecha correspondiente. En los listados de proyectos se encuentra indicado el tipo de cambio considerado en cada caso.



## Listado de Proyectos GIS

<i>País</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nro Bahías</i>	<i>Precio €</i>	<i>EUR_USD</i>	<i>Precio USD</i>
CHL	Mrz 06	Proyecto 1	3	1.315.000,00	1,203	1.581.813,50
CHL	Mai 06	Proyecto 2	4	1.376.000,00	1,277	1.757.289,60
CHL	Nov 06	Proyecto 3	4	1.559.000,00	1,288	2.007.680,20
CHL	Nov 07	Proyecto 4	7	2.734.631,00	1,468	4.013.891,38
CHL	Feb 08	Proyecto 5	5	2.113.531,00	1,474	3.114.287,93
CHL	Mai 08	Proyecto 6	8	3.492.950,00	1,556	5.435.379,50
CHL	Mai 08	Proyecto 7	4	1.400.000,00	1,556	2.178.540,00
CHL	Jul 08	Proyecto 8	6	2.151.078,00	1,578	3.393.540,65
CHL	Aug 08	Proyecto 9	4	1.450.000,00	1,497	2.170.070,00
CHL	Sep 08	Proyecto 10	4	1.550.000,00	1,438	2.229.365,00
CHL	Okt 08	Proyecto 11	4	1.438.000,00	1,331	1.914.409,40
CHL	Dez 08	Proyecto 12	8	3.350.000,00	1,351	4.526.855,00
CHL	Mrz 09	Proyecto 13	4	1.523.000,00	1,306	1.988.276,50
CHL	Jun 09	Proyecto 14	6	2.200.000,00	1,401	3.082.640,00
CHL	Sep 09	Proyecto 15	5	2.079.000,00	1,456	3.027.231,90
CHL	Dez 09	Proyecto 16	9	4.400.000,00	1,458	6.416.520,00
CHL	Mrz 10	Proyecto 17	7	2.314.860,00	1,358	3.142.653,94
CHL	Apr 10	Proyecto 18	10	3.858.000,00	1,344	5.183.994,60
CHL	Jun 10	Proyecto 19	5	1.800.000,00	1,221	2.198.340,00
CHL	Aug 10	Proyecto 20	4	1.650.000,00	1,290	2.128.830,00
CHL	Nov 10	Proyecto 21	5	2.159.239,00	1,367	2.951.247,87
CHL	Dez 10	Proyecto 22	6	2.800.000,00	1,322	3.702.720,00
CHL	Aug 11	Proyecto 23	2	848.168,00	1,435	1.216.781,81
CHL	Sep 11	Proyecto 24	4	1.746.777,00	1,378	2.406.360,00
CHL	Sep 11	Proyecto 25	3	1.109.281,45	1,378	1.528.146,13
CHL	Sep 11	Proyecto 26	10	4.159.000,00	1,378	5.729.438,40





## Listado de Proyectos GIS (continuación)

<i>País</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nro Bahías</i>	<i>Precio €</i>	<i>EUR_USD</i>	<i>Precio USD</i>
CHL	Okt 11	Proyecto 27	7	2.854.065,00	1,372	3.915.491,77
CHL	Okt 11	Proyecto 28	3	1.252.000,00	1,372	1.717.618,80
CHL	Dez 11	Proyecto 29	4	1.061.144,00	1,317	1.397.844,99
CHL	Jan 13	Proyecto 30	7	2.275.000,00	1,329	3.023.702,50
CHL	Mai 12	Proyecto 31	5	2.138.008,00	1,281	2.739.643,45
CHL	Aug 12	Proyecto 32	8	3.361.650,00	1,239	4.166.429,01
CHL	Sep 12	Proyecto 33	4	1.590.000,00	1,287	2.045.535,00
CHL	Sep 12	Proyecto 34	5	1.950.000,00	1,287	2.508.675,00
CHL	Sep 12	Proyecto 35	4	1.580.000,00	1,287	2.032.670,00
CHL	Sep 12	Proyecto 36	4	1.580.000,00	1,287	2.032.670,00
CHL	Sep 12	Proyecto 37	7	2.750.000,00	1,287	3.537.875,00
CHL	Okt 12	Proyecto 38	7	2.912.770,00	1,297	3.778.736,52
CHL	Nov 12	Proyecto 39	6	2.691.922,00	1,283	3.453.466,73
CHL	Nov 12	Proyecto 40	2	633.000,00	1,283	812.075,70
CHL	Mrz 13	Proyecto 41	5	1.970.333,00	1,297	2.554.930,80
CHL	Mrz 13	Proyecto 42	5	1.976.605,00	1,297	2.563.063,70
CHL	Mrz 13	Proyecto 43	5	1.976.605,00	1,297	2.563.063,70
CHL	Apr 13	Proyecto 44	5	1.903.794,00	1,302	2.479.501,31
CHL	Jul 13	Proyecto 45	4	1.271.000,00	1,308	1.662.849,30
CHL	Dez 13	Proyecto 46	4	1.388.910,00	1,370	1.903.084,48
CHL	Aug 14	Proyecto 47	4	1.112.350,91	1,332	1.481.762,65
CHL	Aug 14	Proyecto 48	4	1.112.350,91	1,332	1.481.762,65
CHL	Aug 14	Proyecto 49	4	1.112.350,91	1,332	1.481.762,65
CHL	Aug 14	Proyecto 50	10	3.632.247,27	1,332	4.838.516,59
CHL	Apr 15	Proyecto 51	2	852.000,00	1,081	920.671,20
CHL	Jun 15	Proyecto 52	4	1.824.500,00	1,122	2.047.089,00
CHL	Jul 15	Proyecto 53	4	1.606.500,00	1,101	1.768.274,55
CHL	Dez 15	Proyecto 54	5	1.760.600,00	1,095	1.927.857,00



### c. Determinación del precio por bahía de las SE GIS

Para realizar la comparación del precio de las Subestaciones GIS con el precio del Cobre y el Aluminio, se va a determinar el precio unitario de cada bahía GIS, para lo cual se divide el precio total de la Subestación por la cantidad de bahías que componen la misma.

Adicionalmente, como se ha mencionado en los capítulos anteriores, las SE GIS pueden contar con diversas configuraciones y como consecuencia tener más o menos componentes asociados (interruptores, seccionadores, etc.) con lo que el precio por bahía se puede ver afectado o no ser 100% comparable.

Para homogeneizar el precio por bahía GIS se han aplicado factores de corrección por configuración los cuales se mencionan líneas abajo:

Tabla 1: Factores de corrección de acuerdo a la configuración GIS.

<b>Configuración GIS</b>	<b>Factor</b>
Simple Barra	1
Simple Barra + Transf	1,2
Doble Barra	1,2
Doble Barra + Transf	1,3
1,5 Interruptor	1,1
Anillo	1,2

Fuente: *Elaboración propia*

Dichos factores fueron calculados de acuerdo a la experiencia de en proyectos realizados, como así también de la guía "Budget offers" propiedad de Siemens AG.

Los mencionados factores tienen el objeto de compensar la cantidad de partes o componentes que se utilizan en cada tipo de subestación, convirtiendo todas las configuraciones a "simple barra" la cual es utilizada como base de la comparativa (factor = 1).

En el ANEXO 1 se puede observar el factor aplicado a cada proyecto para realizar la conversión a la base "simple barra".



#### **d. ¿Cómo se relaciona el precio del Cobre y el Aluminio con el precio de las SE GIS de Alta Tensión en el Mercado Chileno?**

A continuación se pretende analizar si existe una dependencia entre el precio del cobre y el aluminio con el precio de las bahías GIS.

La serie de datos del cobre y el aluminio se presentan como anexo y han sido extraídas de la base de datos del Banco Mundial disponible en internet.

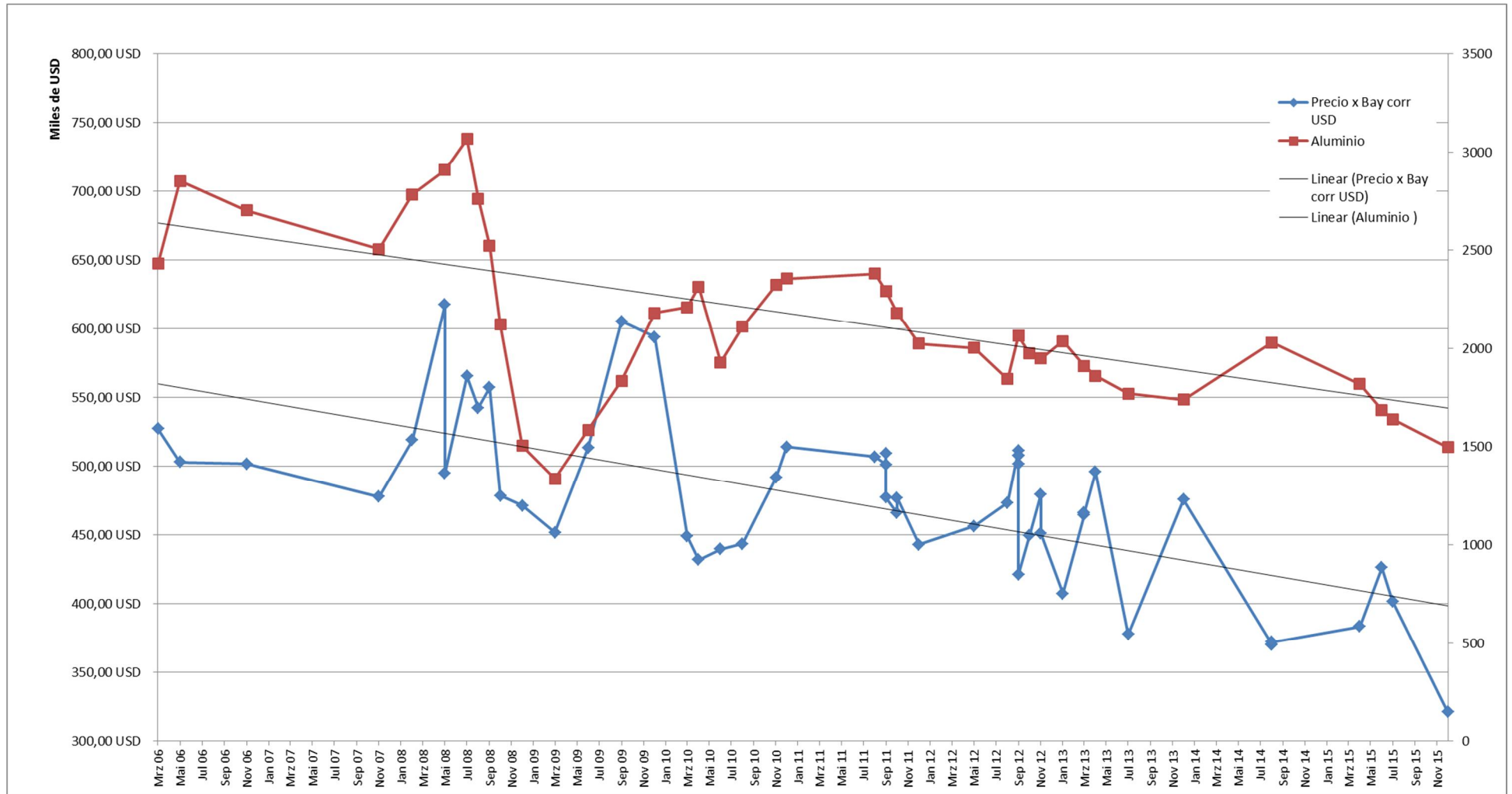
Se presentarán dos gráficos.

En el primero se observarán las curvas correspondientes al precio del Aluminio vs precio por bahía GIS de 220 kV corregido (ambos en USD).

En el segundo se observarán las curvas correspondientes al precio del Cobre vs precio por bahía GIS de 220 kV corregido.

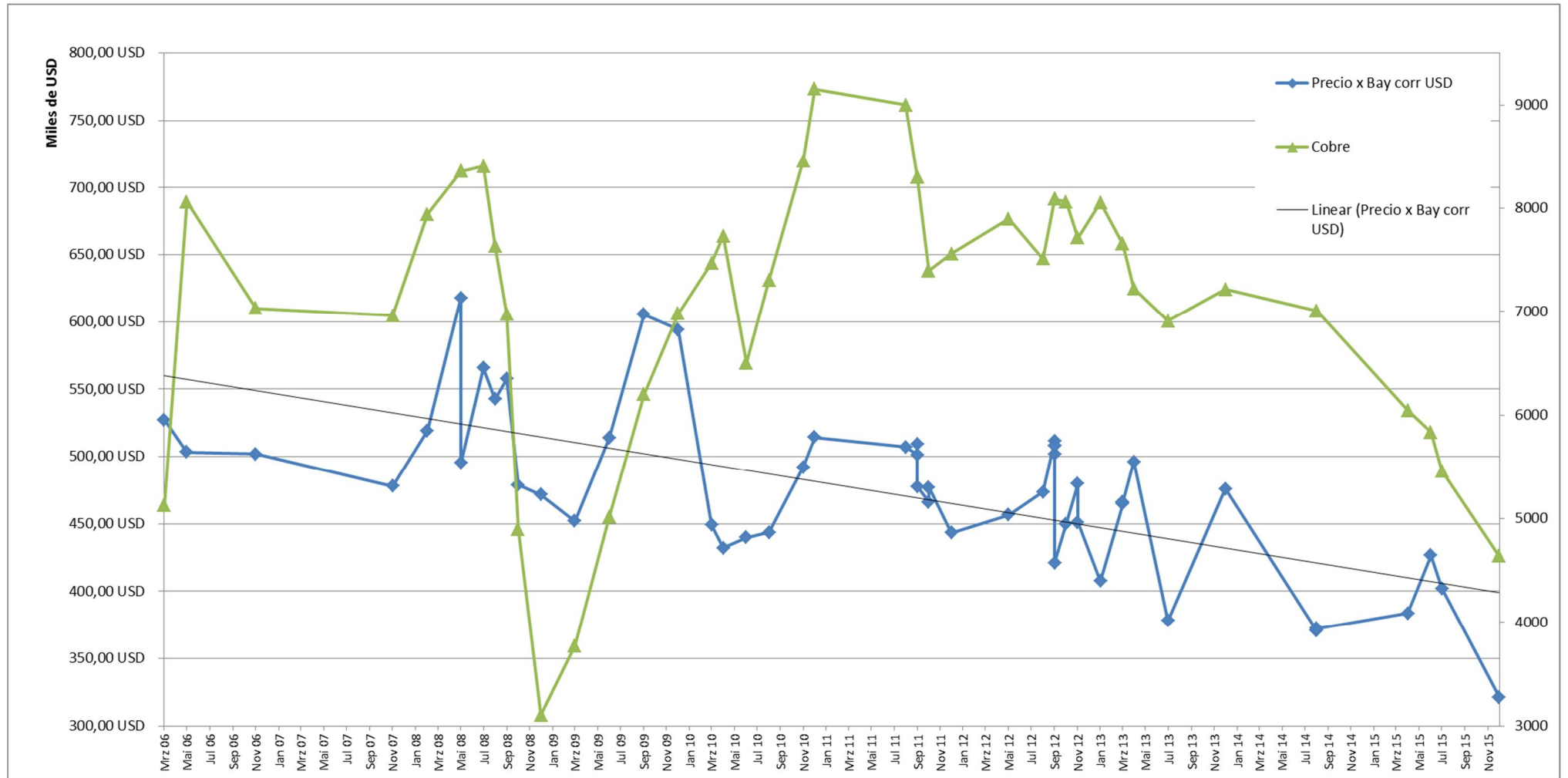


Figura 13: Relación entre el precio del cobre y el precio por bahía GIS



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: relación entre el precio del Aluminio y el precio por bahía GIS



Fuente: Elaboración propia



Se observa en las figuras 13 y 14 que existen claras zonas donde el contexto de la economía global ha impactado en el precio de los commodities.

Durante el 2008 se ve claramente la influencia de la crisis financiera internacional iniciada en EEUU. A fines de 2007 los mercados de valores de Estados Unidos comenzaron una gran caída, que se acentuó gravemente en el comienzo del 2008. El punto más profundo se alcanza en septiembre de 2008 cuando el banco de inversión Lehman Brothers pidió protección crediticia ante la ley, declarándose oficialmente en bancarrota.

Los candidatos presidenciales de EEUU y la prensa comenzaron a catalogar la situación de 'pánico financiero', 'crisis económica en el país' y de 'colapso'.

Las economías de todo el mundo se ven afectadas por la carencia de crédito. Ciertos gobiernos nacionalizan los bancos, como en Islandia y Francia. Los bancos centrales en los EE. UU., Canadá y algunas partes de Europa toman la coordinación sin precedentes de un recorte de un medio punto por ciento de los tipos de interés en un esfuerzo para aliviar la crisis.

Asimismo, a comienzos del 2010, la crisis financiera global provocó una crisis en el sistema del Euro, haciéndose necesario el rescate por parte del Banco Central Europeo de las economías de Grecia, Irlanda y Portugal.

A partir de marzo de 2010, la eurozona y el Fondo Monetario Internacional (FMI) debatieron conjuntamente un paquete de medidas destinadas a rescatar la economía griega, bloqueado durante semanas debido en particular a los desacuerdos entre Alemania, economía líder en la zona, y los otros países miembros. Durante esas negociaciones y ante la incapacidad de la eurozona de llegar a un acuerdo, la desconfianza aumentó en los mercados financieros, mientras el euro experimentó una caída regular y las plazas bursátiles caían.

Finalmente, el 2 de mayo la Unión Europea (UE) y el FMI acordaron un plan de rescate de 750.000 millones de euros, para tratar de evitar que la crisis se extendiera por la eurozona. A esta medida se añadió la creación, anunciada el 10 de mayo, de un fondo de estabilización colectivo para la eurozona. Al mismo tiempo, todos los mayores países europeos tuvieron que adoptar sus propios planes de ajuste de sus finanzas públicas, inaugurando una era de austeridad.

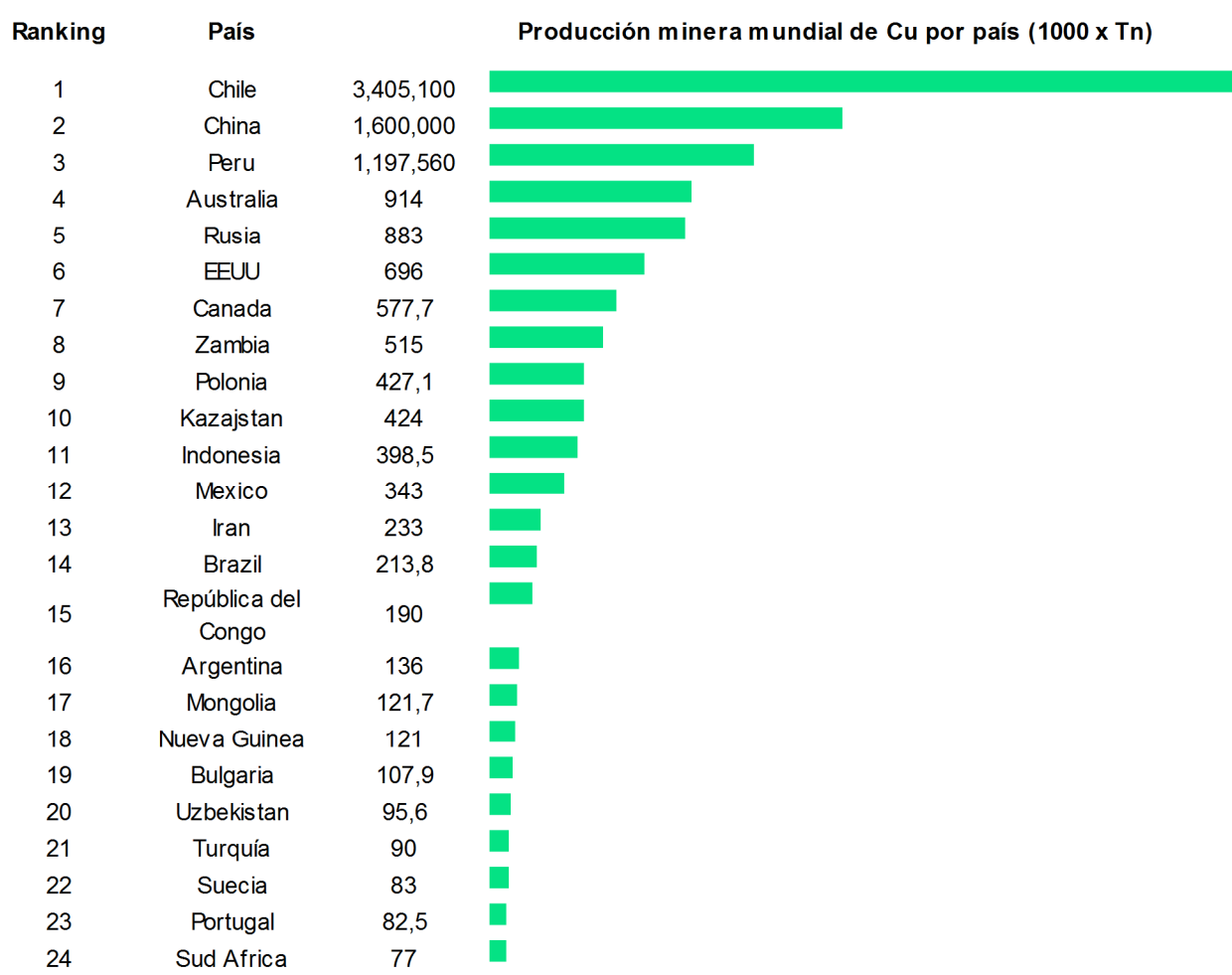
Luego de una etapa de leve recuperación, en el 2014 se detecta una nueva crisis en el precio de los commodities, basada de acuerdo a muchos analistas a la desaceleración de la economía China, principal productor de Aluminio y segundo de Cobre del mundo.



Otro elemento que ha tenido relevancia fue la apreciación del dólar a nivel internacional, impulsada por la recuperación económica de Estados Unidos, la cual quedó reflejada a partir del segundo trimestre del 2014. Este hecho incidió en el precio del cobre, ya que el metal se comercializa en dólares y si gana fuerza el dólar, a China le sale más caro comprar cobre.

A continuación se pueden observar los principales países productores de Cobre y Aluminio.

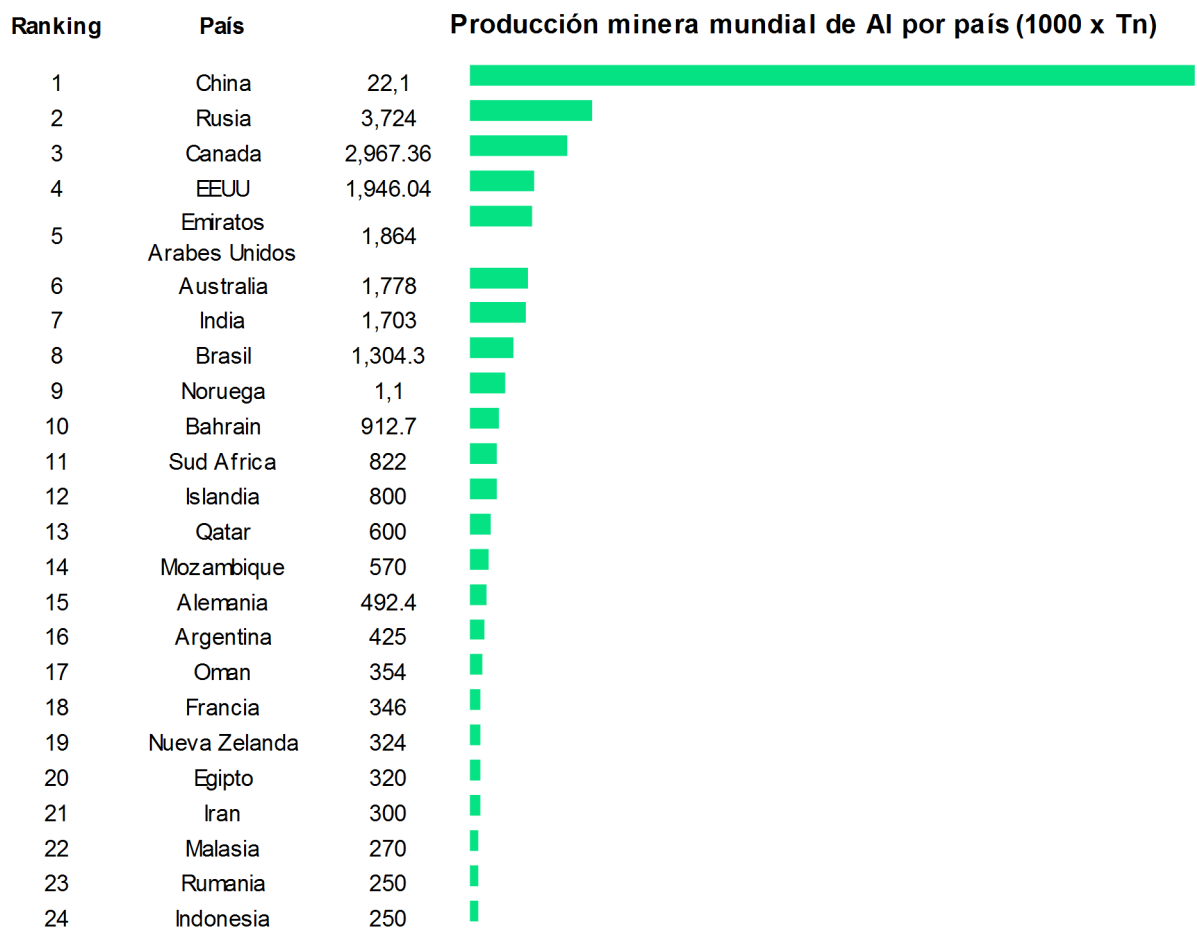
Figura 15: Principales productores de Cobre del Mundo



Fuente: United States Geological Survey (USGS) Minerals Resources Program



Figura 16: Principales productores de Aluminio del Mundo



Fuente: United States Geological Survey (USGS) Minerals Resources Program



### 3. CONCLUSION

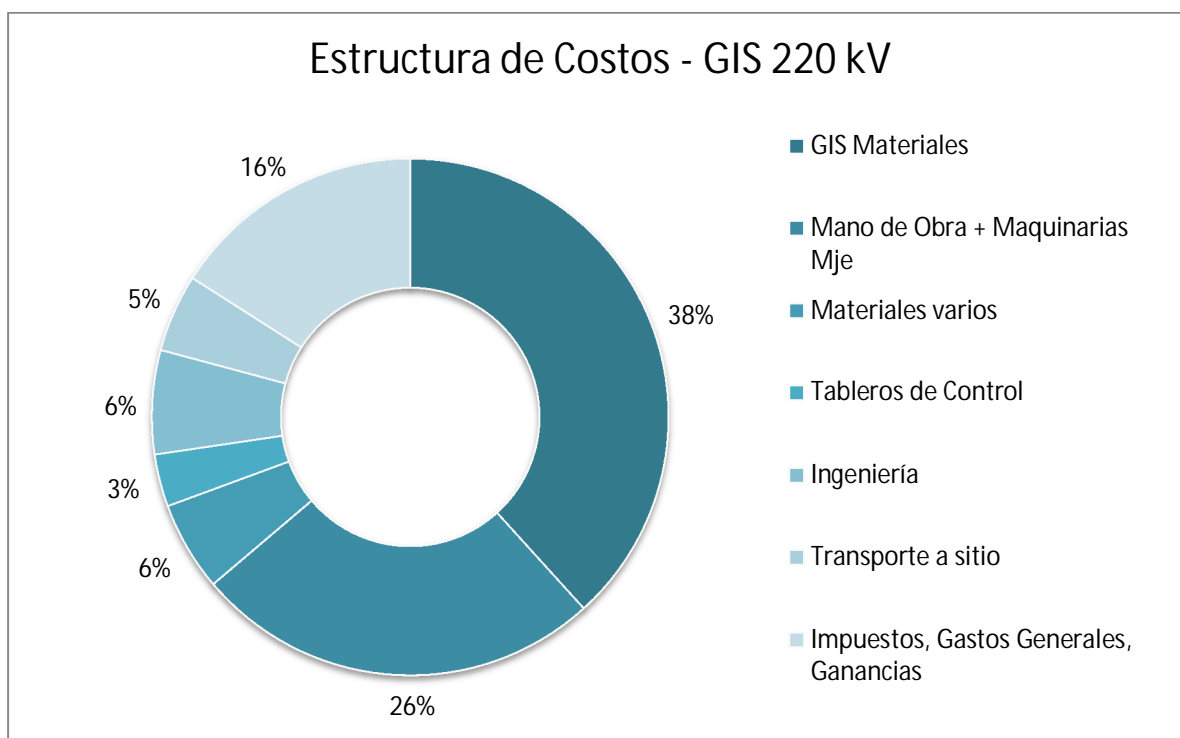
La evidencia muestra, en las figuras 13 y 14, que existe una clara tendencia en el precio del Cobre y el Aluminio a influir en el precio de venta de la SE GIS de 220 kV en el Mercado Chileno, lo cual confirma la hipótesis planteada.

Nos preguntamos porque, influye fuertemente el precio de insumos como el Cobre y el Aluminio en el precio de venta de las GIS en el mercado Chileno?

En primera instancia daría de pensar que el precio de los commodities no debería tener una marcada influencia en el precio de venta cuando la SE GIS es un producto con mucho valor agregado como ser ingeniería, R&D, desarrollo de pedidos, etc.

Para entender más claramente la incidencia de los commodities como el Cobre y el Aluminio en a continuación se presenta la estructura de costos de un proyecto GIS típico de 220 kV.

Figura 17: Estructura de Costos típica de una SE GIS 220 kV



Fuente: Elaboración propia



De la Figura 17 surge que aproximadamente el 38% del precio de venta está asociado a las materias primas utilizadas para fabricar el equipo.

Con lo que si recordamos lo mencionado en el Capítulo 1 - Figura 7, de este 38% los principales materiales son: el 52% Aluminio, el 26% Hierro y el 10% Cobre.

Calculando el peso o incidencia de los materiales en el precio final del equipo se obtiene:

Tabla 2: Peso de los materiales principales en el precio final de la GIS

<b>Material</b>	<b>%</b>
Aluminio	20%
Hierro /Acero	10%
Cobre	4%
Electronica/motores, etc.	1%
Plastico (c/Resinas)	2%
Otros	2%

Fuente: Elaboración propia

La pregunta es, porque al bajar por ejemplo el precio del Aluminio o el Cobre, tiende a bajar también el precio de la GIS?

El principal motivo es que, la evidencia muestra que normalmente las bajas significativas en el precio de los commodities están asociadas a algún tipo de crisis financiera global.

Ante la presencia de las diversas crisis, en general en todas ellas las economías se retractan, las fábricas suelen tener capacidad ociosa y se busca exportar o cubrir parte de esa sobreoferta, lo cual se traduce en la baja de precios y no así por ejemplo en la suba de la rentabilidad (manteniendo el precio fijo y un costo de materias primas menor).

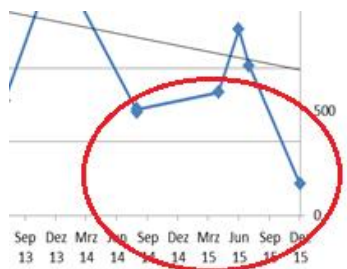
Particularmente el mercado Chileno es altamente dependiente del Cobre, la baja en el precio del cobre por ejemplo en el 2014 debido entre otras cosas, a la desaceleración de la economía China, la cual generó que se suspendan o pospongan grandes inversiones que iban a llevar a cabo las compañías mineras.

Asimismo las inversiones por parte de los entes gubernamentales asociadas a ampliaciones y/o modernización del Sistema Eléctrico Chileno también han sufrido demoras, con lo que

los proyectos que sí se realizaron, obligaron a una competencia muy fuerte con otros fabricantes.

En Agosto de 2014 y Diciembre de 2015 se observan los precios más bajos de SE GIS en los últimos 10 años, estos proyectos tienen la particularidad de haber sido de origen Chino, durante este intervalo de tiempo se ha detectado una fuerte “oleada” de ofertas con equipos “Made in China”.

(Extracto realizado a la  
Figura 13)



La fuerte caída en la demanda del mercado interno chino dejó fábricas con mucha capacidad ociosa lo cual obligó a los fabricantes chinos a tratar de cubrir dicho “gap” con el mercado de exportación.

La exploración de nuevos mercados, por ejemplo en Latinoamérica y en particular Chile, no ha de ser una tarea fácil, ya que no solo se trata de “vender” un producto sino también de brindar el soporte técnico y la calidad adecuada para satisfacer las necesidades requeridas por los clientes.

Durante el desarrollo de los proyectos con equipamiento de origen chino, se han detectado varios inconvenientes los cuales se han traducido en contratiempos y/o sobrecostos.

Un inconveniente típico que se suele presentar es la traducción de la documentación asociada al proyecto, la cual generalmente se encuentra disponible solo en idioma Chino y resulta inaceptable para los clientes lo que obliga a realizar mínimamente traducciones al idioma inglés o español.



## 4. RECOMENDACIONES

Se identifica a Chile como un país con un alto potencial para la comercialización de los equipos mencionados, con lo que surge el desafío de revisar la estrategia de comercialización de las SE GIS, que permita maximizar el aprovechamiento de las oportunidades que dicho mercado ofrece.

Del estudio surge que el precio de las SE GIS se ha “comoditizado” en el Mercado Chileno, con lo que se presenta el desafío de generar factores diferenciadores que permitan brindar un valor agregado extra.

A continuación se plantean diferentes recomendaciones al respecto.

### a. Pricing

La fijación de precios es toda una ciencia. Se debe balancear costo, demanda, situación social y económica, competencia, gobierno, etc. Todos estos factores influyen en la decisión del precio que optimice la rentabilidad.

Durante la realización del presente estudio se ha detectado que no se cuenta con una herramienta sencilla y práctica para evaluar el histórico de precios de las SE GIS en un país determinado. Para determinar el precio es necesario buscar antecedentes casi “manualmente” proyecto por proyecto para obtener datos confiables, lo cual resulta un proceso poco eficiente y tedioso.

Asimismo, muchas veces el precio de venta determinado depende del conocimiento de la persona que realiza el “pricing” basado en su experiencia o “feeling personal”, lo cual se distorsiona con el paso del tiempo, ausencia o se puede eventualmente perder ante un cambio de posición de la persona. Desde mi punto de vista se debe cambiar del pricing intuitivo a una verdadera estrategia de pricing.

Se recomienda la implementación y utilización de una herramienta del tipo CRM para poder tener una clara trazabilidad e histórico de los proyectos ofertados, ganados o perdidos y de esta forma realizar análisis de precios y tendencias de una forma más dinámica y efectiva.

Si bien hoy en día existe una aplicación CRM, su utilización no está enfocada a definir “pricing” sino a determinar cuentas claves para la determinación de Account Managers, definición de volúmenes de venta como así también registrar listado de proyectos y oportunidades futuras.



## **b. Pre-Ingeniería**

Actualmente existen muchos proyectos de inversión tanto de compañías mineras pequeñas como de emprendimientos privados (típicamente parques solares) donde los clientes, no cuentan con una estructura para la realización de la ingeniería conceptual y definición de los equipamientos necesarios, lo que implica que al momento de licitar el proyecto se presentan indefiniciones que obligan a “suponer” posibles soluciones las cuales, dependiendo de la interpretación, pueden ser económicamente favorables o nó.

En la Figura 17 se observa que la ingeniería propia de la GIS tiene un impacto de aproximadamente 6% en el precio final del equipo.

Parte de esta ingeniería puede utilizarse en etapa de oferta y/o pre-oferta para ofrecer asesoramiento temprano a los potenciales clientes y a la vez realizarles el “pre-proyecto” o ingeniería conceptual.

De esta forma el cliente recibe un servicio adicional que cubre su “gap” en la estructura de personal (ingeniería), descubre nuevas alternativas para su proyecto, que al no tener ingeniería seguramente no habría detectado, se clarifica altamente el alcance del suministro/ características del equipamiento y a Siemens le permite ofrecer una alternativa optimizada técnico y económicamente, de acuerdo a las necesidades reales del cliente.

## **c. Financiamiento**

Como hemos mencionado anteriormente, en los últimos años se han postergados varios proyectos por falta de fondos para su realización, debido al bajo precio que presenta el Cobre y la consecuente implicancia en la economía Chilena.

Se recomienda ofrecer proyectos de financiamiento, utilizando el servicio de “Financial Services” de la compañía.

Otra forma posible de brindar financiamiento, en una escala menor, es ofrecer condiciones de pago que difieren en una cierta cantidad de meses respecto de las condiciones de cobro que el cliente posea. Es decir que con la ayuda de las fábricas, aceptando cobro diferido se ayuda a mejorar el flujo de caja del proyecto global del cliente.



#### **d. Made in Germany**

Se recomienda continuar ofreciendo equipos de origen Alemán y no de origen Chino. El mercado Chileno es técnicamente muy exigente fundamentalmente debido a los requerimientos sísmicos los cuales se consideran de los más altos del mundo. Se considera ventajoso defender y vender el “Made in Germany” como símbolo de calidad y confiabilidad.

El objetivo es no caer en una guerra de precios y convencer al cliente que si bien es posible que deba pagar un precio sensiblemente superior al comprar un equipo Alemán, esto traerá beneficios futuros durante la etapa de ejecución de proyecto como así también durante la supervisión de montaje y puesta en servicio de la Subestación.

Con lo cual al final de cuentas la diferencia de precio chino – alemán, muy probablemente quede compensada.

Esta es otra forma de diferenciarse de la competencia y ofrecer un “plus” que permita “descomoditizar” el precio de las SE GIS de 220 kV en el Mercado Chileno.



## 5. Bibliografía y Links de interés

AR - Universidad Nacional de La Plata - [www.ing.unlp.edu.ar/sisspot/Libros](http://www.ing.unlp.edu.ar/sisspot/Libros)

AR - Apunte SSEE Eléctricas Aisladas en Gas – Julio Sosa Escalada

Red eléctrica - [http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_el%C3%A9ctrica)

Subestación eléctrica - [http://es.wikipedia.org/wiki/Subestaci%C3%B3n\\_el%C3%A9ctrica](http://es.wikipedia.org/wiki/Subestaci%C3%B3n_el%C3%A9ctrica)

CL - Comisión nacional de electricidad - [www.cne.cl](http://www.cne.cl)

Organización Latinoamericana de Energía - [www.olade.org](http://www.olade.org)

Mapas región: [www.worldmapfinder.com](http://www.worldmapfinder.com)

Ministerio de Energía - [www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)

CDEC – SING - <http://cdec2.cdec-sing.cl>

CDEC – SIC - [www.cdecsic.cl](http://www.cdecsic.cl)

EDELMAG

<http://www.edelmag.cl/mercadoelectrico/Paginas/SistemasEletricoMagallanes.aspx>

Crisis Euro: [http://www.idcnacional.org/?option=com\\_content&view=article&id=562:la-crisis-del-euro&catid=47:sabes-que&Itemid=200](http://www.idcnacional.org/?option=com_content&view=article&id=562:la-crisis-del-euro&catid=47:sabes-que&Itemid=200)

Crisis Commodities: <http://www.mch.cl/2015/01/02/precio-del-cobre-cae-14-en-2014-pero-esta-entre-los-commodities-que-mas-bajan/>

Histórico Tipo de cambio EUR/USD: <http://www.oanda.com/lang/de/currency/historical-rates/>

Histórico de precios commodities:

<http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aluminio&meses=300>

Productores Aluminio por país:

<http://www.indexmundi.com/minerals/?product=aluminum&graph=production>



## 6. ANEXOS

### Anexo1 – Factores de Corrección por proyecto

<i>País</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nro Bahías</i>	<i>Configuración</i>	<i>Factor de Corrección</i>
CHL	Mrz 06	Proyecto 1	3	ESS	1,00
CHL	Mai 06	Proyecto 2	4	ESS	1,00
CHL	Nov 06	Proyecto 3	4	ESS	1,00
CHL	Nov 07	Proyecto 4	7	DSS	1,20
CHL	Feb 08	Proyecto 5	5	DSS	1,20
CHL	Mai 08	Proyecto 6	8	1,5 LS	1,10
CHL	Mai 08	Proyecto 7	4	1,5 LS	1,10
CHL	Jul 08	Proyecto 8	6	ESS	1,00
CHL	Aug 08	Proyecto 9	4	ESS	1,00
CHL	Sep 08	Proyecto 10	4	ESS	1,00
CHL	Okt 08	Proyecto 11	4	ESS	1,00
CHL	Dez 08	Proyecto 12	8	DSS	1,20
CHL	Mrz 09	Proyecto 13	4	Ring SS	1,10
CHL	Jun 09	Proyecto 14	6	ESS	1,00
CHL	Sep 09	Proyecto 15	5	ESS	1,00
CHL	Dez 09	Proyecto 16	9	Ring SS	1,20
CHL	Mrz 10	Proyecto 17	7	ESS	1,00
CHL	Apr 10	Proyecto 18	10	DSS	1,20
CHL	Jun 10	Proyecto 19	5	ESS	1,00
CHL	Aug 10	Proyecto 20	4	DSS	1,20
CHL	Nov 10	Proyecto 21	5	DSS	1,20
CHL	Dez 10	Proyecto 22	6	DSS	1,20
CHL	Aug 11	Proyecto 23	2	DSS	1,20
CHL	Sep 11	Proyecto 24	4	Ring	1,20
CHL	Sep 11	Proyecto 25	3	ESS	1,00
CHL	Sep 11	Proyecto 26	10	DSS	1,20





<i>País</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Nro Bahías</i>	<i>Configuración</i>	<i>Factor de Corrección</i>
CHL	Okt 11	Proyecto 27	7	DSS	1,20
CHL	Okt 11	Proyecto 28	3	ESS + transfer	1,20
CHL	Dez 11	Proyecto 29	4	ESS	1,00
CHL	Jan 13	Proyecto 30	7	DSS	1,20
CHL	Mai 12	Proyecto 31	5	Ring SS	1,20
CHL	Aug 12	Proyecto 32	8	1,5 LS	1,10
CHL	Sep 12	Proyecto 33	4	ESS	1,00
CHL	Sep 12	Proyecto 34	5	ESS	1,00
CHL	Sep 12	Proyecto 35	4	ESS	1,00
CHL	Sep 12	Proyecto 36	4	ESS	1,00
CHL	Sep 12	Proyecto 37	7	DSS	1,20
CHL	Okt 12	Proyecto 38	7	DSS	1,20
CHL	Nov 12	Proyecto 39	6	DSS	1,20
CHL	Nov 12	Proyecto 40	2	DSS	1,20
CHL	Mrz 13	Proyecto 41	5	1,5LS	1,10
CHL	Mrz 13	Proyecto 42	5	1,5LS	1,10
CHL	Mrz 13	Proyecto 43	5	1,5LS	1,10
CHL	Apr 13	Proyecto 44	5	ESS	1,00
CHL	Jul 13	Proyecto 45	4	ESS+Transfer	1,10
CHL	Dez 13	Proyecto 46	4	ESS	1,00
CHL	Aug 14	Proyecto 47	4	ESS	1,00
CHL	Aug 14	Proyecto 48	4	ESS	1,00
CHL	Aug 14	Proyecto 49	4	ESS	1,00
CHL	Aug 14	Proyecto 50	10	DSS+Transfer	1,30
CHL	Apr 15	Proyecto 51	2	1,5LS	1,20
CHL	Jun 15	Proyecto 52	4	ESS	1,20
CHL	Jul 15	Proyecto 53	4	ESS+Transfer	1,10
CHL	Dez 15	Proyecto 54	5	DSS	1,20

**Anexo 2 – Precios históricos del Aluminio**

Mes	Aluminio	Variación
01.01.06	2.383	5,88%
01.02.06	2.453	2,94%
01.03.06	2.432	-0,85%
01.04.06	2.624	7,87%
01.05.06	2.852	8,70%
01.06.06	2.491	-12,66%
01.07.06	2.512	0,84%
01.08.06	2.462	-2,00%
01.09.06	2.484	0,93%
01.10.06	2.657	6,95%
01.11.06	2.702	1,69%
01.12.06	2.824	4,50%
01.01.07	2.799	-0,87%
01.02.07	2.839	1,43%
01.03.07	2.757	-2,89%
01.04.07	2.817	2,18%
01.05.07	2.805	-0,44%
01.06.07	2.681	-4,40%
01.07.07	2.738	2,12%
01.08.07	2.513	-8,24%
01.09.07	2.395	-4,68%
01.10.07	2.445	2,07%
01.11.07	2.507	2,56%
01.12.07	2.383	-4,96%
01.01.08	2.456	3,08%
01.02.08	2.785	13,39%
01.03.08	3.012	8,16%
01.04.08	2.968	-1,46%
01.05.08	2.908	-2,01%
01.06.08	2.968	2,05%
01.07.08	3.067	3,36%
01.08.08	2.763	-9,94%
01.09.08	2.524	-8,63%
01.10.08	2.122	-15,93%
01.11.08	1.857	-12,48%
01.12.08	1.504	-18,99%
01.01.09	1.420	-5,59%
01.02.09	1.338	-5,79%
01.03.09	1.338	0,00%
01.04.09	1.432	7,00%
01.05.09	1.464	2,28%
01.06.09	1.586	8,33%
01.07.09	1.674	5,55%
01.08.09	1.928	15,13%
01.09.09	1.836	-4,77%
01.10.09	1.876	2,18%
01.11.09	1.957	4,31%
01.12.09	2.181	11,49%

Mes	Aluminio	Variación
01.01.10	2.230	2,24%
01.02.10	2.053	-7,93%
01.03.10	2.211	7,66%
01.04.10	2.314	4,69%
01.05.10	2.045	-11,65%
01.06.10	1.929	-5,64%
01.07.10	1.989	3,09%
01.08.10	2.110	6,10%
01.09.10	2.171	2,88%
01.10.10	2.342	7,87%
01.11.10	2.324	-0,77%
01.12.10	2.357	1,40%
01.01.11	2.440	3,52%
01.02.11	2.515	3,10%
01.03.11	2.556	1,60%
01.04.11	2.667	4,38%
01.05.11	2.587	-3,01%
01.06.11	2.558	-1,14%
01.07.11	2.525	-1,26%
01.08.11	2.381	-5,72%
01.09.11	2.293	-3,68%
01.10.11	2.181	-4,92%
01.11.11	2.080	-4,62%
01.12.11	2.024	-2,67%
01.01.12	2.151	6,27%
01.02.12	2.208	2,63%
01.03.12	2.184	-1,08%
01.04.12	2.049	-6,21%
01.05.12	2.003	-2,25%
01.06.12	1.886	-5,84%
01.07.12	1.876	-0,49%
01.08.12	1.843	-1,75%
01.09.12	2.064	11,98%
01.10.12	1.974	-4,35%
01.11.12	1.949	-1,29%
01.12.12	2.087	7,08%
01.01.13	2.038	-2,36%
01.02.13	2.054	0,78%
01.03.13	1.911	-6,93%
01.04.13	1.861	-2,63%
01.05.13	1.833	-1,53%
01.06.13	1.815	-0,98%
01.07.13	1.770	-2,48%
01.08.13	1.816	2,64%
01.09.13	1.761	-3,02%
01.10.13	1.815	3,03%
01.11.13	1.748	-3,67%
01.12.13	1.740	-0,47%



Mes	Aluminio	Variación
01.01.14	1.727	-0,71%
01.02.14	1.695	-1,87%
01.03.14	1.705	0,60%
01.04.14	1.811	6,18%
01.05.14	1.751	-3,29%
01.06.14	1.839	5,02%
01.07.14	1.948	5,95%
01.08.14	2.030	4,22%
01.09.14	1.990	-1,97%
01.10.14	1.946	-2,22%
01.11.14	2.056	5,62%
01.12.14	1.909	-7,11%
01.01.15	1.815	-4,96%
01.02.15	1.818	0,17%
01.03.15	1.774	-2,42%
01.04.15	1.819	2,56%
01.05.15	1.804	-0,83%
01.06.15	1.688	-6,45%
01.07.15	1.640	-2,86%
01.08.15	1.548	-5,57%

### Anexo 3 – Precios históricos del Cobre

Mes	Cobre	Variación	Mes	Cobre	Variación
01.01.06	4.743,86	3,64%	01.01.10	7.367,40	5,60%
01.02.06	4.974,98	4,87%	01.02.10	6.867,69	-6,78%
01.03.06	5.123,67	2,99%	01.03.10	7.466,96	8,73%
01.04.06	6.404,44	25,00%	01.04.10	7.729,86	3,52%
01.05.06	8.059,19	25,84%	01.05.10	6.843,18	-11,47%
01.06.06	7.222,77	-10,38%	01.06.10	6.501,50	-4,99%
01.07.06	7.726,74	6,98%	01.07.10	6.750,57	3,83%
01.08.06	7.690,25	-0,47%	01.08.10	7.302,67	8,18%
01.09.06	7.622,64	-0,88%	01.09.10	7.729,59	5,85%
01.10.06	7.497,41	-1,64%	01.10.10	8.289,76	7,25%
01.11.06	7.029,30	-6,24%	01.11.10	8.458,42	2,03%
01.12.06	6.680,97	-4,96%	01.12.10	9.152,86	8,21%
01.01.07	5.689,34	-14,84%	01.01.11	9.533,20	4,16%
01.02.07	5.718,15	0,51%	01.02.11	9.880,94	3,65%
01.03.07	6.465,30	13,07%	01.03.11	9.503,36	-3,82%
01.04.07	7.753,34	19,92%	01.04.11	9.482,75	-0,22%
01.05.07	7.677,95	-0,97%	01.05.11	8.931,68	-5,81%
01.06.07	7.514,24	-2,13%	01.06.11	9.066,85	1,51%
01.07.07	7.980,93	6,21%	01.07.11	9.650,46	6,44%
01.08.07	7.500,20	-6,02%	01.08.11	8.997,99	-6,76%
01.09.07	7.671,35	2,28%	01.09.11	8.300,14	-7,76%
01.10.07	8.020,59	4,55%	01.10.11	7.394,19	-10,91%
01.11.07	6.957,43	-13,26%	01.11.11	7.581,02	2,53%
01.12.07	6.630,74	-4,70%	01.12.11	7.558,88	-0,29%
01.01.08	7.078,91	6,76%	01.01.12	8.061,92	6,65%
01.02.08	7.941,14	12,18%	01.02.12	8.441,49	4,71%
01.03.08	8.434,32	6,21%	01.03.12	8.470,78	0,35%
01.04.08	8.714,18	3,32%	01.04.12	8.285,53	-2,19%
01.05.08	8.356,13	-4,11%	01.05.12	7.896,91	-4,69%
01.06.08	8.292,00	-0,77%	01.06.12	7.428,29	-5,93%
01.07.08	8.407,02	1,39%	01.07.12	7.584,26	2,10%
01.08.08	7.633,80	-9,20%	01.08.12	7.510,43	-0,97%
01.09.08	6.975,11	-8,63%	01.09.12	8.087,74	7,69%
01.10.08	4.894,89	-29,82%	01.10.12	8.062,03	-0,32%
01.11.08	3.729,19	-23,81%	01.11.12	7.711,23	-4,35%
01.12.08	3.105,10	-16,74%	01.12.12	7.966,49	3,31%
01.01.09	3.260,36	5,00%	01.01.13	8.053,74	1,10%
01.02.09	3.328,41	2,09%	01.02.13	8.060,93	0,09%
01.03.09	3.770,88	13,29%	01.03.13	7.652,38	-5,07%
01.04.09	4.436,93	17,66%	01.04.13	7.221,16	-5,64%
01.05.09	4.594,90	3,56%	01.05.13	7.248,71	0,38%
01.06.09	5.013,30	9,11%	01.06.13	7.000,24	-3,43%
01.07.09	5.240,83	4,54%	01.07.13	6.906,64	-1,34%
01.08.09	6.176,88	17,86%	01.08.13	7.186,25	4,05%
01.09.09	6.195,75	0,31%	01.09.13	7.159,27	-0,38%
01.10.09	6.305,99	1,78%	01.10.13	7.203,02	0,61%
01.11.09	6.682,44	5,97%	01.11.13	7.070,65	-1,84%
01.12.09	6.976,98	4,41%	01.12.13	7.214,90	2,04%



Mes	Cobre	Variación
01.01.14	7.291,47	1,06%
01.02.14	7.149,21	-1,95%
01.03.14	6.650,04	-6,98%
01.04.14	6.673,56	0,35%
01.05.14	6.891,13	3,26%
01.06.14	6.821,14	-1,02%
01.07.14	7.113,38	4,28%
01.08.14	7.001,84	-1,57%
01.09.14	6.872,22	-1,85%
01.10.14	6.737,48	-1,96%
01.11.14	6.712,85	-0,37%
01.12.14	6.446,45	-3,97%
01.01.15	5.830,54	-9,55%
01.02.15	5.729,28	-1,74%
01.03.15	5.939,67	3,67%
01.04.15	6.042,09	1,72%
01.05.15	6.294,78	4,18%
01.06.15	5.833,01	-7,34%
01.07.15	5.456,75	-6,45%
01.08.15	5.127,30	-6,04%

## Anexo 4 – Históricos tipo de cambio EUR-USD

Mes	EUR / USD	Mes	EUR / USD	Mes	EUR / USD
01.01.06	1,2099	01.01.10	1,4266	01.01.14	1,3626
01.02.06	1,1944	01.02.10	1,3674	01.02.14	1,3653
01.03.06	1,2029	01.03.10	1,3576	01.03.14	1,3826
01.04.06	1,2262	01.04.10	1,3437	01.04.14	1,3809
01.05.06	1,2771	01.05.10	1,2591	01.05.14	1,3737
01.06.06	1,2668	01.06.10	1,2213	01.06.14	1,3600
01.07.06	1,2706	01.07.10	1,2784	01.07.14	1,3543
01.08.06	1,2806	01.08.10	1,2902	01.08.14	1,3321
01.09.06	1,2734	01.09.10	1,3063	01.09.14	1,2895
01.10.06	1,2619	01.10.10	1,3905	01.10.14	1,2670
01.11.06	1,2878	01.11.10	1,3668	01.11.14	1,2473
01.12.06	1,3200	01.12.10	1,3224	01.12.14	1,2311
01.01.07	1,2992	01.01.11	1,3365	01.01.15	1,1640
01.02.07	1,3075	01.02.11	1,3652	01.02.15	1,1350
01.03.07	1,3243	01.03.11	1,4015	01.03.15	1,0828
01.04.07	1,3509	01.04.11	1,4459	01.04.15	1,0806
01.05.07	1,3517	01.05.11	1,4329	01.05.15	1,1165
01.06.07	1,3423	01.06.11	1,4387	01.06.15	1,1220
01.07.07	1,3712	01.07.11	1,4305	01.07.15	1,1007
01.08.07	1,3630	01.08.11	1,4346	01.08.15	1,1134
01.09.07	1,3906	01.09.11	1,3776		
01.10.07	1,4233	01.10.11	1,3719		
01.11.07	1,4678	01.11.11	1,3567		
01.12.07	1,4559	01.12.11	1,3173		
01.01.08	1,4706	01.01.12	1,2901		
01.02.08	1,4735	01.02.12	1,3232		
01.03.08	1,5506	01.03.12	1,3210		
01.04.08	1,5755	01.04.12	1,3167		
01.05.08	1,5561	01.05.12	1,2814		
01.06.08	1,5580	01.06.12	1,2545		
01.07.08	1,5776	01.07.12	1,2298		
01.08.08	1,4966	01.08.12	1,2394		
01.09.08	1,4383	01.09.12	1,2865		
01.10.08	1,3313	01.10.12	1,2973		
01.11.08	1,2709	01.11.12	1,2829		
01.12.08	1,3513	01.12.12	1,3113		
01.01.09	1,3317	01.01.13	1,3291		
01.02.09	1,2810	01.02.13	1,3368		
01.03.09	1,3055	01.03.13	1,2967		
01.04.09	1,3207	01.04.13	1,3024		
01.05.09	1,3663	01.05.13	1,2981		
01.06.09	1,4012	01.06.13	1,3176		
01.07.09	1,4074	01.07.13	1,3083		
01.08.09	1,4261	01.08.13	1,3319		
01.09.09	1,4561	01.09.13	1,3354		
01.10.09	1,4812	01.10.13	1,3641		
01.11.09	1,4907	01.11.13	1,3493		
01.12.09	1,4583	01.12.13	1,3702		