



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

**HISTORIA AMBIENTAL DE LA GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA EN
VENTANAS:**

LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE LA COMPENSACIÓN ECONÓMICA

Tesis para optar al Grado de Magister en Geografía,
mención en Recursos Territoriales

GABRIEL ROJAS BARRERA

Profesora Guía: Beatriz Bustos G.

esta tesis fue posible gracias a la dedicación de mi profesora, a la amistad de mis compañerxs,
al apoyo de mi familia, al amor de Camila y a la música de Stereolab

atodxs, muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Índice General.....	iii
Indice de Figuras	viii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Láminas.....	xii
1 Resumen	2
2 Introducción.....	3
2.1 Planteamiento del problema	3
2.2 Pregunta de investigación.....	8
2.3 Posición epistemológica	8
3 Marco teórico.....	12
3.1 Producción de la naturaleza y desarrollo desigual.....	12
3.2 Producción capitalista del espacio	16
3.3 Contradicciones ecológicas y obstáculos a la acumulación capitalista	19
3.4 Metabolismo socioeconómico y la generación termoeléctrica en base al carbón.....	25
3.4.1 Análisis metabólico de la <i>insustentabilidad</i>	25
3.5 Regulación social de las contradicciones y de los límites ecológicos ..	30

4	Hipotesis.....	35
5	Objetivos	36
5.1	Objetivo General	36
5.2	Objetivos Específicos.....	36
6	Marco Metodológico	37
6.1	Reconstrucción histórica de la problemática expuesta	37
6.2	Datos y fuentes de información.....	40
6.2.1	Etapas previas a la promulgación de las primeras normas ambientales.....	42
6.2.2	Etapas posteriores a la dictación de normativas ambientales	45
6.3	Análisis de los datos	48
6.3.1	Estudio del crecimiento industrial	48
6.3.2	Reconocimiento de las contradicciones ecológicas y de posibles límites al crecimiento industrial.....	51
6.3.3	Análisis de mecanismos de superación de las contradicciones	52
7	Crecimiento industrial sin regulación ambiental	55
7.1	Primer período de Crecimiento y regulación de la industria de generación eléctrica.....	55
7.1.1	Orígenes del sistema de generación eléctrica.....	55

7.1.2	Regulación y crecimiento del mercado eléctrico	58
7.1.3	Plan de electrificación del país	66
7.2	Origen y desarrollo del Complejo Industrial de Ventanas	72
7.2.1	Origen del nodo Quintero- Puchuncaví	72
7.2.2	Década de 1950: Ventanas, localidad pesquera y agraria	77
7.2.3	Período de 1964 - 1973: La llegada y operación de las industrias	81
7.3	1973-1990: Período de ajuste estructural del modelo económico	88
7.3.1	Reformas Mineras	88
7.3.2	Reformas al sistema eléctrico	91
7.3.3	Crecimiento industrial en la bahía de Quintero durante el periodo dictatorial	93
7.4	Síntesis de las limitantes al desarrollo eléctrico hasta el fin de la dictadura militar	96
8	El deterioro ambiental como obstáculo ecológico a la acumulación de capital en el Complejo Industrial de Ventanas	99
8.1	Descripción Metabólica del proceso de producción de energía termoeléctrica	100
8.2	Deterioro medioambiental asociado al proceso de conversión energética	103

8.2.1	Extracción del combustible.....	104
8.2.2	Recepción y preparación del combustible.....	105
8.2.3	Quema del combustible.....	106
8.2.4	Condensación del agua vaporizada en las calderas	113
8.2.5	Síntesis de la relación Sistema productivo- Sistema natural.....	116
8.3	Contradicciones y regulación de los límites asociados	118
8.3.1	Contradicción 1:	118
8.3.2	Contradicción 2:	122
8.3.3	Contradicción 3:	130
8.3.4	Contradicción 4:	136
8.4	Configuración actual del sistema productivo.....	148
8.4.1	Crecimiento de la industria termoeléctrica en el territorio de Quintero- Puchuncaví.....	148
8.4.2	Regularización ambiental	153
9	Discusión.....	161
9.1	El crecimiento de la industria termoeléctrica en el desarrollo energético nacional	161
9.2	La regularización del deterioro ecológico transforma la limitación en desposesión	162

9.3	La normativa como acuerdo social para la regularización	166
9.4	Propuesta de periodización del desarrollo del sistema eléctrico en Chile	169
10	Consideraciones Finales	173
11	Referencias	177

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribución por región de los proyectos eléctricos ingresados al SEIA entre 01/01/2000 y 20/08/2010 según tipo de fuente.....	4
Figura 2: Evolución y proyección del crecimiento en la capacidad instalada en el SING y el SIC	5
Figura 3: Zona industrial Quintero Puchuncaví con las principales industrias que ocupan este litoral.....	6
Figura 4:Esquema de la infraestructura del sistema de generación eléctrica existente al año 1928.....	57
Figura 5: Evolución de la potencia instalada y de la generación de electricidad para uso público.....	62
Figura 6: Distribución geográfica de la capacidad instalada por tipo de generación en 1940.	64
Figura 7: Localidades cercanas a la costa de bahía Quintero	78
Figura 8: Zonificación Satélite Borde Costero Quintero Puchuncaví.	81
Figura 9: Esquema del proceso productivo del cobre en la fundición y refinería de cobre de Ventanas.....	83
Figura 10: Ubicación de los principales centros de producción cuprífera de la zona centro y su relación con la fundición y refinería de ENAMI Ventanas.	85
Figura 11: Evolución de la capacidad instalada en los dos principales sistemas interconectados tras la promulgación del DFL N°1	93

Figura 12: Evolución de la capacidad instalada en los sistemas SIC y SING.	101
Figura 13: Esquema del proceso de conversión de energía en una planta termoeléctrica convencional.....	103
Figura 14: Varazón de carbón en playa Ventanas	106
Figura 15: Contenido de metales pesados en muestras de suelo superficial y hojas adultas de eucalipto	109
Figura 16: Concentración de contaminantes atmosféricos cuantificados en 1989 medidos por sedimentación atmosférica.....	112
Figura 17: Fotografía de la playa de ventanas tras la varazón de sardinas ocurrida el 24 de diciembre de 2013.....	116
Figura 18: Esquema resumen del proceso metabólico de generación termoeléctrica en base a carbón.....	117
Figura 19: Zona Saturada Ambientalmente por MP_{10} y SO_2	125
Figura 20: Evolución temporal de la generación eléctrica y el consumo de carbón en las termoeléctricas de Ventanas.	127
Figura 21: Registro de emisiones del complejo industrial de Ventanas	128
Figura 22: Generación mensual por tipo de aportes en el SIC.	129
Figura 23: Evolución de la potencia termoeléctrica instalada en el SIC por combustible.....	132
Figura 24: Red de gasoductos y oleoductos de la región de Valparaíso y su interconexión al tendido central.	142
Figura 25: Modificación Plan Intercomunal de Valparaíso (1987).....	145

Figura 26: Crecimiento de la capacidad instalada en las comunas de Quintero y Puchuncaví a partir de 2008.	149
Figura 27: Situación actual del área industrial de la bahía de Quintero.	150
Figura 28: Consumo de Carbón en las plantas termoeléctricas de Ventanas.	151
Figura 29: Evolución temporal del desembarque de carbón en el terminal de Puerto Ventanas..	151
Figura 30: Evolución de las emisiones atmosféricas aprobadas por RCA.....	153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Potencia instalada y generación bruta al año por persona	64
Tabla 2: Zonas industriales definidas en el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIV)	80
Tabla 3: Concentraciones promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ día) de contaminantes encontrados en distintas localidades de la región de Valparaíso durante 1989.	110
Tabla 4: Concentración de Arsénico en orina y pelo en Puchuncaví	113
Tabla 5: Efectos de la lluvia ácida en Campiche, La Greda, Horcón y Chocota.	120
Tabla 6: Normas primarias de calidad para SO_2 y MP_{10} contenidas en el D.S. 185/91	123
Tabla 7: Clasificación de zonas según calidad ambiental según D.S. 185/91	123
Tabla 8: Inversiones realizadas por AES GENER S.A. para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación.	126
Tabla 9: Proyectos vinculados al sector portuario presentados en el SEIA entre el 2000 y 2013 para ser desarrollados en las comunas de Quintero y/o Puchuncaví.	140
Tabla 10: Proyectos de ductos para el transporte de combustibles, presentados en el SEIA entre el 1998 y 2013 para ser desarrollados en las comunas de Quintero y/o Puchuncaví.....	143

Tabla 11: Principales emisiones de gases a la atmósfera autorizadas mediante RCA para las centrales termoeléctricas aprobadas en el territorio de Quintero-Puchuncaví.....	153
Tabla 12: Normas Primarias de calidad del aire.	154
Tabla 13: Límites de emisión para fuentes existentes	156
Tabla 14: Límites de emisión para fuentes nuevas (mg/Nm ³).....	156
Tabla 15: Síntesis del desarrollo de la industria de generación termoeléctrica...	174

ÍNDICE DE LAMINAS

Lámina 1: Distribución espacial de las plantas de generación eléctrica	65
Lámina 2: Configuración geográfica del sistema de generación y transmisión de energía eléctrica	87

1 RESUMEN

El objetivo de la presente tesis, es el de analizar cómo el deterioro del medioambiente en el territorio de Quintero- Puchuncaví ha sido históricamente regularizado a fin de evitar o superar crisis de acumulación derivadas de las contradicciones ecológicas en la cadena productiva de la energía termoeléctrica allí generada.

Para ello se construyó una historia ambiental que considera una revisión del proceso de instalación de capital fijo para la generación de electricidad, de los efectos ambientales de su crecimiento, y de la normativa ambiental y energética relacionada con esta actividad, además de otras adecuaciones administrativas con repercusiones directas sobre el territorio estudiado.

Se reconoce que la definición del área como zona saturada ambientalmente, constituye un cambio en las significancias del territorio que lejos de limitar el crecimiento de la industria de generación termoeléctrica en Ventanas, desencadena una serie de transformaciones que consolidan la actividad industrial en la zona.

2 INTRODUCCIÓN

2.1 Planteamiento del problema

El rápido crecimiento macroeconómico chileno de los últimos 30 años, ha estado sustentado principalmente en el “boom minero” surgido a partir de las reformas neoliberales impuestas por la dictadura militar a través del Estatuto de Inversión Extranjera (1974), la Nueva Ley de Concesiones Mineras (1982) y código de Minería (1983) (Folchi, 2003). Este proceso ha sido también, el principal motor de un aumento sostenido en el consumo energético, lo que ha redundado en los últimos 20 años, en un importante incremento en el ingreso de iniciativas destinadas a aumentar la potencia instalada de los dos principales sistemas eléctricos interconectados del país, el Sistema Interconectado Norte Grande (SING) y el Sistema Interconectado Central (SIC).

La geografía de este aumento en la potencia instalada, muestra una concentración de la industria de generación eléctrica en regiones específicas como son la II, III, V, VIII y XI, y se ha diferenciado territorialmente, privilegiando las opciones térmica en el norte, e hidroeléctrica en el sur, además de desarrollarse una matriz mixta en la zona centro, con generadoras térmicas, hídricas y renovables no convencionales (fig. 1).

Por su parte, la evolución histórica reciente de la matriz energética chilena muestra una primera etapa de crecimiento, desde 1997 a 2004, que estuvo

marcada por el ingreso de gas natural de origen argentino a dicha matriz energética, con numerosas iniciativas termoeléctricas en base a este combustible, que decayeron en importancia relativa frente a la hidroelectricidad y el diesel, a partir de 2004, año en que comienza una crisis de abastecimiento del gas trasandino. Los lineamientos de la nueva política energética surgida tras la crisis, consolidan un discurso respecto de la necesidad de generar energía a bajo costo, con lo que comienza una segunda etapa que se caracteriza por un aumento explosivo de proyectos de generación eléctrica de gran potencia en base principalmente a carbón (CNE, 2008, Bórquez 2011. Fig. 2).

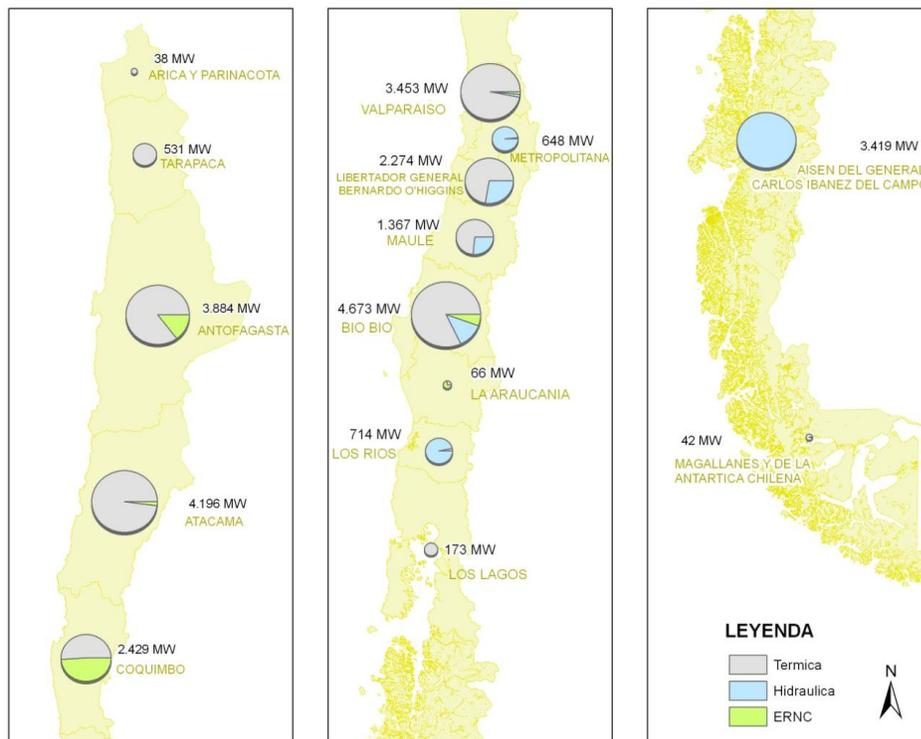


Figura 1: Distribución por región de los proyectos eléctricos ingresados al SEIA entre 01/01/2000 y 20/08/2010 según tipo de fuente. Elaboración propia a partir de datos de Borquez (2011).

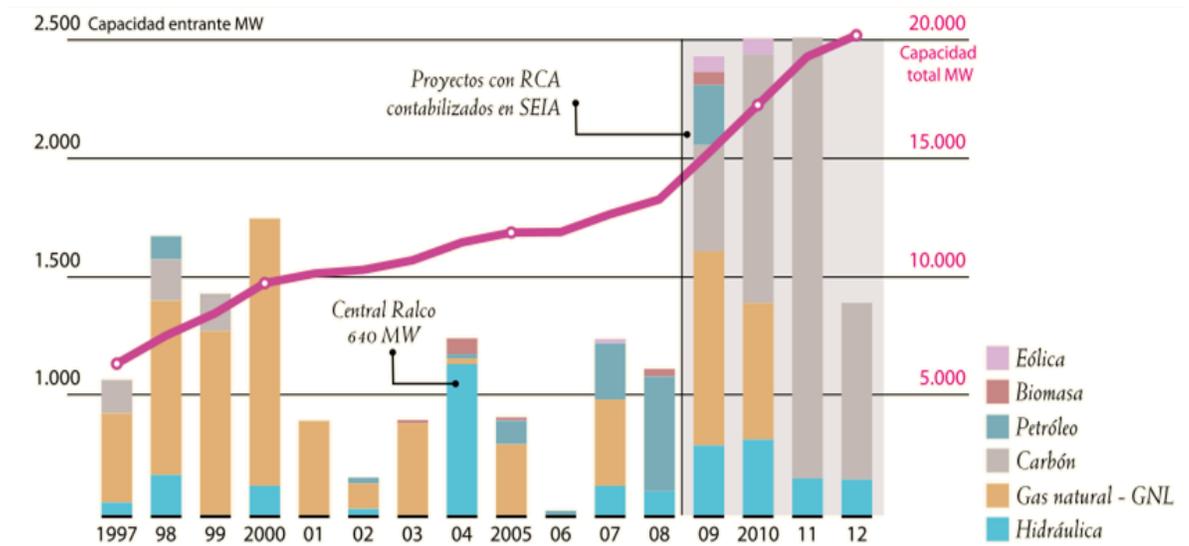


Figura 2: Evolución y proyección del crecimiento en la capacidad instalada en el SING y el SIC considerando proyectos aprobados por el SEIA al año 2008. (Fuente CNE (2008).

La forma en la que se imponen las decisiones respecto del desarrollo de grandes proyectos de generación energética, que se instalan en territorios ajenos al crecimiento de los centros de consumo y acumulación del capital, ha dado origen en los últimos años, a una serie de conflictos sociales en los que las comunidades locales han opuesto resistencia a estas iniciativas, por considerar que sus efectos constituyen un perjuicio para la salud de las personas y para las dinámicas sociales, económicas y ecológicas tradicionales de estos territorios.

Un caso interesante para analizar la tensión entre el crecimiento de la industria energética y los cambios ambientales que ésta genera en una escala local, es el que se da en el borde costero de la bahía de Quintero, en la costa de la

región de Valparaíso, donde se concentra parte importante de las nuevas inversiones en materia de generación de energía termoeléctrica de Chile central , aprobadas ambientalmente entre el 2005 y el 2013 (datos del SEIA) y destinadas en gran medida a la producción cuprífera de las divisiones Andina y Ventanas de CODELCO, junto con el abastecimiento eléctrico de la zona más densamente poblada del país. Junto con ello, se concentran aquí numerosos terminales de descarga de combustibles, además de fases críticas del proceso metabólico de la producción del cobre (figura 3)

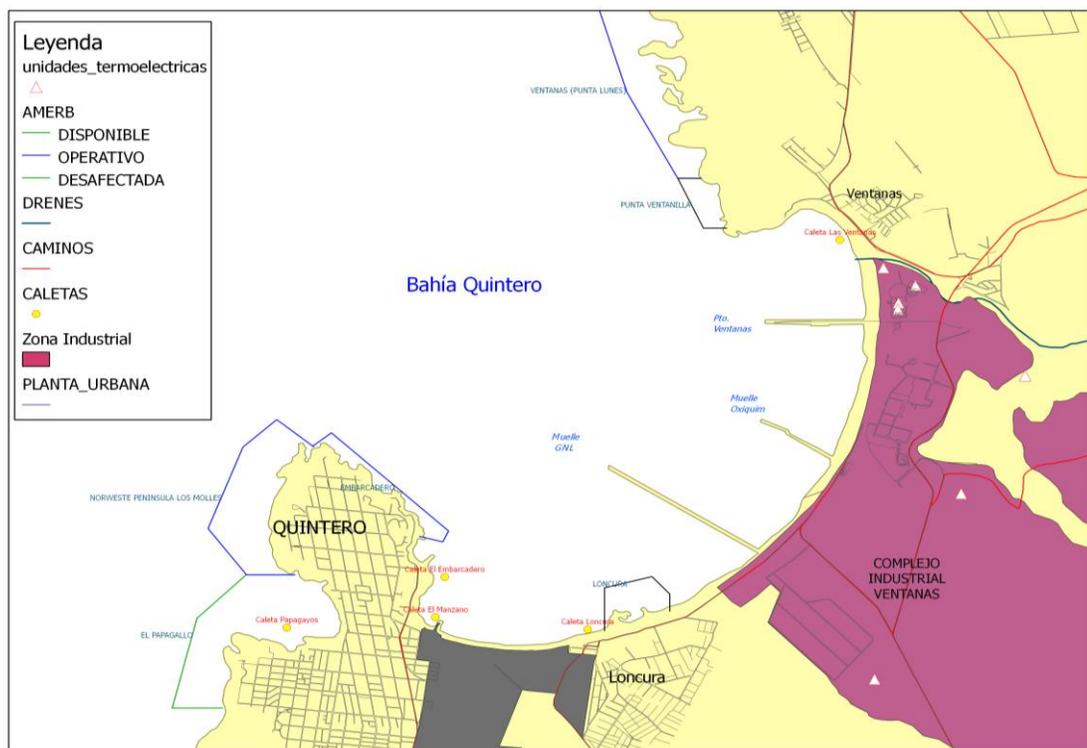


Figura 3: Zona industrial Quintero Puchuncaví con las principales industrias que ocupan este litoral. Elaboración propia

El fuerte proceso de industrialización que ha sufrido el litoral de bahía Quintero, a partir de la inauguración del Complejo Industrial de Ventanas (1964), ha generado un importante deterioro en la calidad ambiental de este territorio costero, lo que propició un primer reconocimiento oficial por parte del Estado chileno de su condición de zona contaminada en 1992, con la implementación del Plan de Descontaminación de Ventanas¹. Este decreto estableció un cronograma de reducción de emisiones para las empresas CHILGENER S.A. y ENAMI, decretando la obligación de cumplir con normas de calidad del aire, además de instaurarse una red de monitoreo que registró niveles por sobre la norma de calidad establecida, por lo que en 1993 se establece la zona como *Saturada Ambientalmente por MP₁₀ y SO₂*.

¹ D.S. 252 del Ministerio de Minería, 1992.

2.2 Pregunta de investigación

Ante la situación paradójica, en que el estado chileno reconoce la saturación ambiental de las comunas de Quintero y Puchuncaví a partir de los años noventa, y sin embargo no frena el desarrollo de nuevas inversiones contaminantes; la tesis propuesta busca analizar de qué manera el Estado ha facilitado durante los últimos 20 años, la mantención los procesos productivos y de acumulación de la industrias contaminantes en el territorio costero de Quintero- Puchuncaví

2.3 Posición epistemológica

Para responder esta pregunta, en el trabajo propuesto se busca explorar la tensión entre el crecimiento sostenido de la producción de *commodities como la energía y el cobre*, y el deterioro del medio ambiente. Para ello, dentro de mi Marco Teórico establezco un diálogo entre la Economía Ecológica, que conceptualiza la economía como un proceso biofísico, tomando en cuenta sus aspectos materiales y energéticos (Krausmann & Haberl, 2002; Schandl *et al.*, 2002; Fischer- Kowalski & Haberl, 2000; Martinez- Alier, 1987), y la Geografía del Capitalismo, que analiza los procesos y patrones espaciales que caracterizan a las sociedades capitalistas, y los cambios que se producen en estos producto del capitalismo (Smith, 1984; Harvey, 1982)

A través de esta investigación se intenta demostrar que el desarrollo desigual, entendido como una expresión geográfica y sistemática de las contradicciones inherentes al capital, es un componente estructural del modo de producción energético en Chile. Para esto planteo analizar desde una perspectiva histórico-ambiental, cómo el crecimiento de la industria de generación termoeléctrica en la costa de Bahía Quintero, se ve sometido a las contradicciones *ecológicas* del capitalismo, y cómo estas contradicciones son reguladas socialmente en el transcurso del tiempo, y con un enfoque *espacio-específico*.

La tesis que se presenta a continuación consta de cuatro partes principales: un marco teórico, un marco metodológico, una serie de capítulos que dan cuenta de los resultados de la investigación y una parte final en que se discute este trabajo a la luz de las herramientas conceptuales adquiridas durante su desarrollo.

En primer término, el marco teórico busca relacionar aspectos materiales de la interacción entre el sistema productivo y el sistema ecológico; con aspectos vinculados a dimensiones humanas como la moral, los acuerdos sociales y las instituciones creadas para regular esta interacción. Posteriormente se desarrolla una propuesta metodológica que a través de la construcción de una historia ambiental que permite integrar, los antecedentes recopilados en torno a las distintas dimensiones analíticas que se identifican a partir de las aproximaciones descritas en el marco teórico.

La sección de resultados se estructura de la siguiente forma. Una primera parte en la que se describe el crecimiento de la industria de generación eléctrica en Chile desde sus orígenes hasta el surgimiento de la normativa ambiental.

Una segunda parte en la que se analiza la interacción metabólica del sistema de generación termoeléctrica y sus posibles limitantes ecológicas, para en una sección posterior analizar en qué medida estas limitantes constituyen contradicciones ecológicas al capitalismo.

En la parte final de los resultados, se indaga en torno a cuáles han sido las respuestas normativas frente a distintas expresiones territoriales de las contradicciones ecológicas descritas. Una última sección del cuerpo de resultados caracteriza la etapa reciente de crecimiento del sector termoeléctrico específicamente en Ventanas y su correlato en cuanto al aumento en los flujos y las adecuaciones institucionales que influyen en las decisiones de inversión del capital.

El trabajo finaliza con una sección en la que se discuten los resultados expuestos en función de las aproximaciones teóricas y metodológicas desarrolladas en la presente tesis, sellando este esfuerzo con una síntesis del período analizado, a la luz de conceptos como el *régimen de acumulación*, y los *modos de regulación*.

En este sentido, el trabajo que se presenta a continuación resulta valioso en el sentido de revisar un procedimiento metodológico basado en la construcción de una historia ambiental que permite vincular aspectos físicos de la evolución histórica en el flujo de materiales, con aspectos sociales que tienen que ver con la regulación del sistema capitalista. Es decir, la tesis desarrolla una idea de *materialismo histórico* enmarcada dentro de un campo analítico que integra conceptos como el metabolismo, las contradicciones del capitalismo y la regulación social.

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Producción de la naturaleza y desarrollo desigual.

De manera análoga a la concepción biológica del metabolismo, como una serie de procesos a través de los cuales los organismos mantienen un intercambio continuo de materia y energía con su medio ambiente, diversos autores han utilizado el concepto de *metabolismo socioeconómico* para describir los procesos de intercambio físico a través de los cuales las sociedades transforman los elementos naturales (materias primas) en productos manufacturados o servicios, a la vez que generan desechos y flujos de energía (Fischer- Kowalski & Haberl, 2000; Haberl *et al.*, 2004).

El concepto de metabolismo socioeconómico, puede trazarse a partir de la idea de Marx respecto de la *interacción metabólica entre el hombre y la naturaleza* (Smith, 1984), que plantea que el hombre se vincula a la naturaleza a través del trabajo, proceso mediante el cual incorpora sus fuerzas esenciales a los objetos naturales, a la vez que los elementos naturales adquieren una nueva cualidad social como valores de uso.

Para satisfacer sus necesidades y deseos, la sociedad busca la dominación de la naturaleza a través de la producción de *commodities*, proceso mediante el que incorpora la naturaleza material al sistema de producción socioeconómica. En la economía ecológica, esta idea es descrita por el concepto de *colonización*

de la naturaleza, entendida como la transformación planeada y sostenida de los procesos naturales a través de intervenciones sociales organizadas, con el propósito de aumentar su utilidad para la sociedad (Haberl *et al.*, 2004; Fischer-Kowalski & Haberl, 2000). La transformación de la naturaleza constituye de esta forma, su propia producción por medio de la fuerza productiva de la sociedad, la que a su vez también es reproducida dentro del contexto de relaciones sociales de producción determinadas histórica y políticamente.

Desde el surgimiento de las sociedades modernas, la estructura de las relaciones sociales de producción, se encuentra ligada en gran medida a la distribución de la riqueza, como medio para satisfacer necesidades y deseos, como capital para la producción de nuevos bienes, y como símbolo de *estatus*, y por consiguiente de poder. Al menos desde los inicios de la era de la economía clásica (Smith, 1794), el origen de esta riqueza radica en el trabajo, relegando a la *naturaleza* al papel de *objeto* sobre el cual este trabajo es ejercido en el proceso de producción de la riqueza. Esta concepción, sitúa al trabajador como *sujeto* dentro de la relación productiva sociedad- naturaleza, en tanto *objeto* de la relación social de producción. Dentro de esta última relación (social), quien posee la riqueza, dispone entonces de las materias primas naturales, y de quienes las trabajan; y por lo tanto es quien organiza y define el destino de la producción, de acuerdo a las posibilidades que ofrezca la

interacción metabólica entre las fuerzas naturales de sus trabajadores y los elementos de la naturaleza material de los que se haya apropiado.

De esta manera, la evolución de las ideas de la economía clásica (Malthus, 1793, *fide* Robbins, 2004; Smith, 1794) deriva en una concepción de la tierra y de lo natural, como un límite a la producción y por ende, como un obstáculo a la acumulación de la riqueza. Este obstáculo vendría a ser subsanado por el empleo de la tecnología, como una respuesta racional a las limitaciones naturales de las capacidades de la tierra y del esfuerzo exigible a quienes la trabajan.

Tanto la tecnificación, como la reorganización de las labores productivas, (que deriva en lo que A. Smith y K. Marx describen como *división del trabajo*), permiten generar excedentes de la producción que se acumulan como riqueza. Según los preceptos de la economía clásica esta sobreproducción redundaría en la opulencia de las sociedades bien ordenadas, en donde esta opulencia se extendería incluso a las clases inferiores (Smith, 1794).

La intrínseca división de clases que este esquema presupone, da origen a la venta de la fuerza de trabajo por parte de las clases trabajadoras, y constituye la base de las relaciones sociales de producción del sistema capitalista. Dentro de este esquema, los excedentes resultantes del aumento en la producción no se distribuyen de manera equitativa dentro de la sociedad, ni tampoco lo hacen entre las distintas sociedades, sino que más bien, son usados en la expansión

del propio sistema productivo de acuerdo a procesos y patrones espaciales geográficamente desiguales (Smith, 1984). El *Desarrollo Desigual* constituye de esta forma un componente estructural del modo de producción capitalista, y no forma parte de una *falla* que el sistema pretenda corregir.

El imperativo del crecimiento permanente, propio del sistema capitalista, choca con la realidad de que este crecimiento toma forma dentro de condiciones ambientales e históricas particulares, entre las que se encuentra la disponibilidad de los recursos naturales necesarios para la expansión del sistema.

Estas limitantes redundarían en el surgimiento de patrones de desarrollo desigual, que se encontrarían determinados por el desequilibrio en la distribución geográfica de los recursos naturales, pero que podrían ser subsanados por la moderna capacidad de movilización del producto de la tierra.

Sin embargo esta capacidad de transporte, no corrige la inequidad de la distribución geográfica de los recursos, ya que la producción de la naturaleza debe ser dissociada de su lugar de origen en base a una combinación entre el desarrollo del transporte moderno y la regulación del intercambio entre los distintos estados.

Para Polanyi (1944), la prevalencia del *libre comercio* como medio de *regulación* del intercambio internacional permitió, hacia mediados del siglo XIX, mundializar la división entre el trabajo industrial y el agrícola, debido a la

posibilidad de producir alimento para las crecientes ciudades industriales, en lugares cada vez más lejanos a ellas. La disociación entre la producción y la tierra permite la especialización productiva de los territorios, y los subsecuentes polos de desarrollo y subdesarrollo que se erigen como la manifestación más patente del desarrollo desigual.

3.2 Producción capitalista del espacio

Producto de que la acumulación está avocada a ser geográficamente expansiva, precisa de una permanente disminución en los costos de transporte y comunicación. La necesidad de minimizar los costos de circulación, promueve la aglomeración de la producción en unos cuantos centros urbanos y en unos cuantos grupos económicos (Harvey, 2007).

En este mismo sentido, Marx plantea que el desarrollo de los medios de transporte tiende “hacia la dirección del mercado existente, es decir, hacia los grandes centros de producción y población, hacia los puertos de exportación, etc. (...). Estas instalaciones de tráfico especialmente grandes y la aceleración resultante de la rotación del capital (...) dan lugar a una concentración más rápida de los medios de producción y de los mercados (MARX, 1967 vol 2 p250, *vide* Harvey, 2007).

Es esta concentración de medios y procesos productivos, y la generación de los *acuerdos* sociales necesarios para permitir y propiciar la aglomeración, lo que se conoce como *producción del espacio*.

La expansión geográfica de la acumulación plantea entonces una serie de contradicciones, entre las que se considera el hecho de que la concentración de la producción genera la expansión de los centros urbano- industriales que acogen las instalaciones productivas. Estas instalaciones a la vez fijan capital, en forma de fábricas y medios de transporte, transformando el modo de producción en un paisaje cada vez menos flexible.

En el caso de los países *no desarrollados* la producción de los espacios destinados a la producción de bienes y servicios integrados a los mercados globales, responde a la función productiva impuesta por las economías demandantes de materias primas, y por las condiciones *naturales* que se produzcan en sus territorios. De esta forma la mercantilización selectiva de la naturaleza en estos territorios opera en el sentido de aprovechar sus *ventajas comparativas*, es decir, crear las condiciones apropiadas para la explotación de aquellos recursos que se encuentran más disponibles en sus territorios, y que las negociaciones entre los estados-economías determinen como sus *funciones territoriales* (Leff, 2006; Held & M^c Grew, 2010).

En el caso del territorio administrado por el estado chileno, el principal objetivo de mercantilización es la producción minera del cobre, la que considera no sólo

la explotación de los yacimientos del mineral, sino que también la articulación de un sistema productivo en torno a su extracción, transformación y exportación. Esto incluye entre otros aspectos la generación de energía necesaria para las faenas extractivas y de transformación de materias primas, fundiciones, refinerías, vías de transporte, además de puertos de salida para los productos finales e intermedios (Folchi 2003).

En base a la aglomeración de dichos procesos y la conectividad desarrollada para permitirlos, la bahía de Quintero se ha configurado en el territorio chileno como un nodo estratégico enfocado en la producción y exportación de productos cupríferos, además de la generación energética necesaria para la actividad minera y para el crecimiento de los centros de acumulación de capital en la zona central del país.

Diversos estudios han trabajado un enfoque en base al cual esta especialización productiva de Quintero puede ser comprendida como una consecuencia histórica de una serie de decisiones políticas asumidas en distintas etapas del desarrollo macroeconómico de Chile (Sabatini *et al.*, 1995; Folchi, 2006; Bravo, 2005), incorporando dentro de su análisis el deterioro del medio ambiente como resultado de un modelo de explotación y producción minera intensiva (Folchi, 2005). Sin embargo, existen escasos antecedentes de cómo el desarrollo específicamente de la industria de generación eléctrica se establece como un motor de esta especificidad territorial, y produce también

consecuencias en las condiciones ambientales en las que se desarrollan los procesos productivos.

El presente estudio busca aportar en la comprensión del proceso de producción del espacio industrial en la bahía de Quintero desde una perspectiva que permita relacionar la evolución de la política económica y del modelo de desarrollo energético chileno, con las consecuencias territoriales (ambientales, socio- económicas y normativas) de esta industria. Se considera que estas consecuencias pueden obedecer a contradicciones ecológicas y que pueden a su vez constituirse en obstáculos a la acumulación capitalista

3.3 Contradicciones ecológicas y obstáculos a la acumulación capitalista

La concentración de la producción generada para el aumento de la acumulación mediante la disminución de costos en transporte y comunicación, produce también una agregación de procesos metabólicos de producción, cada uno de los cuales demanda sus propios insumos y genera sus respectivos desechos, consumiendo condiciones ambientales previas al proceso de acumulación. Esta dinámica llevada a la escala actual de crecimiento del sistema de producción, ha generado un deterioro ecológico sin precedentes en los territorios donde se concentra la actividad industrial.

A partir de la idea de contradicción entre el imperativo capitalista de aumentar la producción de *commodities*, y el imperativo social de conservar condiciones ambientales adecuadas para la reproducción de la propia sociedad, se desarrollan corrientes teóricas que visualizan el deterioro de las condiciones medioambientales como una limitante a la expansión del sistema de producción. Estas limitaciones pueden contribuir al surgimiento de crisis al interior del sistema productivo, derivadas de los mayores costos que supone la alteración de los procesos ecológicos que permiten la producción a partir de la naturaleza.

O'Connor (1998), plantea una teoría *ecológica marxista*, basada la teoría marxista tradicional según la cual, la contradicción entre las fuerzas y las relaciones de producción provocan crisis de realización por sobreproducción por falta poder adquisitivo en la fuerza de trabajo, e inducen a una reestructuración de las fuerzas y las relaciones sociales de producción hacia formas socialmente más transparentes y potencialmente socialistas. Según el autor, paralelo a este proceso ocurre también una contradicción entre *las fuerzas y las relaciones de producción* por un lado, y *las condiciones de producción*² por el otro, en que las primeras destruyen a las segundas en lugar de reproducirlas. A partir de de esta

² En este sentido se reconocen tres clases de condiciones de producción (Marx fide O'Connor, 1991): Condiciones Físicas Externas, que consideran todos los elementos naturales que son incorporados al capital constante y variable; Condiciones Personales, que corresponden al bienestar físico y mental de los trabajadores; y *Condiciones Generales o Comunes*, entendidas como el capital social, la infraestructura y medios de comunicación.

destrucción de las condiciones de producción, es que se da pie a una crisis de subproducción, por los mayores costos que supone para el capital la producción a partir de un ambiente con menor disponibilidad (y calidad) de recursos, o bien, por la necesidad de compensar el daño ambiental, para lo que resulta primordial la existencia de movimientos sociales que se constituyan en los agentes del cambio, a través de la resistencia a formas particulares que asumen las condiciones capitalistas de producción.

En este caso, el capital requiere de la reestructuración de las condiciones de producción, lo que necesariamente demanda la intervención del estado en términos de mediar la relación entre el capital y la naturaleza. Esta mediación depende en gran medida de la relación entre el peso político del capital, el Estado y los agentes sociales del cambio, y determina la forma en que el capital se limita a sí mismo mediante la destrucción de sus condiciones de producción y cómo es limitado *desde afuera* por la regulación social.

Mientras O'Connor se enfoca en la contradicción entre las fuerzas y las relaciones de producción con respecto a las condiciones de producción, Altvater avanza en el análisis de la contradicción entre el valor de uso y el valor, para interpretar los procesos que dan origen a las crisis ecológicas en el sistema capitalista.

Según Altvater (1990) la producción y el consumo como aspectos materiales y energéticos, son partes integrales de las condiciones de producción de la

naturaleza, transformando materia que luego, está menos disponible que antes para todas las formas de vida. Esto genera ciclos reproductivos regresivos que limitan la producción de excedentes, y que sólo pueden ser detenidos con mayores aportes de materia y energía, lo que hace que estos procesos resulten cada vez menos rentables. Entonces ¿cómo pueden producirse excedentes a partir de una naturaleza en la que la transformación de la materia y la energía permanecen constantes? Altvater plantea que esto sólo ocurre dentro del campo analítico de la teoría del valor.

Según el autor, la interacción entre los ciclos ecológicos y económicos revela su incompatibilidad en el sentido en que el proceso de reproducción económica no sólo modifica materia, sino que también valoriza capital a través del trabajo alienado. Esto porque, de acuerdo al análisis marxista, el proceso de producción tiene un carácter dual, como proceso de trabajo y como proceso de valoración. En el proceso de trabajo, la fuerza de trabajo transfiere al producto, a través de sus actividades, el valor del capital contenido en los medios de producción. De esta forma el valor del producto generado no es tanto mayor al valor de los medios de producción. En el proceso de valoración los trabajadores añaden más trabajo que el que les resulta necesario para reproducir su propia fuerza laboral, por lo tanto la utilidad del capital es extraída a partir de la fuerza de trabajo mediante jornadas laborales más largas que las necesarias para la reproducción del propio trabajador.

El proceso de valoración da origen a la contradicción entre el valor de uso y el valor, en el sentido que el valor de uso tiene un límite cualitativo en las necesidades humanas, mientras el valor es medido cuantitativamente, por lo tanto tiende a la expansión permanente a través de la intensificación en la explotación de la fuerza de trabajo y la incorporación de tecnologías que permiten externalizar estas fuerzas sociales de producción.

Al respecto, el mismo Altvater (2006) plantea que las energías producidas a partir de combustibles fósiles son cruciales para los procesos de acumulación capitalista, ya que permiten una producción continua, sin resguardo de las variaciones de intensidad tanto horarias como estacionales a las que se ve sujeta la energía solar. Esta productividad tampoco se ve limitada por las capacidades fisiológicas de la fuerza de trabajo, lo que reduce drásticamente el tiempo necesario para producir un producto. Otro aspecto importante de los fósiles es que permiten la transformación espacial de modelos precapitalistas, a formas capitalistas de producción, producto de que su capacidad de transporte no limita los procesos industriales a la disponibilidad de fuentes energéticas locales.

Estas características permitieron a fines del siglo XIX y a principios del siglo XX, incrementar la productividad del trabajo de una manera sin precedentes, permitiendo luego, el surgimiento de un nuevo modelo en el proceso productivo, el *Fordismo*, que permitió desarrollar líneas de producción semi-automatizadas

en base al uso generalizado de la electricidad y de poderosos motores en la industria (Aglietta, 1979). En el mismo sentido Huber (2013) plantea que el masivo aumento de la productividad, y el surgimiento de una “economía de alta energía” (Nye, 1998 *fide* Huber 2013) fueron construidos en base a dos pilares fundamentales: un sector industrial electrificado y un transporte movilizad por motores de combustión interna.

La nueva economía basada en el uso intensivo de la energía ha derivado en la actualidad en una industria de producción masiva en la que la fuerza laboral ha sido reemplazada en gran medida por tecnologías altamente demandantes de electricidad y petróleo. Sumado a esto es notable el crecimiento en la demanda de productos tecnológicos, que han establecido nuevos patrones de consumo a nivel mundial, tanto de estos bienes como de las energías necesarias para su funcionamiento.

El permanente crecimiento de la actividad industrial, se ve reflejado a nivel local en la inversión de valor en la naturaleza, destinada al control de las fuerzas naturales en favor de la acumulación. Esta inversión de valor toma la forma de capital fijo, lo que genera una contradicción en la que a medida que la industria crece, disminuye la disponibilidad de espacio para este crecimiento.

La inversión de valor, da origen también a un proceso dual de valoración y transformación, que es bien tolerado por el sistema de recursos naturales. Sin embargo, existen límites tras los cuales esta transformación de la naturaleza la

convierte en “destruktiva” (Altvater 1990), evidenciando otra contradicción que se manifiesta en que los costos de su explotación son mayores a las utilidades obtenidas de ella (Bridge, 2000).

Puesto que la sensibilidad a los problemas ambientales está modelada socialmente, y que éstos adquieren significancia sólo cuando afectan al hombre, las crisis ecológicas sólo se visibilizan a través del surgimiento de movimientos de resistencia al deterioro del medioambiente, o de exigencias gubernamentales que implican inversiones por parte de los empresarios industriales; por lo que pueden derivar en límites a la acumulación capitalista, e incluso transformarse en crisis económicas.

3.4 Metabolismo socioeconómico y la generación termoeléctrica en base al carbón.

3.4.1 Análisis metabólico de la insustentabilidad

La economía clásica considera el estudio de los mercados como sistemas cerrados en los que las empresas venden bienes y servicios, con lo que remuneran los factores de producción. Uno de los principales aportes de la *economía ecológica* radica en el hecho de que considera a la tierra como un sistema abierto a la entrada de energía solar. De esta manera, reconoce que la economía requiere de entradas de energía y materiales provenientes de la naturaleza y que genera dos tipos de residuos: calor disipado que no puede

volver a utilizarse, y residuos materiales que necesitan ser trabajados para reutilizarse parcialmente (Martínez-Alier y Roca, 2001)

Esta situación supone la existencia de límites biofísicos al crecimiento de la economía que están determinados por la incompatibilidad entre las leyes de la termodinámica y la lógica expansiva del sistema económico (Altvater 1993). En este sentido, el permanente crecimiento de la dinámica capitalista es cuantitativamente contradictorio con el principio termodinámico según el que la cantidad de materia y energía no varía, sino que lo hace su forma y calidad.

Las dinámicas expansivas de la economía también aceleran la tendencia al desorden de los sistemas naturales (*entropía*), principalmente a través de las emisiones de residuos y de energía disipada a partir de procesos metabólicos de producción.

Un análisis de las relaciones sociedad- naturaleza a través de un enfoque desde el metabolismo socioeconómico, permite entonces abordar problemas relacionados con *la insustentabilidad* en el uso de los *insumos* necesarios para la producción, con los *stocks* socioeconómicos y con las *salidas* del sistema (Haberl *et al.*, 2004).

Los problemas de sustentabilidad asociados a los *insumos* materiales o energéticos, tienen que ver en primer término con el hecho de que sean *extraídos desde el sistema*, o sean *importados* de otro sistema. Esto nos permitirá ubicar el deterioro del medio ambiente producto del proceso de

extracción de los insumos, dentro o fuera del sistema analizado. Otro aspecto relevante con respecto a los insumos, se relaciona con si éstos son *recursos renovables* o *no renovables*. En general los recursos no renovables son en sí mismos insustentables, producto de la incapacidad que el sistema natural tiene de reproducirlos. Debido a esto, los criterios de sustentabilidad en la extracción de *no renovables* como los combustibles fósiles o los minerales cupríferos, son más bien sociales y económicos y tienen que ver con la capacidad de la sociedad para enfrentar la escasez de recursos. En el caso de los *renovables*, los criterios de sustentabilidad tienen que ver con las tasas de renovación de los recursos.

Los problemas de *insustentabilidad* de los stocks socioeconómicos se relacionan en primer lugar, con que estos *stocks* corresponden a edificios e infraestructura de transporte, que disminuyen la disponibilidad de espacio para la productividad primaria del sistema, y en segundo lugar, con el hecho de que la mantención de esta infraestructura requiere de un flujo propio de recursos.

Por su parte, el principal problema relacionado con las *salidas del sistema*, se relaciona con la generación de residuos, en forma de emisiones, disposición de desechos y/o de descargas deliberadas.

Un criterio general de sustentabilidad podría derivarse de este enfoque, si consideramos que el incremento en cualquiera de estos flujos implica una mayor *in-sustentabilidad* en el sistema económico analizado, ya que aumenta

tanto la transformación de materia y energía como la entropía del sistema (Martinez- Alier, 2006).

Como se planteó en un comienzo, el concepto de metabolismo ha sido aplicado a los procesos de intercambio físico a través de los cuales las sociedades transforman los elementos naturales en productos manufacturados o servicios, a la vez que generan desechos y flujos de energía (Fischer- Kowalski & Haberl, 2000; Haberl *et al.*, 2004). Desde esta perspectiva, la generación de energía a partir de plantas termoeléctricas puede ser analizada como la transformación de la energía calórica contenida en un combustible fósil, en energía eléctrica, mediante un proceso en el cual también se generan desechos que son eliminados hacia el entorno principalmente en forma de emisiones gaseosas, energía calórica y cenizas.

Si adoptamos un punto de vista *ecológico* de la economía, viendo la economía como un sistema abierto a la entrada de energía y materiales y a la salida de residuos, entonces podemos clasificar los conflictos ecológicos según los distintos puntos de las *cadena productivas*³ en los que suceden. Estos conflictos pueden ocurrir en los lugares de extracción de materiales y energía, o en la manufactura y el transporte, o finalmente en la disposición de los residuos. El análisis de las *cadena productivas*, considera el estudio de las etapas que

3 Commodity chains

sigue un producto, como por ejemplo el cobre, desde la extracción hasta que se convierte en chatarra reciclada o no. Este análisis toma en cuenta las actividades relacionadas con un producto (adquisición de materiales para su manufactura, la manufactura, el uso, su reciclaje o disposición final), considerando los impactos ambientales de cada etapa (Martinez- Alier, 2006).

Al estudiar la regulación social de los impactos ambientales de la industria cuprífera en EE.UU, Bridge (2000) resume los problemas relacionados con el metabolismo de esta industria, planteando que desde un punto de vista capitalista, la *naturaleza* no sólo puede cumplir una función proveedora de insumos, sino que también puede actuar como receptora de los desechos metabólicos de los procesos productivos. Esto implica que su explotación excesiva puede deteriorar de ambas maneras las condiciones ambientales en las que se basa la creación de *commodities*, y generar una tendencia a la crisis.

En su trabajo, Bridge traza las contradicciones ecológicas dentro del metabolismo de la producción de un *commodity* como el cobre, describiendo cómo el medio natural es incorporado en su proceso productivo. Para ello divide este proceso en 5 etapas (exploración, extracción, concentración, fundición y refinado), e identifica en qué etapas de este proceso se sitúan las contradicciones ecológicas.

En primer término el autor reconoce que la minería consume activamente los depósitos minerales por lo que las firmas buscan adquirir nuevos depósitos,

generando oposición socio- política, en circunstancias en que el acceso a depósitos minerales es una precondition para el crecimiento de la industria. Otro aspecto importante, es el hecho de que las empresas eligen vetas de mayor ley, lo que implica que el agotamiento de de las vetas de mayor ley conlleva un mayor costo de producción. Por último, Bridge pone el acento en la resistencia de los sectores *no mineros* frente a la disposición de residuos en bienes de uso público.

A fin de examinar cómo son reguladas las contradicciones ecológicas de la producción de *commodities* mineros, el autor desarrolla una metodología basada en el análisis de las instituciones y acuerdos sociales que surgen a fin de controlar la tendencia a la crisis que estas contradicciones representan. De esta manera describe como las instituciones existentes hacia la década de 1980 se vuelven obsoletas para mantener la rentabilidad del sistema de producción cuprífera de oeste estadounidense.

3.5 Regulación social de las contradicciones y de los límites ecológicos

La preocupación central del enfoque *regulacionista* es entender cómo el capitalismo persiste a pesar de sus contradicciones. Para dar respuesta a esta interrogante se plantea que la continuidad de la acumulación depende de una serie de apoyos sociales, culturales y políticos que se dan en el contexto de la

acumulación. Estos apoyos toman la forma de *compromisos institucionales*, que son necesarios para mantener la estabilidad en el sistema de acumulación, pero que en ningún caso constituyen una necesidad estructural del sistema de acumulación, sino que más bien surgen como alternativas frente a las crisis y a la lucha social (Huber, 2013).

Con el fin de argumentar en este sentido, los trabajos que adscriben a la regularización como aproximación teórica al estudio del capitalismo, desarrollan tres niveles de análisis (Boyer & Salliard, 2002).

- El primero y más abstracto aborda los modos de producción y su conexión entre sí.
- En un segundo nivel de análisis, se estudian los patrones sociales y económicos que permiten la acumulación en el largo plazo, es decir, entre dos crisis estructurales. La síntesis de estos patrones se conoce como *régimen de acumulación*,
- El tercer nivel de análisis corresponde a las configuraciones sociales específicas para un tiempo y/o localidad dados, y que se conocen como *Modos de regulación*

Cada *régimen de acumulación* representa un patrón de evolución económica que dentro de un tiempo limitado es relativamente estable. Esta estabilidad está dada por una serie de regularidades, como son el patrón de organización productiva, que define el trabajo y los medios de producción; el horizonte de

tiempo para la formación de capital fijo; la distribución de los ingresos entre sueldos, impuestos y ganancias; el volumen y la composición de la demanda efectiva y la conexión entre los modos de producción capitalista y no capitalista. Estas regularidades, que definen el patrón de crecimiento económico de un régimen de acumulación, son vistas como las estructuras institucionales que gobiernan la relación siempre jerárquica entre el capital y la clase trabajadora.

Cada modo de regulación está constituido por una red de instituciones desarrollada históricamente, la que reproduce las relaciones capitalistas de propiedad y compatibiliza las decisiones, potencialmente contradictorias y conflictivas, de las unidades individuales de la economía. En general puede considerarse que los modos de regulación corresponden al modo competitivo y al modo monopólico (Brenner & Glick 1991)

La reestructuración del capital frente a la crisis, puede tomar por tanto, la forma de nuevas maneras de cooperación entre el capital y entre el capital y el estado, innovaciones tecnológicas, disminución en el costo y flexibilización en el uso de materias primas (O'Connor, 1998) entre otras medidas que reformulan tanto las relaciones de producción como las condiciones en las que esta se realiza.

Esta reformulación implica una mediación entre el estado y el medioambiente, que según Bridge y Jonas (2002) se materializa dentro de las sociedades industrializadas, a través de un set de cambios en las relaciones entre los actores "*económicos y no económicos*". El paradigma sugiere que estos

cambios están estructurados en base a dos procesos relacionados: la liberalización económica, que involucra una redefinición del rol del estado, que se aleja de la distribución directa de los recursos, y avanza hacia la facilitación de los mecanismos de distribución de mercado. El otro proceso que ocurre en paralelo es una reformulación de las relaciones entre los actores económicos, el estado y la sociedad civil.

La construcción de este argumento se ha enfocado tradicionalmente en el estudio de cinco formas institucionales que sustentan la acumulación:

- El sistema monetario internacional (ej. el uso del dólar como estándar, las tasas de interés)
- La relaciones laborales en base al salario (el trabajo, las negociaciones colectivas, normas de consumo)
- La competencia (Monopolios v/s competencia capitalista)
- El sistema internacional (Tratados comerciales)
- El estado (política monetaria)

En los últimos años ha surgido un debate respecto de si la dimensión ambiental de la reestructuración capitalista, debe ser o no considerada como una sexta forma institucional para la regulación (Huber, 2013).

En su trabajo sobre la regulación de las industrias forestal y minera, Bridge y Mc Manus (2000) identifican una serie de adecuaciones necesarias para aplicar el enfoque de la regulación a la explotación de la naturaleza en una escala local.

En primer término, entendiendo que la producción de *commodities* también produce relaciones sociales, resulta posible extender el carácter social en el que se enfoca la teoría de la regulación, hacia los aspectos institucionales y sociales que gobiernan la producción de la naturaleza. En este sentido, se considera que las formas institucionales relacionadas con la producción a nivel local de los sectores económicos estudiados por los autores, son resultado de negociaciones y luchas entre intereses que compiten dentro del sistema de acumulación.

Un segundo aspecto en orden a ajustar la teoría a la regulación de la naturaleza de una industria en particular, es la redefinición de algunos conceptos a fin de conectar las abstracciones conceptuales del enfoque de la regularización, con circunstancias específicas de reestructuración del sector económico analizado. De esta manera, se entiende como *sistema de acumulación* al set de normas organizacionales y tecnológicas que caracterizan a la propia industria. Así mismo, los modos de regulación social corresponden a las prácticas e instituciones que dan forma al proceso de acumulación a un nivel subnacional. Junto con estas adecuaciones, Bridge y Mc Manus relevan la importancia del discurso como un mecanismo de regulación social que sirve para asegurar la estabilidad de la sociedad.

En el presente trabajo, se plantea que el deterioro ambiental constituye un costo que se asume una vez que es exigido como compensación por parte de una

comunidad organizada o por un estado presionado interna o externamente. Desde este punto de vista, la regularización del deterioro ecológico puede ser analizada en base a las formas institucionales tradicionales del enfoque de la regulación, poniendo énfasis en las modificaciones locales de la institucionalidad ambiental y del sistema de acumulación de la industria termoeléctrica.

4 HIPOTESIS

A fin de responder a la pregunta de, cómo el Estado ha facilitado durante los últimos 20 años, la mantención los procesos productivos y de acumulación de la industrias contaminantes en el territorio costero de Quintero- Puchuncaví, pese a reconocer la condición de saturación ambiental de la zona; la presente tesis plantea que la proliferación de termoeléctricas a carbón ha alterado en una manera “socialmente perceptible” las condiciones de producción que han posibilitado los procesos de acumulación en la zona industrial de Quintero- Puchuncaví, por lo que el Estado ha debido adecuar los instrumentos normativos que regulan tanto el uso del territorio, así como los estándares ambientales dentro de los que operan estas industrias, promoviendo adecuaciones institucionales basadas en normativas ambientales, mecanismos de gobernanza ambiental, modernización industrial y/o cambios en el uso del suelo de la zona de estudio, constituyendo así reorganizaciones tecnológicas y territoriales desarrolladas a fin de evitar crisis de acumulación en el sector.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

Analizar cómo el deterioro del medioambiente en el territorio de Quintero-Puchuncaví ha sido históricamente regularizado a fin de evitar o superar crisis de acumulación derivadas de las contradicciones ecológicas en la cadena productiva de la energía termoeléctrica allí generada.

5.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar el crecimiento de la industria de generación eléctrica a nivel nacional y local
- Evaluar de qué manera se ven afectadas las condiciones de producción para la generación de energía eléctrica en el territorio de Ventanas.
- Reconocer contradicciones ecológicas que podrían derivar en obstáculos a la acumulación del capital.
- Identificar los mecanismos a través de los cuales el Estado históricamente ha desestimado el deterioro ambiental en la zona de estudio.

6 MARCO METODOLÓGICO

6.1 Reconstrucción histórica de la problemática expuesta

De acuerdo a lo revisado en el marco teórico, la acumulación capitalista, constituye un proceso histórico, que conlleva también una historia de alteración de la naturaleza, que no sólo tiene que ver con su transformación en bienes útiles para la reproducción de la sociedad, sino que también implica la modificación en el tiempo de patrones bio-ecológicos que son necesarios para la reproducción de las condiciones ambientales que esta misma sociedad necesita para continuar reproduciéndose. Debido a esto se propone el uso de una perspectiva histórico- ambiental, con el fin de caracterizar el desarrollo industrial y las dinámicas que ha tenido su crecimiento en el área de estudio.

Según Worster (1988), la historia ambiental transcurre en tres niveles. El primero dice relación con entender la naturaleza misma, cómo se organizaba y funcionaba antes de que las sociedades humanas reorganizaran los paisajes naturales, considerando sus aspectos orgánicos e inorgánicos. Un segundo nivel en esta historia se ocupa de la incorporación de una dimensión socioeconómica, y su interacción con el ambiente. En este nivel se consideran, las herramientas y el trabajo, además de las relaciones sociales que surgen de ese trabajo y las configuraciones del poder existentes en la sociedad. El tercer nivel que considera la historia ambiental es aquel que surge de aspectos

relacionados con la conciencia humana, las percepciones, la ética, los mitos, y a partir de los cuales surgen las interpretaciones del uso que se le da a la naturaleza y las definiciones respecto de qué tipo de comportamientos pueden ser degradantes para el medio ambiente y por tanto deben ser prohibidos.

Debido a los objetivos planteados en la presente tesis, la construcción de la historia ambiental que se presenta a continuación, se limita a desarrollar los últimos dos niveles descritos por Worster, es decir, aquellos que se enfocan en caracterizar las dimensiones socioeconómica y cultural, en su relación con el medioambiente. Aún más específicamente, el trabajo se enfoca en entender cómo ciertas tendencias contradictorias del capitalismo son mediadas durante períodos determinados, permitiendo la normalización de regímenes de acumulación de capital específicos.

La historia ambiental que se propone apunta a integrar en ella el enfoque del metabolismo socioeconómico y el de la regularización, a fin de distinguir diferentes etapas del desarrollo capitalista en la zona de estudio, e identificar las instituciones y normas culturales que permiten dar coherencia al proceso productivo en periodos de crecimiento macro económico, además de analizar fuentes de resolución de crisis (Boyer & Salliard, 2002; Bridge, 2000, Jessop & Sum, 2006).

De acuerdo con estos objetivos, el relato histórico que se presenta a continuación consta de dos partes y una síntesis final.

En la primera parte se presentan una serie de antecedentes que describen el surgimiento del mercado eléctrico en Chile, y el proceso de conformación de Quintero como nodo dentro del sistema de producción de energía termoeléctrica, desde la perspectiva de la producción capitalista del espacio. Para ello se revisan en primer término el proceso de instalación de centrales de generación eléctrica en el país, y luego los orígenes de la industria de fundición y refinación de cobre, a fin de identificar cómo se inserta Quintero dentro de estas lógicas productivas.

Junto con consignarse los principales hitos relacionados con el crecimiento de estas industrias, se revisan a nivel nacional el fomento al crecimiento de la industria eléctrica, la promulgación de *normativas libre mercadistas* en el período de la dictadura militar (1973- 1989), y a nivel local, los antecedentes de deterioro ambiental y resistencia social existentes durante este periodo, que se extiende hasta el establecimiento de la zona como saturada por material particulado y anhídrido sulfuroso, en el año 1994.

Una segunda parte considera un análisis del explosivo crecimiento de la actividad industrial tras la definición del área de Quintero y Puchuncaví como zona saturada ambientalmente, y de cómo este crecimiento impacta al territorio. Para ello se analiza secuencialmente la inversión en medios de producción de la industria de generación termoeléctrica a nivel nacional y local, mientras que específicamente en el territorio de bahía de Quintero, se cuantifica además el

incremento en la demanda de insumos y en la generación de desechos asociados a este crecimiento.

A través de este análisis se busca identificar las contradicciones que subyacen al proceso de transformación termoeléctrica, para posteriormente definir si estas contradicciones se establecen como límites a la acumulación de capital, y en qué momentos esto ocurre.

En la parte final, se identifican las normas, acuerdos económicos y políticas de desarrollo que abordan las problemáticas ambientales identificadas como obstáculos al desarrollo del capital, y se interpretan los resultados de los análisis del crecimiento industrial y de sus flujos de materia asociados, contraponiendo estos resultados con el análisis secuencial de la aparición de normativas e instituciones que regularizan la industria energética.

6.2 Datos y fuentes de información

La recolección de datos se concentró en cuatro ámbitos principales en atención al cumplimiento de los objetivos planteados en la presente tesis. Los ámbitos considerados fueron:

- Evolución de la inversión en capital fijo de la industria de generación eléctrica, en un período que va desde los orígenes del sistema eléctrico en Chile (año 1900) hasta la actualidad (2013).

- Incremento en el flujo y almacenamiento de materiales asociados a la generación termoeléctrica, entre los que se encuentran los combustibles, las emisiones gaseosas, y el agua de refrigeración de las calderas, tras la reconfiguración normativa del territorio, ocurrida en la segunda mitad de la década del 2000.
- Registro en la literatura científica, documentos oficiales, prensa y denuncias ciudadanas, de condiciones de deterioro medioambiental, entendidas como alteraciones socialmente perceptibles en las magnitudes de los flujos y/o de las concentraciones ambientales de materiales que afectan directa o indirectamente las condiciones de vida de tanto de vegetales, como de animales y humanos
- Normativa, políticas y regulación relacionada con el sector energético, ambiental y con el territorio costero.

Producto de la diferencia en la disponibilidad de información para los distintos períodos de la historia reciente de la zona industrial de Ventanas,- la recopilación y el tratamiento de los datos fue diferente a lo largo del tiempo, identificándose dos etapas, incluida una fase de transición entre ambas.

6.2.1 Etapa previa a la promulgación de las primeras normas ambientales

6.2.1.1 *Evolución de la inversión en capital fijo e incremento en el flujo y almacenamiento de materiales*

Un primer período desde el establecimiento del sistema eléctrico en Chile, hasta la instalación del Complejo Industrial de Ventanas, se consultan documentos históricos de CORFO respecto de los planes de electrificación del Estado de Chile (CORFO, 1939; ENDESA, 1956), junto con publicaciones comerciales de las empresas eléctricas que operan en el país

Para caracterizar la instalación y el crecimiento de la actividad industrial, en el período comprendido desde la instalación del Complejo Industrial de Ventanas, y la declaración de su entorno como zona saturada ambientalmente; se realizó una revisión bibliográfica de publicaciones de diversa índole.

Las fuentes consultadas correspondieron a planes nacionales de electrificación (CORFO, 1939; ENDESA, 1956), políticas de desarrollo energético (Instituto de Ingenieros de Chile, 1943, 1988) publicaciones comerciales, como son las Memorias Anuales de las empresas de la zona, (Puerto Ventanas 1990-2012, AES Gener 1998- 2012, CODELCO, 2005-2012), trabajos de recopilación histórica y de análisis organizacional de las empresas mineras del estado (O'Brien 1992, Bravo, 2005, ENAMI, 2009), relatos orales recopilados de fuentes secundarias (Muñoz, 2012; Sabatini *et al.*, 1996), artículos de

investigación (Malman *et al.*, 1995), citas de prensa, referencias derivadas de estudios realizados en el último tiempo como consecuencia de los eventos de contaminación ocurridos en el año 2011.^{4,5}entre otros.

6.2.1.2 Deterioro ambiental

Previo a la promulgación de las primeras normativas ambientales de la década de 1990, ya comienza a generarse un registro de situaciones de deterioro y/o conflicto ambiental, relacionadas con la entrada en operación del Complejo Industrial de Ventanas (CIV).

Como se planteó anteriormente, en la presente tesis se entiende como situaciones de deterioro o conflicto ambiental, aquellas en las que ocurren alteraciones socialmente perceptibles en las concentraciones ambientales de materiales provenientes principalmente de los desechos y emisiones de los procesos metabólicos de las industrias.

Para recopilar dicha información, se consultó literatura referente a los conflictos ambientales suscitados en Ventanas, citas de prensa, además de publicaciones científicas y técnicas de diversas disciplinas.

⁴ Informe de la Comisión de Recursos Naturales, Bienes Nacionales y Medio Ambiente, recaído en el mandato otorgado por la sala a fin de analizar, indagar, investigar y determinar la participación de la empresa estatal CODELCO y empresas asociadas, en la contaminación ambiental en la zona de Puchuncaví y Quintero.

⁵ Acuerdo de Producción Limpia. Zona Industrial Puchuncaví- Quintero (ASIVA- CNPL)

6.2.1.3 Normativa, políticas y regulación

En un período previo incluso a la inauguración del CIV, se revisa la creación de instituciones de fomento a la actividad minera y a la instalación de plantas de generación eléctrica, las que dan forma a la demanda por una zona industrial en la localidad vecina a Quintero. Junto con ello se revisa literatura que analiza la trayectoria de las leyes y políticas energéticas (Vergara 1999, Hermansen, 2014)

Al analizar el período de la dictadura militar, se puso especial énfasis en resaltar las reformas estructurales al sistema económico realizadas por el régimen de facto. A fin de identificar aquellas reformas que son más relevantes para el presente estudio, se consultó literatura especializada respecto del sector energético (Moguillansky, 1997; Vega 2011; Rozas, 1999) y minero (Moguillansky, 1998; Folchi, 1998, 2001, 2003, 2005)

Tras la retirada del ejército del poder ejecutivo se produce una etapa de transición en la que se reconoce el deterioro ambiental por parte del estado, y se elaboran instrumentos normativos que dan la base para la regulación ambiental del territorio. En este periodo, que va desde 1990 hasta 1998 se revisan la dictación de decretos que regulan fuentes emisoras de anhídrido sulfuroso, material particulado y arsénico (D.S.185/1991, MINERIA), la creación de un plan de descontaminación (D.S. 252/92, MINERIA), y la declaratoria de zona saturada ambientalmente por los contaminantes regulados en 1992 (D.S.

346/93 MINAGRI). Además se revisan la creación de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (D.S. 240/90 BB.NN.), y posteriormente de la Ley de Bases del Medio Ambiente (Ley 19.300, SEGEOB) y el Sistema de Evaluación de Impacto ambiental.

6.2.2 Etapa posterior a la dictación de normativas ambientales

6.2.2.1 *Evolución de la inversión en capital fijo e incremento en el flujo y almacenamiento de materiales*

A fin de caracterizar el crecimiento específicamente de la industria de generación termoeléctrica a nivel nacional, se realizó un análisis de la evolución temporal, de la instalación de unidades generadoras, sus respectivas capacidades de generación, y el combustible principal utilizado en las calderas. Para ello se utilizó el catastro de “Capacidad Instalada por Sistema Eléctrico Nacional⁶”, y datos provenientes de los anuarios del Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDEC-SIC)⁷

Con respecto a otras actividades productivas, desde la publicación del reglamento del SEIA (1998), hasta la actualidad (2013) es posible realizar un análisis estandarizado de la inversión industrial y su impacto en el territorio,

⁶

http://www.cne.cl/images/stories/estadisticas/energia/Electricidad/capacidad_instalada_de_generacion.xls

⁷ <http://www.cne.cl/estadisticas/balances-energeticos>

gracias a que tras la publicación del reglamento Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, se comienza a generar una base de datos de Estudios Ambientales y Resoluciones de Calificación Ambiental, que dan cuenta de las características y de los impactos que las inversiones tienen en el territorio.

A fin de caracterizar aquellos proyectos que tienen directa relación con la producción energética en el borde costero de la bahía de Quintero, se recopilaron a partir de esta base de datos, los estudios o las declaraciones de impacto ambiental y las resoluciones de calificación ambiental de los proyectos de generación eléctrica ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)⁸ para su ejecución en las comunas de Quintero y Puchuncaví, en un período de tiempo comprendido desde la creación del SEIA hasta el año 2013.

Junto con lo anterior, se recopilan datos de consumo de combustibles y de generación eléctrica a partir de los anuarios del Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDC-SIC, 2000, 2014), a fin de estimar el incremento del flujo del principal insumo de la industria termoeléctrica.

⁸ www.sea.gob.cl/contenido/busqueda-de-proyectos

6.2.2.2 *Deterioro Ambiental*

En cuanto a la información concerniente al deterioro de las condiciones ambientales, se revisan series de datos y trabajos que evalúan el desempeño ambiental de las industrias a partir de las mediciones de la calidad atmosférica (Red de monitoreo de Ventanas ENAMI- GENER, Informe Cumplimiento D.S. 13/2011 MMA), además de publicaciones científicas y técnicas en las que se analizaron concentraciones de contaminantes y sus efectos tanto en la atmósfera (Chiang *et al.*, 1985), la vegetación terrestre y el suelo (González y Bergsqvist, 1986; Ginocchio *et al.*, 2004; González *et al.*, 2008). Los estudios consultados permiten apreciar las condiciones ambientales generadas tras cerca de 30 años de producción industrial carente de regulación, y su evolución posterior, con adecuación a la implementación de los planes de control de la contaminación.

6.2.2.3 *Normativa y políticas*

Durante esta etapa se puso especial énfasis en la identificación y recopilación de los instrumentos de *Regulación Ambiental y Económica*, como normas de emisión, calidad ambiental, y pago de compensaciones; junto con la definición de *Políticas Económicas*, surgidas tras el término de la dictadura militar. Para ello se consultaron fuentes especializadas según los sectores económicos de interés, relevando aquellas normativas que regulan tanto el consumo como la emisión de materia a partir de los procesos metabólicos de las industrias.

Desde el punto de vista del uso territorio, resultó relevante reunir información respecto de lo definido en los instrumentos de planificación territorial, por lo que se recopilaron las cartografías y las indicaciones normativas sobre usos del suelo en el territorio, de acuerdo con lo que establece el Plan Regulador Metropolitano de Valparaíso (PREMVAL)⁹, elaborado en 1965 y modificado en 1984, 1987, 1998, 2002 y 2014. Esta información fue obtenida a partir del portal de internet Observatorio Urbano¹⁰, donde se puede encontrar una mapoteca que reúne la cartografía del plan original y sus modificaciones, junto con los decretos que detallan los usos y las restricciones de las áreas definidas en las zonificaciones.

6.3 Análisis de los datos

6.3.1 Estudio del crecimiento industrial

El crecimiento de la actividad industrial se estudia básicamente, mediante un análisis temporal de la inversión en capital fijo destinado a la transformación de energía calórica en electricidad y al transporte de los *carriers* energéticos utilizados en este proceso de transformación.

⁹ D.S N°30 de 12 de enero de 1965, del Ministerio de Obras Públicas

¹⁰ Disponible en http://www.observatoriourbano.cl/lpt/resultado_decreto.asp?r=5&c=&i=26# (Junio 2013)

Como una primera aproximación a describir la evolución histórica de la instalación de centrales térmicas en el territorio chileno, se construyeron y analizaron gráficos evolutivos de la capacidad instalada por tipo de generación y combustible a nivel nacional. El desarrollo de la industria se presenta también, a través de una serie de cartografías que muestran la evolución temporal y espacial de la puesta en marcha de unidades de generación tanto hídricas como termoeléctricas.

A nivel local, se elaboró partir de la revisión bibliográfica, un catastro de las principales actividades y empresas que se instalaron durante el período previo a la declaratoria de Quintero- Puchuncaví como zona saturada, registrándose también las adecuaciones tecnológicas que éstas tenían que cumplir para mantenerse en operación. Junto con ello se revisó la evolución temporal de su producción a partir de estadísticas disponibles en anuarios y memorias de las empresas y/o de organismos sectoriales.

A fin de resumir el proceso de instalación y consolidación de la actividad industrial en la zona de estudio, el relato histórico que se presenta, se complementa con esquemas metabólicos y mapas de uso del sistema industrial construido, en tres momentos históricos característicos: un primer momento hacia fines de la década de 1960, y un segundo momento a principios de la década de 1990, y un último momento que representa el estado actual del sistema.

A partir de la entrada en operación del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, la información respecto de la inversión en capital fijo a nivel local, se derivó de las Resoluciones de Calificación Ambiental de los proyectos clasificados dentro de los sectores energético, y portuario aprobados por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)¹¹ para su ejecución en las comunas de Quintero y Puchuncaví, en un período de tiempo comprendido desde la creación del SEIA hasta el año 2013.

Los proyectos de Generación eléctrica identificados en el territorio, se caracterizaron de acuerdo a su cantidad de unidades de generación, el combustible propuesto para su funcionamiento, la capacidad de generación y el destino de la energía a generar. Así mismo se cuantificó el incremento en consumo de materiales (insumos) y en la emisión de desechos, debido a las nuevas inversiones.

Junto con ello, se identificaron los principales proyectos de infraestructura portuaria presentados en las comunas de Quintero y Puchuncaví, destinados a la carga y descarga de combustibles, asignándolos a distintas categorías de acuerdo a la carga que transfieren, según si ésta corresponde a petróleo y sus derivados, carbón, Gas Natural Licuado, carga general, de graneles o de otro tipo.

¹¹ www.sea.gob.cl/contenido/busqueda-de-proyectos

6.3.2 Reconocimiento de las contradicciones ecológicas y de posibles límites al crecimiento industrial

Con el fin de identificar las contradicciones ecológicas que pueden derivar en límites al crecimiento del modo de generación termoeléctrica, se describe el proceso desde una perspectiva metabólica. Para ello, se construyó un modelo del proceso de conversión de energía calórica en energía eléctrica, basado en un flujograma donde se grafican las partes componentes de las centrales térmicas, además de la entrada de los insumos y la salida de emisiones identificadas como contaminantes en el proceso.

Para la construcción del modelo se utilizó el software STAN 2.5 (IWR, 2012), y la información incluida en este deriva de lo establecido en las resoluciones de calificación ambiental para la etapa de operación de cada central termoeléctrica aprobada ambientalmente en el territorio costero de bahía Quintero. En estas resoluciones, se indican la cantidad de insumos necesarios para la operación del proyecto y las emisiones permitidas tras su evaluación ambiental.

En base a este modelo, se cuantificó el incremento total de cada flujo por periodo de tiempo, de acuerdo a la fecha de entrada en operación de cada central, y se evaluó en términos de identificar posibles contradicciones ecológicas relacionadas con la escasez de insumos, o con la disposición de los desechos metabólicos de las industrias, y que puedan haberse constituido en límites al desarrollo del modelo capitalista de generación eléctrica.

6.3.3 Análisis de mecanismos de superación de las contradicciones

En la búsqueda de un enfoque sintético, que permita identificar los mecanismos que ayudan a mantener el modelo de generación de energía termoeléctrica, se recurre a la teoría de la regulación o de la *regularización* (Jessop & Sum, 2006).

A fin de caracterizar los regímenes de acumulación e identificar los modos de regulación propios de industria termoeléctrica asentada en el territorio de Ventanas, se propone una periodización de la etapa histórica estudiada, junto con la identificación de los modos de regulación de cada período.

La *periodización* es reconocida como el principal método a través del cual la teoría de la regulación interpreta el desarrollo histórico del capitalismo. Consiste en la identificación de periodos que caracterizan a los regímenes de acumulación, pudiendo corresponder a períodos extensivos, en los que el capital se expande a nuevos espacios; y periodos intensivos, en los que éste se reordena en los espacios existentes (Aglietta, 1979).

Brenner y Glick (1991) describen que bajo un régimen de acumulación extensivo, el crecimiento se da principalmente en base a técnicas artesanales de producción, a través de la extensión de las jornadas de trabajo, intensificando el trabajo y expandiendo el tamaño de la fuerza de trabajo. Bajo un régimen intensivo en cambio, el crecimiento toma lugar básicamente a través

de la inversión en capital fijo incorporando avances técnicos que crean potencial para el aumento tanto de la productividad como del consumo masivo.

El inicio y el término de estos períodos están dados por procesos que potencialmente generan crisis en la acumulación, y por lo tanto son *regularizados* mediante un *arreglo* institucional que implica una reformulación del territorio a nivel de sus símbolos, normas y orden de significancias, pero principalmente a nivel de sus relaciones sociales de producción y consumo.

Para ubicar los momentos de crisis se requiere un análisis concreto y detallado de las fuerzas que emergen para resolver o retrasar estas crisis. Dependiendo de las circunstancias históricas, los arreglos institucionales surgidos para resolver las crisis y aplacar las luchas sociales, pueden generar períodos de relativa estabilidad en la institucionalidad y en la acumulación (Huber, 2013).

Para proponer una periodización del desarrollo de la industria de generación termoeléctrica, en el presente estudio se construyó una *línea de tiempo de síntesis*, en la que se registraron los principales hitos históricos del desarrollo industrial identificados a partir de las fuentes bibliográficas revisadas; además de las conclusiones de los *análisis secuenciales* tanto de la inversión en capital fijo de la industria de generación eléctrica, como del incremento en los flujos involucrados específicamente en la generación termoeléctrica, los cuales pueden constituirse en contradicciones de origen ecológico en el desarrollo de esta industria.

A fin de identificar las fuentes y mecanismos de resolución de crisis, se da especial importancia al surgimiento de movimientos de resistencia a la instalación de proyectos termoeléctricos en los territorios, a la dictación de normas de emisión, de ordenamiento territorial, y a compensaciones económicas por el deterioro del medioambiente.

En la parte final de la historia propuesta, se presenta una síntesis de los periodos que conforman la historia del desarrollo capitalista de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles en Chile, y particularmente en la bahía de Quintero, identificando las distintas combinaciones entre los regímenes de acumulación y los modos de regulación, es decir, los modos de desarrollo de la industria eléctrica y sus repercusiones a nivel local.

7 CRECIMIENTO INDUSTRIAL SIN REGULACIÓN AMBIENTAL

7.1 Primer período de Crecimiento y regulación de la industria de generación eléctrica.

7.1.1 Orígenes del sistema de generación eléctrica

En Chile, el sistema eléctrico comienza a desarrollarse a partir del contrato firmado en 1889 entre la municipalidad de Santiago y la Chilean Electric Tramway and Light Company, una sociedad anónima de capitales alemanes asentada en Londres. Mediante este acuerdo, se encargó a la compañía la electrificación del sistema de tranvías de la ciudad de Santiago. Para esto la empresa instala tres unidades generadoras de corriente continua de 600 kW cada una, en el barrio norte de Santiago¹².

A esta planta, inaugurada en 1900 y destinada a suministrar energía a los tranvías y al alumbrado público, le siguió otra similar instalada en 1905 en Valparaíso. Al poco andar las plantas no dieron abasto con el crecimiento del consumo eléctrico y fueron reemplazadas por las centrales hidroeléctricas de El Sauce, (Los Andes, 1908) y La Florida (1909, Santiago). En el resto del país, particularmente en algunas ciudades importantes se inició la instalación de

¹² CHILECTRA S.A. 1996. 75 Años. Descargado de <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-8125.html>

servicios rudimentarios de alumbrado eléctrico, los que generalmente eran extensiones de una industria con generación térmica o con una pequeña turbina, mientras que en el norte del país las oficinas salitreras instalaron centrales térmicas privadas (ENDESA, 1956).

Tras la primera guerra mundial los bienes alemanes en Inglaterra fueron confiscados y traspasados a capitalistas ingleses, mientras que, en Chile se constituye, en 1919, una sociedad de capitales nacionales y estadounidenses, la *Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica*, que en 1920 comienza la construcción de la central hidroeléctrica Maitenes, con 3 unidades de generación de 7.333 kW cada una.

En 1921, la *Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica* se fusiona con la *Chilean Electric Tramway and Light Company*, formando la *Compañía Chilena de Electricidad*, que se hace cargo del primer sistema eléctrico de Chile, compuesto de las centrales eléctricas mencionadas anteriormente, y una serie de líneas de transmisión de 110 kW que conectan la central Maitenes con la subestación San Cristobal (Santiago), y ésta con las subestaciones de Las Vegas (Llay Llay) y Miraflores (Viña del Mar). En Santiago un anillo de distribución de 12 kV interconectaba las subestaciones de la ciudad con San Cristóbal, y a través de ésta, las centrales de Mapocho y La Florida, y luego conectaba la central Quelltehues, que operó desde 1928. Junto con lo anterior en esta época se electrifica el tren que une Santiago con Valparaíso y Los

Andes, conformando en conjunto el primer sistema interconectado del país (figura 5).



Figura 4: Esquema de la infraestructura del sistema de generación eléctrica existente al año 1928

7.1.2 Regulación y crecimiento del mercado eléctrico

En un contexto en el que la distribución eléctrica es exclusivamente privada, y en el que el Presidente es el responsable de otorgar concesiones eléctricas y de autorizar la ocupación de bienes nacionales o fiscales con líneas eléctricas¹³, se dicta en febrero de 1925, la primera Ley General de Servicios Eléctricos (Decreto Ley 252 de 1925, Ministerio de Obras Públicas). Esta primera normativa regula aspectos relacionados con las concesiones de mercedes de agua e instalaciones destinadas a la producción de energía, además de aquellas destinadas a líneas de transmisión y distribución de la energía generada, y de líneas telecomunicación. Junto con ello se ocupa de las servidumbres necesarias para estas instalaciones.

El principal aporte de la ley al desarrollo de la naciente industria eléctrica, son las facilidades que genera para la instalación y explotación de concesiones eléctricas, que se ven reflejadas en las disposiciones respecto de las servidumbres asociadas a las instalaciones para la producción y transporte de energía (Vergara, 1999). En este sentido, el decreto ley señala en su artículo 40 que *“la concesión definitiva crea en favor de las empresas concesionarias, las servidumbres (...) a que estará sujeta toda heredad, de acuerdo con las disposiciones de la presente ley”*. También señala en su artículo 43 que *“la*

¹³ Artículo primero de La Ley 1665 que Fija las prescripciones para la concesión de permisos y para hacer las instalaciones eléctricas en la república, de 1906

servidumbre de líneas de transporte y distribución de energía eléctrica (...) crea en favor del concesionario el derecho de tender líneas aéreas sobre propiedades ajenas, de ocupar los terrenos necesarios para el transporte de la energía eléctrica desde la estación generadora o central hasta los lugares de consumo o de aplicación, por medio de postes o de conductos subterráneos, y para ocupar los terrenos necesarios para las sub-estaciones eléctricas, incluyendo las habitaciones para el personal”.

De esta manera se eliminan los obstáculos relacionados con la propiedad de la tierra necesaria para la construcción del sistema eléctrico chileno, lo que supone un gran impulso al crecimiento de la industria.

El Decreto Ley 252 crea también el “*Fondo de Servicios Eléctricos*” una de cuyas finalidades fue "favorecer la constitución de empresas de servicio público por medio de préstamos a los empresarios¹⁴" cuando los servicios sean declarados de interés nacional o regional por el Presidente de la República. Además, en esta legislación se crea un sistema de fijación de tarifas basado en establecer una rentabilidad del 15% del capital inmovilizado de la empresa.

Luego de la dictación de la normativa, y de la inauguración de la central Queltehues, La Compañía Chilena de Electricidad comienza una campaña de fomento del consumo eléctrico a fin de generar la demanda necesaria para ese

¹⁴ Art. 99 f

crecimiento (ENDESA, 1956). En este contexto se inaugura en Santiago un departamento de ventas de artículos eléctricos que funcionó desde 1928 hasta 1934.

En 1929, la compañía estadounidense South American and Foreign Power Co. (SAPCO) compró la Compañía Chilena de Electricidad, junto con varias empresas menores que operaban en la zona central, y en 1931, firmó acuerdos con el Estado *“para resolver controversias de larga data: normas tarifarias, concesiones de mercedes de aguas y pagos de deudas municipales; elementos éstos, que interferían peligrosamente el normal desarrollo de la gestión eléctrica¹⁵”*.

Tras esta reorganización del mercado eléctrico, se dicta una segunda ley general de electricidad de 1931, que en lo medular, reafirma lo dispuesto en la anterior y facilita aún más la instalación de los concesionarios, estableciendo que los derechos respecto de las servidumbres de líneas de transmisión entre otras instalaciones¹⁶, pueden ser ejercidas *plenamente, sin perjuicio de las acciones judiciales que hubieren pendientes*. Además establece un mecanismo,

¹⁵ CHILECTRA S.A. 1996.Op. Cít (p.13).

¹⁶ En los artículos 66, 67, 68, se establecen derechos de los concesionarios en los terrenos de servidumbre, principalmente el derecho de ocupación y cierre de los terrenos necesarios para instalaciones hidráulicas, y para las líneas de transporte de la energía eléctrica, el derecho de tender las líneas sobre terrenos ajenos, previa aprobación por parte del Presidente de la República, de planos especiales de servidumbre presentados por la empresa.

la “*Comisión de Hombres Buenos*”, para el avalúo de las indemnizaciones a los propietarios de predios sirvientes, en caso de controversias¹⁷.

Tras la dictación de la ley, se crean algunas empresas de capitales nacionales fuera de la zona central, concesionada antes del Decreto Ley 252, a la Compañía Chilena de Electricidad. Estas nuevas empresas comienzan a adjudicarse concesiones de acuerdo a la nueva normativa. Entre las empresas concesionarias se cuentan la Compañía General de Electricidad Industrial y la Sociedad Austral de energía, que abastecen a gran parte de las ciudades del sur del país, además de empresas más pequeñas que operaban a nivel local. Tras la crisis de 1930, el crecimiento del sistema eléctrico de uso público se paraliza, y no se retoma sino hasta 1939, con la inauguración de la central termoeléctrica de Laguna Verde, en las afueras de Valparaíso. En este periodo el aumento del consumo causó una sobrecarga del sistema existente (figura 6), ante lo que surge la propuesta de generar políticas de electrificación.

¹⁷ Art. 82°. “Si no se produjere acuerdo entre el interesado y el dueño de los terrenos sobre el valor de éstos, el Presidente de la República designará una Comisión compuesta de tres Hombres Buenos para que, oyendo a las partes, practique el avalúo de las indemnizaciones que debe pagarse al propietario del predio sirviente”.

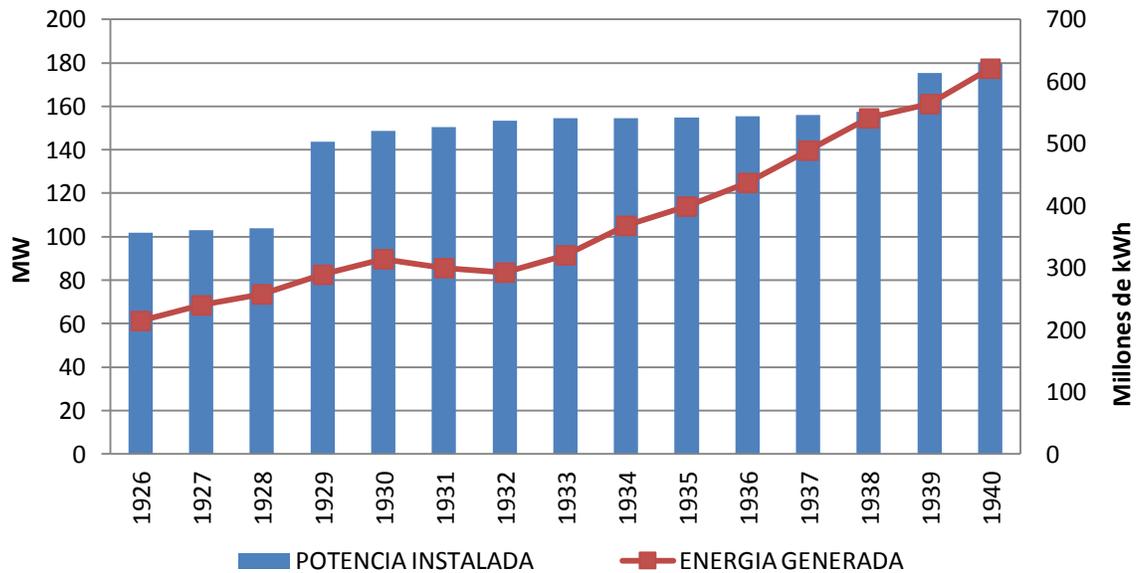


Figura 5: Evolución de la potencia instalada y de la generación de electricidad para uso público. Se observa que a fin de la década de 1930, la capacidad ociosa del sistema es casi inexistente.

Por su parte las grandes industrias mineras desarrollaron instalaciones generadoras de servicio privado, entre las que destacan la planta a vapor de Tocopilla (Chilex) destinada a generar electricidad para el mineral de cobre de Chuquicamata; la central de Barquito en Chañaral, destinada a electrificar el mineral de Potrerillos, y las centrales hidráulicas de Coya y Pangal, de la Braden Copper Mine, que operaba el actual mineral de El Teniente. Se suma a estas la central de Cruz Grande, en la comuna de La Higuera, destinada a generar electricidad para la minería del hierro y otras menores en la actual región de Coquimbo. Las oficinas salitreras, también habían desarrollado un sistema privado de abastecimiento, destacando las plantas térmicas de las oficinas de María Elena y Pedro de Valdivia.

Hacia la zona central prima la generación para uso público, y en el ámbito de la industria destacan las hidroeléctricas de Puente Alto y La Puntilla, cuya electricidad es destinada a la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones. Más al sur destaca una concentración importante de generadoras en la costa de la octava región, destinadas tanto al abastecimiento de los urbanos ubicados en las bahías de Concepción y Talcahuano y del golfo de Arauco, como también de la minería del carbón de esta última zona (lámina 1).

Como resumen del período se puede decir que el sistema eléctrico chileno de fines de la década de 1930 presenta una capacidad instalada de casi un 3% de la capacidad actual del SING y el SIC en su conjunto, con un total de 468,3 MW, distribuidos en un 68,5% en instalaciones termoeléctricas, y un 31,6% de hidráulicas. Las primeras se concentran en el área norte, y principalmente prestan servicios de autoproducción para la industria minera. Las segundas por su parte se concentran en la zona central y cubren mayormente el servicio público.

Según datos del Instituto de Ingenieros de Chile (1988), de acuerdo a la población del país en 1940 (4.851.000 habitantes), la capacidad instalada por persona en este año alcanzaba alrededor de la décima parte de la actual, que

se encuentra en torno a los 1.000 w/hab¹⁸; mientras que la energía total generada en 1940 (1950 gW/h), corresponde a un 3% de la generada en 2012.

Tabla 1: Potencia instalada y generación bruta al año por persona

	Potencia 1940 (W/hab.)	Generación Bruta al Año (kWh/hab.)
Servicio público	38	121
Autoprodutores	62	281
Total	100	402*

*3330 neto, estimado. Fuente: (Instituto de Ingenieros, 1988)

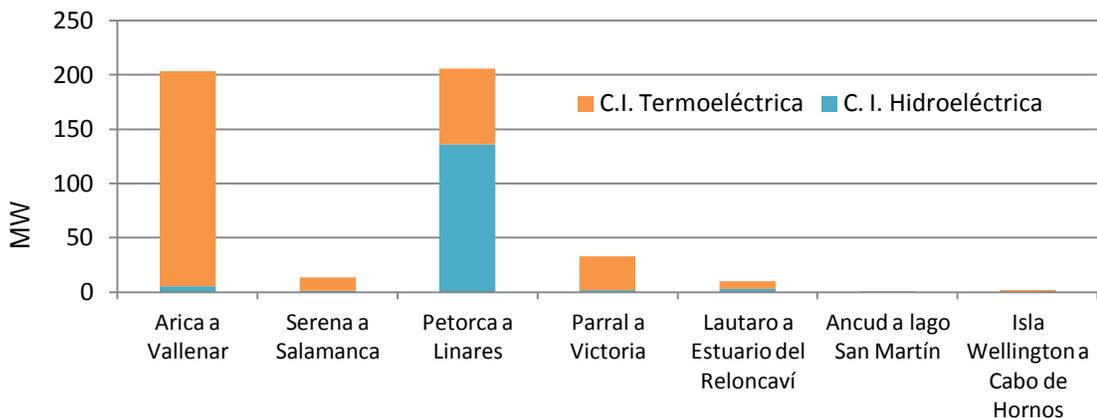


Figura 6: Distribución geográfica de la capacidad instalada por tipo de generación en 1940.

¹⁸ Considerando que a 2013 la capacidad instalada total alcanzó los 17.744MW según datos de la CNE, y asumiendo una población aproximada de 17 millones de habitantes, aproximación grosera pero necesaria producto de la invalidez del censo de población de 2012.

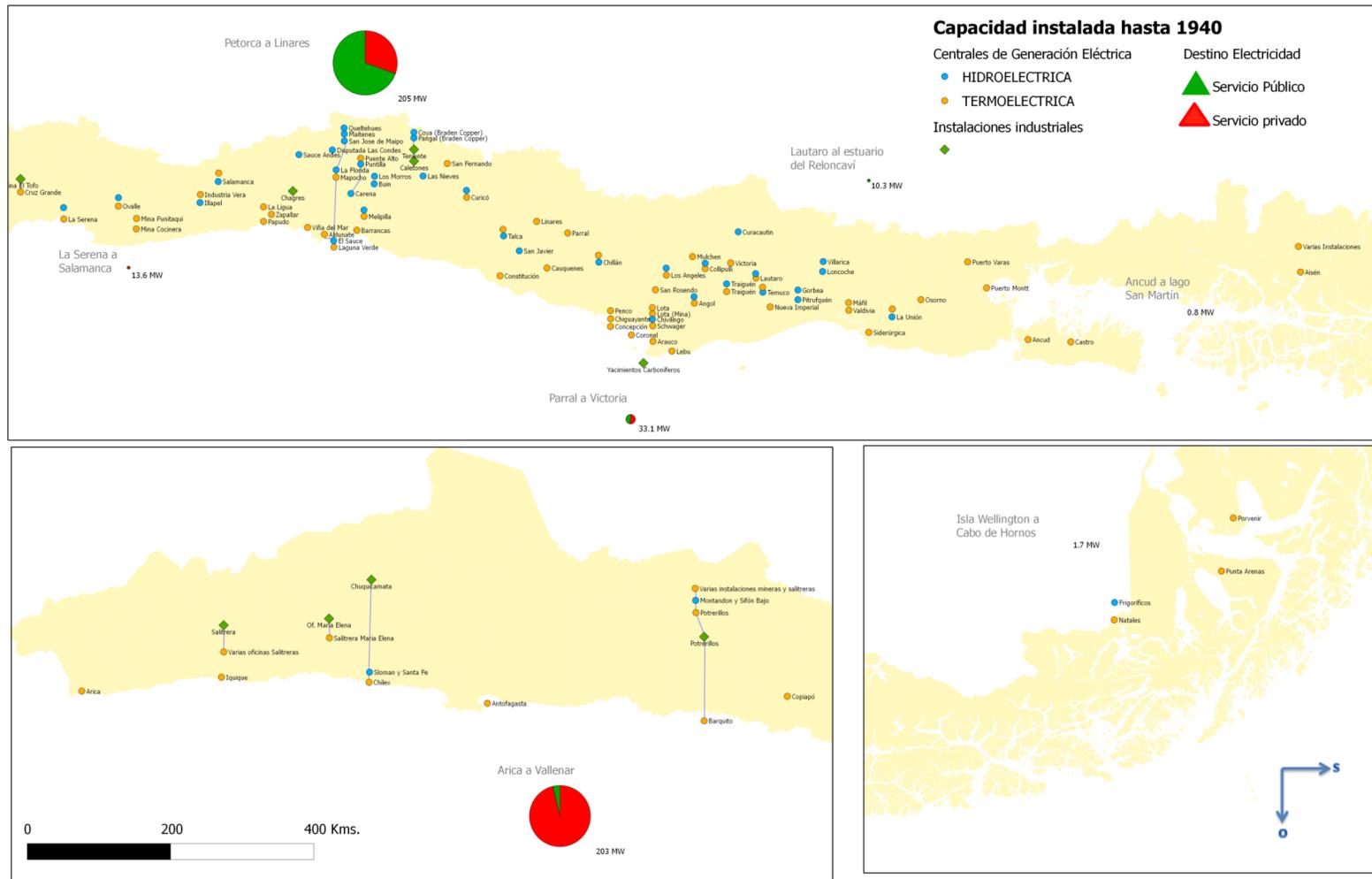


Lámina 1: Distribución espacial de las plantas de generación eléctrica (Elaborado en base a CCORFO, 1943)

7.1.3 Plan de electrificación del país

A partir de 1939, la recién creada Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) comienza a desarrollar un Plan de Electrificación del País, que se aprueba en marzo de 1943, y en el que se recogen gran parte de las propuestas realizadas en esos años por el Instituto de Ingenieros de Chile, que a través de un documento nombrado como “*Política Eléctrica Chilena*” resaltan la importancia del abastecimiento de electricidad en el desarrollo económico y social del país, además de la necesidad involucrar al estado en la generación y distribución eléctrica. A este trabajo le siguió un estudio encargado por el gobierno en el que los ingenieros plantean que:

“Para abastecer el consumo probable y evitar de este modo una paralización del desarrollo industrial del país es de extrema urgencia iniciar desde luego la construcción de nuevas plantas hidroeléctricas, ya que no conviene a la economía nacional agotar prematuramente sus escasas reservas de carbón. (...) La cuantía de los recursos requeridos por el plan de electrificación y la necesidad de considerar estas inversiones como fomento de la producción industrial indican que ellos no pueden venir solamente de la iniciativa privada y deben ser aportados conjuntamente por el estado y por las empresas particulares.”

En el plan finalmente aprobado se oficializa la postura según la cual el estado es quien debe hacerse cargo del proceso, planteando que (ENDESA, 1956: 122)

el capital necesario para el desarrollo y del Plan de electrificación por su cuantía y por la escasa retribución que debe exigírsele, por la persistencia de sus inversiones sucesivas, para atender debidamente al desarrollo siempre creciente de los consumos, por las funciones de extrema necesidad pública que debe atender y por los beneficios, pero sólo indirectos, que proporcionará a la colectividad, no está al alcance del capital privado nacional y no hay conveniencia en que lo resuelva el capital extranjero.

El plan propicia también la creación de una institucionalidad estatal que se haga cargo de la ejecución de los proyectos necesarios para electrificar el país (ENDESA, 1956: 123)

La generación interconexión transmisión y distribución primaria de la energía eléctrica, tanto en la construcción de las instalaciones necesarias como en su manejo y explotación es un problema sencillo, si se le pone en manos de un organismo centralizado, preponderantemente técnico, financieramente fuerte, libre de influencias directas o indirectas, de presiones de baja política y gremiales, o de intereses particulares o de zonas.

Para cumplir esta misión se crea la Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA), controlada por la CORFO, la que entre 1943 y 1952 se encarga de la construcción de importantes centrales hidráulicas. Entre estas centrales se cuentan El Sauzal en el río Cachapoal, otra en el río Pilmaiquén en la comuna de Río Bueno y la central Abanico, que se pone en funcionamiento el año 1948, en el río Laja. Esta etapa se culmina en 1952 cuando se pone también en marcha la hidráulica Los Molles, en Ovalle.

Junto con estas centrales, CHILECTRA inaugura durante 1944 la hidroeléctrica del Volcán, y en 1949 una segunda unidad térmica en Laguna Verde, sumando al cabo de una década de desarrollo del sistema eléctrico, cerca de 250 MW de potencia bruta a los 470 existentes a inicios de la década de 1940.

Se inicia así una etapa de intensificación en la generación de energía eléctrica, en la que el estado asume un rol fundamental, invirtiendo importantes cifras en capital fijo tanto para la generación eléctrica, como en tendidos de líneas de transmisión.

De acuerdo a una revisión histórica del desarrollo del sector eléctrico realizada en el contexto de la Política Energética de fines de la década de 1980 (Instituto de Ingenieros de Chile, 1988), el plan de electrificación comprendió tres etapas. Una primera etapa entre 1945 y 1955, en que los proyectos ejecutados por la ENDESA comprendieron la construcción de centrales y sistemas eléctricos aislados destinados a satisfacer las necesidades en diversas regiones del país.

Luego, a partir de 1955 y hasta fines de la década de 1960, se hace un aprovechamiento de proyectos económicos de mayor envergadura, que permiten el traspaso de energía entre regiones, formando un sistema interconectado de transmisión eléctrica mediante la extensión de las líneas de transmisión existentes. El documento plantea que las restricciones al consumo de energía eléctrica que se iniciaron a fines de la década de 1930 sólo pudieron ser solucionadas con la puesta en servicio de la central hidroeléctrica Cipreses (100 MW) en la hoya del río Maule, en 1955. Tras la puesta en marcha de esta central se unió a Santiago y a la zona centro sur mediante líneas de transmisión que conectaron los principales sistemas de generación regional, dando origen al sistema interconectado central, que durante esta época cubre una extensión geográfica que va desde La Ligua hasta Victoria (Instituto de Ingenieros de Chile, 1988).

A partir de 1968 se destaca el desarrollo de grandes centrales generadoras, extendiendo y aumentando la capacidad del sistema interconectado, como es el caso de las centrales hidráulicas de Rapel (1968- 1970) de 350 MW, El Toro (1973-1974) de 400 MW y Antuco (1981) de 300 MW.

El crecimiento del sistema en la primera etapa se basa casi exclusivamente en inversión pública, ya que si bien los gobiernos intentaron también incentivar la participación privada en el sector, estos no tuvieron respuesta por parte de los particulares sino hasta el inicio de la década de 1960, cuando tras la dictación

del DFL N°4 de 1959 se establece un nuevo sistema tarifario, que da una mayor estabilidad al mercado eléctrico nacional. Con esta legislación se crea un sistema tarifario en base a los costos reales de la energía eléctrica, en el que la determinación de las tarifas quedaba radicada en una Comisión de Tarifas, con representantes del poder ejecutivo, de las empresas y del público, la que estaba presidida por el Superintendente de Servicios Eléctricos. (Instituto de Ingenieros de Chile, 1988).

Pese al cambio de legislación y una serie de acuerdos alcanzados por el Estado con la empresa CHILECTRA, los que dieron un impulso a la compañía eléctrica en la primera mitad de la década de 1960, esta compañía entra en una crisis económica durante la década de 1960, y es nacionalizada en 1970, un año antes de la nacionalización de la gran minería del cobre.

Tras ambos procesos de estatización, el Estado a través de ENDESA y CHILECTRA en el caso de las generadoras de servicio público, y de CODELCO en el caso de las plantas de autoproducción para la minería, controla prácticamente la totalidad del parque generador del país.

Es en esta época que comienzan a inaugurarse las primeras grandes generadoras en base a conversión de energía térmica en electricidad. Es así como ENDESA inaugura las centrales de Huasco (1965- 1966) de 16 MW en un comienzo, y Bocamina (1970) de 125 MW. Por su parte CHILECTRA firma un

convenio con el gobierno, en cuyo contexto se construyen las centrales de Renca (1962) de 100MW y la central Ventanas (1964), de 118 MW.

En esta época comienza también a disminuir la importancia de la auto-generación, ya que a medida que crecía la potencia instalada para servicio público y se extendían e interconectaban los sistemas de transmisión, las empresas industriales y mineras fueron abastecidas en forma cada vez mayor por las empresas eléctricas. De hecho, la de Ventanas corresponde a una planta generadora destinada tanto a la producción industrial del complejo de ENAMI, como también del consumo domiciliario de la zona central.

7.2 Origen y desarrollo del Complejo Industrial de Ventanas

7.2.1 Origen del nodo Quintero- Puchuncaví

La industria de generación termoeléctrica llega a la bahía de Quintero en 1964, en un contexto de expansión de la minería estatal, que instala un polo de desarrollo industrial en la localidad de Ventanas.

El origen del complejo industrial de Ventanas, puede trazarse a partir de la crisis de la década de 1930, tras la cual, se implementa en el país una política de Industrialización por Sustitución de Importaciones, que potencia el mercado interno y el desarrollo del sector secundario de la economía, en base a una importante participación del Estado en las empresas del país (Barton *et al.*, 2008; Claude 1997). Según Juan O'Brien (1992), para ese entonces la producción de cobre chileno se encontraba en decadencia, y de las más de 50 fundiciones que operaban a comienzos de siglo, para la década de 1930 sólo quedaban 3 grandes complejos industriales operados por capitales estadounidenses, El Teniente, Chuquicamata, y Potrerillos, que controlaban el precio de compra a los productores nacionales.

El impulso estatal de la industria minera, se realiza a través de la Caja de Crédito Minero (CACREMI), creada en 1927, y de la Corporación de Fomento (CORFO), fundada en 1939, las que en conjunto propician la puesta en marcha

de la primera fundición nacional, cuya construcción en la localidad de Paipote, en la actual Región de Atacama, se finaliza en 1951.

Tras la inauguración de la fundición de Paipote, se crea en 1955, la Empresa Nacional de Fundiciones, encargada de generar la capacidad de beneficio para los minerales de fundición directa, concentrados y precipitados, a fin de permitir su exportación como producto terminado. En ese entonces, Paipote no consideraba la refinación del mineral, la que se realizaría en una refinería a instalarse en Guayacán, Coquimbo, sin embargo el proyecto no prosperó por lo que quedó pendiente la construcción de una usina de estas características (O'Brien, 1992).

Hacia fines de la década de 1950, se suscita en Valparaíso la discusión respecto de la posibilidad de instalar en sus costas cercanas una fundición de cobre para procesar el mineral que hasta 1945 era trabajado en Chagres (Llay-Llay), fundición privada que había sido clausurada por problemas ambientales y que fue reabierto en 1959 (Folchi, 2006). El complejo industrial consideraba una refinería y fundición de cobre, que sería operada por la estatal Empresa Nacional de Minería (ENAMI), (creada en 1960 a partir de la fusión de CACREMI y la Empresa Nacional de Fundiciones), además de una central termoeléctrica de 110 MW que la abastecería de electricidad aportando también con energía eléctrica al naciente sistema interconectado. Esta planta sería

operada por la Compañía Chilena de Electricidad (CHILECTRA) (Sabatini *et al.*, 1995).

Las localidades propuestas para el nuevo emplazamiento fabril fueron, entre otras, Papudo y Ventanas, presentándose desde un comienzo una fuerte oposición por parte de los agricultores de Papudo a la instalación de la industria en su territorio. Desde Valparaíso en cambio (y no desde Ventanas) se ejercen presiones políticas para asegurar la instalación de la industria en la costa de Quintero. Luego de años de tensiones por la decisión respecto de la ubicación del complejo (Sabatini, 1998; Bravo, 2005; Folchi, 2006), la discusión se zanja con una decisión política apoyada en informes técnicos de la época, que consideraban que la zona de Ventanas presentaba mejores condiciones para la dispersión de los gases que las otras zonas alternativas. Al respecto, Sabatini hace la siguiente cita a los expertos que generaron los informes técnicos apoyando la opción de Ventanas:

Las Ventanas es un lugar satisfactorio para instalar la fundición pues está situada en una llanura abierta a catorce kilómetros de los cerros, aproximadamente, y está expuesta a los vientos del mar... La topografía y las condiciones atmosféricas de Las Ventanas disminuyen los posibles malos efectos de prolongados periodos de contaminación atmosférica sobre la salud pública y permiten la expansión de las fundiciones y el

agregado de industrias anexas (Middleton y Mallette, citados por El Mercurio de Valparaíso, julio 15 de 1957, en Sabatini, 1995).

La cita da cuenta de la predisposición a *prolongados períodos de contaminación*, y de un proceso de construcción social del espacio mediante el uso de un *argumento técnico*, a través del cual se identifican las características del paisaje que deben ser incorporadas al sistema de producción a fin de disminuir el impacto de su operación, al resaltar la utilidad de la topografía y las condiciones atmosféricas para validar la selección del territorio destinado a acoger un complejo industrial de las características del emplazado en Ventanas.

Sumado a ello, existía el antecedente del cierre por casi 15 años (1945- 1959) de la fundición de Chagres por sus efectos nocivos principalmente sobre la agricultura del valle de Llay- Llay, donde esta fundición se ubica, lo que determinó que desde un comienzo el proyecto de Ventanas considerara la instalación de una planta de producción de ácido sulfúrico (H_2SO_4), con lo que se capturaría una cantidad importante del Anhídrido Sulfuroso (SO_2) que se emite producto de las labores de beneficio metálico. Sin embargo, la fundición se inauguró sin la planta de ácido, postergándose en reiteradas ocasiones su construcción. La principal razón del aplazamiento de la planta, fue que la demanda de ácido sulfúrico de la época alcanzaba para reducir de modo muy marginal las emisiones de anhídrido sulfuroso (Folchi, 2006), constatándose la incompatibilidad de los ciclos económicos y los ciclos ecológicos.

En numerosas ocasiones se ha planteado que la idea de desarrollo estructuralista que prosperó en América Latina en las décadas de 1950 y 1960 penetró profundamente en la sociedad nacional (Kay, 1998), por lo que se dice que la instalación del complejo industrial no generó, desde sus inicios una resistencia manifiesta por parte de la comunidad de Valparaíso, sino que más bien se propició por parte de las autoridades y medios locales, el establecimiento de las industrias en la zona de Ventanas (Sabatini *et al.*, 1995; comunicación personal de Jorge Navarrete¹⁹).

Sin embargo, Muñoz (2012) reconoce a partir del relato oral de los pescadores de caleta Ventanas, que pese a que los habitantes de las localidades de Puchuncaví tuvieron la percepción inicial de que las industrias traerían progreso, y a que en un comienzo se emplearon en la construcción de las distintas industrias, con el tiempo fueron abandonando estos trabajos producto de su escasa remuneración y de la falta de costumbre frente al trabajo asalariado. Una vez que comienza la operación de las industrias, se suma el hecho de que muchos trabajadores se enferman o incluso mueren producto de las faenas.

¹⁹ Profesor titular escuela de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

7.2.2 Década de 1950: Ventanas, localidad pesquera y agraria

Según el censo de vivienda y población de 1952 la comuna de Puchuncaví, contaba en ese entonces con 5.129 habitantes, de los cuales el 88,1% correspondía a población rural y un 75% se empleaba en la agricultura (Malman *et al.*, 1995). Para esta época, los habitantes de la localidad costera de Ventanas, se encontraban viviendo una transición productiva. Durante la década de 1940 la actividad pesquera se centraba en la pesca del congrio, la jaiba, y la recolección de orilla de recursos bentónicos²⁰ como el loco y la macha. El destino de la producción pesquera y recolectora fue tanto de autoconsumo como comercial, con una mayor venta de congrio y autoconsumo de lo recolectado en la orilla.

²⁰ *Recursos Bentónicos*: Organismos que viven adheridos o inmersos en el fondo marino y que son extraídos por el hombre

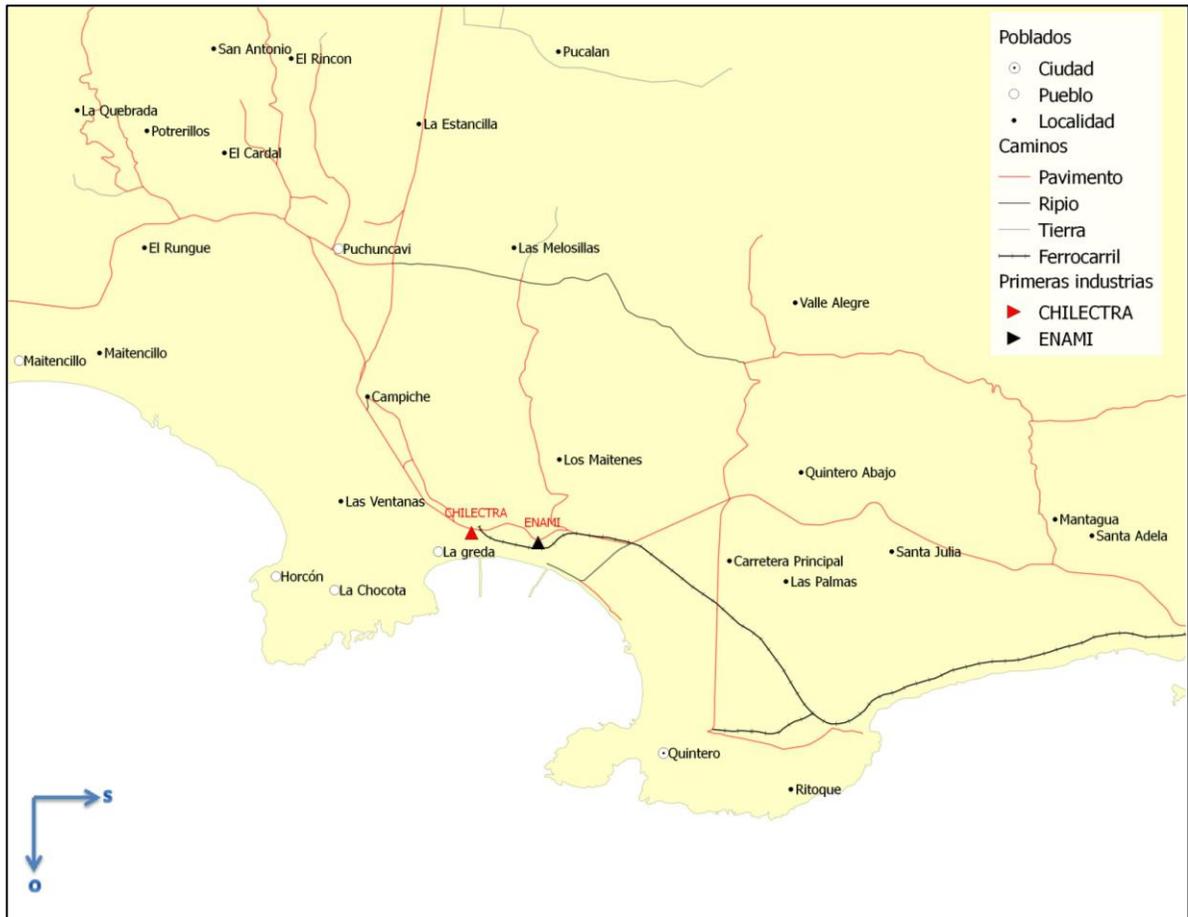


Figura 7: Localidades cercanas a la costa de bahía Quintero

A partir de la década de 1950 la extracción de recursos bentónicos se tecnifica a través del empleo de técnicas como el buceo con escafandra²¹ y posteriormente con el buceo con *hooka*²². La actividad agrícola por su parte era complementaria a la pesca, y se realizaba en predios familiares, en medierías y

²¹ *Escafandra*: Especie de casco que permite la respiración submarina mediante un mecanismo de inyección de aire a través de una manguera.

²² *Hooka*: Técnica de buceo en la que el buzo respira el aire bombeado desde la superficie por un compresor y a través de una manguera

a trato por cosecha. La producción agrícola se destinaba también a la venta y a la subsistencia (Muñoz, 2012). A comienzos de la década de 1960 se inicia la pesca de la merluza, lo que incrementa las capturas de pescado en la zona (SERNAPESCA, 1962)

La producción agrícola tenía un mayor peso en las localidades interiores de la comuna de Puchuncaví, y se basaba en la producción de leguminosas y hortalizas (INE 1955, 1965) además del pastoreo de ganado principalmente bovino y ovino.

La zona es también a la fecha un importante balneario visitado por los sectores medios de la sociedad santiaguina, en el que además se instalan hacia la década de 1960, *colonias de veraneo* de empleados públicos en sectores como Loncura, La Chocota y Horcón (Comunicación personal de Rodrigo Figueroa²³).

Pese a su inicial vocación como balneario y centro de producción agropecuaria, tras la instalación de la fundición de cobre, las localidades de Quintero y Ventana se consagran en el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIVA) como localidades industriales, tras la definición en ellas de *zonas industriales molestas y peligrosas*, estas últimas definidas en el artículo N° 25 de la Ordenanza del PRIVA²⁴, como :

23 Profesor titular escuela de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

24 Publicada en el 1° de Marzo de 1965 en el Diario Oficial (páginas 648- 656)

“aquellas que por la índole eminentemente peligrosa de sus instalaciones, de las materias primas que en ellas se emplea, productos medios o productos finales, puedan causar daños a las propiedades o salud pública en un área que excede considerablemente los límites de su propio predio”.

En conjunto, la superficie industrial de Ventanas y Quintero es de 599 Há, lo que representa el 25% de la superficie industrial total definida por el instrumento para las actuales comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Concón, Quilpué, Villa Alemana, Casablanca y Quintero, además de la localidad de Ventanas, perteneciente a la comuna de Puchuncaví (tabla 2, figura 8).

Tabla 2: Zonas industriales definidas en el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIV) Fuente: Reproducida de la Ordenanza del PRIV.(D.O. 1° de marzo de 1965)

Nombre de la zona industrial	Comuna	Tipo de industrias	Ubicación en área	Superficie aprox. en Há.
Quintay	Casablanca	Insalubre	Rural	184
Placilla	Valparaíso	Molestas	Sub- urbana	112
Placilla	Valparaíso	Molestas	Sub-urbana	112
Laguna Verde	Valparaíso	Molestas	Sub- urbana	26
El Salto	Viña del Mar	Molestas	Urbana	148
Quilpué	Quilpué	Molestas	Urbana	250
Concón	Viña del Mar	Peligrosas	Sub- urbanas	343
Colmo	Quintero	Molestas	Sub- urbana	337
Quintero-Ventanas	Quintero-Puchuncaví	Peligrosas	Sub- urbana	226
Ventanas	Puchuncaví	Molestas	Sub- urbanas	373
Peñablanca	Villa Alemana	Molestas	Urbana	256

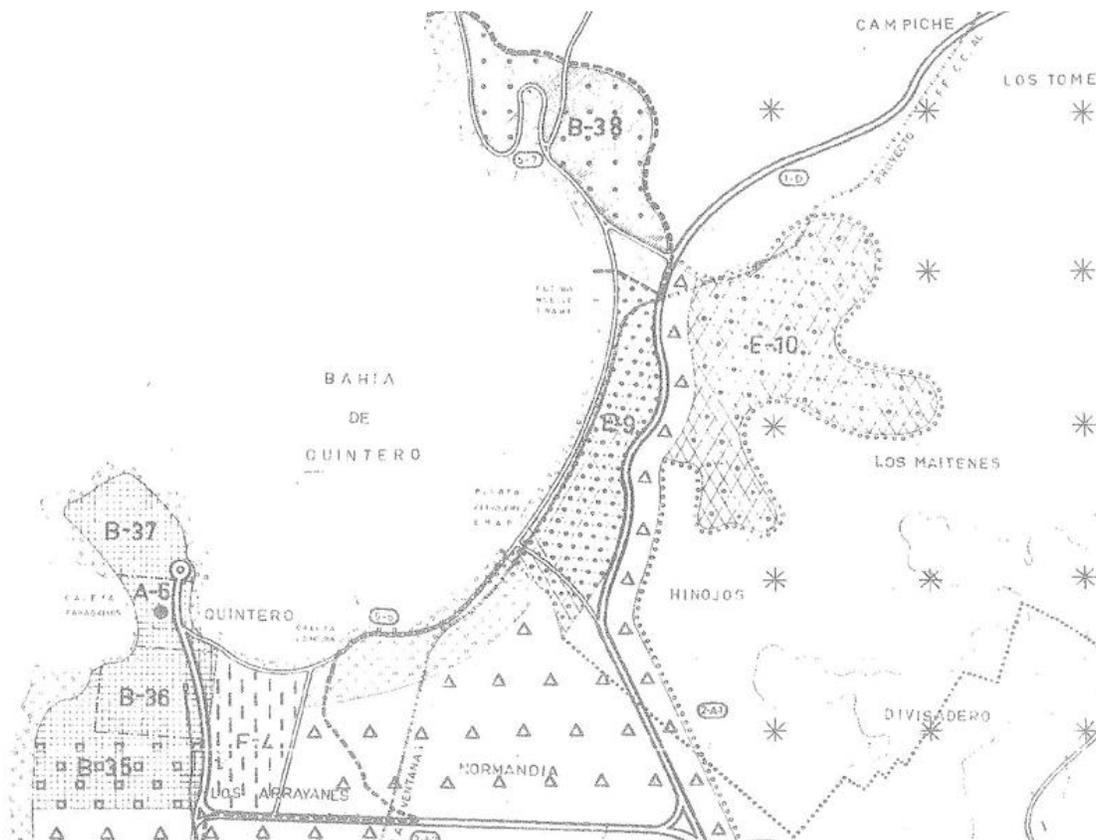


Figura 8: Zonificación Satélite Borde Costero Quintero Puchuncaví. Fuente: Reproducida de la Ordenanza del PRIV.(D.O. 1°de marzo de 1965).

Simbología: E-9: Industrias peligrosas; E-10: Industrias molestas; A-6: Área urbana sector central; B-35: Área de extensión

7.2.3 Período de 1964 - 1973: La llegada y operación de las industrias

Hasta la llegada de la ENAMI a la bahía de Quintero, la actividad industrial se limitaba a la existencia a partir de 1952, de un muelle de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP) compañía petrolera estatal, que en 1954 inaugura una refinería de petróleo en la vecina localidad de Concón.

Con la inauguración del Complejo Industrial de Ventanas en 1964, comprendido por la fundición de ENAMI y la unidad termoeléctrica a carbón de CHILECTRA, comienza una nueva etapa en la historia productiva de la localidad de Ventanas y de la comuna de Puchuncaví. Ya en 1966 se inauguraban la Refinería Electrolítica en los terrenos de ENAMI, además del muelle de CHILECTRA, donde se descarga el carbón utilizado como combustible por la central termoeléctrica, comenzando de esta forma las operaciones del nuevo polo industrial.

La tecnología empleada en esta primera etapa por parte de la fundición de metales, se basaba en el uso de un horno de reverbero, operado con petróleo, y con capacidad para alcanzar 1.400°C, permitiendo la fusión de entre 12.500 y 13.500 toneladas mensuales de carga. La fusión realizada por el horno era complementada por dos convertidores Pierce Smith, que operan como unidades de fusión complementarias y permiten obtener cobre Blíster, con una pureza de 99%. En septiembre de 1968 se inaugura un tercer convertidor que permitía obtener una producción de cobre Blíster de entre 3000 a 4.000 Ton mensuales según Bravo (2005) y entre 25.000 a 30.000 TM anuales según Folchi (2006). En el caso de la refinería electrolítica, la industria se inauguró en 1966, con una capacidad de producción de 84.000 toneladas de cobre fino, además de 1.500 kg. de oro y 14.000 kg. de plata (Bravo 2005) (figura 9).

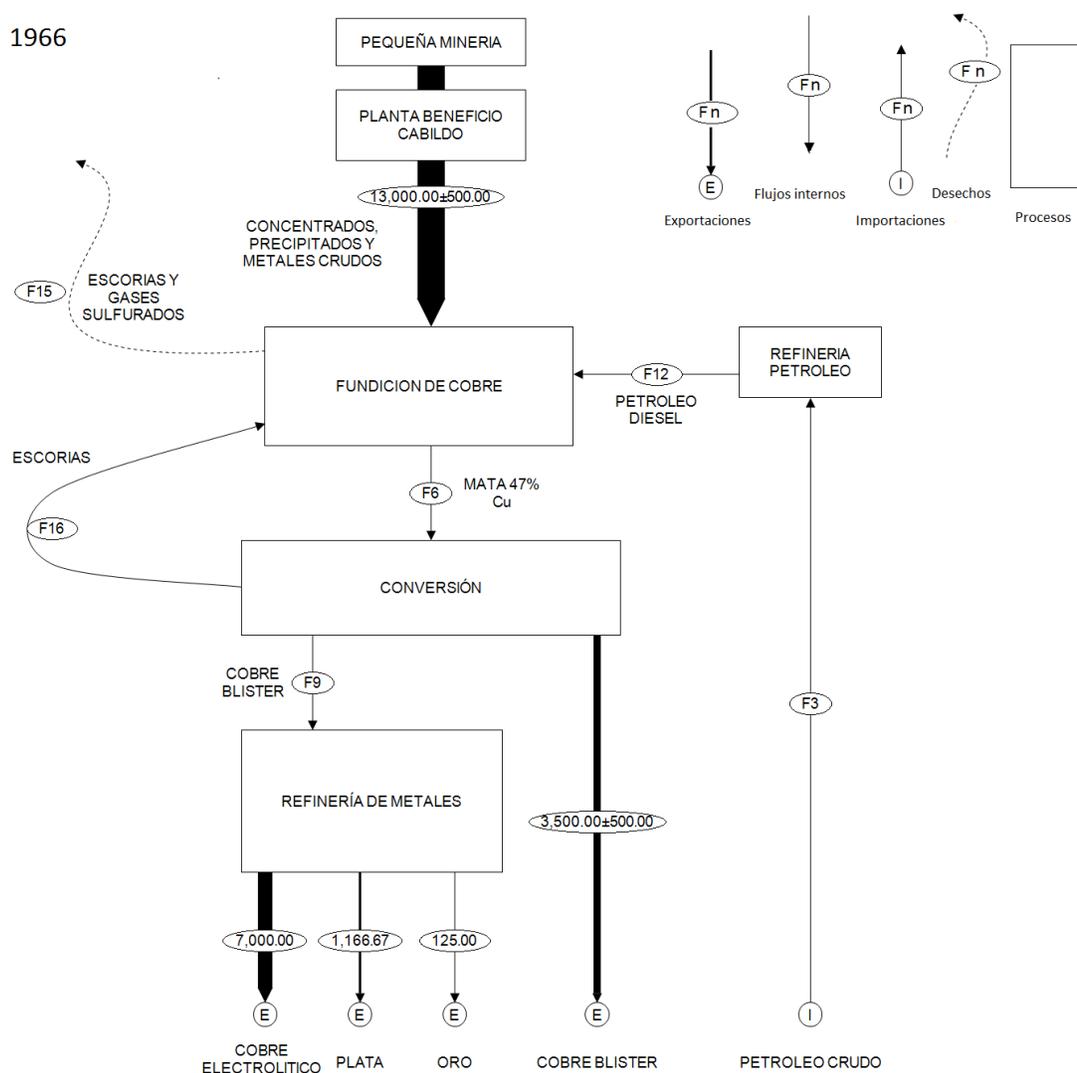


Figura 9: Esquema del proceso productivo del cobre en la fundición y refinería de cobre de Ventanas. Interpretado a partir de descripciones bibliográficas

En un comienzo, el mineral beneficiado en la fundición y refinería de Ventanas, proviene casi exclusivamente del material extraído por la pequeña y mediana minería realizada en los valles interiores de la zona central, cumpliendo con el objetivo establecido por la ENAMI, en orden a ofrecer las capacidades de refino

de la planta a los productores que obtenían un bajo precio en las fundiciones privadas, y que no podrían exportar el mineral que extraen, a los mercados internacionales. En efecto, durante 1965, y producto de un estudio llevado a cabo por ENAMI, la empresa estatal puso en marcha una planta de beneficio en la localidad de Cabildo, en la que se concentraba por flotación, una gran cantidad de cobre proveniente de pequeñas minas ubicadas en torno a este pueblo. El concentrado de cobre producido en Cabildo se constituía en ese entonces como el principal insumo para la recién creada fundición de Ventanas, que producía en 1966 más de 87.000 toneladas de cobre electrolítico (Danús, 2009). Posteriormente se suman al material procesado, concentrados provenientes de las fundiciones de Chagres y El teniente.

Durante la segunda mitad de la década de 1960, la ENAMI inicia un período de expansión apoyado en los altos precios que alcanzaba el cobre en esta época, a través del cual se proyectan nuevas plantas de beneficio, se intensifican los programas de fomento con apoyo técnico, mecanización de las labores mineras entre otras medidas. La empresa se involucra además en labores de prospección y explotación mediante alianzas con productores privados en un régimen de sociedades mixtas (Danús, 2009). Uno de los principales hitos en la producción cuprífera nacional ocurre en esta etapa, y corresponde a la inauguración del mineral de Andina, que acaba siendo el principal proveedor de

concentrado de cobre a la fundición de Ventanas, una vez iniciadas sus faenas a principios de la década de 1970 (Figura. 10).

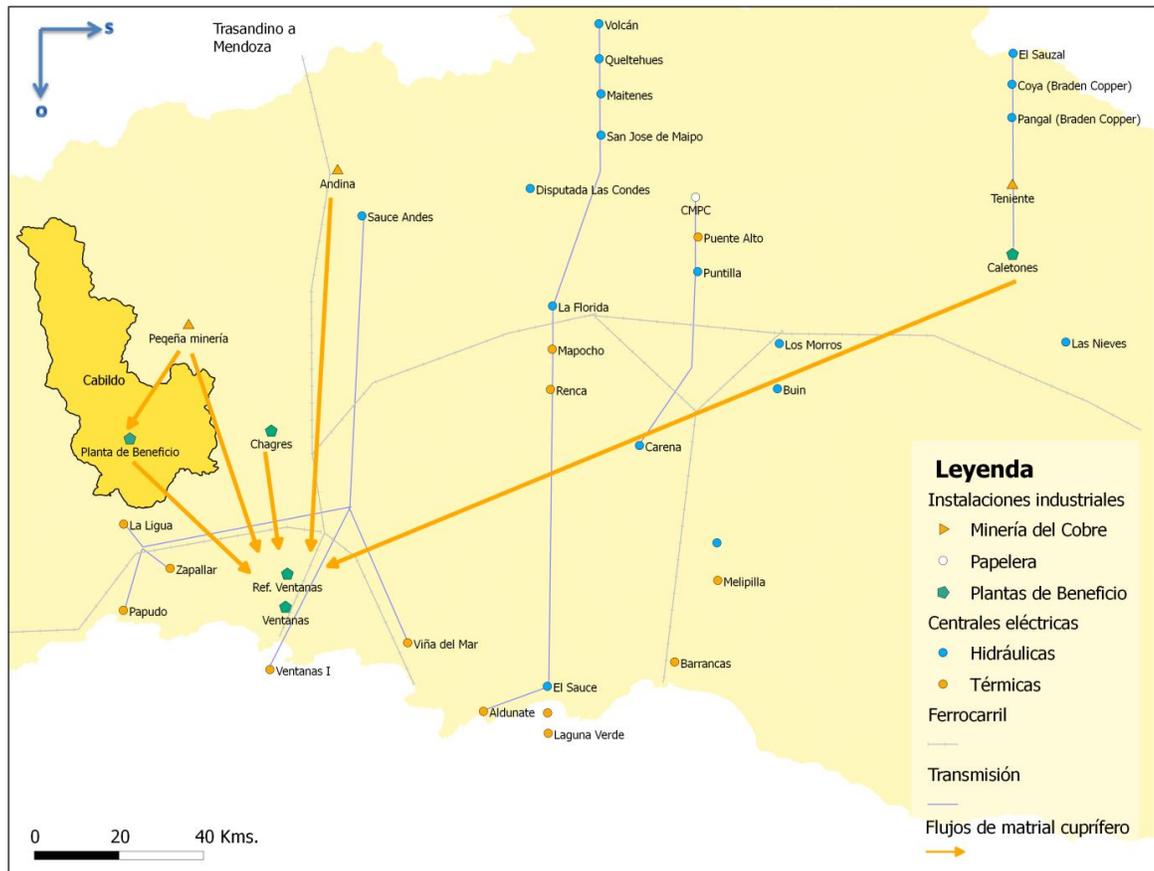


Figura 10: Ubicación de los principales centros de producción cuprífera de la zona centro y su relación con la fundición y refinería de ENAMI Ventanas.

En materia de generación de electricidad y como se mencionó anteriormente, este período se caracteriza por una disminución de la importancia de los autoprodutores, cuyos consumos comienzan a ser abastecidos por las principales empresas generadoras de la época, CHILECTRA y ENDESA, que hacen llegar su energía eléctrica a las industrias mediante un sistema de

transporte que se desarrolla al punto de permitir la interconexión de los sistemas hasta entonces aislados. Comienzan a surgir de esta manera nuevos polos de generación en base a energía térmica carbonera, que posteriormente se consolidarán en el sistema eléctrico nacional, como son Huasco (Guacolda), Coronel (Bocamina) y el propio Ventanas (lámina 2).

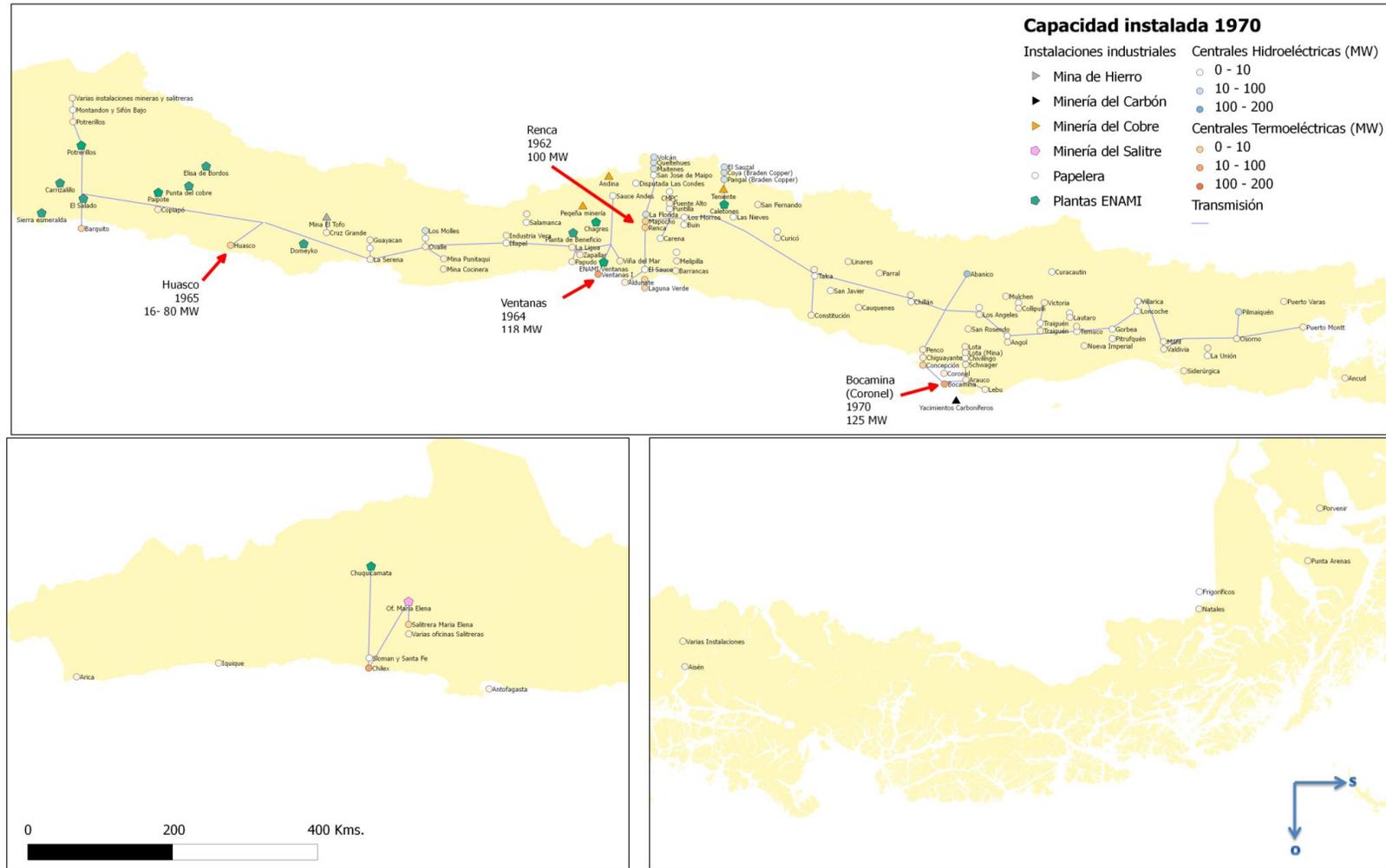


Lámina 2: Configuración geográfica del sistema de generación y transmisión de energía eléctrica

7.3 1973-1990: Período de ajuste estructural del modelo económico

Luego de un breve período en que el gobierno de Chile es asumido por la Unidad Popular, que nacionaliza la gran minería del cobre y las empresas de generación y distribución eléctrica, se instala mediante un golpe militar, un gobierno de facto encomendado a reformar la estructura del Estado chileno.

Con la dictadura militar, a partir de 1973 se implanta en Chile, un régimen neoliberal de carácter fundamentalista y experimental (Klein, 2007). Bajo este régimen, la política de industrialización iniciada a mediados de siglo es abortada y reemplazada por una economía nuevamente basada en la exportación de materias primas, sustentada principalmente en la producción de cobre, y en la que los tributos por la extracción de los recursos naturales o por la contaminación del ambiente son prácticamente inexistentes (Folchi, 2003).

7.3.1 Reformas Mineras

Respecto de la minería del cobre, la política de nacionalización iniciada en el gobierno de Eduardo Frei Montalva, y que dio origen a la reforma constitucional de 1971²⁵, es congelada tras la promulgación de una nueva

²⁵ Ley 17.450, julio de 1971, que modifica el artículo 10 de la constitución, de manera que faculta al estado la posibilidad de nacionalizar los *“recursos naturales, bienes de producción u otros, que declare de importancia preeminente para la vida económica, social o cultural del país”*.

constitución, en 1980²⁶. Junto con la nueva constitución, la dictadura militar desarrolló una serie de reformas al sector minero, entre las que se cuentan el Decreto Ley 600, de 1974, que establece el Estatuto de Inversión Extranjera; la Nueva Ley de Concesiones Mineras (1982), y código de Minería (1983) (Piñera, 1986; Moguillansky, 1998).

A través de estas reformas los ideólogos del actual sistema económico redujeron a la industria minera estatal, al tiempo que permitieron el otorgamiento a inversionistas privados, de concesiones protegidas por el derecho de propiedad, además de favorecer el ingreso y el retiro de capitales extranjeros.

La gran minería del cobre administrada por la CODELCO tras su nacionalización, junto con las plantas de fundición y refinado de ENAMI, permanece en manos del estado, y pese a la protección de las inversiones que estableció el nuevo marco institucional, el capital extranjero no acaparó inmediatamente la industria del cobre. Al respecto Moguillansky (1998) plantea que *“entre 1980 y 1987 las inversiones mineras no afluyeron en magnitudes significativas. Los registros de inversión materializada a través del DL 600 aportadas por el Comité de Inversiones Extranjeras, muestran*

²⁶ La Tercera disposición transitoria de la Constitución, establece que “la gran minería del cobre y las empresas consideradas como tal, nacionalizadas en virtud de lo prescrito en la disposición 17^o transitoria de la Constitución Política de 1925, continuarán rigiéndose por las normas constitucionales vigentes a la fecha de promulgación de esta Constitución”. Así mismo, en el artículo 19, Número 24^o, se establece que el estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas. Sin embargo aclara que también le corresponde fijar por ley qué sustancias pueden ser objeto de concesiones de exploración o de explotación, concesiones que están protegidas por el derecho de propiedad.

que en moneda constante de 1995, el promedio anual de divisas ingresadas al sector representaron un 15% de lo ingresado en el período 1988-1997(...)
Como contraste, la inversión efectuada por CODELCO en el período 1980-1987, en dólares de 1995 alcanzó 360 millones de dólares anuales, dos y media veces la inversión ingresada del exterior.”

En otras palabras, las medidas políticas adoptadas por la dictadura a fin de favorecer la inversión extranjera en materia minera, no adquirieron su real dimensión sino hasta que la administración del estado pasó a manos de los partidos políticos, y sin embargo mientras se realizaron estas reformas, fue la industria estatal la que creció con más fuerza, posicionándose como una competidora fuerte frente a la inminente llegada de las grandes transnacionales.

Una de las características de la industria cuprífera estatal, es la integración de los procesos, tanto de extracción como de refinación y fundición, a diferencia de la minería privada, que exporta básicamente mineral en estado bruto (Folchi, 2003; Barton, 2008). Esta condición, sumado a la restricción de los negocios de ENAMI a la fundición y refino de metales, favoreció la consolidación de la Fundición y Refinería de Ventanas, que durante este período crece significativamente. Es así como en 1979, la refinería de cobre inaugura un nuevo circuito de refinación que permitió aumentar de 82.000 a 160.000 toneladas la capacidad anual de producción de cobre fino, y hacia 1982, nuevas mejoras permitieron aumentar la producción a 210.000 toneladas anuales (Bravo, 2005).

7.3.2 Reformas al sistema eléctrico

El sector eléctrico también fue sometido al ajuste neoliberal llevado a cabo por los golpistas. Tras la asunción militar al poder político, se procede a desconcentrar, descentralizar y regionalizar las dos empresas estatales existentes, CHILECTRA y ENDESA, separando sus funciones de generación y distribución en filiales, que a su vez tenían una desagregación territorial. En el caso de CHILECTRA, se creó CHILGENER, dedicada a la generación, además de CHILQUINTA y CHILECTRA Metropolitana, dedicadas a la distribución en las regiones V y Metropolitana. El resto del país era abastecido principalmente por la ENDESA.

Luego de la desarticulación de las empresas eléctricas del Estado, el Ministerio de Minería dicta el DFL N°1²⁷ de 1982, con la justificación de regular de manera orgánica las materias exclusivamente energéticas, dejando a la Ley 18.168 la regulación de las telecomunicaciones.

En palabras de la propia Comisión Nacional de Energía, creada con el DFL 1, el espíritu de la legislación es el de generar mejores condiciones para la competencia en el mercado eléctrico:

²⁷ Los principales elementos que introduce el DFL N°1, son el establecimiento de un sistema de concesiones para la generación, la transmisión y la distribución de la energía, además de una nueva fórmula utilizada para comercializar la electricidad. En esta fórmula se consideran dos tipos de clientes. Los libres, grandes consumidores que negocian directamente con las generadoras; y los regulados, para los que se establece un mecanismo que limita los precios máximos que pueden cobrar las empresas generadoras.

“El criterio básico de la ley eléctrica es propender el establecimiento de condiciones de competencia en este sector reservando la acción reguladora del Estado sólo para aquellas actividades que revistan características de monopolio natural” (CNE, 1989 en Hermansen, 2014) determinando un funcionamiento libre en generación y transmisión y .regulado en distribución.

Es así como con la promulgación del Decreto con Fuerza de Ley N°1 de 1982, el estado chileno generó un sistema tarifario que permitió elevar la rentabilidad de las empresas eléctricas y generar utilidades importantes en el período previo al proceso de difusión y privatización de la propiedad del sector, que tuvo lugar entre los años 1986 y 1989. Dicho proceso se basó en el mecanismo del *capitalismo popular*, consistente en la venta directa de acciones a pequeños inversionistas nacionales, funcionarios del sector público y miembros de las fuerzas armadas. Luego de la aplicación de esta política pública que según el discurso de la época pretendió *democratizar* la propiedad de las eléctricas, las acciones fueron compradas rápidamente por los grupos económicos que controlaron el mercado mediante el uso información privilegiada, (Moguillansky, 1997).

En el transcurso de la dictadura, la capacidad de generación se duplicó, siendo el período más significativo en este incremento el que ocurre con posterioridad a la promulgación del DFL N°1. Durante este último período, el crecimiento de la potencia instalada en los dos principales sistemas integrados del país superó los 1.200 MW. Este incremento es resultado de la capacidad de generación incorporada al Sistema Interconectado Central tras

la inauguración en 1985 de los embalses Colbún y Machicura de la empresa Colbún, y a la expansión de la central térmica de Tocopilla en el Norte Grande entre los años 1983 y 1987 (figura 11).

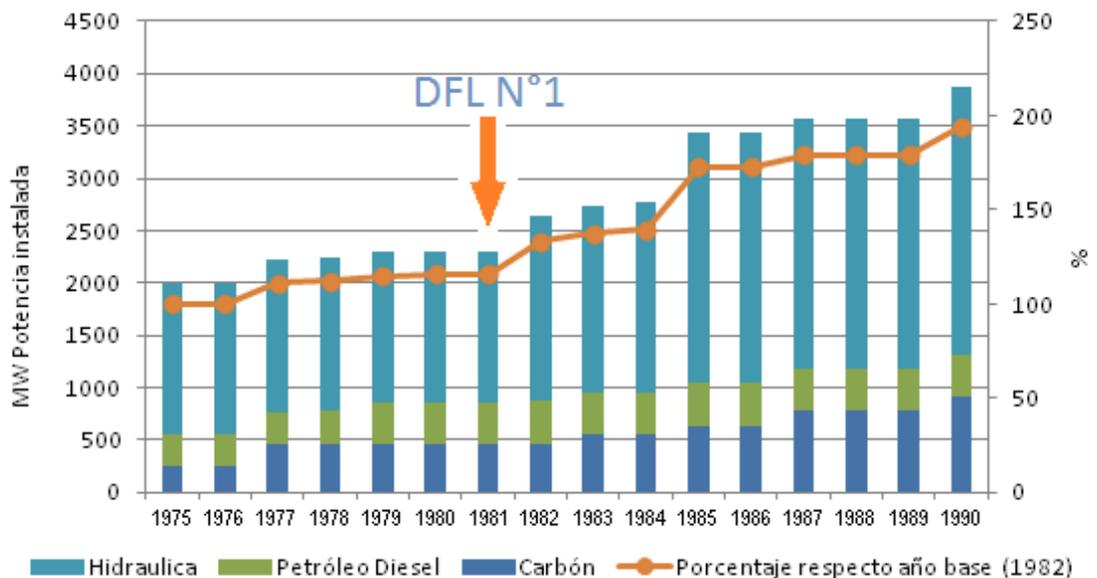


Figura 11: Evolución de la capacidad instalada en los dos principales sistemas interconectados tras la promulgación del DFL N°1

7.3.3 Crecimiento industrial en la bahía de Quintero durante el periodo dictatorial

Uno de los principales hitos del período en términos de inversión en capital fijo para la generación eléctrica lo constituye la puesta en servicio en 1977 de la segunda unidad generadora de la central termoeléctrica de Ventanas.

En palabras del gobierno militar: “La obra representó una inversión de 72 millones de dólares y se desarrolló en tiempo record de 28 meses. La

incorporación de los 210 MW de potencia producidos por esta unidad permitió a CHILECTRA proporcionar un total de 330 MW al Sistema Interconectado Nacional para satisfacer fundamentalmente las demandas de energía en la zona más densamente poblada del país. Este complejo tiene un consumo aproximado de 880.000 toneladas métricas anuales de carboncillo, por lo cual se constituye como el principal consumidor de carbón nacional” (Ministerio Secretaría General de Gobierno, 1983). La misma publicación estima la producción nacional de carbón en 1981 en torno a los 800.000, la cual cubre el 60 % de la demanda total del país.

Junto con la segunda unidad de Ventanas, se inaugura en 1980 el terminal de OXIQUM, industria química que surge como una filial de SINTEX, una empresa dedicada a la fabricación de productos químicos que a partir de fines de la década de 1970 ingresa al negocio de los terminales marítimos para productos químicos, precisamente con la inauguración del terminal de Quintero.

Con respecto a la planta de ENAMI, se inaugura en 1979 un nuevo circuito de refinación, para en 1983 iniciar la puesta en marcha del convertidor Teniente, que reemplaza en gran medida la fusión realizada en el antiguo horno de reverbero.

Este crecimiento en la actividad industrial se ve reflejado en sucesivas modificaciones (1984 y 1987) del área industrial del Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIVA). Estas modificaciones permitieron primero ampliar la zona industrial, y luego definieron con mayor precisión las

actividades industriales posibles de realizar en el área definida para las industrias peligrosas. Es así como en 1987 se agregan al artículo 25 de la ordenanza del PRIVA (que regula las zona de industrias peligrosas) ²⁸ tres incisos, que establecen que:

“Dentro de esta clasificación se comprenden entre otras, las plantas de almacenamiento, distribución o procesamiento de combustibles, las plantas de producción y/o almacenamiento de gas y/o derivados del petróleo, las fábricas y/o almacenamiento de productos químicos explosivos polvóricos y/o inflamables, las fábricas y/o almacenamiento de explosivos, municiones y otros etc.(...) Su emplazamiento sólo se permitirá fuera de las áreas urbanas y tendrá que contemplarse, en cada caso, las fajas o zonas de seguridad o restricción en torno a ellas (..)”

Con las actividades industriales consolidadas y regularizadas en el territorio costero de Quintero- Puchuncaví, Chile entra en una nueva etapa de su historia, en la que el Estado deberá hacerse cargo de una serie de inequidades construidas durante el período conocido en el resto del mundo como *fordismo* (Aglietta, 1979).

²⁸ D.O. Jueves 27 de Agosto de 1987. N° 32.856 Pág. 6-7 (4630-4631)

7.4 Síntesis de las limitantes al desarrollo eléctrico hasta el fin de la dictadura militar

El desarrollo del sistema de generación eléctrica ha estado históricamente condicionado por factores limitantes que han ido delineando tanto la trayectoria de su crecimiento, como la legislación y las políticas que lo regulan como industria. En un comienzo la principal limitante es el acceso al terreno para la instalación de infraestructura, lo que es superado gracias a una normativa (leyes generales de 1925 y 1930) que facilita a los concesionarios el acceso a terrenos para la instalación de obras para el embalse y canalización de aguas, y para las servidumbres necesarias para el transporte de la electricidad generada por las centrales (Vergara, 1999).

Una segunda limitación al desarrollo eléctrico es de origen económico, debido a la necesidad de grandes inversiones para poner en marcha un sistema de creciente demanda como el que caracterizaba a Chile en la década de 1930. A fin de superar esta limitante, el estado chileno diseña y ejecuta un plan de electrificación basado en una fuerte inversión pública, realizada a través de una empresa estatal (ENDESA) que se encarga tanto de la generación como del transporte de la electricidad, además del estudio de los recursos energéticos del país. Una vez asentado el sistema de generación, el estado se hace cargo de la empresa privada que originó este sistema (CHILECTRA), pero que a fines de la década de 1960, entraba en crisis. De esta manera el sistema eléctrico es consolidado por el estado, en el momento previo a la dictadura, período en el que la limitante al

crecimiento de la industria se encuentra en la rentabilidad del negocio eléctrico. Frente al nuevo escenario, las reformas estructurales introducidas por la dictadura, propenden a la generación de competencia en el ámbito de la generación y de la transmisión, reconociéndole a la distribución características de *monopolio natural* (DFL N°1, 1982).

En este contexto, el deterioro ambiental no es visto como un obstáculo al crecimiento industrial sino hasta el término del control militar, cuando los partidos políticos asumen la misión de transformar la imagen del Estado, y en conjunto con otras reformas, impulsan la creación de una institucionalidad ambiental (la Comisión Nacional del Medio Ambiente), a través del D.S. 240/90 del Ministerio de Bienes Nacionales.

Dentro de los *considerandos* del mencionado decreto, queda de manifiesto el reconocimiento del deterioro del medio ambiente como un límite a la acumulación, al plantear: *que el deterioro (...) del medio ambiente ha llegado en los últimos años a niveles críticos; y que es urgente la necesidad de frenar, desde ya, los efectos negativos que pueden afectar el proceso de desarrollo nacional debido a una carencia de políticas y acciones sobre la materia*²⁹. De esta manera se reconoce también la necesidad de regulación de lo que entendemos como *obstáculos ecológicos a la acumulación*.

Otro aspecto evidenciado en la presentación de la legislación ambiental es el hecho de que dicha legislación obedece “*Que existe una creciente*

²⁹ D.S. 240/1990 Min. BB.NN. Considerandos.

conciencia social sobre la grave degradación de los recursos naturales renovables del país”; dejando de manifiesto que la conciencia social es un gatillante del surgimiento de la legislación.

Junto con la ley de bases, surgen también normativas específicas que regulan aspectos relacionados directamente con la interacción entre el medio ambiente y los sistemas de producción industrial, tanto energéticos como de beneficio de minerales.

En pos de comprender cómo se manifiesta esta interacción en la industria de generación termoeléctrica de la costa de bahía Quintero, se desarrolla a continuación un análisis de este proceso que considera aspectos metabólicos de la cadena productiva y sus posibles relaciones con contradicciones del capitalismo, fundadas en lo que en el presente trabajo se entienden como límites ecológicos al desarrollo, y que comienzan a evidenciarse en los últimos 20 años de la historia de esta industria, y en particular de la que se asienta en este territorio.

8 EL DETERIORO AMBIENTAL COMO OBSTÁCULO ECOLÓGICO A LA ACUMULACIÓN DE CAPITAL EN EL COMPLEJO INDUSTRIAL DE VENTANAS

Para identificar los posibles límites ecológicos asociados al deterioro ambiental que ocasiona la producción de energía termoeléctrica, es necesario desarrollar un modelo conceptual de este proceso, a partir del que puedan identificarse las contradicciones ecológicas en las que éste incurre, para luego evaluar si estas contradicciones constituyen límites para su desarrollo, y que por lo tanto deban ser regularizadas mediante instituciones sociales.

La etapa histórica que se describe a continuación se presenta como una secuencia lógica de relaciones entre el sistema productivo y *la naturaleza*, y entre *la naturaleza* y el sistema de significancias y normas de la sociedad. Esto se traduce en un relato que asocia las limitaciones que puedan derivarse del deterioro medioambiental ocasionado por la industria termoeléctrica con reformas institucionales surgidas en los últimos 25 años de la historia nacional y local.

8.1 Descripción Metabólica del proceso de producción de energía termoeléctrica

En Chile, la energía eléctrica se genera³⁰ principalmente a partir de centrales hidroeléctricas y de plantas térmicas. Estas últimas utilizan diversos combustibles, los que pueden originarse a partir de biomasa (leña, desechos orgánicos, biogás) o bien pueden ser de origen fósil (petróleo, gas natural, carbón) (Figura 12).

El caso específico del Complejo Industrial de Ventanas, se asocia a una producción energética basada en centrales térmicas que operan con diversas tecnologías de quema de combustibles fósiles, siendo el principal el carbón mineral de tipo bituminoso, y sub-bituminoso. Ambos carbones difieren principalmente en su calor específico (mayor a 6290 Kcal/kg en el caso del bituminoso), y en su contenido de agua (mayor en el sub-bituminoso). Junto con el carbón, las plantas térmicas requieren de petróleo para la partida de las calderas y de los pulverizadores de carbón.

³⁰ Cuando hablamos de generación o producción de electricidad, no podemos perder de vista que lo que efectivamente se está haciendo no es producir energía, sino que es transformar energía potencial en energía eléctrica. De tal manera que la generación de energía termoeléctrica se basa en la conversión de la energía calórica contenida en los combustibles en energía cinética y finalmente, mediante un ingenioso mecanismo, en un flujo de electrones.

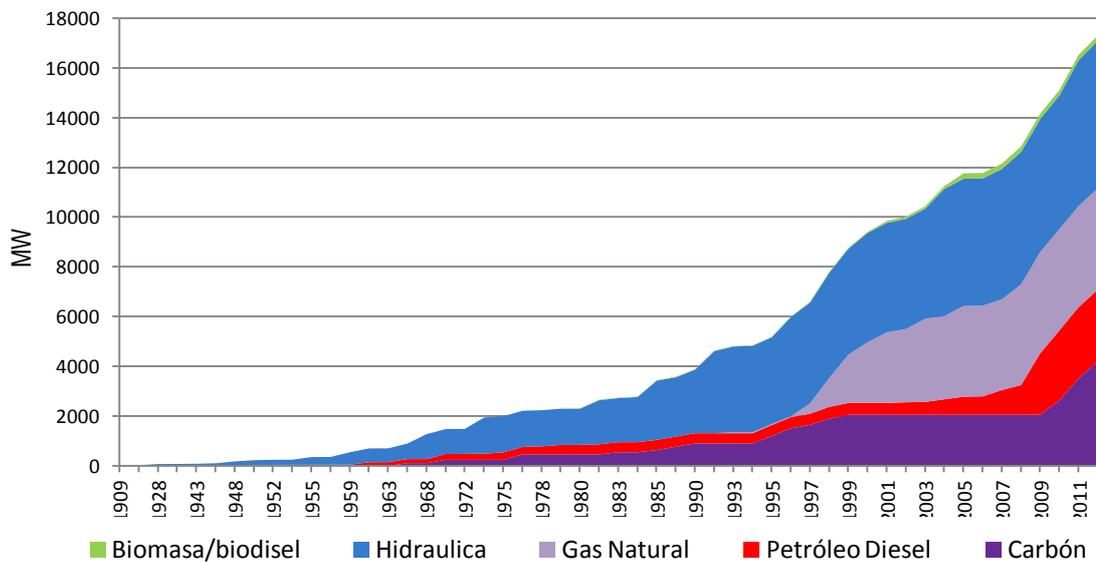


Figura 12: Evolución de la capacidad instalada en los sistemas SIC y SING.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos publicados por la CNE (2012)³¹

En general, el carbón ingresa al sistema de generación proveniente de uno o más yacimientos minerales que pueden estar alejados de las plantas generadoras, por lo que asociada a estas industrias existe generalmente un complejo portuario donde el combustible es descargado y acopiado, de manera de asegurar su disponibilidad de manera permanente.

Previo a su ingreso en el sistema de generación, el carbón es pulverizado para ofrecer un mayor porcentaje de su superficie a la combustión realizada en la cámara de incineración. El pulverizado se realiza en gran molino al cual el carbón accede desde los acopios a través de una correa transportadora.

31

http://www.cne.cl/images/stories/estadisticas/energia/Electricidad/capacidad_instalada_de_generacion.xls

En la cámara de incineración, el carbón pulverizado puede mezclarse con otros materiales para luego ser incendiado con quemadores que inician su funcionamiento con petróleo. El calor generado en la cámara de incineración moviliza una gran cantidad de moléculas de agua, que se gasifican y generan un flujo de vapor.

El agua vaporizada en la caldera es elevada a una gran presión, y es llevada a una turbina conectada a un generador. Al girar, el generador convierte la energía calórica contenida en el combustible en energía mecánica, y luego en energía eléctrica.

Una vez que el vapor acciona la turbina, requiere ser condensado nuevamente para poder ser recirculado en el sistema como agua líquida, usando para ello una gran cantidad de agua fría que permita extraer parte del calor añadido al agua en la caldera. Esta agua de enfriamiento es obtenida a partir del ambiente, mediante cañerías de aducción que en centrales costeras como las de Quintero y Puchuncaví extraen agua marina, la cual se convierte de esa manera en un insumo del proceso, y es incorporado al sistema productivo de la industria termoeléctrica (figura 13).

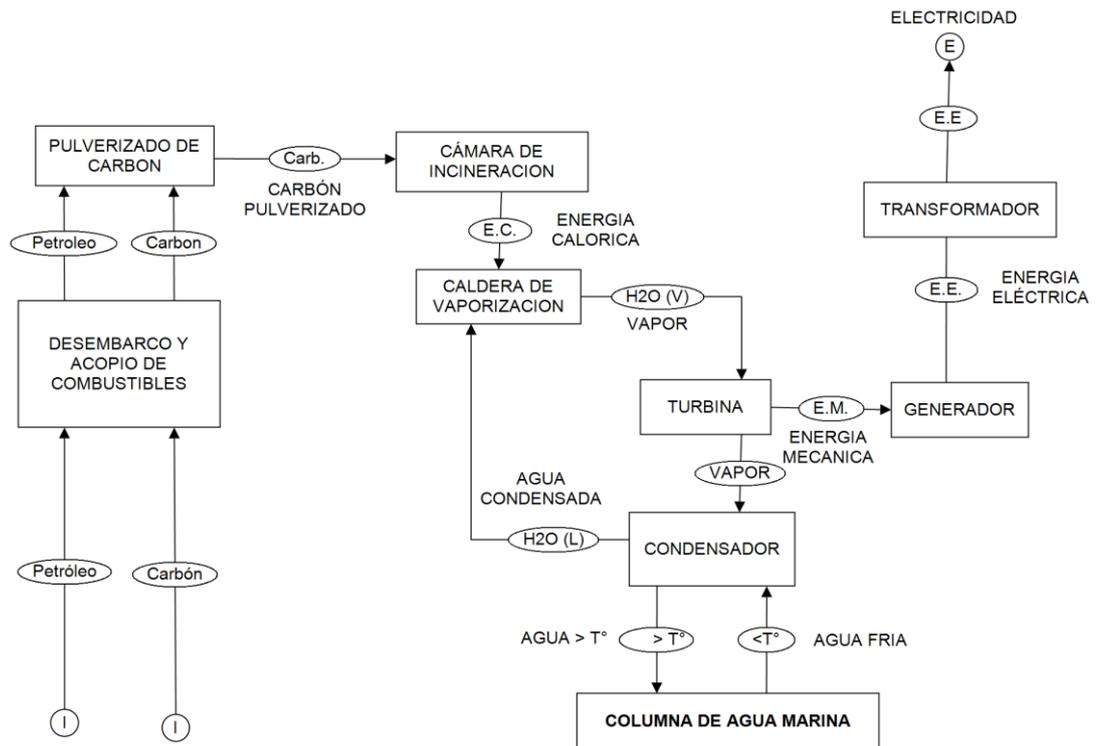


Figura 13: Esquema del proceso de conversión de energía en una planta termoeléctrica convencional

8.2 Deterioro medioambiental asociado al proceso de conversión energética

A partir de la descripción del proceso de conversión de energía calorífica en electricidad, es posible identificar al menos una etapa previa al proceso de generación de electricidad y tres etapas críticas durante la operación de este sistema, en las que se producen alteraciones en las condiciones de producción de la industria, que pueden afectar su rentabilidad.

Se distingue en primer término, la extracción del combustible necesario para la puesta en marcha del sistema, y luego las etapas que dicen relación con

la propia operación de éste, es decir, la recepción y preparación del combustible, la quema del combustible y la condensación del vapor de la caldera.

8.2.1 Extracción del combustible

De acuerdo a la perspectiva analítica asociada al metabolismo de la conversión de energía termoeléctrica, pueden identificarse límites a la producción que se relacionan con los insumos y con los desechos de esta cadena productiva.

Entre los insumos de la generación termoeléctrica, se cuenta como principal al combustible, el que en la industria termoeléctrica de Quintero, y en general a nivel nacional, es principalmente de origen fósil. En el caso de las termoeléctricas de Ventanas, el combustible no es producido dentro del sistema de generación eléctrica, sino que se importa desde otros sistemas productivos. Así, podemos distinguir que en un primer período histórico, el carbón utilizado en las termoeléctricas provenía de los yacimientos de carbón de Arauco³², principal zona carbonífera del país.

El principal problema asociado a la extracción de los combustibles fósiles, y que establece una limitante para la generación termoeléctrica, es la condición de *recurso no renovable* que pesa sobre ellos. Esta condición determina un proceso de permanente declive en la disponibilidad y la calidad

³² Rosenblitt, J. y R. Nazer. (S/A) Entre el Mar y Nahuelbuta: Historia del Asentamiento Humano en Arauco. URBE Ltda. Descargado de internet el 28 de julio de 2014 en el portal: http://www.archivochile.com/Historia_de_Chile/otros_artic/HCHotrosart0010.pdf

de los yacimientos existentes (García, 2011). En efecto, Chile vivió a fines de los años ochenta un proceso irreversible de deterioro en la calidad y cantidad de los carbones bituminosos extraídos históricamente a partir de los yacimientos del golfo de Arauco y de la zona de la bahía de Concepción, lo que llevo al colapso de la minería del carbón en esta región, producto de la incapacidad de la industria nacional para competir con los precios de los productores extranjeros, pese a los esfuerzos por subsidiar la actividad.

8.2.2 Recepción y preparación del combustible

Debido al origen exógeno del carbón, una primera etapa en la generación eléctrica es la recepción, acopio y preparación del combustible. Las principales “*externalidades*” (Martínez-Alier y Roca, 2001) ambientales asociadas a esta etapa se producen por emisiones *casuales o no reguladas*, ocurridas durante las maniobras de desembarque y de transporte del combustible hacia los centros de acopio, como son por ejemplo los vertimientos de carbón que han denunciado los pescadores de Ventanas a través de la prensa (figura 14).

Junto con los vertimientos de carbón que afectan directamente el ecosistema intermareal de la playa, se cuenta con que en el traslado del carbón por la correa transportadora, y durante el pulverizado del combustible, se emite material particulado a la atmósfera, producto de escapes de este material, que es volatilizado en la atmósfera y que se suma a las emisiones provenientes principalmente de la quema de combustible.



Figura 14: Varazón de carbón en playa Ventanas, ocurrida el el 10 de julio de 2012. Foto del Movimiento de Comunidades por el Derecho a la Vida, reproducida a partir del portal “La voz de Valpo”³³

8.2.3 Quema del combustible.

El proceso de combustión del carbón genera una temperatura cercana a los 1200° C, además de una serie de gases contaminantes que han sido identificados en investigaciones referentes a los impactos de las termoeléctricas (Rozas 1993; Zuk *et al.*, 2006) y en los estudios de impacto ambiental ingresados al Sistema de Evaluación Ambiental para las distintas

³³ <http://www.lavozdevalpo.com/asite/2012/06/11/pescadores-denuncian-nuevo-varamiento-de-carbon-en-playa-de-ventanas/>

termoeléctricas a carbón que se han proyectado en el territorio costero de la bahía de Quintero.

Entre las principales emisiones generadas por las termoeléctricas que operan en base a carbón, se encuentran los compuestos nitrogenados (NOx), los sulfuros y anhídridos sulfurosos (SO₂ y SO₄), el material particulado (PM₁₀ y PM_{2,5}) y los óxidos de carbono (CO y CO₂).

Las emisiones gaseosas contaminantes pueden ser disipadas por la atmósfera, sin embargo, parte importante de las sustancias emitidas, pueden depositarse en los suelos por precipitación de sus partículas, ya sea en seco, o bien a través de la lluvia ácida.

Los contaminantes que no logran ser dispersados por la atmósfera y aquellos que se depositan en los suelos, finalmente se integran en los procesos metabólicos de los pobladores, animales marinos o terrestres, y en la vegetación, causando efectos dañinos en estos organismos vivos y dañando los ecosistemas tanto silvestres como controlados.

Junto con los elementos precipitados desde la atmósfera, el suelo también recibe una carga contaminante proveniente de las cenizas dispuestas en las canchas de acopio de este material residual asociado a las plantas térmicas.

Uno de los primeros estudios científicos que cuantifican la concentración de contaminantes en las matrices ambientales del territorio es el de González y Bergsqvist (1986), quienes estudian el contenido de metales pesados en la

capa superficial del suelo y en hojas adultas de eucalipto, con una serie de estaciones ubicadas en torno a las fuentes emisoras de Ventanas.

El estudio detectó altos niveles de metales pesados tanto en el suelo como en las material vegetal analizado, encontrando una correlación positiva entre el contenido de cobre cuantificado en el suelo y en las hojas de eucalipto de las estaciones de muestreo. Junto con ello, la distribución espacial de las concentraciones apoya la hipótesis de la existencia de un proceso contaminante generado por las emisiones de materiales particulados provenientes de fuentes fijas ubicadas en la zona industrial de Ventanas (figura 15).

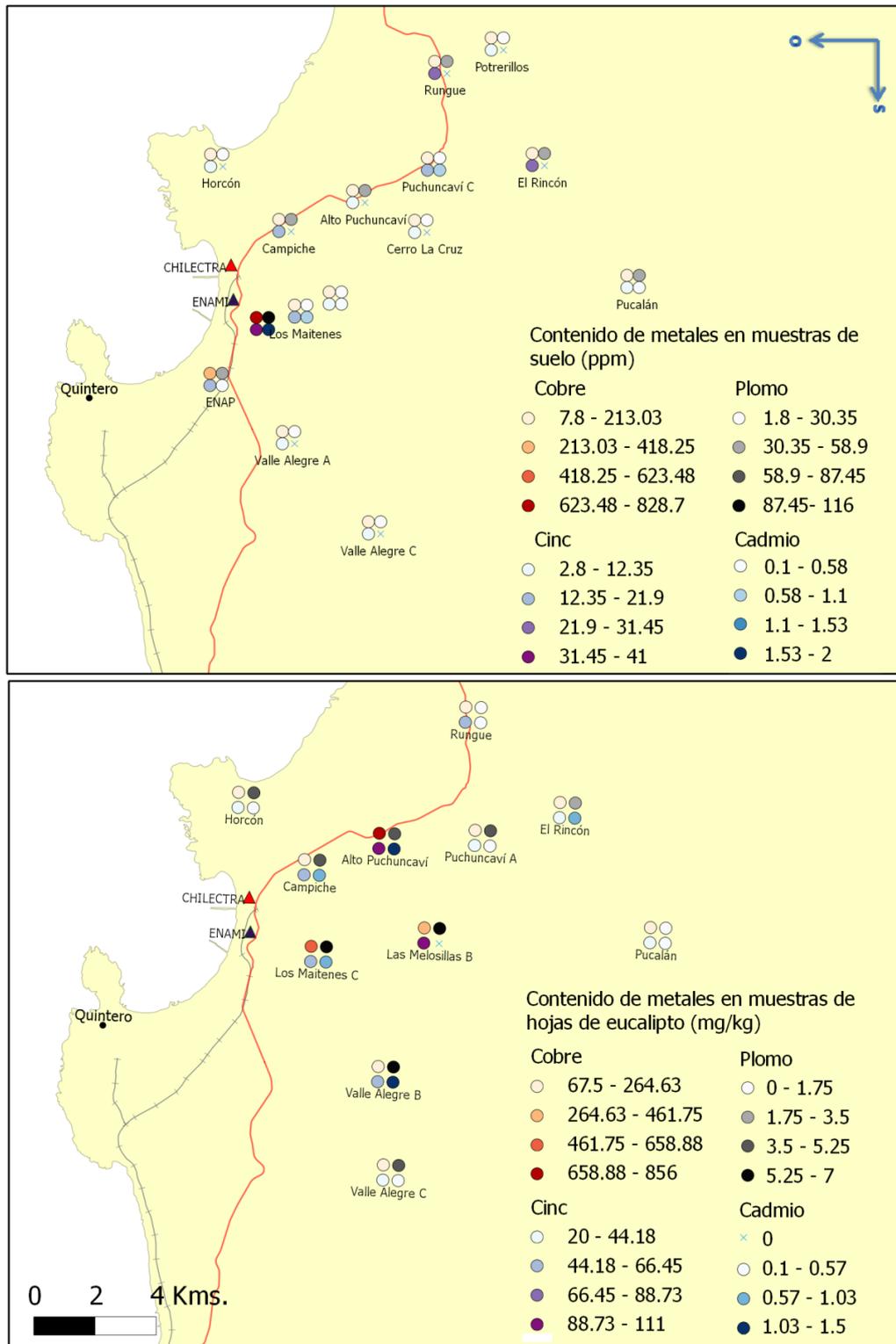


Figura 15: Contenido de metales pesados en muestras de suelo superficial (arriba) y hojas adultas de eucalipto (abajo). Elaborado en base a datos de obtenidos por Gonzalez y Bergqvist (1986).

Con respecto a la concentración de contaminantes en la atmósfera, Chiang comparó en 1989 resultados experimentales obtenidos de un punto de control ubicado en el lago Peñuelas (46 km al sur de Ventanas) con respecto a las localidades de La Greda, Campiche y Rungue, encontrando que respecto del cobre, estas localidades reciben un impacto contaminante 456,6, 273 y 174 veces mayor que en Peñuelas, respectivamente. En plomo La Greda presenta una concentración 43,6 veces, Campiche 28,3 veces y Rungue 24,4 veces mayor que Peñuelas. En Cadmio, La Greda recibe 125,7 veces, Campiche 95,6 veces y Rungue 68,6 veces más que Peñuelas. Finalmente, en arsénico, Chiang encontró que La Greda recibe un impacto contaminante que es 423 veces, Campiche 311,7 veces y Rungue 182,8 veces mayor que en Peñuelas (tabla 3 y figura 16).

Tabla 3: Concentraciones promedio ($\mu\text{g}/\text{m}^2$ día) de contaminantes encontrados en distintas localidades de la región de Valparaíso durante 1989.

Localidad	Cinc	Ion Sulfato	Cobre	Plomo	Cadmio	Manganeso	Arsénico
La Greda	504,95	1.435,6	1.012,45	96,85	8,0	48,05	266,55
Campiche	450,46	740,0	606,66	62,9	6,7	26,57	196,34
Rungue	340,07	631,8	386,64	54,27	4,8	14,67	109,7
Peñuelas	-	12,6	2,22	2,22	0,07	-	0,63

Elaborado en base a datos de Chiang (1989).

Luego de este trabajo, Chiang, en conjunto con otros autores, determinó los niveles de arsénico en muestras de pelo y orina de una muestra de habitantes de la zona, encontrando niveles superiores a la norma de arsénico en el 60% de las muestras de pelo (>1 ppm) y en el 20% de las

muestras de orina ($>0,05$ ppm), mientras que los resultados obtenidos de la zona control presentaron porcentajes de 2,5 y 5% de individuos sobre la norma respectivamente (tabla 4). Entre los individuos de la zona de estudio, los investigadores encontraron una mayor prevalencia en trabajadores agrícolas y mineros respecto de otras ocupaciones, y en las localidades de Campiche y Ventanas respecto de otros poblados de la comuna de Puchuncaví (Chiang *et al.*, 1990)

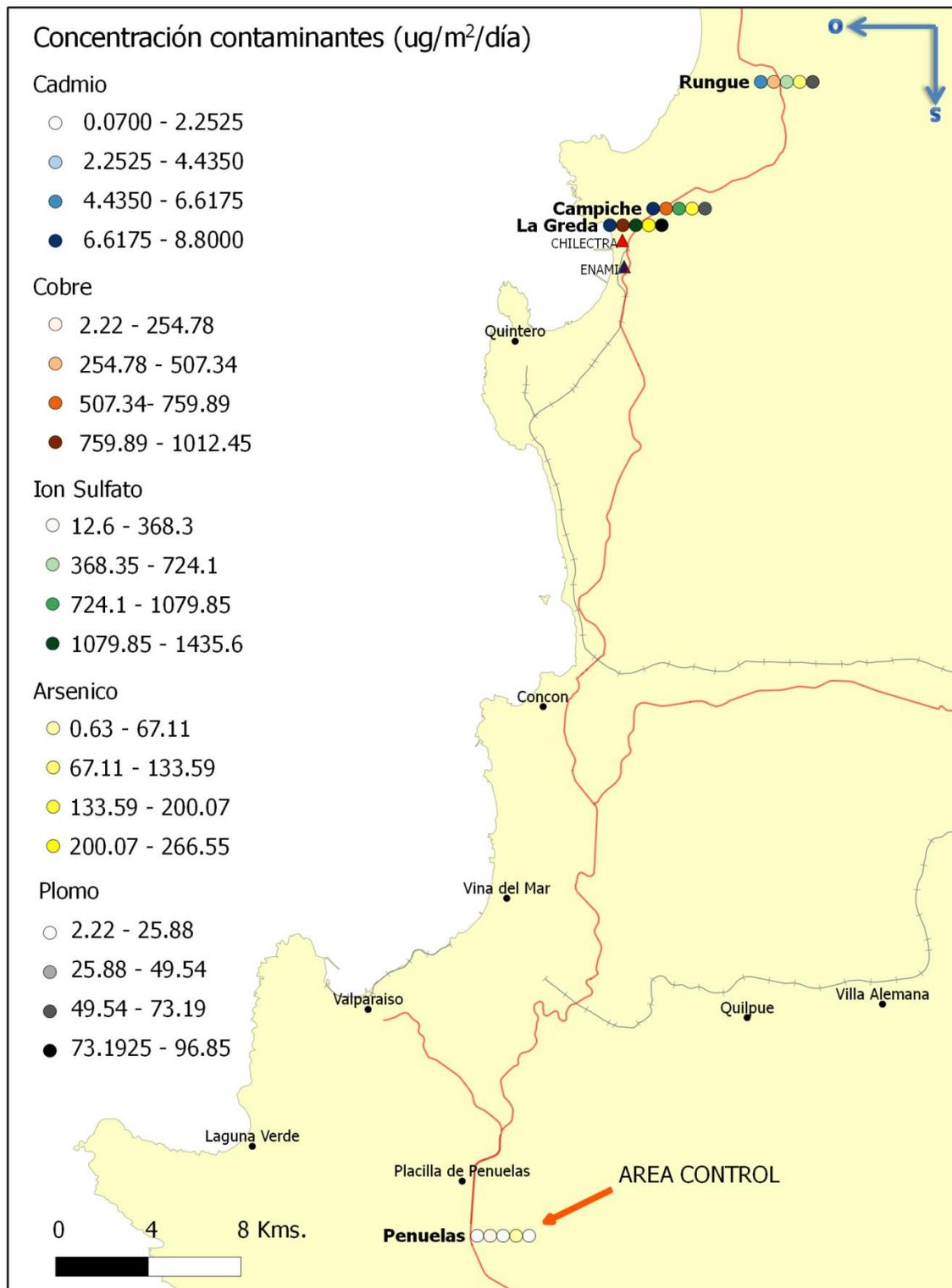


Figura 16: Concentración de contaminantes atmosféricos cuantificados en 1989 medidos por sedimentación atmosférica. Elaborado en base a datos de obtenidos por Chiang (1989).

Tabla 4: Concentración de Arsénico en orina y pelo (ppm). Se muestra el porcentaje de casos que supera los máximos permisibles a nivel nacional (1 ppm), e internacional (0,05 ppm).

Muestra	Orina		Pelo	
	Estudio	Control	Estudio	Control
Mínima	0,000	0,005	0,103	0,015
Mediana	0,028	0,021	1,332	0,364
Máxima	0,309	0,110	18,023	1,526
Promedio	0,042	0,023	2,178	0,434
N° de casos	151	40	151	40
% Sobre norma nacional	9,9	2,5	58,9	2,5
% Sobre norma internacional	22,5	5,0		

Elaborado en base a datos de Chiang *et al.* (1989).

8.2.4 Condensación del agua vaporizada en las calderas

Si bien el agua de mar es un insumo relevante para la generación eléctrica, ya que es usada tanto para la generación de vapor, como para su posterior condensación, los límites ecológicos asociados a su uso en la industria termoeléctrica, se encuentran más relacionados con los desechos energéticos que se canalizan a través de ella.

Producto de que el agua proviene del mar, existe una percepción de *inagotabilidad* de ésta como *recurso natural*. Sin embargo, teóricamente puede alcanzarse un umbral en el que el agua recirculada en los sistemas de enfriamiento supere la tasa de renovación del agua de la bahía a partir de la cual es extraída, disminuyendo la capacidad de este cuerpo de agua para disipar el calor añadido por los sistemas de condensación de vapor al agua

marina, haciendo del sistema de enfriamiento un mecanismo menos eficiente.

Aún cuando teóricamente la efectividad del sistema de condensación, se vería disminuida por un aumento en la temperatura del cuerpo de agua destinado a su enfriamiento, los efectos de este cambio ambiental repercuten previamente en las comunidades costeras que dependen de una columna de agua que no vea alterados sus parámetros físicos del modo dramático que lo hacen las aguas que son incorporadas como factores de producción en la actividad termoeléctrica, que puede devolver el agua utilizada para la condensación del vapor de la caldera, a una temperatura aproximada de 24° C, en circunstancias que la temperatura superficial promedio que se ha informado para la zona es de cerca de 20°C³⁴ .

Una elevación de la temperatura del agua marina, incluso siendo menor a 1°C, puede alterar las condiciones ecológicas necesarias para la mantención de procesos biológicos relevantes como la proliferación de fitoplancton³⁵ en zonas de surgencia costera³⁶ como la bahía de Quintero, la supervivencia de larvas de peces e invertebrados que cumplen etapas críticas de su desarrollo embrionario al interior de las bahías, o bien, pueden impedir (o

³⁴ Estudio de Impacto Ambiental CTE Campiche. Descargado el 15 de diciembre de 2013 http://seia.sea.gob.cl/archivos/EIA/2013110401/EIA_2308845_Apendices.pdf

³⁵ Algas microscópicas que son la base de las redes tróficas marinas

³⁶ Proceso oceanográfico en que producto de la dinámica de las corrientes costeras, las aguas más profundas, frías y ricas en nutrientes, fluyen en dirección ascendente alcanzando la superficie de la columna de agua.

desalentar) el ingreso a la bahía de especies que se alimentan o se reproducen en estas aguas.

Junto con el aumento de las temperaturas en el agua costera, se han registrado otros efectos relacionados al proceso de aducción de agua marina. Uno de los principales, es la captura *incidental* de especies de fauna marina por parte de los ductos de aducción de agua de enfriamiento, las que son descartadas tras la condensación de los vapores de la turbina de generación. Esta situación ha sido recientemente relacionada con eventos como varazones de sardinas en Ventanas³⁷ (figura 17) y de langostinos en Coronel³⁸, eventos que han generado protestas por parte de pescadores y habitantes de estos poblados costeros.

³⁷ <http://www.emol.com/noticias/nacional/2013/12/25/636591/varazon-de-sardinas-en-ventanas.html>

³⁸ <http://www.biobiochile.cl/2013/03/26/nueva-varazon-masiva-de-langostinos-y-peces-se-registra-en-coronel.shtml>



Figura 17: Fotografía de la playa de ventanas tras la varazón de sardinas ocurrida el 24 de diciembre de 2013. Reproducida a partir de [twitter@dunasderitoque](https://twitter.com/dunasderitoque)

8.2.5 Síntesis de la relación Sistema productivo- Sistema natural

Al integrar las tres etapas identificadas en la producción de electricidad en un sistema térmico convencional, podemos visualizar un proceso que se encuentra permanentemente en una relación de intercambio directo de materia y energía con las distintas matrices ambientales que lo acogen, es decir, cuyo funcionamiento depende de las condiciones ecológicas que este medio es capaz de suministrarle. Sin embargo, observamos a la vez que estas condiciones son alteradas debido a este intercambio, pudiendo de esta manera, incurrir en contradicciones con los supuestos de la termodinámica, en los que se basa la utilización del medioambiente en la cadena productiva descrita.

La figura 18 resume los principales aspectos considerados en la evaluación de los procesos metabólicos considerados para la identificación de contradicciones ecológicas de la generación termoeléctrica.

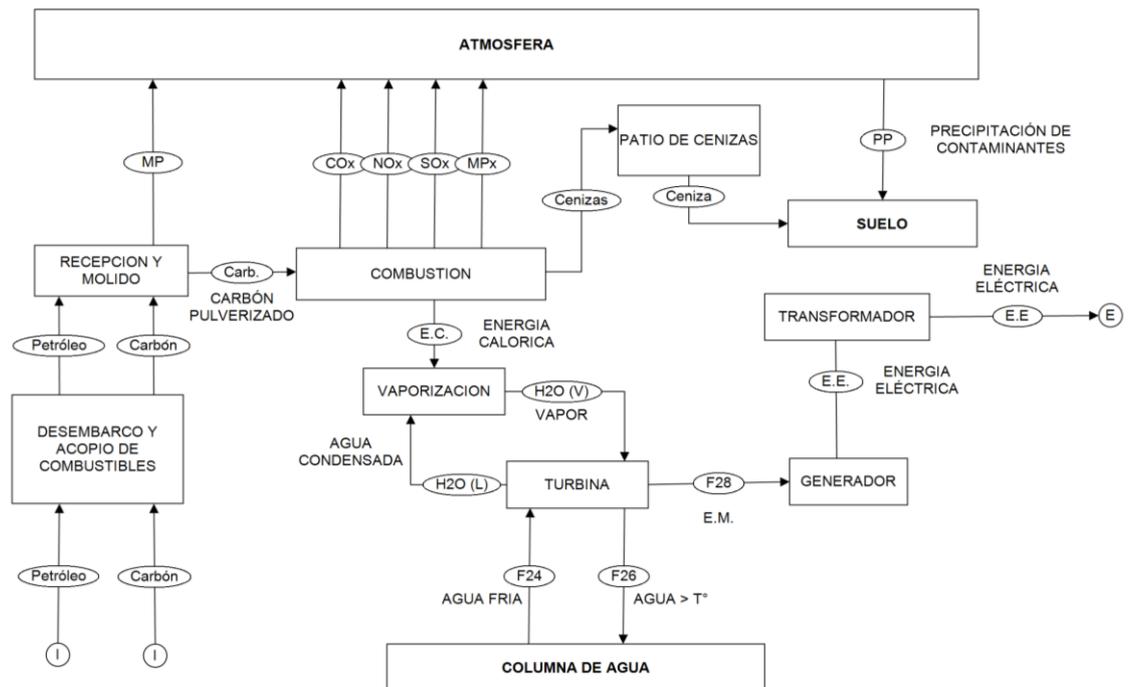


Figura 18: Esquema resumen del proceso metabólico de generación termoeléctrica en base a carbón. Se observan en la parte superior izquierda, las principales emisiones de gases contaminantes provenientes del proceso de combustión del carbón, arriba a la derecha se esboza una vía de ingreso de los contaminantes a la matriz *suelo*, mientras que abajo, al centro, se muestra el intercambio de energía calórica entre la unidad de generación y la columna de agua marina frente a ella. Elaborado en base a descripciones de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos termoeléctricos presentados en la costa de bahía Quintero.

8.3 Contradicciones y regulación de los límites asociados

A partir de los problemas ambientales derivados de la interacción entre el sistema productivo y el medio en el que este se desarrolla, es posible identificar una serie de contradicciones ecológicas que al ser potencialmente causantes de limitaciones a la rentabilidad del sistema productivo, son sujetos de control social, mediante el establecimiento de normas, que regulan (y regularizan) aquellos aspectos de la producción detectados como incompatibles con los principios termodinámicos en el análisis metabólico de la industria de generación eléctrica.

Para efectos del relato de las contradicciones y su regularización, se presentan en primer término las contradicciones relacionadas con los desechos del *metabolismo termoeléctrico* y luego se presenta una contradicción asociada a los insumos de este proceso y finalmente una contradicción asociada al uso del espacio, entendido como contenedor de los *stocks* de la industria.

8.3.1 Contradicción 1: La combustión del carbón convierte al fósil en materia no reutilizable luego del proceso, parte de la cual es emitida a la atmósfera, disminuyendo la calidad del aire atmosférico necesario para disipar las mismas emisiones.

Con respecto a las emisiones contaminantes del complejo industrial, podemos mencionar que la contaminación por anhídrido sulfuroso y otros compuestos tóxicos, había sido denunciada en la zona prácticamente desde

la instalación del complejo industrial. A fines de la década de 1960 se dan a conocer al Ministerio de Minería una serie de datos recopilados por Servicio Agrícola y Ganadero,³⁹ que dan cuenta de un deterioro ecológico producido por las emisiones del complejo industrial. Sin embargo, las denuncias no constituyen una amenaza que limite los procesos productivos de las industrias, sino más bien, dan cuenta de limitaciones al desarrollo de las actividades económicas no industriales del territorio, principalmente a la agricultura y la ganadería.

En efecto, los resultados de los estudios realizados por el SAG en 1970, muestran que producto de la lluvia ácida provocada por las emisiones de sulfuros, tanto de la fundición como de la termoeléctrica de Ventanas, se produjo la pérdida de un 20% de pastizales y cultivos de hortalizas y leguminosas en las localidades de Campiche, La Greda, Horcón y Chocota, además de causar efectos sobre infraestructuras agrícolas como techumbres y cercos (Tabla 5)

Frente a los reclamos de los agricultores y de las autoridades del sector agropecuario, la reacción de la autoridad minera se restringe en esta época a la propuesta de sucesivos proyectos para la instalación de una planta de producción de ácido sulfúrico en la refinería de cobre, a través de la que se recuperarían las emisiones de SO_2 y SO_4 . El primero de estos anuncios ocurre en 1970, con una propuesta de ampliación de la refinería de cobre,

³⁹ Folchi (2006) hace una revisión de una serie de oficios dirigidos al Ministerio de Minería que daban cuenta de la preocupación ciudadana y política del sector agrícola

que aumentaría al doble la capacidad de producción de la planta y posteriormente, la promesa se repite al menos dos veces, los años 1973 y 1979, sin concretarse (Bravo, 2005).

Tabla 5: Efectos de la lluvia ácida en Campiche, La Greda, Horcón y Chocota.

Rubro	Superficie afectada	Pérdida	Valor (USD) ⁴⁰
Lentejas	400 Hás.	20 %	13.850
Arvejas	120 h	20 %	831
Hortalizas	8 Hás	20 %	718
Pastizales	300 Hás	20 %	10.387
Alambre de espino	30.000 Mts.	100 %	1.039
Techos de Zinc	6.400 planchas	100%	30.471

Fuente: ASXX-MM. Oficios con antecedentes 499-772 “Daños provocados por emanaciones Refinería de Ventanas” oficio 2461, 13.11.1970. En Folchi, 2006.

Pese al temprano reconocimiento de los efectos nocivos de la industrialización, no fue sino hasta 1990, que la comunidad de Puchuncaví se articula en torno al Comité de Defensa del Medioambiente y se constituye como actor social y agente de cambio dentro del conflicto socioambiental de Ventanas (Sabatini *et al.*, 1995).

Como respuesta a la presión ciudadana que ejerce la comunidad organizada, y en el contexto del nuevo escenario político, se inaugura con 20 años de retraso la prometida planta de Ácido Sulfúrico, con capacidad para producir 290.00 toneladas de ácido partir de 88.000 m³ de anhídrido

⁴⁰ Valor del cambio se calcula al tipo nominal promedio de 1970

sulfuroso, los que hasta entonces eran liberados impunemente a la atmósfera.

Queda así de manifiesto, que el deterioro de la calidad del aire necesario para disipar los contaminantes, es una limitante ecológica que por sí sola, no necesariamente incrementa los costos de la industria de manera significativa, ya que si bien es probable que exista un deterioro acelerado de la infraestructura producto de la corrosión que provoca principalmente la lluvia ácida, no se registra en las fuentes consultadas, una preocupación al respecto.

De esta manera, las limitaciones a la rentabilidad de las industrias provienen necesariamente de los costos asociados a disminuir las emisiones de los procesos productivos, los que son asumidos como resultado de la presión política que puedan ejercer los habitantes de la zona, producto del deterioro de las condiciones de producción de sus propios medios de subsistencia y del deterioro de su propia naturaleza como seres humanos.

De acuerdo con lo descrito anteriormente respecto del daño de la propia naturaleza humana, el deterioro de la calidad ambiental presupone una segunda contradicción relacionada con la destrucción de las condiciones personales de producción.

8.3.2 Contradicción 2: El deterioro en la calidad ambiental se traduce en un deterioro en la salud de los habitantes del territorio, quienes a su vez componen la fuerza de trabajo de las industrias

Se ha comprobado que los contaminantes atmosféricos son responsables de incrementar la mortalidad general, la mortalidad infantil, del aumento de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias y cardíacas, disminución de la función pulmonar, aumento de la reactividad bronquial, baja tolerancia al ejercicio, bronquitis obstructiva crónica, enfisema, asma y cáncer pulmonar, entre otros efectos. (Oyarzun, 2010; Sánchez *et al.*, 1999).

Como consecuencia del reconocimiento de que las emisiones industriales provocan un deterioro en la salud humana, una vez establecida la institucionalidad ambiental, se dictan las primeras normas primarias de calidad del aire, destinadas a proteger la salud de los habitantes de los territorios ubicados en torno a las fuentes emisoras que operan en Chile.

En septiembre de 1991, el Ministerio de Minería dicta la primera normativa ambiental que fija *concentraciones ambientales máximas permisibles*, para la matriz atmosférica de las zonas industriales del país (D.S. 185/91). En este decreto se establecía una norma primaria de calidad del aire⁴¹ para el anhídrido sulfuroso y para el material particulado respirable (Tabla 6),

⁴¹ Normas de calidad del aire: Son las concentraciones ambientales máximas permisibles para anhídrido sulfuroso y para material particulado. Las normas de calidad del aire pueden ser de dos tipos, primarias y secundarias. Las normas primarias se relacionan con la protección de la salud humana y serán aplicables en todo el territorio nacional. Las normas secundarias tienen por objetivo preservar los ecosistemas y proteger las explotaciones silvoagropecuarias (Art.3° (I) .D.S 185/91 Min)

además de establecer las categorías en la que las zonas normadas, se clasificarían de acuerdo al cumplimiento de la normativa (tabla 7)

Tabla 6: Normas primarias de calidad para SO₂ y MP₁₀ contenidas en el D.S. 185/91

	Norma para Anhídrido Sulfuroso (SO₂)	Norma para Material Particulado Respirable (MP₁₀)
Concentración media aritmética anual	80 µg/m ³ N	-
Concentración media aritmética diaria	365 µg/m ³ N	150 µg/m ³ N

Tabla 7: Clasificación de zonas según calidad ambiental según D.S. 185/91

Zona	Descripción
Saturada	Donde se sobrepasen las normas de calidad del aire de anhídrido sulfuroso o de material particulado.
Latente	Donde la medición de la concentración ambiental de anhídrido sulfuroso o de material particulado se sitúe en el intervalo 80-100% del valor de las normas de calidad del aire que sea pertinente aplicar a dicha zona
Saturada natural	Donde la medición de las concentraciones ambientales de anhídrido sulfuroso o material particulado respectivamente, sobrepasen las normas de calidad del aire establecidas por este Decreto y su valor no sea consecuencia de emisiones originadas por la actividad humana.

Con respecto a normas secundarias, el decreto establece diferencias geográficas para los *máximos permisibles*. Para ello se establece un límite geográfico trazado de este a oeste en la latitud del límite administrativo entre las regiones Metropolitana y de O'Higgins. Al norte de este límite la norma establece un máximo de 80 µg/Nm³ de concentración media anual, 365

$\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ de concentración media diaria, y $1000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ de concentración máxima en una hora para el anhídrido sulfuroso. Al sur del límite establecido, rige una norma más estricta, permitiéndose $60 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ como concentración media anual, $260 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ como concentración media diaria y $700 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ como concentración máxima en una hora.

Tras la norma dictada, se dio inicio a un plan de descontaminación al que debían someterse las industrias del complejo de Ventanas en su conjunto, fijando en este plan, un plazo para el cumplimiento de las normativas de calidad de aire- enero de 1995 para el MP respirable, y junio de 1999 para el anhídrido sulfuroso. (D.S. 252 de 1992, del Ministerio de Minería.)

Sin perjuicio de lo anterior la planta térmica de CHILGENER debía cumplir a partir del 1° de marzo con la norma de emisión de $1,13 \text{ kg SO}_2/\text{millón de Unidades Termales Británicas (BTU)}$. A fin de fiscalizar el cumplimiento de las metas establecidas, se exigió a tanto a CHILGENER S.A. como a ENAMI instalar un sistema de monitoreo continuo de emisiones de azufre y material particulado, debiendo informar mensualmente el registro de estos monitoreos, y la generación de energía mensual en millones de BTU. . La termoeléctrica comenzó a registrar sus emisiones de SO_2 recién a partir de 1996. Según estos monitoreos, entre 1996 y 2008, Gener incumplió 23 veces la norma, 16 entre 1996 y 1999, y 7 entre 2007 y 2008 (CONAMA, 2009).

En base los datos recopilados por el sistema de monitoreo, la zona rápidamente fue clasificada como zona “Saturada ambientalmente” para

Anhídrido Sulfuroso y MP10 (D.S. 346/93 Ministerio de Agricultura) (figura 19). Esta calificación exige a las industrias que se instalan en lo sucesivo en el territorio saturado ambientalmente, compensar sus emisiones con mejoras tecnológicas que disminuyan las emisiones ya existentes en una cantidad equivalente o mayor a las nuevas emisiones (D.S. 185/91).

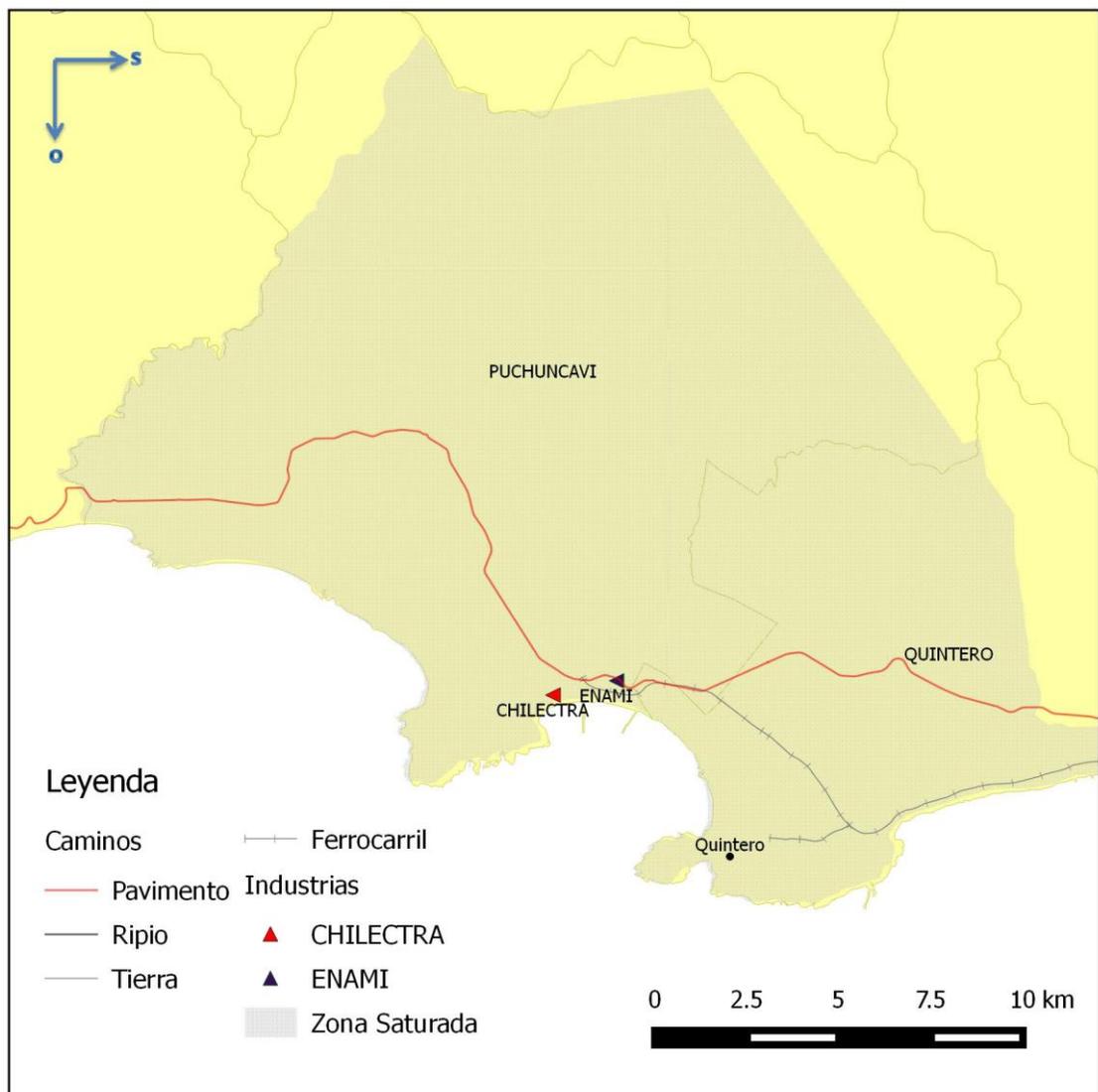


Figura 19: Zona Saturada Ambientalmente por MP10 y SO2

A las industrias existentes en el territorio, el decreto exige adecuar sus instalaciones a los objetivos de reducción de emisiones trazados en el plan de descontaminación, por lo que las industrias deben realizar en el transcurso de la década de los noventa, una serie de inversiones en dirección a disminuir su aporte de material contaminante al territorio definido administrativamente como *Saturado Ambientalmente* (tabla 8).

Tabla 8: Inversiones realizadas por AES GENER S.A. para dar cumplimiento al Plan de Descontaminación.

Nº	Inversión	US\$
1	Construcción de tres precipitadores electrostáticos	15.000.000
2	Adquisición de terrenos para vertedero de cenizas	300.000
3	Adquisición e instalación de monitores continuos en chimeneas	750.000
4	Paralización de la Central Ventanas por conexión de precipitadores	1.950.000
5	Construcción de la red de calidad del aire en conjunto con ENAMI	500.000
Total		18.500.000
Nº	Acciones Operacionales	US\$/Año
1	Operación y mantención de precipitadores electrostáticos	1.000.000
2	Reducción del contenido de cenizas en el carbón de 20 % a sólo 10 %	12.500.000
3	Reducción del contenido de azufre en el carbón de 3% a sólo 1,4 %	1.920.000
4	Operación y manejo de ceniza en vertedero autorizado	500.000
5	Operación y mantención de monitores en chimeneas	50.000
6	Operación y mantención Red de Monitoreo en conjunto con ENAMI	70.000
Total		16.040.000

Fuente: Informe de seguimiento Plan de Descontaminación de Ventanas 1999-2008. (CONAMA, 2009)

A la fecha del decreto (1993), las unidades I y II de Ventanas, generaban en su conjunto del orden de los 1200 GW/hora de electricidad a partir de la quema de aproximadamente 470.000 toneladas de carbón (Figura 20), liberando a la atmósfera más de 23.000 Toneladas de MP al año (figura 21) (CDEC- SIC, 2009)

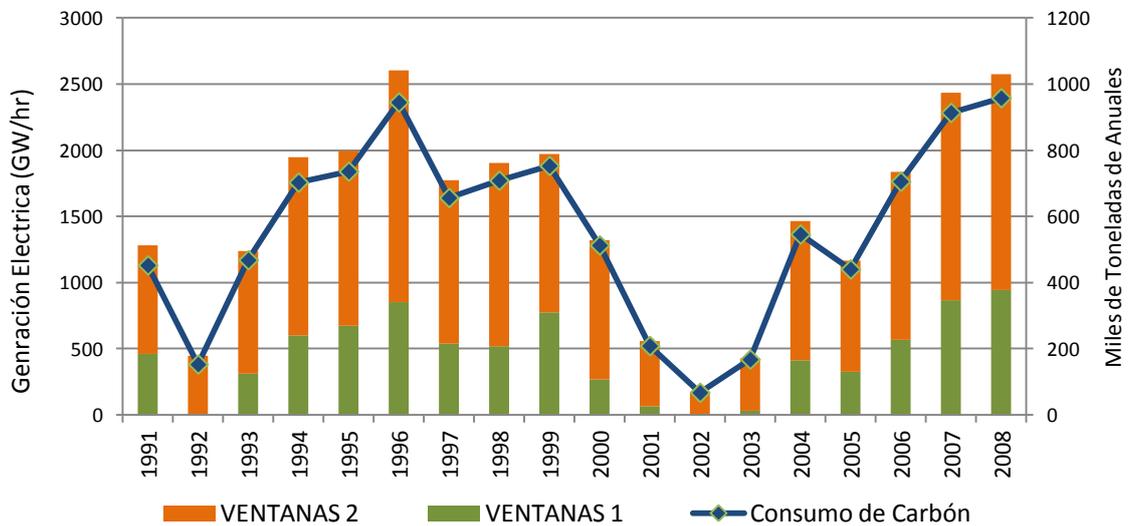


Figura 20: Evolución temporal de la generación eléctrica y el consumo de carbón en las termoeléctricas de Ventanas. Elaborado en base a datos del CDEC-SIC (2009)

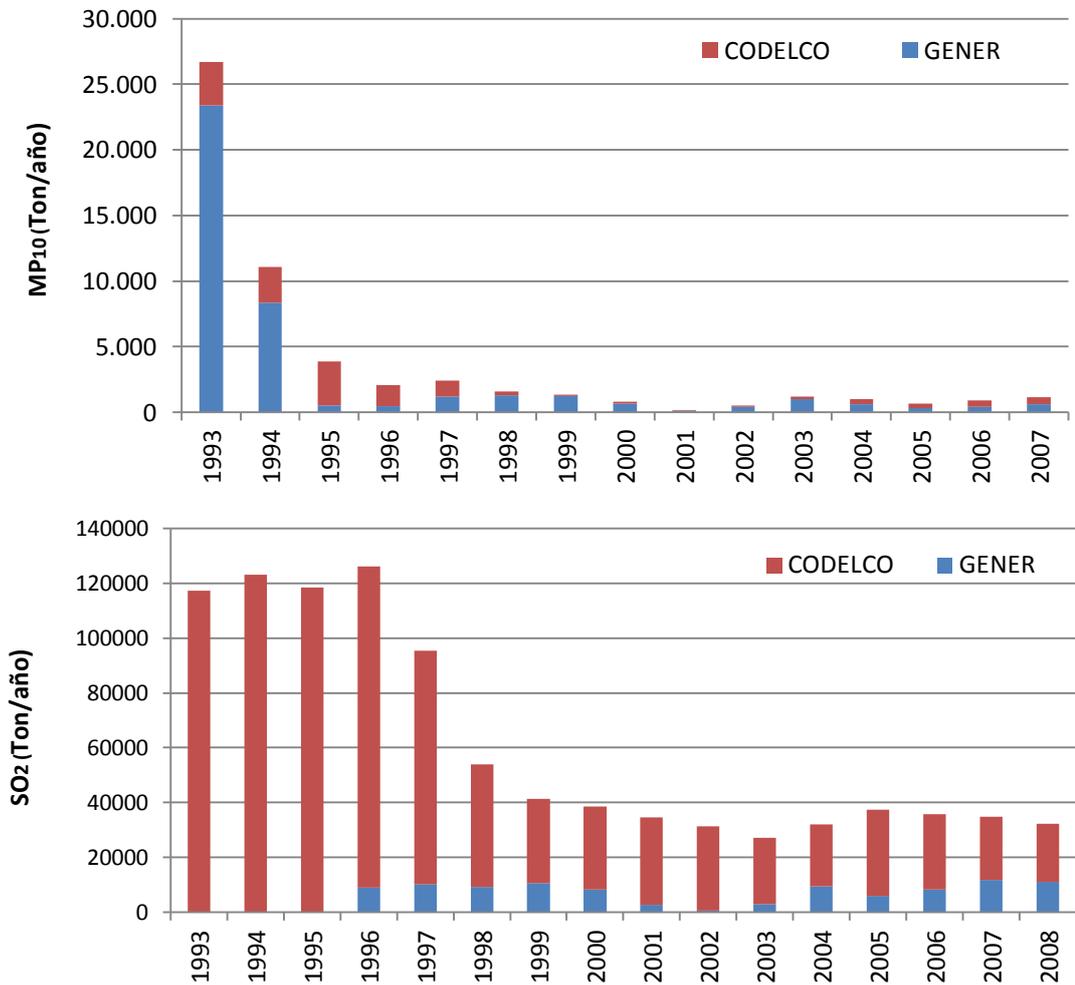


Figura 21: Registro de emisiones del complejo industrial de Ventanas (Fuente: CONAMA, 2009)

Tras las inversiones en materia de mejoras en el control de emisiones, se aprecia una notoria disminución en el volumen de emisiones, principalmente en la proporción de material particulado que las chimeneas liberaban indiscriminadamente hasta la dictación del decreto de zona saturada. La brusca disminución de las emisiones, no se relaciona con una caída en la producción de las plantas termoeléctricas, las que por el contrario mantienen

altos niveles de generación, con excepción del período 2001- 2003, que coincide con una baja generalizada en la generación térmica en el SIC, relacionada con la estabilidad aportada al sistema por la hidrología de aquellos años (figura 21).

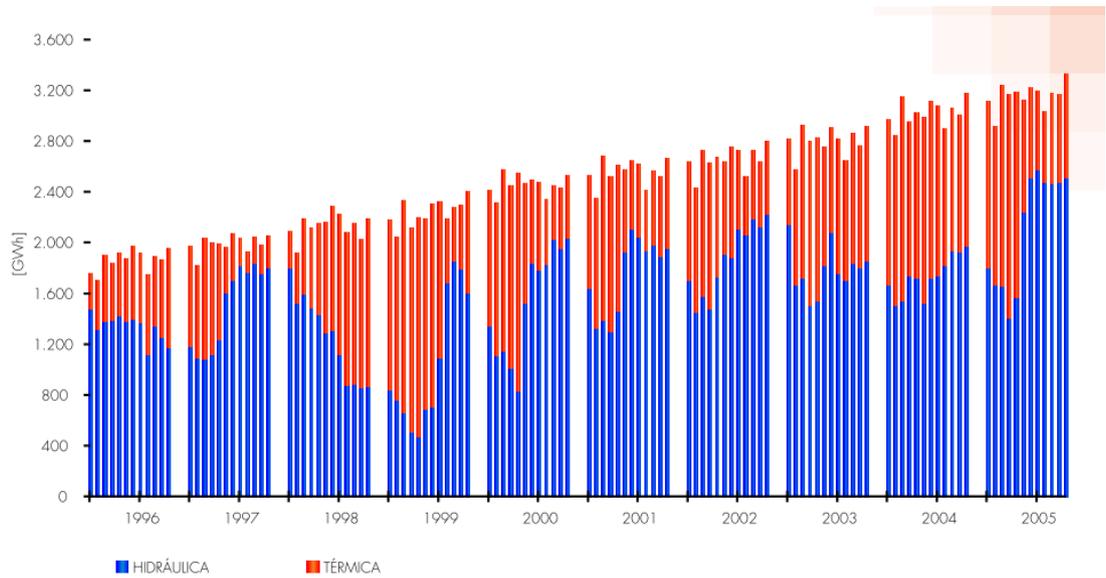


Figura 22: Generación mensual por tipo de aportes en el SIC. Fuente (CDEC-SIC, 2006)

8.3.3 Contradicción 3: La generación de electricidad depende de la existencia de combustibles fósiles, los cuales disminuyen su disponibilidad a medida que la industria de generación aumenta la demanda sobre ellos.

Frente a la escasez de combustibles nacionales evidenciada a fines de los ochenta, los carbones quemados en las calderas de Puchuncaví comienzan a ser traídos desde otros países como Colombia, Nueva Zelanda y Estados Unidos entre otros. Esta situación resulta posible gracias a la apertura del estado chileno al comercio exterior, a través de acuerdos económicos celebrados con otras economías del orbe.

Junto con la diversificación del mercado del carbón, el país entra en una nueva etapa de su matriz energética, tras firmarse a principios de los años noventa, un acuerdo de complementación económica con Argentina en el que se establecen las bases que regulan la “Interconexión Gasífera y Suministro de Gas Natural entre la República Argentina (Cuenca Neuquina) y la República de Chile”⁴². De esta manera, el gas natural argentino ingresa a la matriz energética chilena, abasteciendo inicialmente el consumo domiciliario de las regiones de Valparaíso y Metropolitana de Santiago.

Una vez iniciada la importación del energético, el gas se integra rápidamente al sistema de generación eléctrica a través de las generadoras de ciclo combinado de Nueva Renca, Nehuenco y San Isidro, inauguradas entre

⁴² Decreto 1465/1991 Min. Relaciones.Exteriores.

1997 y 2003, las que en su conjunto suman al sistema un total de 1.525 MW de potencia instalada. Producto de este crecimiento en el parque de generación, existe una sobreoferta de energía por un período de tiempo, lo que baja los precios de la electricidad pagada por los clientes libres⁴³ e incentiva la competencia por este mercado (Hermansenn, 2014).

Tras un fugaz periodo de holgura eléctrica, la contradicción ecológica inherente a los combustibles fósiles se manifiesta nuevamente, esta vez a través de lo que se conoce como *crisis del gas argentino*, ocurrida entre 2004 y 2005, y en la que el abastecimiento de la zona central de Chile es interrumpido por el país trasandino, que ve peligrar el abastecimiento de su propio mercado interno. Hacia el año 2003 sólo en la provincia de Buenos Aires se consumían 86 millones de BTU al año, mientras que el envío de gas argentino a la región central de Chile era de 23 millones de BTU^{44;45}.

⁴³ Clientes libres: Grandes consumidores de electricidad que negocian directamente con las generadoras el abastecimiento de sus instalaciones.

⁴⁴ Ricardo Lagos. 2014. Presentación publicación "Las Energías de Chile" Anales de la Universidad de Chile, Séptima Serie. N°5/2014. Facultad de Economía y Negocios. Universidad de Chile. 29 de Mayo, 2014

⁴⁵ British Thermal Unit, equivale aproximadamente a 4 Kcal

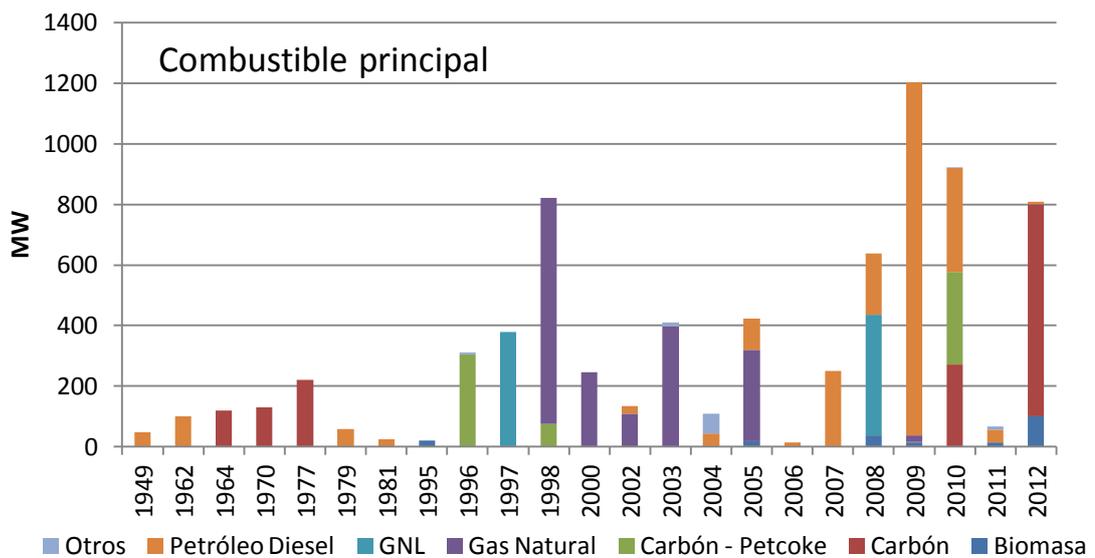
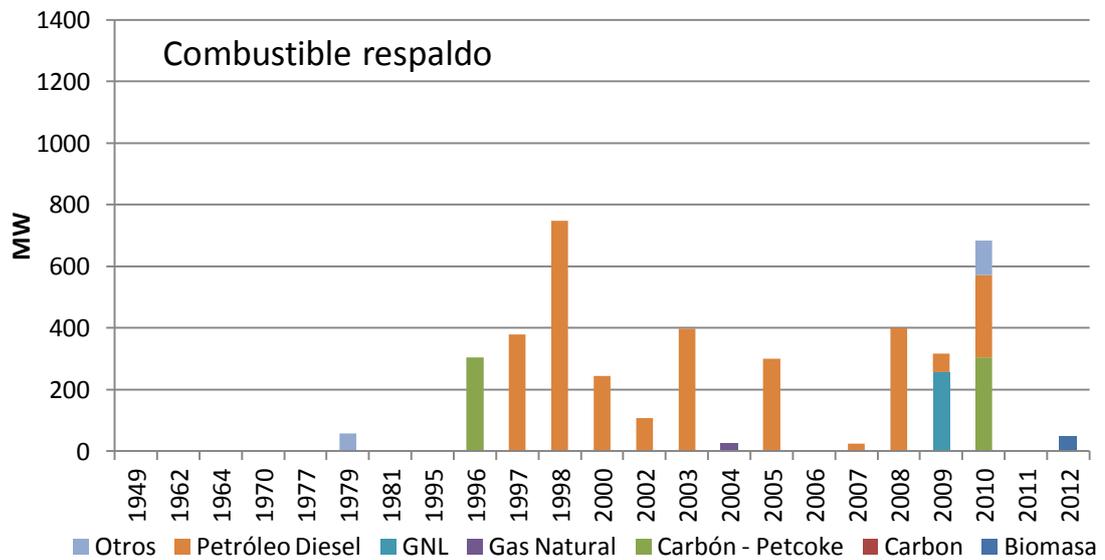


Figura 23: Evolución de la potencia termoeléctrica instalada en el SIC por combustible principal (abajo) y combustible de respaldo (arriba). Elaborado en base a datos de la CNE.

La crisis del gas argentino provoca un nuevo escenario, en el que se produce un vuelco a los combustibles tradicionales (petróleo y carbón) lo que deriva en un nuevo período de crecimiento del parque termoeléctrico caracterizado por la reconversión al petróleo de muchas centrales proyectadas inicialmente en base a gas natural.

En la figura 23 se aprecia que el año 2006 se frena el ritmo de inauguración de centrales térmicas, que desde 1996 había presentado un comportamiento ascendente respecto de los años anteriores. El incremento del parque generador se hace principalmente en base a centrales que utilizan petróleo como combustible principal, y que es también el principal respaldo de las centrales que operan en base a gas natural.

Esta transformación es posible gracias a una activa intervención del estado, en el sentido de garantizar rentabilidad a las empresas generadoras, pese al contexto adverso que presupone la escasez de su principal insumo.

En un sistema eléctrico completamente privatizado como el del Chile de la post- dictadura, el rol del Estado se limita a desarrollar condiciones favorables a la inversión del sector privado, junto con regular los precios y subsidiar a los consumidores en determinados casos (Mazzo, 2010).

Con este enfoque, y en el contexto de una crisis energética producto de los recortes del gas importado desde Argentina, se promulgan en los años 2004 y 2005 las *Leyes cortas I y II*. Estas leyes generaron medidas para reducir los gastos en que incurren las generadoras por concepto de pagos por la transmisión de energía y les aseguran un precio estable a largo plazo

mediante el establecimiento de un sistema de concesiones que obliga a las empresas de distribución eléctrica a comprar bloques de potencia para asegurar el suministro eléctrico (Vega, 2011; Mazzo, 2010).

Estos incentivos económicos a las generadoras, tienen una inmediata y positiva respuesta por parte del capital. En el caso de Quintero en efecto, las inversiones en generación eléctrica no se produjeron sino hasta la promulgación de la ley corta II, en 2005, cuando AES Gener presenta el proyecto de una tercera unidad carbonera (Nueva Ventanas) en el sector de la ribera del estero Campiche.

Otra de las directrices planteadas por el estado en el período post-crisis del gas, esta vez mediante el discurso público, fue la necesidad de dar rapidez a la tramitación ambiental de los proyectos energéticos (Tokman, 2007), lo que posteriormente es plasmado en la Política Energética, que agrega a esta idea, la necesidad de generar energía a bajo costo. En términos de planificación estratégica, la política se limita a declarar el ideal de construir una matriz diversificada (CNE, 2008).

Coincidentemente con lo observado a nivel nacional, durante el período 2006-2008 se concentra en las comunas de Quintero y Puchuncaví, la mayor parte de los proyectos termoeléctricos ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Bórquez, 2011) siendo el más importante en términos de capacidad instalada el de Energía Minera, empresa creada para operar una central de tres unidades, que operarán en base a carbón y abastecerán a la división Andina de CODELCO, actualmente en proceso de expansión.

Otro aspecto relevante surgido tras la crisis del gas, es la reconversión de gran parte de las termoeléctricas que operaban con gas argentino a un sistema de operación dual de gas/diesel, lo que intensifica en Quintero, la proliferación de proyectos de ampliación de terminales petroleros y de oleoductos que conecten estos terminales con los centros de producción eléctrica. En este sentido el ministro de energía de la época, plantea que “no basta que los fierros puedan operar con diesel, sino que además cuando se necesita el diesel, ese diesel tiene que estar disponible Y ahí también las empresas han hecho esfuerzos loables en asegurar la logística del diesel” (Tokman, 2007. p 7)

Pese al predominio de la generación a través del carbón, y a todas las medidas adoptadas para reemplazar el uso del gas natural en la generación eléctrica, en el año 2007 se presentan dos iniciativas en base a este combustible, una por parte de ENAP para su emplazamiento en Concón y otra por parte de ENDESA, en Quintero.

Lo anterior es posible gracias a la aprobación durante ese mismo año del proyecto de instalación de un terminal marítimo para la descarga de GNL, además de una planta de regasificación y una serie de estanques de almacenamiento, ubicados en el sector de El Bato, comuna de Quintero. Esta infraestructura se complementa con una serie de gasoductos que conectan el terminal con las nuevas centrales y con el centro logístico de Quillota, donde se empalma al gasoducto de Gas Andes, utilizado para la importación del gas argentino.

8.3.4 Contradicción 4: El crecimiento de las propias industrias disminuye el espacio disponible para su expansión y para la disposición de sus residuos sólidos.

Una manifestación local clara de la contradicción entre la tendencia infinita a la expansión del sistema productivo y de la limitada capacidad del territorio para sustentar este crecimiento, dice relación con la escasez de terreno para la instalación de nuevas industrias o la ampliación de las existentes.

En el caso de la bahía de Quintero, resulta evidente que tras la crisis inducida por la escasez de combustibles fósiles y los actos administrativos que ésta incentivó, se produce en este territorio costero un rápido crecimiento del sistema de transferencia de combustibles, el que se realiza principalmente por vía marítima. Informes de la autoridad marítima hablan de la “saturación” de bahía Quintero, esta vez no por contaminación atmosférica, sino por capacidad de maniobrar en forma segura dentro del área portuaria, proponiendo tanto el fin de la entrega de concesiones marítimas, como la ampliación de su área portuaria⁴⁶.

8.3.4.1 Regularización del crecimiento de la actividad portuaria en la bahía

⁴⁶ DIRECTEMAR. 2007. Ordenamiento de bahía Quintero. Presentación de la Autoridad Marítima a la CRUBC Valparaíso

El crecimiento de la actividad portuaria, es en gran medida posible gracias a un proceso de construcción social del espacio industrial en la zona iniciado hace más de 50 años y profundizado en los años noventa.

En sintonía con la funcionalidad territorial definida para el litoral de Quintero-Puchuncaví en la década de 1950, la Política Nacional de Uso del Borde Costero⁴⁷ (PNUBC), establece en 1994 una zonificación preliminar, que en el caso específico de la bahía de Quintero, consolida la infraestructura portuaria existente a la fecha, que en ese entonces corresponde a 2 muelles y 4 terminales marítimos de combustibles, pertenecientes uno a Oxiquim y los otros tres a la Refinería de Petróleos de Concón. Junto con ello define “*toda la bahía*” de Quintero como “Área para nuevos puertos e instalaciones portuarias”

El año 1994 se produce el traspaso del muelle de Chilgener a Puerto Ventanas⁴⁸, empresa privada que se hace cargo de la concesión marítima de las instalaciones, iniciando un período de ampliación de la infraestructura portuaria que considera la ampliación del muelle, con la inauguración de los sitios de 3 y 5 del puerto. Complementariamente, se inauguran en los terrenos de Puerto Ventanas una bodega de graneles limpios con capacidad para 45.000 toneladas de granos (alimento) y un domo para la recepción de

⁴⁷ D.S. 475/94 Ministerio de Defensa. Su zonificación preliminar define áreas reservadas para el Estado, y consolida las zonas de instalaciones portuarias, además de otras actividades como caletas, industrias de reparación y construcción de naves, áreas de acuicultura, plantas de proceso de productos del mar y propone áreas preferentemente turísticas

⁴⁸ D.S. 299/94

materiales destinados a la producción de cemento (Memoria Puerto Ventanas, 2011).

La funcionalidad portuaria de Quintero es ratificada en 1998 cuando mediante el D.S. 106 de 1998 del Ministerio de Defensa, se establece el uso preferentemente portuario en la bahía estableciéndose que “el uso preferentemente portuario asignado al área es, sin perjuicio que se permita el desarrollo de actividades y proyectos alternativos compatibles con la estructuración de núcleos portuarios y de terminales marítimos de transferencia de carga, tendientes a lograr un desarrollo armónico del territorio y a optimizar el uso de los bienes nacionales que conforman el borde costero de la Bahía de Quintero”

Tras la entrada en vigencia de estos decretos, y de una tercera modificación del Plan regulador intercomunal de Valparaíso, referente a la zona industrial de Quintero- Puchncaví, el territorio queda normativamente predispuesto para un periodo de crecimiento de la infraestructura de descarga y transporte de combustibles.

Es así, como a partir del año 2000 comenzaron a presentarse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) una serie de proyectos portuarios, o modificaciones de terminales existentes en la bahía de Quintero, los cuales en su mayor parte, corresponden a terminales destinados a la descarga de combustibles. Temporalmente se identifican dos periodos en la presentación de los distintos proyectos de terminales marítimos en Quintero. En primer término los proyectos que se presentan entre 2001 y 2004 (4 proyectos)

corresponden a terminales de petróleo. Una segunda etapa, que se distingue entre 2005 y 2007, se caracteriza por el ingreso y aprobación de 3 proyectos destinados a la descarga de GNL, (tabla 9) lo que lleva a la inauguración en octubre del año 2009 de la primera etapa del proyecto de GNL Quintero⁴⁹.

GNL Quintero es un terminal de recepción, descarga, almacenamiento y regasificación de Gas Natural Licuado (GNL), traído desde diversos lugares del mundo (Egipto, Guinea, Noruega, Qatar, Republica De Yemen, Trinidad y Tobago y EE.UU⁵⁰), por buques tanque de gran capacidad, los que transportan el gas enfriado a -160°C, temperatura a la que el combustible se encuentra en estado líquido, ocupando un volumen 600 veces menor al que ocuparía en estado gaseoso. El gas natural licuado recepcionado en el terminal de Quintero, requiere ser regasificado para ser distribuido a los consumidores finales, para lo que se emplea gran cantidad de agua de mar, que transfiere energía calórica al fósil que es almacenado en los estanques existentes en el complejo portuario.

⁴⁹ GNL Quintero es una sociedad anónima cuyos accionistas son ENAP, ENDESA, Metrogas y un consorcio internacional formado por Enagas S.A. (España), y Oman Oil Company. (Sultanato de Oman).

⁵⁰ Estadísticas de la CNE

<http://sie.minenergia.cl/sieJSFServer/pages/reporteVistaCompleta.xhtml?i=75>

Tabla 9: Proyectos vinculados al sector portuario presentados en el SEIA entre el 2000 y 2013 para ser desarrollados en las comunas de Quintero y/o Puchuncaví. Fuente: Elaborado en base a información del Sistema de Evaluación Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (www.e-seia.cl)

Nombre	Titular	Tipo de Carga	Inversión (MMU\$)	Fecha presentación	Estado	Fecha calificación
Puerto Multipropósito San José, en Quintero, V Región	Inversiones San José S.A.	General	330,0000	9-feb-2010	No Admitido a Tramitación	22-feb-2010
Modificación Proyecto TT/MM Shell Quintero, Tercera y Cuarta Línea Submarina	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.	Petróleo	1,3000	16-oct-2007	Aprobado	1-abr-2008
Modificación Proyecto TT/MM Shell Quintero, Tercera y Cuarta Línea Submarina	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.	Petróleo	1,3000	5-oct-2007	No Admitido a Tramitación	11-oct-2007
Modificación del muelle del terminal marítimo de GNL	GNL Quintero S.A.	GNL	400,0000	19-mar-2007	Aprobado	28-may-2007
Modificación del muelle del terminal marítimo de GNL	Empresa Nacional del Petróleo - Magallanes	GNL	400,0000	8-mar-2007	No Admitido a Tramitación	19-mar-2007
Terminal de Gas Natural Licuado (GNL) en Quintero	GNL Quintero S.A.	GNL	0,0000	30-jun-2005	Aprobado	7-dic-2005
Descarga Almacenamiento y Regasificación de Gas Natural Licuado (GNL)	OXIQUIM S.A.	GNL	262,2940	2-jun-2005	Aprobado	16-mar-2007
Terminal Marítimo Shell Quintero	Shell Chile S.A	Petróleo	1,8000	23-ago-2004	Aprobado	27-nov-2004
Proyecto Terminal Marítimo Shell Quintero	Shell Chile S.A.	Petróleo	1,8000	9-ago-2004	No Admitido a Tramitación	17-ago-2004
DIA Ampliación Terminal Marítimo de Quintero (e-seia)	OXIQUIM S.A.	Petróleo	0,0008	31-dic-2003	Aprobado	28-may-2009
Ampliación terminal marítimo de quintero	OXIQUIM S.A.	Petróleo	0,0008	22-dic-2003	No Admitido a Tramitación	3-ene-2004
Proyecto Sitio 6	Puerto Ventanas S.A.	General/C arbon	5,8000	19-dic-2003	Aprobado	16-nov-2004
Terminal Marítimo de Quintero	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.	Petróleo	1,9000	28-sep-2001	Aprobado	21-ene-2002
Aumento de la Capacidad de Almacenamiento de Petróleo Crudo en Terminal Marítimo de Quintero	Refinería de Petróleo Concón S.A.	Petróleo	7,0800	18-may-2001	Aprobado	20-ago-2001

El GNL regasificado es distribuido mediante una red de gasoductos que forman parte del capital fijo necesario para incorporar el combustible a la matriz energética nacional. La extensión y forma de este sistema de transporte de combustibles están determinadas básicamente por la distribución geográfica tanto de los puntos de ingreso del combustible, como de los centros de consumo y distribución.

En el caso del gas natural, la primera vía de ingreso a la zona central del país, se materializó a través de la construcción del gasoducto de Gasandes S.A. (1998), que transporta el gas natural importado desde Argentina a la región Metropolitana y a la fundición de Caletones, en la división El Teniente de CODELCO. En la Estación de Entrega de Chena (comuna de San Bernardo) Gasandes empalma con el gasoducto de Electro Gas S.A., que transporta el combustible a la central de control (*Plant Gate*) de la empresa ubicada en Quillota, desde donde el gas se distribuye a las termoeléctricas de San Isidro y Nehuenco (propiedad de ENDESA y Colbún S.A. respectivamente) y a la compañía ENERGAS S.A., que distribuye el gas de consumo domiciliario en la región de Valparaíso.

Esta red alcanza la costa de Quintero gracias a una extensión del gasoducto, inaugurada en el año 2009, consistente en una cañería de acero de cerca de 29 km. que conecta la central de control de la empresa en Quillota con la estación de Recepción de Electrogas en Quintero. El objetivo de este gasoducto es transportar el gas natural regasificado en la Planta de GNL Quintero hasta el *Plant Gate Quillota*, lugar en el cual se calienta y

regula la presión del gas, para luego conectarse con el gasoducto San Bernardo-Quillota (figura 24).



Figura 24: Red de gasoductos y oleoductos de la región de Valparaíso y su interconexión al tendido central. Fuente: www.electrogas.cl

En el caso de los oleoductos, su distribución también obedece a la ubicación geográfica de sus núcleos logísticos. En el país existen tres refinerías de petróleo pertenecientes mayoritariamente a ENAP, ubicadas en Concón (Refinería Aconcagua), en la región del Bío Bío (Refinería Bío Bío) y en la región de Magallanes (Refinería Gregorio). La infraestructura para la distribución de combustibles líquidos está constituida por terminales marítimos, oleoductos y plantas de almacenamiento.

Internamente el movimiento de productos se realiza por medio de cabotaje marítimo en los terminales ubicados en las regiones de Antofagasta, Valparaíso, Bío Bío y Magallanes, y por medio de un sistema de ductos que interconectan las refinerías de la región de Valparaíso y la región del BíoBío con los centros de acopio de combustible de Maipú, San Fernando y Linares.

Quintero se conecta con esta red mediante un entramado de oleoductos que unen los terminales de petróleo con la refinería, por lo que el aumento de terminales se ve reflejado en un aumento en los ductos ingresados al sistema de evaluación ambiental (tabla 10).

Tabla 10: Proyectos de ductos para el transporte de combustibles, presentados en el SEIA entre el 1998 y 2013 para ser desarrollados en las comunas de Quintero y/o Puchuncaví. Fuente: www.e-seia.cl

Nombre	Titular	Inversión (MMU\$)	Fecha Presentación	Estado
Construcción tercer y cuarto oleoducto Quintero Concón	Sociedad Nacional de Oleoductos S.A.	17	02/09/2009	No Admitido a Tramitación
Oleoducto de Central Termoeléctrica Quintero	Empresa Nacional de Electricidad S.A. ENDESA	0,79	12/12/2008	Aprobado
Oleoducto Concón - Lo Venecia	ELECTROGAS S.A.	6	14/09/2006	Aprobado
Gasoducto Quintero – Quillota	ELECTROGAS S.A.	19,34	30/12/2005	Aprobado
Oleoducto Quintero – Ventanas	Felipe Menchise Moya	3,6	17/11/2005	Aprobado
Oleoducto RPC - Planta Lubricantes COPEC Quintero	Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.	0,4	18/03/2003	Aprobado
Nueva Línea de Combustible Terminal Marítimo Bahía de Quintero	ENAP Refinerías S.A.	1,18	25/02/2002	Aprobado
Red de Ductos Quintero Concón	Sonacol S.A.	12,8	22/04/1998	Aprobado
Cañería Transportadora de Gas Licuado entre la Refinería de Petróleo Con-Con y Planta Abastible Con-Con	Abastecedora de Combustibles S.A.	0,12	09/01/1998	Aprobado

8.3.4.2 Regularización del crecimiento del parque termoeléctrico en Ventana

Tras la inauguración del terminal de GNL, se pone en marcha la Central Termoeléctrica Quintero, de ENDESA, que opera en base a petróleo, y que usa GNL como respaldo, combustible que en la práctica termina siendo el principal.

La inauguración de esta unidad da inicio a una nueva etapa de crecimiento del parque termoeléctrico en el territorio de Quintero- Puchuncaví. Pese a que la mayor parte de los proyectos de terminales de combustibles aprobados se destinan a la descarga de gas y petróleo, el aumento de la capacidad instalada en esta costa en los últimos 5 años, se caracteriza por un fuerte incremento en la generación a partir del carbón.

Prueba de lo anterior es que junto con la inauguración de GNL Quintero, el mismo 2009 se inicia la operación de la central a carbón Nueva Ventanas, que se incorpora como una tercera unidad en el complejo termoeléctrico de AES Gener en el sector de Ventanas. Tres años más tarde, se inicia la generación de la Central Termoeléctrica Campiche, también de AES Gener.

La construcción de estas unidades termoeléctricas, constituye un caso representativo del modo en el que la normativa facilita la continuidad en la operación de estas industrias, pese a las evidentes contradicciones en las que cae su crecimiento.

Entre 2005 y 2007 se tramitó ambientalmente el proyecto de la central Nueva Ventanas, el que fue aprobado para su construcción, pese a su emplazamiento en una zona de *restricción primaria para el asentamiento humano*, denominada ZR-2 en el Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso, y que “*prohíbe expresamente en esta Zona el emplazamiento de (...) equipamiento de cualquier escala y viviendas.*”⁵¹, permitiendo sólo áreas verdes y recreacionales (figura 25).

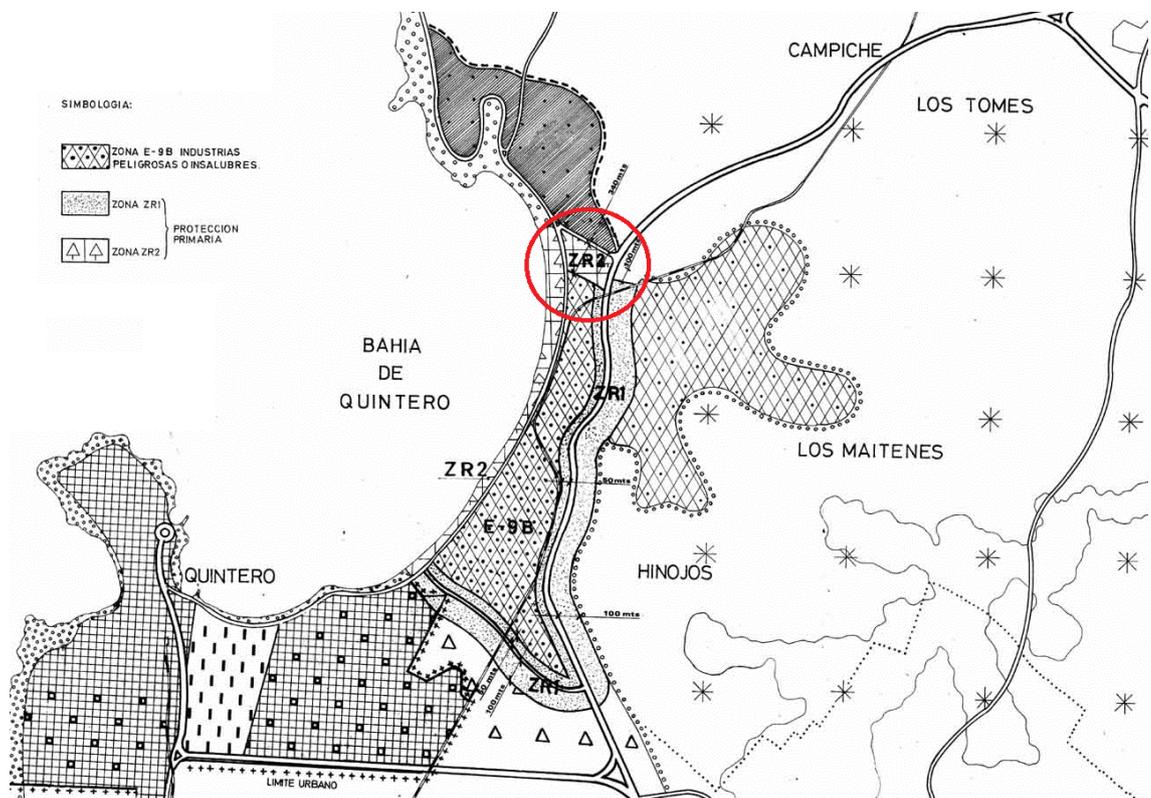


Figura 25: Modificación Plan Intercomunal de Valparaíso (1987) que crea las zonas de restricción ZR-1 y ZR-2 en torno a las Zonas industriales de Ventanas. (Modificado de Plano M.P.I.V.- Z.I.P 1, D.S.116/87 MINVU)

⁵¹ D.S.116/87. MINVU. Modificación Plan Intercomunal de Valparaíso, Comunas de Viña del Mar, Quintero y Puchuncaví

La instalación de infraestructura energética en esta zona, fue posible gracias a la resolución N°112/2006 de la Dirección de Obras Municipales de Puchuncavi, que mediante una interpretación de la zona como área de restricción por riesgo de inundación, permite la instalación de proyectos en la zona, toda vez que se realicen estudios y se incorporen obras de ingeniería que permitan controlar los riesgos que motivan el establecimiento de la zona de restricción, como lo indica el artículo 2.117 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (Guiloff, 2010)⁵²:

La misma resolución N°112, fue invocada para validar la instalación contigua de la central Campiche de AES Gener, cuyo estudio de impacto ambiental fue presentado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental en agosto del año 2007, y fue aprobado en mayo de 2008.

Sin embargo, en el caso de la central Campiche, una vez publicada la Resolución de Calificación Ambiental, ésta fue imputada judicialmente mediante un *recurso extraordinario de revisión*⁵³, que deriva en que se invalida la interpretación que la Dirección de Obras Municipales hizo mediante la resolución N°112, ante lo cual la Corte Suprema revoca la RCA del proyecto.

Frente las complicaciones legales que hacían peligrar el proyecto, la compañía AES, de capitales estadounidenses, comienza a ejercer presión

⁵² http://www.udp.cl/descargas/facultades_carreras/derecho/pdf/anuario/2010/12_Guiloff.pdf

⁵³ Art. 60 de la Ley 19.880, que permite en casos que especifica, solicitar la revisión de los actos administrativos firmes a los superiores jerárquicos de la autoridad que los ha dictado.

para superar las trabas que se estaban poniendo a sus inversiones en Chile. En estas presiones tuvo una activa participación el gobierno de Estados Unidos, que a través de su embajador en Chile hace llegar a la presidenta Bachelet una carta del Secretario de Comercio, en la que reconoce el *“esfuerzo del gobierno chileno en solucionar la situación de AES”* y solicita encontrar una pronta solución al caso. La carta fue distribuida entre los ministros de Economía, Energía e Interior, siendo esta última quien asumió el compromiso de solucionar el tema ya que reconoce que es *“crítico mantener un clima favorable a las inversiones para continuar con el crecimiento de Chile”*.⁵⁴

Entre las opciones de solución exploradas, primó la idea de generar un decreto que desde el poder ejecutivo permitiera solucionar la limitante que establece la zonificación del regulador intercomunal. Dicho decreto llegó en diciembre de 2009, cuando el Ministerio de Vivienda y Urbanismo introduce modificaciones a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, estableciendo ajustes a los artículos que se relacionan con los predios que quedan afectos a dos o más usos. Al respecto, la modificación establece que *“si del predio afecto a dos o más zonas o subzonas con distintos usos de suelo, al menos el 30% de su superficie permite los usos de suelo de*

⁵⁴ https://wikileaks.org/plusd/cables/09SANTIAGO1122_a.html

actividades productivas y/o infraestructura, se admitirá en todo el terreno dicho uso de suelo⁵⁵.”

Esta disposición ha sido considerada como un traje a la medida para la termoeléctrica de Campiche, ya que en efecto, el predio de AES Gener en la zona de Ventana, contaba a la fecha con un 33% de su superficie afecto al uso *Industrial Peligroso*, pudiendo tras la argucia legal, desarrollar esta actividad en la totalidad del terreno.

8.4 Configuración actual del sistema productivo

8.4.1 Crecimiento de la industria termoeléctrica en el territorio de Quintero- Puchuncaví

Tras la reconfiguración normativa del territorio nacional y local, a través de la que se logran superar administrativamente los límites materiales de la expansión del sistema de producción eléctrica; se inicia un nuevo periodo de crecimiento de la industria. Durante este período la potencia instalada en el territorio de Quintero- Puchuncaví creció de 340 MW existentes en el 2008, a 1141 MW en 2013, triplicando la capacidad del sistema de generación instalado en este territorio en menos de una década (figura 26).

⁵⁵ D.S. N°68/2009, MINVU, publicado en el diario oficial el 31 de diciembre de 2009.

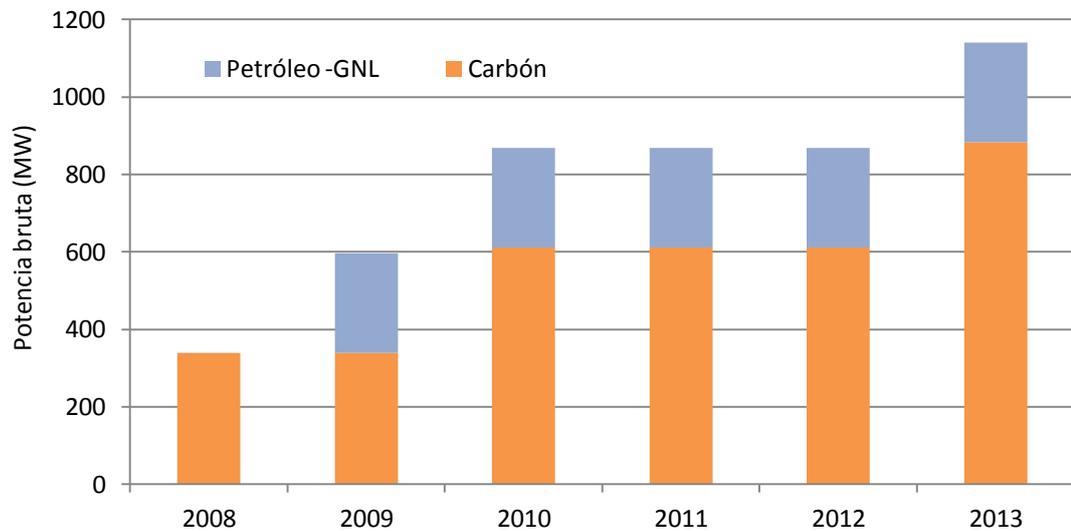


Figura 26: Crecimiento de la capacidad instalada en las comunas de Quintero y Puchuncaví a partir de 2008. Elaborado a partir de estadísticas de la CNE, 2014.

Culmina así una etapa en que la costa de Quintero- Puchuncaví es objeto de una intensificación de la inversión en capital fijo destinado a la logística y la transformación de distintas formas de energía. Este periodo reconfigura el territorio litoral en términos de la ocupación de su suelo, el que es repartido casi completamente entre las industrias asentadas en el litoral (figura 27).

El rápido crecimiento del parque termoeléctrico de la costa de bahía Quintero a partir de la segunda mitad de la década del 2000, conlleva un claro aumento en el flujo de los combustibles quemados en las calderas de las plantas térmicas. En el caso del carbón este incremento corresponde a más del doble del volumen consumido por las generadoras en un periodo que va desde 2008 a 2013 (figura 28).

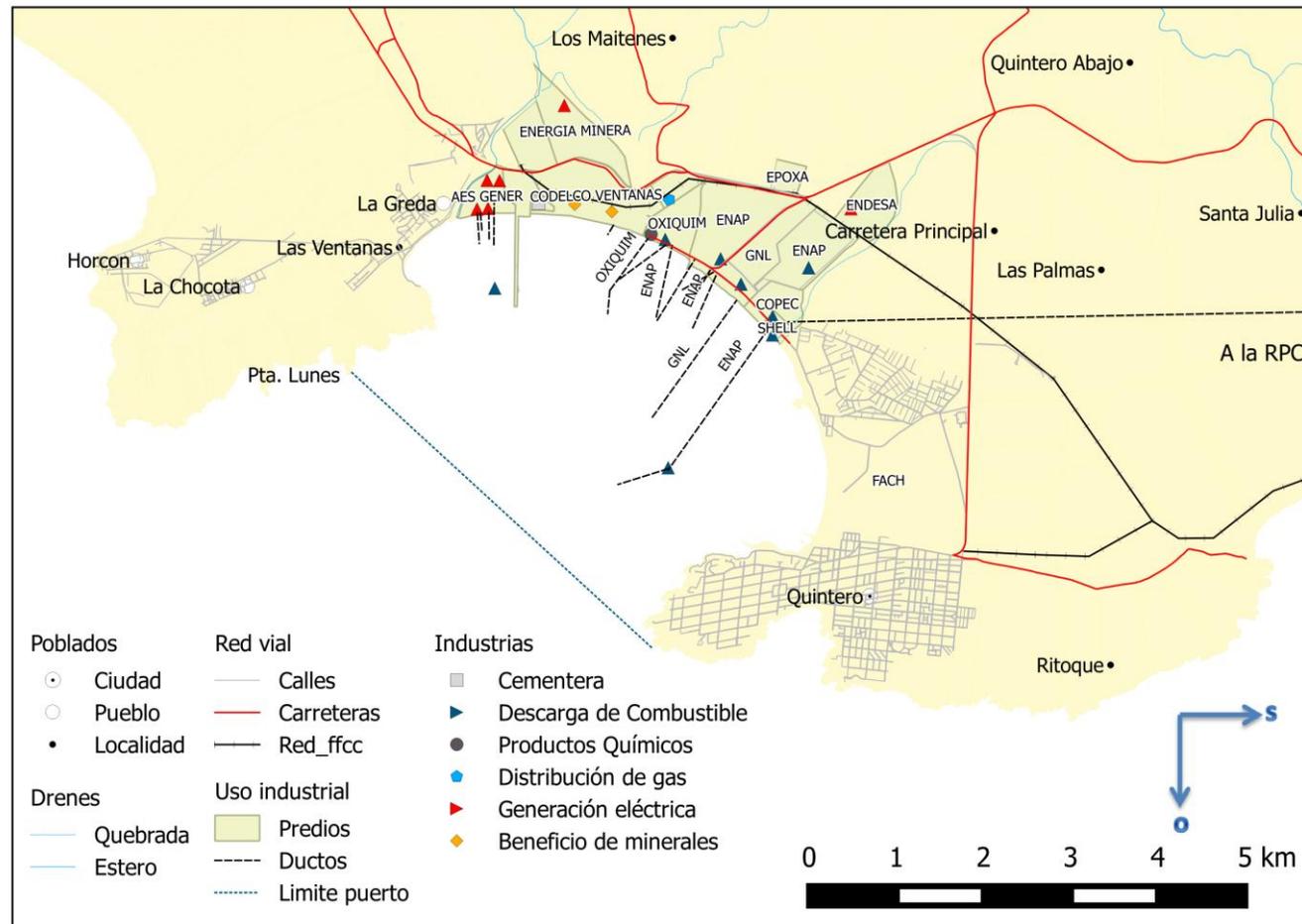


Figura 27: Situación actual del área industrial de la bahía de Quintero. Elaborado a partir de diversas fuentes

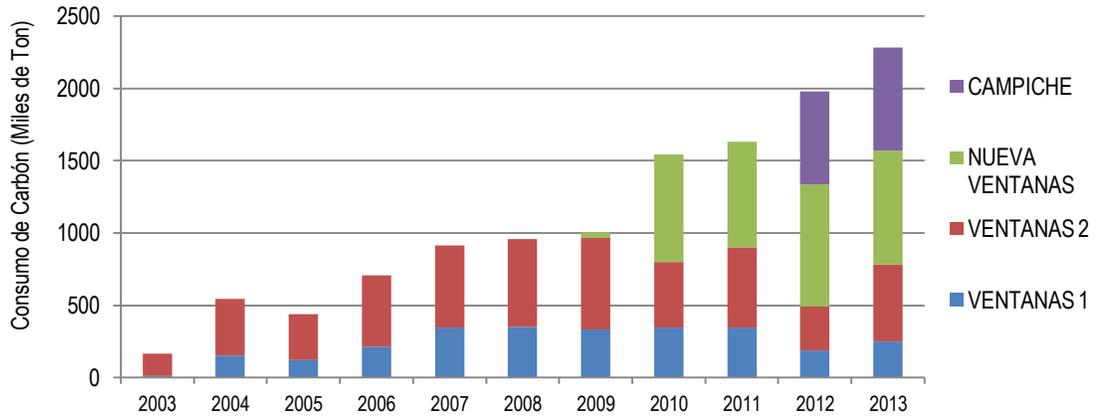


Figura 28: Consumo de Carbón en las plantas termoeléctricas de Ventanas. Fuente: elaborado en base a estadísticas provenientes del anuario del CEDEC-SIC (2000,2013)

Esta tendencia al alza se observa también en el desembarque de carbón en los terminales de Puerto Ventana, que crecen significativamente a partir de 2003.

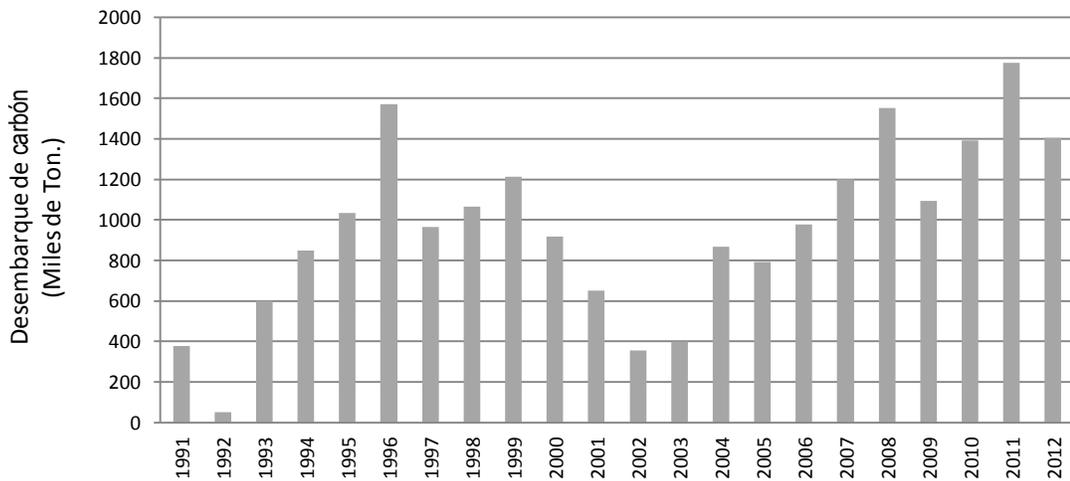


Figura 29: Evolución temporal del desembarque de carbón en el terminal de Puerto Ventanas. Fuente: Elaborado en base a información proveniente de la Memoria anual de Puerto Ventanas S.A.⁵⁶

⁵⁶ <http://www.puertoventanas.cl/uploads/pdf/pvsa-memoria-2012.pdf>

El incremento en el flujo de combustibles implica también un aumento en las emisiones autorizadas individualmente a cada una de las plantas generadoras a través de las Resoluciones de Calificación Ambiental, que establecen los límites máximos permisibles tanto para el consumo de insumos materiales y energéticos, como de los *stocks* (almacenamiento de materiales e infraestructura) y de los desechos producidos por los procesos productivos que declaran las empresas.

En la tabla 11 se muestran las emisiones autorizadas por la institucionalidad ambiental a los nuevos proyectos termoeléctricos, junto con una caracterización de las emisiones de las unidades Ventanas 1 y 2, que no se encuentran sometidas al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

Usando los datos de la tabla 11, en la figura 30 se muestra con un gráfico la evolución de las emisiones totales del sistema de generación termoeléctrica en base a carbón de la costa de bahía Quintero, identificándose 3 períodos a través de los cuales, es posible observar un incremento en las emisiones totales que en conjunto pueden emitir las actuales unidades termoeléctricas. Cabe destacar, la importancia de las medidas de mitigación de emisiones que se tomaron con respecto a Ventanas 2 tras la aprobación ambiental de Nueva Ventanas y Campiche, que en definitiva permiten mantener los niveles de emisión relativamente estables aumentando la capacidad instalada.

Tabla 11: Principales emisiones de gases a la atmósfera autorizadas mediante RCA para las centrales termoeléctricas aprobadas en el territorio de Quintero-Puchuncaví. Fuente: SEIA

Central Termoeléctrica	Unidad	SO ₂	NO _x	MP ₁₀
Ventanas 1*	Ton/día	19,0	21,1**	0,9
Ventanas 2*	Ton/día	8,0***	18,1****	2,4
Nueva Ventanas*****	Ton/día	10,1	8,5	1,1
Campiche*****	Ton/día	10,1	11,5	1,1
Energía Minera*****	Ton/día	8,7	12,0	1,0

* Caracterización de las emisiones de las centrales existentes y proyectadas, presentada en el EIA de las CTE Campiche (AES Gener, 2007)

** No se informa, se asume una emisión equivalente a la de la central Ventanas 2, previo a la instalación del quemador de bajo NO_x

*** Considera la reducción de emisiones producida por la instalación de 2 desulfuradores como medida de compensación de las centrales Nueva Ventanas y Campiche, que en conjunto disminuyen en 22,2 Toneladas diarias las emisiones de SO₂

**** Considera la reducción de emisiones producida por la instalación de quemadores de bajo NO_x como compensación de la central Nueva Ventanas tras el cambio de combustible, de coque de petróleo a carbón

***** Emisiones aprobadas por las respectivas Resoluciones de Calificación Ambiental

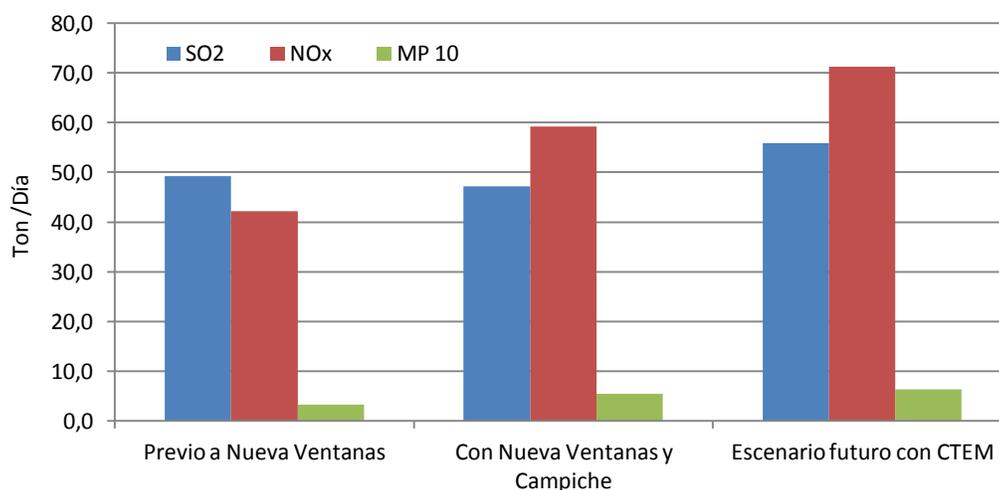


Figura 30: Evolución de las emisiones atmosféricas aprobadas por RCA en conjunto con las emisiones de las centrales inauguradas previo al establecimiento del SEIA. Fuente SEIA

8.4.2 Regularización ambiental

Antes del aumento acelerado de la capacidad instalada, vivido durante la última década en el territorio costero de bahía Quintero, se dictaron y fueron actualizadas una serie de normas primarias de calidad del aire, estableciendo las máximas concentraciones ambientales permisibles para una determinada cantidad de compuestos emitidos por las industrias (tabla 12). En general, las concentraciones permitidas disminuyeron en el caso de las normas que fueron actualizadas. Si bien este cambio puede considerarse una *mejora* de la norma, también muestra lo flexible que resulta el marco legal que regula la calidad del aire, un cuerpo de disposiciones capaces de adecuarse a las nuevas condiciones tecnológicas y a la cambiante disponibilidad de combustibles.

Tabla 12: Normas Primarias de calidad del aire. Elaboración propia.

Parámetro	Valor ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	Decreto
Dióxido de azufre (SO_2)	80	D.S. N° 113/03
	250	MINSEGPRES
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	100	D.S.N° 114/03
	400	MINSEGPRES
Monóxido de Carbono (CO)	30.000	D.S.N° 115/03
	10.000	MINSEGPRES
Material Particulado Respirable (PM10)	50	D.S.N° 45/01
	150	MINSEGPRES D.S.N°59/98 MINSEGPRES

Cumplida una primera etapa, en la que se establecen las normas primarias de calidad para los contaminantes que internacionalmente han sido objeto de los esfuerzos de reducción de emisiones desde la década de los ochenta, la normativa comienza a enfocarse en la protección de la flora y la fauna, a través de la definición de normas secundarias de calidad para el SO₂ (D.S. N°2/2009 MINSEGEPPRES); y comienza también a incorporar los nuevos contaminantes considerados internacionalmente, como son el dióxido de carbono, el mercurio y el material particulado 2,5. Es así como en el año 2011 surge un nuevo cuerpo legal que establece concentraciones ambientales permisibles para el MP_{2,5}.

Sin embargo, el hito más notable de este período, es la promulgación el mismo año, de la Norma de Emisiones para Termoeléctricas, que “tiene por objeto controlar las emisiones al aire de Material Particulado (MP), óxidos de Nitrógeno (NO_x), Dióxido de Azufre (SO₂) y Mercurio (Hg), a fin de prevenir y proteger la salud de las personas y el medio ambiente” (Artículo 1 D.S. N°13/2011 MINSEGEPPRES).

En esta norma se establecen los límites máximos de emisión de los compuestos antes mencionados, además de definirse las formas en las que se mide y se supervisa el cumplimiento de las nuevas exigencias. También se fijan los plazos para dar cumplimiento a estas normas por parte de las fuentes emisoras existentes.

Un aspecto importante de la norma se encuentra en la diferencia de exigencias que se hacen a las fuentes emisoras *nuevas* y las fuentes emisoras *existentes*, otorgando mayor flexibilidad a las fuentes emisoras existentes (tablas 13 y 14), esto es posible en atención a criterios como la antigüedad de las unidades termoeléctricas, la eficiencia y las probabilidades de adaptación a tecnologías de control.

Tabla 13: Límites de emisión para fuentes existentes (mg/Nm³) Fuente: D.S. N°13/2011 MINSEGEPPRES

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de Azufre (SO₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
Sólido	50	400	500
Líquido	30	30	200
Gas	No aplica	No aplica	50

Tabla 14: Límites de emisión para fuentes nuevas (mg/Nm³). Fuente: D.S. N°13/2011 MINSEGEPPRES

Combustible	Material Particulado (MP)	Dióxido de Azufre (SO₂)	Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
Sólido	30	200	200
Líquido	30	10	120
Gas	No aplica	No aplica	50

Además de los contaminantes “tradicionales” la norma establece un límite de 0,1 mg/Nm³ de mercurio para fuentes emisoras existentes y nuevas que utilicen carbón y/o petcoke.

Dentro de los fundamentos para la elaboración de esta norma, se realizó un análisis general del impacto social y económico que ésta tendría, los que arrojaron beneficios que en el estudio fueron valorados monetariamente. En

este sentido, el estudio plantea que: “con la aplicación de la norma de emisión se espera evitar 282 muertes al año por concepto de mejor calidad del aire (...) En términos monetarios, la reducción de mortalidad y morbilidad, implicará un beneficio (costo evitado) de hasta 672 millones de dólares al año” (CONAMA, 2009). Junto con lo anterior, el estudio concluye que a nivel nacional, los costos de la inversión necesaria para reducir las emisiones al nivel que exige la norma (1.742 millones de dólares), no superan los beneficios netos positivos calculados (2.075 millones de dólares) en un horizonte de 20 años.

El caso de la norma de emisión para termoeléctricas deja de manifiesto la lógica costo- beneficio con la que se elaboran las normativas nacionales, y lleva a reflexionar en términos más generales, respecto a la incompatibilidad entre los valores de uso y los valores de cambio que se asignan a los factores de producción.

Una materialización aún más concreta de la lógica de asignar valores de cambio a las variables ambientales, se evidencia en el surgimiento a fines del año 2009 de un proyecto de ley que busca establecer un impuesto específico a la instalación de centrales eléctricas (Mensaje Presidencial N° 1650-357/2009). En dicho proyecto de ley se reconoce que el desarrollo energético enfrenta en el último tiempo dos grandes desafíos. El primero consiste en la sustentabilidad ambiental del sector, y el segundo se refiere a compatibilizar el necesario aumento en la oferta de energía, con el desarrollo social y económico de

aquellas localidades en las cuales se emplazan los proyectos energéticos. Al respecto, el texto señala que (Mensaje Presidencial N° 1650-357/2009)pag. 4:

“En la actualidad existe una marcada inequidad en la repartición a nivel nacional y local de los beneficios e impactos asociados a la construcción y operación de centrales de energía: por una parte, los beneficios son mayoritariamente percibidos a nivel nacional, mientras que por otra, los impactos producidos por estos proyectos afectan en forma casi exclusiva a los habitantes de las comunas en las cuales se emplazan los mismos”.

La inequidad en la distribución de los beneficios e impactos de los proyectos de generación eléctrica, ha promovido movimientos de resistencia a la instalación de centrales generadoras, las que han llegado a la judicialización de los proyectos (ejemplo de ello son las centrales de Punta Alcalde, Barrancones , Castilla y el propio Campiche). Esta resistencia ha desencadenado en ocasiones, instancias de negociación entre las comunidades locales y los inversores privados, las que no son reguladas y que dependen del peso político y económico de las comunidades que se enfrentan a las empresas y al Estado.

La relevancia de este tema queda plasmada en el mensaje presidencial, cuando en éste se plantea que Mensaje Presidencial N° 1650-357/2009)pag. 9: “estas negociaciones privadas no reguladas pueden transformarse en un obstáculo para el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica,

desincentivando la inversión privada en una actividad que es indispensable para el país”.

Frente a este desafío, la propuesta de la ley es que: Mensaje Presidencial N° 1650-357/2009)pag. 12:

“las empresas que conecten unidades de generación a un sistema eléctrico con una capacidad instalada igual o superior a 200 megawatts, deberán pagar un impuesto específico de beneficio municipal, de 270 unidades tributarias mensuales por cada megawatt de potencia de placa que tenga cada unidad de generación”.

Con esta propuesta, se cierra un círculo en el que los límites ecológicos al crecimiento de la industria de generación de electricidad han sido superados mediante acuerdos sociales, siendo el dinero el último acuerdo social al que el sistema recurre, toda vez que el incremento en la entropía de los sistemas afectados por instalaciones de generación eléctrica sólo es reducido, pero no es revertido mediante la incorporación del trabajo necesario para *ordenar* las perturbaciones que generan los procesos metabólicos de transformación de energía. En cambio este trabajo es homologado a un costo económico que es necesario costear y se convierte en una compensación.

De esta manera el sistema económico introduce una solución económica a un problema ecológico, demostrando la total enajenación de la naturaleza, mediante la posibilidad que este sistema tiene de asignar un valor de cambio a

las condiciones de producción, lo que abre un importante campo de reflexión en torno a la incompatibilidad entre el crecimiento del sistema económico y la conservación de condiciones ambientales más cercanas al equilibrio de los intercambios metabólicos *más originales* de los sistemas ecológicos.

9 DISCUSIÓN

9.1 El crecimiento de la industria termoeléctrica en el desarrollo energético nacional

El sistema eléctrico existente requiere de una fuerte inversión en capital fijo tanto para la generación de la electricidad como para su transporte. La inversión en este capital fijo, fija a su vez las condiciones de producción de los territorios donde se instala, restándoles flexibilidad de cara a los futuros desafíos que les depara la permanente modernización de que son objeto

Esta situación, que podría considerarse como una restricción al sistema productivo, finalmente representa el éxito de una industria que, en términos de producción del espacio, ocupa de manera efectiva territorios específicos, en los que desarrolla modos particulares de producción, que pueden ser intensificados en la medida que el sistema lo requiera.

La geografía de los espacios industriales para la generación termoeléctrica muestra un patrón claro de especificación productiva, que en general presenta una predominancia de la termoelectricidad en el norte del país y un incremento de la importancia de la energía hidráulica hacia el sur, tal como describiera Borquez (2011).

En el caso de la energía termoeléctrica, es posible identificar núcleos específicos que concentran la mayor parte de la capacidad instalada de esta

fracción del parque generador. Entre estos núcleos, Quintero se destaca como el principal de la zona central gracias a condiciones particulares del territorio como son su cercanía con Santiago, su accesibilidad por mar y las condiciones de ventilación atmosférica (Sabatini, 1998; Bravo, 2005; Folchi, 2006), características que en su conjunto hacen de la costa de Quintero, un territorio apto y más bien predispuesto para el emplazamiento de iniciativas termoeléctricas

Las características físicas que convierten a este territorio en un emplazamiento ideal para la industria termoeléctrica, son reforzadas mediante medidas administrativas que facilitan las inversiones de capital en el territorio. Es así como los instrumentos de planificación territorial se adaptan a las industrias allí instaladas, mientras que las políticas de uso del espacio marino- costero, consagran el territorio a un uso portuario vinculado a la actividad industrial.

9.2 La regularización del deterioro ecológico transforma la limitación en desposesión

Desde sus orígenes a inicios de la década de 1960, en el periodo de crecimiento estructuralista latinoamericano, hasta inicios de los noventa, en el ocaso de los regímenes dictatoriales de la región, el complejo industrial de Ventanas operaba con total impunidad ambiental, es decir, sin mayores

exigencias en cuanto al control de sus emisiones, lo que permitió a ENAMI y CHILECTRA (hasta entonces pertenecientes al Estado), producir continuamente sin que sus efectos deletéreos sobre el medioambiente mermaran sus rentabilidades.

La mencionada impunidad, es posible en primer término debido al carácter universal del sistema capitalista, y a la capacidad de transferir los problemas tanto geográfica como económicamente, es decir, el capital tiene la posibilidad de desestimar los problemas ecológicos en base a su externalización, generando el concepto de *externalidad* como una materialización de la incapacidad de hacerse cargo de estos problemas por sí mismo (Martinez Alier y Roca, 2001).

Los problemas de escasez de recursos pueden entonces, superarse mediante la incorporación de nuevas fuentes de materias primas conquistadas por el sistema capitalista de producción, permitiendo a los agentes de la transformación ambiental, acceder permanentemente a los insumos que sus labores requieren. Este ha sido el caso del carbón utilizado como combustible en la industria termoeléctrica nacional, el que inicialmente proviniera de las vetas bituminosas de Arauco, y que luego de la crisis del carbón (1970-80), comenzó a importarse desde Colombia y Nueva Zelanda.

Una parte importante de las funciones del estado en este contexto, es la de proveer las condiciones políticas que favorezcan el fácil intercambio de

mercancías entre las partes involucradas en el comercio global, a fin de disminuir los costos de la producción. Es así como dentro de las formas institucionales consideradas por el enfoque de la regulación, el comercio internacional cobra especial relevancia, sobre todo considerando la doble función de la expansión del mercado, como nueva fuente de producción y consumo.

Por su parte, los problemas asociados a la disposición de las emisiones de los procesos productivos, son en gran medida desestimados por la capacidad de asimilación y difusión de las matrices ambientales que estas emisiones afectan, en especial de la atmósfera y el océano, de los cuales existe una percepción generalizada de inagotabilidad y permanente flujo, que permite tanto disponer de sus materialidades (el aire y el agua), además de su capacidad de transporte (y transferencia) de los desechos gaseosos, líquidos y energéticos.

Sin embargo la capacidad de transferencia de *externalidades* depende de la disponibilidad de nuevos territorios de colonización para el sistema capitalista, lo que en la actualidad resulta cada vez más difícil, puesto que la gran mayoría del planeta se encuentra sometido a este modo de producción. Esto representa una inédita oportunidad de estudiar los ajustes del capital frente a lo que se reconoce como sus límites *naturales* (Harvey, 1984).

Producto de que las políticas económicas en tiempos de crisis buscan aumentar el crecimiento en base a un incremento en la tasa de ganancias, las reformas

que se introducen en las relaciones de producción tienden a precarizar el trabajo y disminuir los impuestos por el uso del medioambiente (Altvater, 1990). Esto redundaría finalmente en un mayor daño tanto de la naturaleza externa como de la salud de los trabajadores.

La regulación de la economía en tiempos de crisis, traslada entonces el problema desde la tasa de ganancia del capital hacia la capacidad de reproducción del sistema social y ecológico del que el capital es usuario, pudiendo convertir las crisis de acumulación capitalista, en crisis ecológicas y sociales que afectan principalmente a actores ajenos al proceso regulado. Esto, bajo la concepción de Harvey respecto de las reconfiguraciones geográficas del capital, podría considerarse como un proceso de acumulación por desposesión, en el sentido que un territorio degradado ambientalmente, lejos de limitar la expansión de la industria contaminante, facilita su consolidación mediante la destrucción de los medios de subsistencia de sociedades precapitalistas, o bien de las condiciones de producción requeridas por otros productores capitalistas.

Este planteamiento puede constatarse en el caso de estudio, en el hecho de que los primeros registros de deterioro ambiental en la comuna de Puchuncaví fueron realizados por el Servicio Agrícola y Ganadero, y consignan la pérdida de importantes volúmenes de cosechas y de instalaciones necesarias para la actividad agropecuaria desarrollada históricamente en la zona.

Un tema que esta tesis no alcanza a abordar y que es de trascendental importancia para analizar el impacto económico del daño ambiental, es el estudio del deterioro de las condiciones personales de producción, es decir de la salud de los trabajadores, tanto de las industrias, como de las demás actividades que se desarrollan en el territorio. En este sentido, sería interesante analizar, además de los efectos de la contaminación sobre la salud pública y sobre la calidad de vida de los habitantes de Puchuncaví; los costos en que incurren las industrias en aspectos como licencias médicas por enfermedades respiratorias de sus trabajadores, indemnizaciones por fallecimientos a causa de enfermedades laborales.

9.3 La normativa como acuerdo social para la regularización

La capacidad de dispersión de los contaminantes por parte de las matrices ambientales, determina en gran medida la calidad ambiental del territorio, sin embargo la definición del grado de aceptación que esta calidad tiene, está determinada socialmente y es espacio- específica. Junto con ello, la disposición a lidiar con un ambiente más o menos contaminado, depende del contexto histórico y político, y por lo tanto también varía temporalmente.

A fin de definir las condiciones ambientales aceptables de un territorio en un momento determinado, las distintas fuerzas sociales que conforman el territorio recurren a una dimensión ético- política encarnada en el derecho como un

estándar normativo, pero también como una fuerza material en la creación del mundo, lo que Gramsci llamó “idea- fuerza”. La legalidad como fuerza motora y fuente de orden moral, es un concepto que constituye en sí mismo una acción hegemónica, representada a través de la definición de lo que constituye o no *contaminación*, y de qué cambios ambientales pueden ser considerados como posibles o incluso *inevitables*. ” (Mann, 2009).

El caso de la industrialización de bahía Quintero plantea entonces una paradoja en la que el estado reconoce el deterioro ecológico, decretando la zona como saturada ambientalmente, a la vez que permite la instalación de nuevas industrias contaminantes. Esta tensión se resuelve automáticamente dentro de la misma definición de la zona saturada, ya que este acto administrativo determina el estándar de calidad que se aspira alcanzar en el territorio, y por lo tanto establece un límite a la contaminación a futuro, sin plantear la necesidad de revertir el proceso de deterioro que allí se ha acumulado históricamente.

En términos del capital, el deterioro histórico de las condiciones de producción, en el período previo a la definición de la zona como saturada ambientalmente, opera como una *cuenta de ahorro* de emisiones contaminantes, que las empresas hacen valer al momento de iniciarse el período de intensificación de la producción termoeléctrica en el territorio. Esto porque las medidas de control de emisiones tienen como objetivo mantener los niveles existentes de contaminación, alcanzados tras un proceso histórico de producción industrial.

Esto se relaciona con el hecho de que la regulación opera aplazando lo *históricamente posible* las decisiones respecto a la disminución del daño ecológico (Bridge, 2000). De otra manera, no sería posible concebir el hecho de que inversiones menores, como los desulfurizadores y los quemadores de bajo NO_x, sólo fueran exigibles para permitir el ingreso de nuevas industrias, y no para disminuir el daño ambiental de las industrias existentes en el momento en que éste fue reconocido.

La inversión en medidas de mitigación de emisiones permitió a las termoeléctricas de Ventana, disminuir los volúmenes de contaminación emitida, al punto de alcanzar máximos inferiores a los establecidos en la fijación de la zona saturada, facilitando el ingreso de nuevas inversiones que *mitigan más de lo que contaminan*.

Luego de una década en que la normativa ambiental se enfocó en el establecimiento de límites a las emisiones y a las concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos, la puesta en marcha de nuevas fuentes de emisión en comunas profundamente afectadas por las fuentes ya existentes como Quintero- Puchuncaví, Coronel, Huasco entre otras, sólo resulta posible con la incorporación de compensaciones económicas las que serán exigidas en un futuro relativamente cercano, producto de las propuestas del establecimiento de impuestos verdes a determinados contaminantes y de la propuesta de un

impuesto específico de beneficio municipal por la instalación de centrales generadoras de electricidad.

9.4 Propuesta de periodización del desarrollo del sistema eléctrico en Chile

En base a los resultados aquí expuestos, y a modo de síntesis, se presenta a continuación una propuesta de periodización de la historia relatada, poniendo atención en los regímenes de acumulación por los que transita la industria eléctrica en Chile, y en los modos de regulación que se construyen socialmente para dar un soporte desde una dimensión simbólica, a las decisiones materialmente ejecutadas en el territorio (tabla 15).

En la síntesis se destaca en primer término la condición de *crecimiento extensivo* que caracteriza al sistema eléctrico en sus inicios, con instalaciones de pequeña escala y que rápidamente se vuelven insuficientes frente a las necesidades de la sociedad nacional.

La primera crisis del sistema es superada entonces producto de una rápida transición a un régimen de crecimiento intensivo, basado en grandes inversiones en materia de generación y transporte de electricidad. Este tránsito casi inmediato es posible sólo gracias a la activa intervención del estado, que realiza las inversiones necesarias y los ajustes legales necesarios para facilitar la proliferación de centrales. Estas centrales aprovechan las *ventajas*

comparativas del territorio, basándose principalmente en la conversión de energía hidráulica en electricidad.

El involucramiento del estado en el negocio eléctrico lleva a la nacionalización de la Compañía Eléctrica existente hasta esa época (inicios década de 1970), periodo en el que comienzan a instalarse grandes centrales térmicas.

La estatización de la industria, como un objetivo político y social aparece como una idea muy potente en esta época, y permite un desarrollo con escasa oposición, la que no surge una vez que el gobierno que impulsa estas reformas es derrocado y reemplazado por una dictadura cívico- militar. Esta vez la falta de oposición es mayormente producto del terror de Estado que el régimen militar ejerce para controlar posibles alzamientos.

Hacia fines del periodo manifiestamente dictatorial se produce la privatización de muchas compañías estatizadas en el periodo anterior, junto con un ajuste neoliberal de las normativas que regulan diversos sectores económicos, entre ellos el de la electricidad.

Los gobiernos de post- dictatoriales administran un estado reformulado en términos normativos, que deja en manos de privados casi la totalidad de los servicios básicos. Es recién en esta época en la que se hace exigible a las empresas el cumplimiento de exigencias medioambientales primarias, que permitirían a Chile reinsertarse de mejor manera en el ámbito internacional.

La reciente concientización de la población chilena respecto de los impactos ambientales de los megaproyectos energéticos promueve a partir de mediados de la década del 2000, una creciente resistencia a la instalación de estos proyectos entre las comunidades locales de los territorios destinados a acoger las inversiones del sistema. Esta resistencia se expresa a través de manifestaciones en las calles y procesos judiciales interpuestos por organizaciones comunitarias, las que en algunos casos logran retrasar, hacer mayores exigencias ambientales, o incluso frenar una serie de proyectos.⁵⁷.

Este nuevo escenario, ha llevado a los sucesivos gobiernos del país, a replantear la estrategia de crecimiento del sistema eléctrico, incorporando alternativas de producción más *limpias*, como son por ejemplo las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), cuyo desarrollo es exigido por ley (Ley 20.257).

Desde el punto de vista desarrollado en el presente trabajo, la inclusión de las ERNC en la matriz energética, y específicamente en el sistema de generación eléctrica, podría marcar el inicio de un tránsito hacia un nuevo régimen de acumulación. Si consideramos la instalación de pequeñas centrales que operan

⁵⁷ Un ejemplo es el caso de la termoeléctrica Barrancones, en Punta de Choros, donde la oposición ciudadana a la central, derivó en un pronunciamiento del Presidente de la República en el que manifestaba la necesidad de cambiar el emplazamiento de la central, lo que llevó al titular a desistir del proyecto por considerar inviable una reubicación (Hervé, 2011). Otro caso es el de Hiroaysén, en el que el Comité de Ministros de la presidenta Bachelet revocara en junio de 2014 la resolución de calificación ambiental otorgada al titular del proyecto, luego de acoger los recursos de reclamación interpuestos por las comunidades de la zona y de la ciudadanía.

convirtiendo energía solar, eólica o hidráulica, como un proceso de colonización de nuevos territorios que serán incorporados al sistema de producción eléctrica, podemos pensar en esta colonización como un modo de crecimiento intensivo de menor impacto, en el que las nuevas inversiones, apoyadas en un discurso de *generación en base a energías limpias*, se insertan con una oposición relativamente baja, en territorios donde a las grandes inversiones termoeléctricas e hidráulicas presentarían mayores limitaciones. En paralelo a esta expansión del sistema de generación eléctrica, la capacidad ya instalada en base a la conversión termoeléctrica entra en un proceso de crecimiento extensivo, donde las mejoras tecnológicas permiten una producción continua y más eficiente.

Para poder apoyar este planteamiento, es necesario sin embargo estudiar más detenidamente la inversión en capital fijo en ERNC y en las instalaciones para el transporte de la electricidad generada por éstas, las estadísticas de producción y la eficiencia de las generadoras. Así mismo, sería necesario hacer una revisión de las normativas y políticas asociadas a los nuevos mercados eléctricos, además de analizar la evolución a futuro de las formas de producción intensiva de electricidad.

Esta etapa está también caracterizada por la incorporación de una carga impositiva a beneficio de los municipios donde se instalarán nuevas generadoras termoeléctricas, buscando así una facilitación económica al

emplazamiento de las nuevas unidades. Este es un aspecto que aún no puede ser evaluado, ya que la legislación es muy reciente, pero será un factor importante al momento de analizar los nuevos escenarios de la rentabilidad de las compañías eléctricas y su relación con las condiciones ambientales de los territorios donde se emplazan.

10 CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo de tesis permitió desarrollar un marco teórico que integra distintos enfoques utilizados en el estudio de la geografía del capitalismo, para luego dentro de este marco, documentar e interpretar el proceso histórico de la modificación en las condiciones ambientales de un territorio clave en el desarrollo de la industria eléctrica chilena, como es la zona costera de la bahía de Quintero.

Una de las principales contribuciones de este trabajo, es entonces, la sistematización de una importante cantidad de información proveniente de distintas dimensiones territoriales, con un sentido lógico que permite construir una cadena de explicación para responder la pregunta de, cómo el Estado facilita la mantención de procesos productivos y de acumulación de industrias contaminantes en territorios como el de Quintero- Puchuncaví, donde reconoce una condición de saturación ambiental.

Tabla 15: Síntesis del desarrollo de la industria de generación termoeléctrica

		1900 – 1930	1940	1950	1960	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Régimen de acumulación		Crecimiento o extensivo	Crecimiento intensivo											Crecimiento extensivo-intensivo (mixto)	
Modo de Regulación	Competencia e inversión	Inversión privada	Involucramiento del estado		Nacionalización	Privatización y difusión de la propiedad		Penetración del capital extranjero		Concentración de la propiedad			Discurso de apertura al ingreso de nuevos competidores		
	Ambiental	Desconocimiento o desestimación de problemas ecológicos		Impunidad ambiental			Regulación primaria	Crecimiento regulado	Impugnaciones jurídicas		Compensación Económica/ Impuestos Verdes				
	Tecnológica	Ninguna	Hidroeléctrica					Gas natural		Carbón y megaproyectos hidráulicos		ERNC y Gas Natural			
	Política	Industrialización por Sustitución de Inversiones			Dictadura- ajuste neoliberal			Democracia Partidista Oligárquica		Creciente gobernanza					

Esta cadena de explicación nos lleva a entender que la definición de una zona como saturada, constituye una transformación del territorio que el Estado produce dentro de la dimensión de las ideas, y que tiene un impacto directo en la realidad material de este territorio.

La presente tesis plantea que la proliferación de termoeléctricas a carbón ha alterado en una manera “socialmente perceptible” las condiciones de producción que han posibilitado los procesos de acumulación en la zona industrial de Quintero- Puchuncaví, por lo que el Estado ha debido adecuar los instrumentos normativos que regulan tanto el uso del territorio, así como los estándares ambientales dentro de los que operan estas industrias.

En este sentido el deterioro de la calidad del aire atmosférico en las localidades costeras de la comuna de Puchuncaví se constituye como un límite a la producción sólo cuando la presión ciudadana es la suficiente para generar una reacción de la autoridad.

Esta respuesta viene desde la lógica del establecimiento de *concentraciones ambientales máximas permisibles*, que tienen dos efectos territoriales que se expresan claramente en el caso de estudio:

En primer término, constituyen límites que definen el estándar ambiental al que pueden aspirar a mantener los territorios. En segundo término, la lógica de la compensación de las emisiones de las industrias en una zona saturada, implica que las mejoras tecnológicas que permiten disminuir las emisiones

contaminantes, se utilizan en la práctica como mecanismos que facilitan el ingreso de nuevas inversiones contaminantes.

Otro aspecto interesante que aporta esta tesis, es que la recopilación de antecedentes sobre los efectos de la contaminación en el territorio, permite argumentar que el deterioro de las condiciones ambientales opera como un límite al crecimiento de actividades ajenas a la generación termoeléctrica en el territorio de Quintero- Puchuncaví, que puede verse en el negativo impacto que este deterioro a tenido en actividades como la agricultura y la pesca artesanal.

Esta limitación al crecimiento de sectores productivos ajenos al regulado, son apoyados con modificaciones normativas que promueven adecuaciones institucionales del territorio, como lo fueron las modificaciones a la Ordenanza de Urbanismo y Construcciones y al Plan Regulador intercomunal de Valparaíso que permitieron la instalación de la central termoeléctrica de Campiche. Estas modificaciones legales pueden considerarse como parte culminante de un proceso de acumulación por desposesión, en el que actividades distintas a la industrial se supeditan a las disposiciones establecidas por la autoridad para un territorio ideológicamente industrializado.

11 REFERENCIAS

AGLIETTA, M. (1979). A theory of capitalist regulation: The US experience. London: Verso (2000).

ALTVATER, E. (1990). The Foundations of Life (Nature) and the Maintenance of Life (Work). The Relation Between Ecology and Economics in the Crisis. International Journal of Political Economy. V20: 10-34

ALTVATER, E. (2006). The social and natural environment of fossil capitalism. In . Panitch and C. Leys, eds. Coming to terms with nature. 37–60. London: Merlin.

BRENNER R.; M. GLICK (1991). The regulation approach: theory and history. New Left Review, n. 188, pp.45-119.

BÓRQUEZ. (2011). Actualización de Catastro de Proyectos de Generación eléctrica en Chile. App N°52. Publicaciones Terram

BOYER, R.; Y. SAILLARD. (2002) A Summary of *Régulation* Theory. En: Boyer, R.; Y. Saillard. (2002) *Régulation Theory. The State of the Art*, Routledge: London/New York 2002, 36-44.

BRAVO, J. (2005) Gestión, El caso de ENAMI Ventanas. Editorial Evolución, Santiago Chile.

BRIDGE, G. (2000) The social regulation of resource access and environmental impact: production, nature and contradiction in the US copper industry. *Geoforum* 31: 237–256

BRIDGE, G; JONAS, A. E. G. (2002). Governing nature: The reregulation of resource access, production, and consumption. *Environment and Planning A* 34: 759–766.

BRIDGE G.; MCMANUS P, (2000). Sticks and stones: environmental narratives and discursive regulation in the forestry and mining industries. *Antipode* 32(1) 10- 47

Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDEC-SIC): (2000) Estadísticas de operación 1990-1999

Centro de Despacho Económico y de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDEC-SIC): (2006). Estadísticas de operación 1996- 2005.

Centro Económico de Despacho de Carga del Sistema Interconectado Central (CEDEC-SIC): (2009) Estadísticas de operación 1999- 2008

Comisión Nacional de Energía (2008) Política energética: Nuevos lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad. Descargado durante enero de 2012 en: http://www.cne.cl/archivos_bajar/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08.pdf

Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). (2009). Análisis General del Impacto Económico y Social de una Norma de Emisión para Termoeléctricas. Preparado por KAS Ingeniería y GEOAIRE. Descargado durante enero de 2012 en http://www.sinia.cl/1292/articles-44963_informe_final_term.pdf

Comisión Nacional de Energía (2008) Política energética: Nuevos lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad. Descargado durante enero de 2012 en: http://www.cne.cl/archivos_bajar/Politica_Energetica_Nuevos_Lineamientos_08.pdf

DANÚS, H. (2009). La ENAMI como factor del desarrollo minero. En ENAMI (2009). Chile Minero. ENAMI en la historia de la pequeña y mediana minería Chilena. Ocho Libros Editores.

ENDESA (1956). Plan de electrificación del país. 1956 (Santiago : Universitaria). 304 p. Disponible en Memoria Chilena, Biblioteca Nacional de Chile <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-80921.html> . Accedido en 23/11/2014.

FISCHER- KOWALSKI, M.; H. HABERL. (2000). El Metabolismo Socioeconómico. Revista de Ecología Política. 19: 21-33. Icaria.

FOLCHI, M. (2003). La insustentabilidad del *Boom* Minero Chileno: Cobre, Política y Medio Ambiente 1983- 2003. Revista de Ecología Política 26: 23-50

FOLCHI, M. (2005). Los efectos ambientales del beneficio de minerales metálicos. Un marco de análisis para la historia ambiental. Varia Historia. N°33: 32- 57

FOLCHI, M. (2006). Historia Ambiental de las Labores de Beneficio en la Minería del Cobre en Chile, siglos XIX y XX. Tesis para optar al grado de Doctor en Historia e Instituciones Económicas. Univesitat Autònoma de Barcelona y Universitat de Barcelona.

GARCÍA, E. (2006). Del pico del petróleo a las visiones de una sociedad post-fosilista. Mientras Tanto. 98: 25-47

GONZÁLEZ S., E. BERGSQVIT. (1986). Evidencias de contaminación con metales pesados en un sector del secano costero de la V región. Agricultura técnica (Chile) 46 N° 3: 299-306

GONZÁLEZ, I.; MUENA, V. CISTERNAS, M. & REAMAN, A. (2008). Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central. Revista Chilena de Historia Natural. 81: 279- 291

HABERL, H.; M. FISCHER- KOWALSKI; F KRAUSMANN; H. WEISZ; V. WINIWARTER. (2004). Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. Land Use Policy 21: 199-213

HELD, D & A. M^C GREW, (2000). The great Globalization debate: An Introduction. En Held, D. & A. M^C Grew, 2000.Review: The Global Transformations Reader: An Introduction to the Globalization Debate. Cap. 23. Polity Press, 2000

HERVÉ, D. (2011). Las causas del conflicto por la central termoeléctrica Barrancones en Punta de Choros. Anuario de Derecho Público. Universidad Diego Portales 2011. Descargado en diciembre de 2014 desde http://www.udp.cl/descargas/facultades_carreras/derecho/pdf/anuario/2011/09_Herve.pdf

HUBER, M. (2013). Fueling Capitalism: Oil, the Regulation Approach, and the Ecology of Capital. *Economic Geography* 89(2):171- 194.

HARVEY, D. (2007). *Espacios del Capital. Hacia una geografía crítica.* Ediciones Akal, Madrid, 2007

HARVEY, D. (1984). *The Limits to Capital.* Basil Blackwell Publisher Limited. 1984.

JESSOP, B., T. SUM. (2006). *Beyond the regulation approach. Putting Capitalist economies in their place.* Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, 2006.

KRAUSMANN, F.; HABERL, H. (2002). The process of industrialization from the perspective of energetic metabolism, Socioeconomic energy flows in Austria 1830–1995. *Ecological Economics* 41 (2): 177–201.

LEFF, ENRIQUE. (2006). “La ecología política en América Latina un campo en construcción”. En: *Los Tormentos de la materia: aportes para una ecología política Latinoamericana.* Buenos Aires. CLACSO. Pp. 21-40

MALMAN, S.; F. SABATINI Y G. GEISSE . (1995). El trasfondo socio económico del conflicto ambiental de Puchuncaví. *Revista Ambiente Y Desarrollo.* CIPMA. VOL XI – N° 4: 49- 58.

MANN, G. (2009). Should political ecology be Marxist? A case for Gramsci's historical materialism. *Geoforum* 40 (2009) 335- 344.

MARTINEZ-ALIER, J. (1987). Ecological Economics. Energy, Environment and Society. Basil Blackwell, Oxford.

MARTINEZ-ALIER, J. (2006). Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. Polis [En línea]. (13) 2006. Puesto en línea el 13 agosto 2012, consultado el 07 abril 2014. URL : <http://polis.revues.org/5359> ; DOI :10.4000/polis.5359

MARTINEZ-ALIER, J.; J. ROCCA (2001) Economía Ecológica y Política Ambiental. Fondo de Cultura económica. México. 2° edición

MAZZO, R. (2010). Las Leyes Corta I, II y de ERNC: potenciando el mercado de la energía eléctrica. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Disponible en portal de Internet http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/ley-corta-1-2-electricidad

MOGUILLANSKY, G. (1997). La gestión privada y la inversión en el sector eléctrico chileno. Serie Reformas Económicas (1). CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile, 1997.

MOGUILLANSKY, G. (1998). Chile: Las Inversiones en el Sector Minero 1980 – 2000. Serie Reformas Económicas (3). CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile, 1998.

MUÑOZ, T. (2012) "La Pesca Invisible" Análisis sobre las transformaciones de la actividad pesquera artesanal en Caleta Ventanas. Tesis para optar al Grado de Antropólogo Social. Academia de Humanismo Cristiano

O' BRIEN, J. (ED.) (1992). Fundición y territorio. Reflexiones históricas sobre los orígenes de la fundición Paipote. ENAMI.

O' CONNOR, J. (1991). Las condiciones de producción. Por un marxismo ecológico, una introducción teórica. Revista de Ecología Política 1. 113- 130.

O'CONNOR, J. (1998). Natural causes: Essays in ecological Marxism. New York and London: Guilford Press.

OYARZUN, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. Rev Chil Enf Respir 2010; 26: 16-25

POLANYI, K. (1944) The Great Transformation. Beacon Press

ROBBINS, P. (2004). Political ecology: a critical introduction. Blackwell Publishing.

ROZAS, M. E. (1993) Contaminación del Valle del Huasco. Publicaciones del OLCA - Estudio de caso. Descargado en abril de 2012 de: <http://olca.cl/oca/informes/huasco02.zip>

ROZAS, P. (1999) La crisis eléctrica en Chile: antecedentes para una evaluación de la institucionalidad CEPAL- SERIE Recursos Naturales e Infraestructura (5). CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile, 1999

SABATINI, F.; F. MENA Y P. VERGARA. (1995). Otra vuelta a la espiral: El conflicto ambiental en Puchuncaví bajo democracia. En Conflictos Ambientales. Entre la Globalización y la Sociedad Civil. Sabatini, F. y C. Sepúlveda (Ed.) Publicaciones CIPMA.

SÁNCHEZ, J.; I. ROMIEU; S. RUIZ, P. PINO; M. GUTIÉRREZ. (1991) Efectos agudos de las partículas respirables y del dióxido de azufre sobre la salud respiratoria en niños del área industrial de Puchuncaví, Chile. Rev Panam Salud Pública 1999; 6: 384-91.

SCHANDL, H.; C. GRÜNBUHEL; H, HABERL; H. WEISZ. (2002). Handbook of Physical Accounting Measuring bio-physical dimensions of socio-economic activities MFA – EFA – HANPP. Social Ecology Working Paper 73. Vienna.

SMITH, A. 1794. Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las Naciones. Tomo I. Traducción de Josef Alonso Ortiz. Oficina de la viuda e hijos de Santander. Valladolid

SMITH, N. (1984). Uneven development: Nature, Capital and the Production of Space. Basil Blackwell Inc. Massachussets, 1991.

TOKMAN, M. (2007). Exposición en Seminario: Crisis energética, Instrumentos para superarla. SOFOFA, 20 de julio de 2007.

VEGA, J. (2011). Quehacer legislativo en plano energético. Serie Informes N° 13-11. Biblioteca Nacional del Congreso Nacional.

VERGARA, A. (1999) Régimen Jurídico de la Energía Eléctrica. Aspectos Generales y Problemas Actuales. Revista de Derecho Administrativo Económico. Vol.I(1): 141-159

VIZIA, C. (2011). ¿Un Marx verde? Antropología, ecología y marxismo. Ediciones Kaicron. Buenos Aires, 2011.

WORSTER, D. (1988) Appendix: Doing Environmental History. En Worster, D. & A. Crosby (Eds.) (1988) The Ends of the Earth: Perspectives on Modern Environmental History. Cambridge, Cambridge University press, 1988.

ZUK, M.; V. GARIBAY; R. INIESTRA; M.T. LÓPEZ; L. ROJAS-BRACHO; I. LAGUNA. (2006). Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México. Un estudio de caso en Tuxpan, Veracruz. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Instituto Nacional de Ecología (INE). México.