

U. CH - F. C.  
B. Ambiental  
272  
C. 1



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**PLANIFICACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA  
PARA LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS  
EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO**

Seminario de Título

Entregado a la

Universidad de Chile

en cumplimiento parcial de los requisitos

para optar al Título de

Biólogo con mención en Medio Ambiente



por

FRANCISCO JAVIER DE LA BARRERA MELGAREJO

Marzo, 2007  
Santiago - Chile



FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE CHILE

INFORME DE APROBACIÓN  
SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Ciencias de la Facultad de Ciencias que el Seminario de Título presentado por el candidato

FRANCISCO JAVIER DE LA BARRERA MELGAREJO

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación del Seminario de Título como requisito para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente, en el examen de Defensa del Seminario de Título rendido el día 09 de Marzo de 2007

**Director de Seminario de Título:**

Mg. Ricardo Serrano R.

**Comisión de Evaluación del Seminario de Título**

Dr. Orión Aramayo B.

Dr. Italo Serey E.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos quienes me alentaron pacientemente a terminar esta etapa de mi vida, en especial a quien me formó como hijo, mi madre, y a quien me hizo padre, mi amada mujer. A mi tutor por la confianza y a la comisión que no solo me ha guiado y aconsejado en la corrección del Seminario, sino que también en otros aspectos de mi vida profesional, en los que caminamos aprendiendo y construyendo junto con mis compañeros de UNARTE.

Este seminario fue posible gracias al financiamiento del Programa Transferencia y Colaboración entre el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago y las Universidades de la Región Metropolitana de Santiago.

*"El conocimiento del conocimiento obliga.*

*Nos obliga a tomar una actitud de permanente vigilia contra la tentación de la certeza, a reconocer que nuestras certidumbres no son pruebas de verdad, como si el mundo que cada uno ve fuese un mundo y no un mundo que traemos a la mano con nosotros.*

*Nos obliga porque al saber que sabemos no podemos negar lo que sabemos"*

- (Maturana H. & Varela, F. 1984)



## INDICE DE CONTENIDO

<b>1</b>	<b>RESUMEN / ABSTRACT .....</b>	<b>8</b>
1.1	RESUMEN .....	8
1.2	ABSTRACT .....	9
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
2.1	PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA .....	10
2.2	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
2.2.1	<i>Objetivo general</i> .....	12
2.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	12
2.3	MARCO TEÓRICO .....	13
2.3.1	<i>La ciencia postnormal</i> .....	13
2.3.2	<i>Principio precautorio</i> .....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1	FUENTES DE INFORMACIÓN .....	18
3.2	FUNDAMENTO CONCEPTUAL.....	18
3.3	ANÁLISIS DE LAS POLÍTICAS E INICIATIVAS PÚBLICAS .....	21
3.3.1	<i>Estrategia de Desarrollo Regional 2000 - 2006</i> .....	22
3.3.2	<i>Proyecto OTAS 1996 - 2004</i> .....	22
3.3.3	<i>Política ambiental para la Región Metropolitana de Santiago 1999</i> .....	23
3.3.4	<i>Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de Santiago, DS58/2002</i> .....	23
3.3.5	<i>MINVU – Plan Regulador Metropolitano de Santiago 2003 (PRMS)</i> .....	23
3.4	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES E INDICADORES.....	24
3.4.1	<i>Identificación de Variables</i> .....	25
3.4.1.1	<i>Variable Vías de Acceso</i> .....	25
3.4.1.2	<i>Variable Valor del suelo</i> .....	26
3.4.1.3	<i>Variable Prevención de la contaminación</i> .....	27
3.4.2	<i>Identificación de Indicadores</i> .....	27
3.5	INTEGRACIÓN DE LOS INDICADORES A TRAVÉS DE CONSTRUCTOS MATEMÁTICOS .....	28
3.6	GEOPROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	29
3.7	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LA LOCALIZACIÓN ACTUAL Y LA LOCALIZACIÓN PLANIFICADA (PRMS) DE INDUSTRIAS .....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
4.1	ESPACIALIZACIÓN DE LOS INDICADORES .....	30
4.1.1	<i>Indicador de la Variable Vías de Acceso</i> .....	31
4.1.2	<i>Indicadores de la Variable Valor del Suelo</i> .....	32
4.1.3	<i>Indicadores de la Variable Prevención de la contaminación</i> .....	34
4.2	ESPACIALIZACIÓN DE LAS ÁREAS EXCLUIDAS.....	37
4.3	ESPACIALIZACIÓN INTEGRADA DE LOS INDICADORES.....	40
4.4	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LA LOCALIZACIÓN PRESENTE Y LA FUTURA PLANIFICADA POR EL PRMS .....	43
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
5.1	CRÍTICA A LAS ORIENTACIONES DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS Y A SUS APROXIMACIONES.....	45
5.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE "LOCALIZACIÓN INDUSTRIAL" SEGÚN RESULTADOS "PRECAUTORIOS".....	46
5.3	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON OTROS ESTUDIOS SIMILARES.....	49
5.4	¿POR QUÉ CONSIDERAR COMO PUNTO DE INICIO LAS POLÍTICAS PÚBLICAS? .....	52
5.5	PALABRAS FINALES .....	53
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>55</b>



<b>7</b>	<b>ANEXO CONCEPTUAL .....</b>	<b>60</b>
7.1	PLANIFICACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA .....	60
7.1.1	<i>Planificación</i> .....	60
7.1.2	<i>Medio ambiente</i> .....	60
7.1.3	<i>Estrategia</i> .....	61
7.1.4	<i>Planificación estratégica</i> .....	62
7.1.5	<i>Evaluación Ambiental Estratégica</i> .....	63
7.1.6	<i>Planificación Ambiental Estratégica</i> .....	64
7.2	CONCEPTOS INCLUIDOS EN LA METODOLOGÍA .....	65
7.2.1	<i>Criterio Ambiental</i> .....	65
7.2.2	<i>Variable (Factor) Ambiental</i> .....	66
7.2.3	<i>Indicador Ambiental</i> .....	67
<b>8</b>	<b>ANEXO: CUANTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES.....</b>	<b>69</b>
8.1	VÍAS DE ACCESO (VA) .....	69
8.2	VALOR DEL SUELO (VS) .....	70
8.2.1	<i>Clase de capacidad de uso</i> .....	70
8.2.2	<i>Espacios naturales de Alto Valor Ecológico (ENAVE)</i> .....	71
8.3	PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (PC).....	72
8.3.1	<i>Aguas Subterráneas</i> .....	72
8.3.2	<i>Atmósfera</i> .....	74



## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1: RELACIÓN ENTRE POSTURAS EPISTEMOLÓGICAS Y LA CIENCIA POSTNORMAL .....	14
FIGURA 2.2: PROCESO GLOBAL EN QUE SE ENMARCA EL MODELO METODOLÓGICO .....	16
FIGURA 3.1: RELACIÓN ENTRE CONCEPTOS OPERATIVOS.....	20
FIGURA 3.2: MODELO METODOLÓGICO PARA ESTABLECER LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE LAS INDUSTRIAS EN LA RMS A PARTIR DE LAS ORIENTACIONES POLÍTICAS. ....	24
FIGURA 4.1: MODELO METODOLÓGICO QUE INTEGRA LA IDENTIFICACIÓN DE ORIENTACIONES, FACTORES, INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTALES ESPECÍFICOS. ....	30
FIGURA 4.2: INDICADOR DEL FACTOR VÍAS DE ACCESO .....	31
FIGURA 4.3: INDICADOR CLASE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO.....	32
FIGURA 4.4: INDICADOR ESPACIOS NATURALES DE ALTO VALOR ECOLÓGICO.....	33
FIGURA 4.5: INDICADOR PROFUNDIDAD DE LA NAPA.....	34
FIGURA 4.6: INDICADOR PERMEABILIDAD DEL SUELO.....	35
FIGURA 4.7: INDICADOR PREV. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.....	36
FIGURA 4.8: AREAS EXCLUIDAS PRECAUTORIAMENTE POR FALTA DE INFORMACIÓN.....	38
FIGURA 4.9: ÁREAS EXCLUIDAS PRECAUTORIALMENTE POR VALOR DE INDICADOR.....	39
FIGURA 4.10: POTENCIAL INDUSTRIAL SEGÚN UNA SUMATORIA DE VALORES (SIN EXCLUSIÓN PRECAUTORIA DE ÁREAS) .....	41
FIGURA 4.11: POTENCIAL INDUSTRIAL SEGÚN UNA MULTIPLICACIÓN DE VALORES (CON EXCLUSIÓN PRECAUTORIA DE ÁREAS) .....	42
FIGURA 8.1: ESQUEMA DE PUNTUACIÓN DEL INDICADOR PROFUNDIDAD DE LA NAPA .....	722
FIGURA 8.2: GRAFICO ESQUEMÁTICO DE LA PUNTUACIÓN DEL INDICADOR PERMEABILIDAD DEL SUELO .....	733



## INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1: EXPERTOS CONSULTADOS PARA DETERMINAR LAS POLÍTICAS E INICIATIVAS DETERMINANTES EN LA LOCALIZACIÓN DE INDUSTRIAS EN LA RMS .....	21
TABLA 3.2: IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES .....	28
TABLA 4.1: CARACTERÍSTICAS DE EXCLUSIÓN DE ÁREAS POR INDICADOR .....	37
TABLA 4.2: COMPARACIÓN ENTRE INTERSECCIONES DE SUPERFICIES DE LOCALIZACIÓN ACTUAL Y PLANIFICADA DE INDUSTRIAS CONTRA LOS INDICADORES EXCLUYENTES .....	44
TABLA 8.1: PUNTAJE VÍAS DE ACCESO .....	700
TABLA 8.2: PUNTAJE VALOR DEL SUELO – CLASE CAPACIDAD DE USO .....	711
TABLA 8.3: PUNTAJE DISTANCIA A ENAVE .....	711
TABLA 8.4: PUNTAJE PROFUNDIDAD DE LA NAPA .....	73
TABLA 8.5: PUNTAJE PERMEABILIDAD DEL SUELO.....	74
TABLA 8.6: PUNTAJE EXCEDENCIA NORMA DIARIA O3 Y PM10.....	74
TABLA 8.7: RESUMEN DE INDICADORES Y FUENTE DE INFORMACIÓN .....	75



## 1 RESUMEN / ABSTRACT

---

### 1.1 *Resumen*

El presente Seminario de Título se plantea como un esfuerzo por identificar áreas en la Región Metropolitana de Santiago (RMS) que puedan sostener o albergar actividades industriales sin mermar la calidad ambiental de toda la región ya que sus impactos pueden superar la escala local y expandirse a gran parte de la región. Se diseñó una metodología basada en la aproximación de la ciencia postnormal y del principio precautorio. Esta recogió "los deseos de la sociedad" e incorporó variables ambientales críticas, sencillas y con registros a nivel regional. Ambas condicionantes fueron recogidas a partir de un análisis de las políticas e iniciativas públicas. De esta manera, los resultados son consistentes con las orientaciones políticas, y por tanto pueden orientar las decisiones futuras de dónde emplazar las actividades industriales, en especial aquellas con alto riesgo de impacto ambiental. Las políticas e iniciativas públicas regionales revisadas en detalle para recoger los "deseos de la sociedad" fueron: La Estrategia de Desarrollo Regional Metropolitana de Santiago (EDR), la Política Ambiental de la RMS, el Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de Santiago (PPDA), el Plan Regulador Metropolitano de Santiago y el Proyecto de Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de Santiago (OTAS), cada uno de los cuales fueron elaborados por la autoridad elegida democráticamente y sometidos a participación ciudadana. A partir de éstas políticas e iniciativas se obtuvieron los siguientes factores (variables) ambientales que inciden en la localización de industrias en la RMS: Vías de Acceso, Valor del Suelo, y Prevención de la contaminación de las aguas subterráneas y atmosférica. Para cada una de estas variables se crearon indicadores basados en la información existente (principalmente ordenada por el proyecto OTAS) a fin de cuantificarlos y espacializarlos. Con la información de cada indicador se descartaron aquellas zonas que no contienen información para alguno de los indicadores y también aquellas que presentaran alguna causal de descarte conforme a la valorización de los indicadores. El área de la RMS no descartable según estos criterios correspondió a sólo a 130hás (aproximadamente un 0,1% de la región). Esta superficie fue comparada con el uso actual del suelo por parte de las industrias (año 2003) y con lo establecido en el PRMS, la intersección fue nula tanto con el uso actual (772hás) y como con la localización planificada (947hás) de industrias en la RMS. Al no descartar áreas y hacer una sumatoria de los valores de los indicadores, aproximadamente un 50% de la localización actual y planificada coincide con los resultados de alta potencialidad, esto estaría indicando que para planificar la localización de industrias no se ha considerado el principio precautorio ni la espacialización de las políticas públicas. De haberlo hecho, el espacio adecuado para emplazar industrias de alto riesgo de impacto ambiental a partir de la información existente es mínimo y muy lejano de los centros poblados.



## 1.2 *Abstract*

This Seminar of Degree is an effort for identifying potential industrial areas in the Santiago Metropolitan Region (RMS in Spanish), Chile, considering to maintain the environmental quality of the whole region. From the approach of Postnormal Science and the application of the precautionary principle, was designed a methodology which gathers "the desires of the society" and incorporates the critical, simple and with register environmental variables for the industries location. Both have been gathered from an analysis of political and public initiatives. Hereby, the results are consistent with the political orientations, and therefore they could drive the future decisions where from locating the industrial activities, especially those of high risk of environmental impact. The political and public regional initiatives analyzed were: Strategy of Regional Development of Metropolitan Region, Environment policy of RM, Plan for Pollution Prevention and Control of Santiago, Urban Plan of Metropolitan Region (PRMS in Spanish), and Environmentally Sustainable Territory Planning (OTAS Project), these were elaborated by the ejective power elected by democracy and with public participation. From these sources were obtained the following variables that affect in the location of industries at Region: Access roads, Value of the Soil and Prevention of the pollution (of underground waters and atmospheric). For each of these factors there were created indicators based on the existing information (principally of the OTAS project) in order to quantify and spacialize them. With the information of each indicator were discarded those zones that do not contain information for some of the indicators and also were discarded those that displayed some causal according to the valuation of the indicators. The nondisposable area by these criteria corresponded to 130hás (close to 0.1% regional). This surface was compared with the current industrial location (year 2003) and with the planned industrial location according to the PRMS, the intersection was null with the current industrial location (772hás) and with the planned industrial location (947hás) in the RMS. When weren't discarded areas and were summarize the indicator values, close to 50% of current and planned industrial location intersect with high potential results, this could be indicating that the precautionary principle and the spacialization of the public policy have not been considered in the industrial location planning. The obtained results would indicate that to plan the industries location have not been spacialized of the public policies and have not been incorporated the precautionary principle. Hereby the space available to locate industries of high risk of environmental impact from the existing information is minimum and very distant of the populated centers.

## 2 INTRODUCCIÓN

---

### 2.1 *Presentación del problema*

Como parte de la Región Metropolitana de Santiago (en adelante RMS), la ciudad de Santiago, capital de un país en vías de desarrollo con altos índices de crecimiento económico<sup>1</sup>, busca posicionarse como una **ciudad-región de clase mundial** para lo cual requiere ordenar espacialmente su adecuación al territorio (Mideplan et al, 2000). La sustentabilidad de tal adecuación dependerá de que las actividades humanas se desarrollen sin grandes perturbaciones para el medio urbano y su entorno.

Desde un punto de vista estratégico, la RMS está al servicio del país en la dimensión internacional del sector industrial, por integrar un flujo y corredor económico de intercambio comercial intrazonal con fuerte sesgo industrial (Daher, 2000), representar cerca del 50% del PIB nacional regionalizado y concentrar el poder político nacional, en consecuencia, llevar un peso importante de las reestructuraciones económicas, sociales y territoriales que exige la globalización (Mideplan et al, 2000).

En esta línea la localización de las industrias, en especial aquellas más susceptibles de hacer daño sobre el medio ambiente, es un asunto muy relevante dado los impactos que puede generar, principalmente por sus emisiones a la atmósfera de SO<sub>2</sub> y en menor medida de material particulado y precursores del O<sub>3</sub> troposférico (O'Ryan & Larraguibel, 2000), las necesidades de movilización que genera y sus potenciales impactos sobre las aguas subterráneas (CONAMA RM, 1999). Además, las consecuencias ambientales de la contaminación industrial pueden **superar la escala local y llegar a ser regionales**, y así mermar la calidad de vida de gran parte de los habitantes de la región.

La Estrategia de Desarrollo Regional (Mideplan et al, 2000) expresa la conciencia de que la región deberá someterse al test de los mercados internacionales, intensificando de manera simultánea el uso de infraestructura y la presión sobre el medio ambiente. De esta manera, asume la necesidad de **planificar un desarrollo territorial y ambientalmente sustentable**, que promueva una competitividad y prevenga los perniciosos efectos de un manejo inadecuado de sus recursos humanos y naturales. Además, parte de sus objetivos prioritarios son asegurar que los usos de

---

<sup>1</sup> Ver también Datos de Banco Mundial, en <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/LACEXT/CHILEEXTN/0,,menuPK:325283~pagePK:141132~piPK:141107~theSitePK:325273,00.html>

suelo vigentes, contemplen **preservar, proteger y valorizar los recursos ambientales** de la Región Metropolitana, mediante mecanismos flexibles e innovadores.

La política ambiental regional (CONAMA RM, 1999) identifica como una de las **principales causales de contaminación de los suelos a las actividades industriales**, al mismo tiempo que desarrolla un diagnóstico del estado de los elementos del medio ambiente, describiendo una serie de problemas, muchos de los cuales, son originados por la actividad industrial y su falta de planificación territorial.

Identificar las áreas de la RMS en que se cumplen las condiciones señaladas en las políticas públicas para instalar actividades industriales de alto impacto ambiental y que tiendan al desarrollo sustentable a escala regional será el foco del presente Seminario de Título, entregando una proposición metodológica para evaluar la localización de nuevas industrias en la RMS, a través de la espacialización del "deseo de la población" expresada en las políticas públicas en términos de desarrollar la región de manera sustentable, considerando precautoriamente los vacíos de información.

## **2.2 *Objetivos de la investigación***

### **2.2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Identificar las áreas de la Región Metropolitana de Santiago (RMS), que presentan precautoriamente las mejores condiciones para localizar industrias a fin de que se evite al máximo el daño ambiental sobre la región.

### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar y aplicar una metodología que permita orientar decisiones futuras sobre localización de industrias en la RMS, en especial aquellas de alto riesgo de impacto ambiental.
- Incorporar las variables ambientales más importantes de la RMS en la planificación territorial de las actividades industriales.
- Asegurar que el resultado sea consistente con las políticas públicas regionales y, sea logrado con la información existente.
- Comparar los resultados obtenidos con la localización actual de las industrias en la RM y lo establecido en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago.

## 2.3 *Marco Teórico*

### 2.3.1 LA CIENCIA POSTNORMAL

Durante el transcurso de la historia han existido peligros con una alta probabilidad de ocurrencia, las **grandes catástrofes** estaban asociadas a causas externas naturales y/o sobrenaturales (divinas). Los problemas cotidianos de la historia reciente tienen una causa conocida y por ende responsables. En los dos últimos siglos ha habido un constante aprendizaje en el **cálculo de riesgos** facilitando la existencia de seguros para los desastres provocados por las actividades industriales, traspasando la responsabilidad, pero motivando la prevención para disminuir los gastos del seguro. De esta manera, a partir de las incertidumbres y devastaciones generadas por la actividad industrial se ha forjado en los países desarrollados una **red de contratos de seguros públicos y privados** que responden al Estado frente a una catástrofe (Beck 1993).

El problema actual se presenta ante nuevos peligros, tanto de escala global (p.e. energía nuclear, producciones de la química, manipulación genética, aumento en la tasa de cambio global y de extinciones de especies), o bien de **escala regional y local** (p.e. enfermedades provocadas por exposición permanente a contaminantes). Estos peligros son difícilmente calculables por la **incertidumbre irradicable de los fenómenos complejos, en un contexto social cargado de valoraciones** (Funtowicz 1992).

**Los problemas ambientales se caracterizan por su alta complejidad** (múltiples actores, criterios, y escenarios), la incertidumbre (falta de conocimiento científico básico), irreversibilidad de los efectos, equidad intergeneracional (consideración de generaciones futuras) y subjetivismo asociado a lo trascendental, comprensión y descripción (Moreno et al 2001)

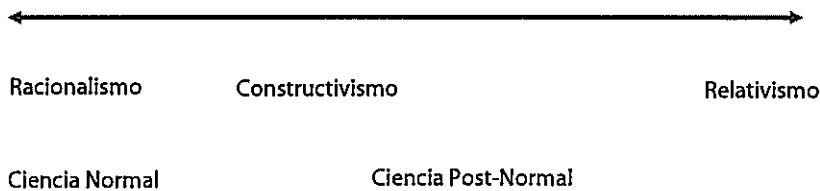
Para resolver problemas ambientales lo tradicional es depositar la confianza en un grupo de científicos que diseñan soluciones en base a la información disponible y a su experiencia. Aceptar estas soluciones sería aceptar que los intereses y valores de los científicos son neutros y que el grado de incertidumbre que manejan es bajo.

La ciencia puede contribuir en identificar los problemas y en algunos casos a diseñar o identificar una solución adecuada, sin embargo sus operadores no puede por si misma tomar decisiones o definir la mejor solución. La ciencia puede analizar y evaluar el riesgo informando a los tomadores de decisión sobre las alternativas y sus potenciales consecuencias (Sanderson & Solomon, 2003), pero el balance de los distintos factores en juego y el manejo del riesgo es responsabilidad de los tomadores de decisión (OECD 2002), que tradicionalmente son democráticamente elegidos.

Funtowicz y Ravetz (1995) definen la ciencia post-normal como la ciencia que requiere la inversión de aproximaciones previas basadas en la dicotomía entre “hechos duros” y “valores blandos”, demandando un revertimiento completo, donde los valores van en ascenso y los hechos son reconocidos como blandos.

Según Moreno et al. (2001) la ciencia postnormal se ubica dentro de la postura epistemológica del Constructivismo, por cuanto su **ontología es relativista** (la realidad es una construcción mental de cada actor), su **epistemología subjetivista** (investigador y objeto forman una unidad), y su **metodología hermenéutica y dialéctica** (contrastación y definición de construcciones con la ayuda de una construcción consensuada). Se separa de la ciencia normal por no ser positivista. La figura siguiente muestra donde se inserta la ciencia post-normal entremedio de los dos extremos influenciados por el racionalismo del positivismo y en el relativismo extremo del anarquismo epistemológico de Feyerabend

**Figura 2.1: Relación entre posturas epistemológicas y la ciencia postnormal**



Fuente: Elaboración propia

Ravetz (1999) indica que la ciencia post-normal **va más allá de los supuestos de que la ciencia es certera y libre de valores**, haciendo de la incerteza de los sistemas y de las consecuencias de las decisiones sus elementos esenciales de análisis. Se distingue de la ciencia aplicada en que ambas dimensiones son bajas, y de la consultoría profesional en que al menos una es elevada. En la ciencia post-normal al menos una es severa. No obstante, no se debe confundir la incerteza en ciencia con la falta de calidad en la ciencia, de hecho la ciencia altamente calificada debe también iluminar la incerteza inherente (Sanderson & Solomon, 2003).

Para tomar decisiones urgentes en un contexto en que los problemas son altamente complejos, inciertos, en que hay valores en disputa y en que se arriesga mucho, se propone establecer un diálogo abierto entre los afectados (Ravetz 1999). Esto es llamado como la **comunidad extendida de pares** constituida no solo por quienes tengan una acreditación formal o institucional (stakeholders) sino también por todos quienes tengan el deseo de participar en la resolución del

tema. Estos realizarán un **acuerdo político-social**, concientes de las limitaciones de información y de la urgencia de decidir.

La ciencia Post-Normal y los procedimientos de manejo adaptativo (Stahl et al., 2002) más otros métodos (Raiffa, 1982) basados en el **principio precautorio** plantean que el proceso de diseño de las políticas públicas deben contemplar el **acuerdo político social** que incorpore a la comunidad local y que reciba como insumo el conocimiento científico y una evaluación de riesgos. Esta es una manera de reducir el riesgo de errores tipo III<sup>2</sup>. La clave del manejo adaptativo es dar pequeños pasos en la dirección correcta, iniciar monitoreos e investigaciones para mejorar las decisiones siguientes en una dirección aun más correcta y continuar en forma iterativa hacia la meta predeterminada.

Moreno et al (2001) indican que la **ciencia post-normal** se orienta a la **gestión de la incerteza** y a la mejora de los procesos mediante un diálogo interactivo y no un método deductivo. Este enfoque no es indiferente o neutro a los aspectos más intangibles (éticos, sociales y culturales). Para mejorar los procesos de decisión proponen: poner atención en el cómo se utilizan las técnicas, incorporar en la toma de decisiones a los stakeholders e, intentar llegar a un compromiso de resolución de los problemas entre las partes implicadas (acuerdo político-social)

### 2.3.2 PRINCIPIO PRECAUTORIO

El principio precautorio fue consagrado en la Declaración de Río de 1992 estableciéndolo como el quinceavo principio: *"Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente"*.

El sentido del principio es fundamentalmente **manejar la incertidumbre** propia de las causales y relaciones que pueden estar fuera del control humano y que son básicamente las vinculadas a las ciencias naturales, incluyendo dentro de ellas, las que se refieren a la protección del bien superior de la vida y la salud humana. (Artigas, C. 2001).

---

<sup>2</sup> Raiffa (1982) propone el error tipo III (también llamado error tipo 0), cuando se rechaza correctamente la hipótesis nula, pero se atribuye incorrectamente la causa. El error tipo III es una **decisión no basada en un análisis del verdadero problema o en un contexto mal definido** (Harremoës 2003b). Los errores tipo III son del tipo **respuesta correcta, pregunta equivocada**, que en el fondo es no tener certeza sobre el origen de los riesgos o de los efectos producidos no esperados, o bien que no se consideren procesos esenciales.

La aplicación del principio precautorio coincide con la intención de disminuir y/o evitar el error tipo I, II y III, ya que la **probabilidad de cometer un error tipo III es proporcional al entendimiento científico** de los tomadores de decisiones y su comunicación con el evaluador de riesgos (Weinberger 1985, Peters 1991 y Underwood 1995). Esto es especialmente importante en la RMS considerando que en grandes extensiones existen vacíos de información en sus componentes ambientales, especialmente a escala detallada.

En síntesis, para el diseño de políticas públicas que busquen disminuir el daño ambiental sobre la región es relevante tener en cuenta a algunas de las características de los problemas ambientales, a saber, **alta complejidad, incertidumbre, irreversibilidad de los efectos, equidad intergeneracional y subjetivismo.**

La figura siguiente muestra el proceso global en que se enmarca el desarrollo del Seminario, que abarca únicamente la **“especialización de los deseos expresados en las políticas públicas”** respecto de la localización de industrias en la RMS. El modelo metodológico que contempla ese eslabón del proceso global, recibe como insumo los deseos democráticos contenidos en las políticas públicas, que a su vez provienen de un proceso de elaboración de éstas que es controlado por el gobierno de turno, que ha sido elegido democráticamente y que por tanto tiene nuestra autorización para “describir y normar” nuestros deseos (ver discusión: ¿por qué considerar como punto de inicio las políticas públicas?)

**Figura 2.2: Proceso global en que se enmarca el modelo metodológico**



Fuente: Elaboración propia



Esta idea coincide con lo planteado por diversos autores (Gómez Orea, D. 1994; Barragán, J.M. 1994; MOPU, 1983; INE-SEMARNAP, 1996) que consideran al ordenamiento territorial (también llamado ordenamiento ambiental o geocológico) como "la expresión espacial de las políticas económica, social, cultural y ecológica de la sociedad".

El modelo metodológico para determinar las áreas de la RMS que presentan las mejores condiciones para emplazar industrias a fin de que se evite al máximo el daño ambiental sobre la región recibe insumos de distintas disciplinas (**multidisciplinaridad**) y es **estratégico** por cuanto debe lograrse usando la información existente. No cabe en el modelo el cuestionamiento de las metodologías particulares utilizadas, dada la naturaleza del Seminario, no obstante una investigación integral debería contemplar la discusión de las metodologías de medición y análisis entre profesionales de las distintas disciplinas (**transdisciplinaridad**<sup>3</sup>). En vista de que el modelo metodológico tuvo como insumo los resultados de los estudios disciplinares el enfoque utilizado es multidisciplinario gestionado por un solo profesional.

Cada uno de los insumos utilizados para el análisis multicriterio tiene supuestos metodológicos y errores tipo I, II y III asociados que no fueron juzgados en profundidad, ya que se asumen por defecto. Ahora bien, sobre los resultados de la aplicación del modelo metodológico propuesto en este Seminario se debe hacer una evaluación a fin de identificar errores tipo III incorporando además otros antecedentes, tales como problemas detectados, necesidades identificadas, cambio de escenarios, entre otros.

Del mismo modo los análisis que permitan obtener un resultado con implicancias para la sociedad deberán tener presente el principio precautorio, a fin de preferir no localizar industrias en áreas en que para alguno de los componentes (o geoelementos) claves del medio ambiente no haya evidencia científica sobre su estado.

---

<sup>3</sup> Cuando los límites entre las disciplinas se tornan difusos dada la interacción entre profesionales y la disposición de someter a revisión sus metodologías y análisis

### 3 METODOLOGÍA

---

En síntesis, la metodología para establecer la localización óptima de industrias en la RMS, esto es, que minimice los efectos perniciosos de la presión ejercida sobre el medio ambiente, se basa en la revisión y análisis de las **orientaciones contenidas en las políticas públicas**, a partir de las cuales se definirán **criterios, variables (factores), indicadores e índice**, que en su conjunto permitirían evaluar el territorio en base a la información ambiental disponible. En otras palabras, corresponde al cruce entre lo que se *pretende realizar* (políticas públicas) y las *condiciones ambientales actuales* de la RM.

#### 3.1 Fuentes de información

Con el objetivo de contar con apoyo técnico para la misión del *Gobierno Regional* de promover el desarrollo social, cultural y económico de la región, se elaboró el proyecto "*Bases para un Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS)*". El proyecto se dividió en 2 fases. La primera se inició en 1996 y finalizó en marzo de 2001 y estuvo orientada a la elaboración de la base ambiental a nivel regional para el ordenamiento territorial, este tuvo como resultado el **Sistema de Información Ambiental Georreferenciado para la Región Metropolitana (SIAG/RM)**. Este tiene entre sus componentes un **inventario de los bienes naturales** (suelo, agua, clima/aire, vegetación-flora y fauna, paisaje y patrimonio ambiental/cultural) en su actual estado.

El grueso de la información cartográfica que se utilizó en esta investigación como punto de partida para el análisis espacial se extrajo de este inventario.

Paralelamente las políticas públicas regionales fueron las orientadoras del desarrollo de la investigación, y la búsqueda bibliográfica en revistas nacionales e internacionales que tratan tópicos sobre localización de industrias, ordenamiento territorial y planificación ambiental alimentó el fundamento teórico y los antecedentes previos.

#### 3.2 Fundamento conceptual

El Seminario se basa en la definición de Planificación Ambiental Estratégica, que para efectos de este seminario se entenderá como:

***El proceso metodológico a través del cual se incorporan las variables ambientales más importantes en relación a un objetivo concreto (en este caso la localización de industrias),***

**asegurando un resultado consistente con los deseos de los miembros de la unidad (en este caso la RMS).**

La definición propuesta se basa en las definiciones de Planificación, Medio Ambiente, Estrategia, Planificación Estratégica y Evaluación Ambiental Estratégica<sup>4</sup> cuyas especificaciones, están contenidas en el Anexo Conceptual. Complementariamente esta definición está desmembradamente contenida en los objetivos específicos de la investigación, a saber:

1. La **planificación** está manifiesta en el objetivo de "Diseñar y aplicar una metodología que permita orientar decisiones futuras sobre localización de industrias en la RMS". Se consideran en este los componentes esenciales de la planificación: un proceso metodológico y la idea de "futuro".
2. Por otro lado, "lo **ambiental**" se contiene en el deseo de "Incorporar las variables ambientales más importantes de la RMS en la planificación territorial de las actividades industriales". Además se menciona el interés de planificar la localización especialmente pensando en aquellas de "alto riesgo de impacto ambiental".
3. Finalmente, el carácter **estratégico** se explicita en "Asegurar que el resultado sea consistente con las políticas públicas regionales y sea logrado con la información existente". De esta manera el resultado debe ser logrado con las condiciones reales actuales y estar políticamente validado *a priori*.

A su vez la metodología diseñada requirió la definición de los siguientes conceptos: **Criterio ambiental, Variable (Factor) ambiental e Indicador ambiental**<sup>5</sup>. A continuación se presenta la definición operativa establecida para cada concepto clave utilizado. Los antecedentes utilizados para crear estas definiciones están contenidos en el Anexo Conceptual.

1. El **criterio ambiental** es el marco escogido y adecuado que orienta una decisión particular que afecte al medio ambiente. Consiste en una ponderación, cualificación y/o cuantificación de los factores ambientales asociados, puede expresarse en condicionalidad. También y/o

<sup>4</sup> Planificación: RAE (2001), Gianella (1997), The Centre for Development and Population Activities (2000), Bierce (2003); Medio Ambiente: Ley 19.300; Estrategia: GEPSEA<sup>4-4</sup>, Hatten (1987), Mintzberg & Quinn (1991), Chandler (1962); Planificación estratégica: RAE, (2001), The Centre for Development and Population Activities (2000), Steiner (1991); Evaluación Ambiental Estratégica: Sadler & Veheem (1996), Grupo TAU<sup>4</sup>, CONAMA<sup>4</sup>

<sup>5</sup> Criterio Ambiental: RAE (2001), Estructplan, EPA, (Gobierno Regional Región Metropolitana & Universidad de Chile, 2002); Factor (variable) Ambiental: RAE (2001), Brack & Mendiola (2005), Lazarfeld (1973), Estructplan<sup>5</sup>, Universidad de Chile (1997); Indicador Ambiental: RAE (2001), ONU (1978), Canter, L. (1998), OCDE (1991), Estructplan<sup>5</sup>; Índice Ambiental: RAE (2001), CAIBI, Mujica y Montilla.

paralelamente puede basarse en indicadores o índices ambientales que reflejen el estado de los factores ambientales. Sirve para tomar decisiones.

2. Los **factores (variables) ambientales** son los **elementos o concausas que conjugados orientan el resultado de un producto final que pueda alterar al medio ambiente**. Los factores o variables están intrínsecamente asociados a un producto. En el contexto ambiental este producto puede ser una decisión, un proceso o un evento.
3. Un **indicador ambiental** es aquello que **sirve para señalar el estado temporal del medioambiente global o alguno(s) de sus elementos**. Estos pueden estar expresados en **términos numéricos o de presencia/ausencia**. Un indicador puede integrar a otros indicadores a través de una medición única que de cuenta de un elemento que contenga subelementos que puedan a su vez ser descritos por otros indicadores.

La **jerarquía** de estos conceptos sería la siguiente:

Los factores (variables) ambientales son elementos no tangibles, que requieren de los indicadores ambientales para tener una representación numérica y en algunos casos, espacial. Los indicadores a su vez pueden ser integrados a constructos matemáticos. Los criterios ambientales operan en distintos niveles, utilizándose para tomar decisiones, como por ejemplo para decidir que indicadores son los más apropiados para dar respuesta a la interrogante del proceso en desarrollo, o bien para la decisión de qué ponderación se da a cada indicador en la función matemática del índice (Ver **figura lateral 3.1: Relación entre conceptos operativos**. Fuente: **elaboración propia**)



### 3.3 *Análisis de las políticas e iniciativas públicas*

A partir de entrevistas no estructuradas a expertos (ver tabla siguiente) se determinó cuales son las políticas e iniciativas públicas con incidencia en la planificación territorial regional y especialmente cuyas orientaciones afectan a la localización de industrias.

**Tabla 3.1: Expertos consultados para determinar las políticas e iniciativas determinantes en la localización de industrias en la RMS**

Experto	Institución
Claudio Nilo	CONAMA
Mauricio Lorca	CONAMA RM
Vladimir Hermosilla	Universidad de Chile, Proyecto OTAS
Orión Aramayo	Universidad de Chile, Proyecto OTAS
Ivonne Aránguiz	Seremi Agricultura RM
Alberto Carvacho	Seremi MINVU RM
Mario Gallardo	Servicio Agrícola y Ganadero RM
Ricardo Serrano	Centro Nacional del Medio Ambiente

*Fuente: elaboración propia*

Las políticas e iniciativas públicas escogidas para su revisión fueron las siguientes:

- Estrategia de Desarrollo Regional RMS 2000 - 2006
- Proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable (OTAS) 1996 - 2004
- Política Ambiental para la RMS 1999
- Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de Santiago (actualizado el 2002)
- Plan Regulador Metropolitano de Santiago 2003

A continuación se presenta en forma resumida una selección de las principales orientaciones, los que, para efectos metodológicos, serán operacionalizados a través de variables (factores) e indicadores. Estos corresponden a **resultados**, por lo que lo lógico sería presentarlo en dicho capítulo, sin embargo, estas orientaciones son necesarias para el diseño de los siguientes pasos metodológicos, razón por la cual se justifica presentarlos en esta sección.

### 3.3.1 ESTRATEGIA DE DESARROLLO REGIONAL 2000 - 2006

La Estrategia de Desarrollo Regional (EDR), reconoce explícitamente la necesidad de *planificar un desarrollo territorial y ambientalmente sustentable, que promueva una competitividad —basada en la incorporación de tecnología y el uso renovable de los recursos naturales—, que prevenga los perniciosos efectos de una competitividad espuria<sup>6</sup> que explota los recursos humanos y naturales.* (Mideplan et al, 2000)

Para este propósito, y en relación a la localización de las industrias, plantea:

- *promover la macrozona central como integrador del flujo y Corredor económico de "intercambio comercial intrazonal con fuerte sesgo industrial" entendiendo el posicionamiento estratégico que detenta la región, integrando, además, importantes centros de atracción turística y del medio ambiente natural, así como una oferta cultural y recreativa permanente, cada vez más diversificada y cosmopolita.*

### 3.3.2 PROYECTO OTAS 1996 - 2004

El proyecto OTAS se inició el año 1996 con el objeto de apoyar la función de ordenamiento territorial que la ley N° 19.175 otorga a los Gobiernos Regionales y es ejecutado por la Universidad de Chile. Si bien, los documentos del proyecto OTAS no pueden ser considerados como política pública, sus orientaciones sí serán consideradas dado que se trata de una experiencia piloto, la que tendrá eficacia siempre y cuando se considere como tal.

El documento *ad-hoc* "Criterios de ordenamiento territorial ambientalmente sustentable para la región metropolitana de Santiago" (GORE RM & U. de Chile, 2002) propone:

- *No ubicar las actividades del ámbito social y económico en áreas de alto valor de la naturaleza y el paisaje, de manera que no se ponga en riesgo la permanencia y disponibilidad de los recursos en el tiempo.*
- *Procurar que la localización de las actividades esté restringida a sectores que no involucren riesgo para las personas, ni para otros recursos naturales que no están en uso directo.*
- *Situar las actividades productivas en áreas de acuerdo con las necesidades de la población y las potencialidades de uso del territorio, generando las condiciones que*

---

<sup>6</sup> *Bastarda, que degenera de su origen o naturaleza (RAE)*

*permitan maximizar los beneficios económicos asociados a factores de localización, sin que representen riesgo para las personas y el ambiente.*

### 3.3.3 POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO 1999

La política ambiental regional se construye a partir de dos instrumentos previos: La Estrategia de Desarrollo Regional y la Política Ambiental Nacional; reconoce problemas ambientales regionales que, si bien deben ser asumidos multisectorialmente, dan un buen pie para la selección de criterios ambientales referentes a la localización de industrias, sobre todo en relación a:

- *la mejora de los viajes (número, modo, distribución horaria y espacial),*
- *la mejora del sistema de transportes,*
- *la protección de los sistemas naturales reconocidamente importantes.*

La política, al igual que la Estrategia de Desarrollo Regional y el Proyecto OTAS dan gran importancia al fortalecimiento del Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de Santiago, dado a que es el problema notablemente más grave que enfrenta la región.

Respecto de la contaminación de las aguas subterráneas sí se hace una especial mención al crecimiento no planificado de las industrias y los asentamientos humanos. (CONAMA RM, 1999)

### 3.3.4 PLAN DE PREVENCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE SANTIAGO, DS58/2002

CONAMA establece varias iniciativas para mejorar la calidad del aire en Santiago, sin embargo no contiene ningún criterio y/o iniciativa en cuanto a las condiciones de localización de las actividades contaminantes aun cuando sí establece medidas operacionales (no locacionales) respecto del funcionamiento de esas fuentes fijas y tiene la función de declarar una zona específica del territorio como saturada o latente, preparando además el respectivo Plan de Descontaminación o de Prevención<sup>7</sup>.

### 3.3.5 MINVU – PLAN REGULADOR METROPOLITANO DE SANTIAGO 2003 (PRMS)

El PRMS, elaborado por la SEREMI de Vivienda y Urbanismo establece las normas técnicas en planos y la ordenanza, de esta última se extrae lo siguiente:

---

<sup>7</sup> Art. 6 D.S.94/95 MINSEGPRES

- Las **actividades productivas peligrosas y las insalubres o contaminantes no podrán desarrollarse dentro del territorio del Plan Metropolitano.**
- No obstante, las **Actividades Peligrosas** debidamente autorizadas por los organismos competentes, **sólo podrán emplazarse en el territorio de las comunas de Lampa y Til-Til**, en las zonas graficadas como ISAM 6 en el plano RM-PRM-95-CH.1.A. Los riesgos que dichas actividades y sus instalaciones generen, deberán absorberse al interior del propio predio.

Las consideraciones restrictivas, explicativas del plano regulador no serán consideradas en la primera etapa, a fin de promover una confrontación de resultados y enriquecer la discusión. Cabe mencionar que la calificación de actividades industriales de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones establece las siguientes categorías: peligrosas, insalubres o contaminantes, molestas e, inofensivas.

### 3.4 Identificación de factores e indicadores

Conforme a las definiciones ya expuestas de variables (factores), indicadores y criterios ambientales, el orden y jerarquía de la identificación y determinación de éstos se ajustarán al modelo presentado en la figura siguiente.

**Figura 3.2: Modelo metodológico para establecer la localización óptima de las industrias en la RMS a partir de las orientaciones políticas.**



*Fuente: Elaboración propia*

El modelo plantea un inicio basado en el análisis de las políticas e iniciativas públicas (anteriormente citadas), obteniendo orientaciones políticas para la localización de industrias, a partir de éstas orientaciones se identifican sus respectivas variables (que incidirán en la localización de industrias). Estas variables representan grandes ideas temáticas, que para evaluarlas en su plenitud sería necesario procesar una cantidad extremadamente grande de información. Para vencer esta barrera se usan indicadores, los que a partir de información reducida



dan cuenta de un estado. Para los propósitos del análisis en cuestión estos indicadores son espacializables, a fin de sobreponerlos en un Sistema de Información Geográfica y finalmente integrarlos a través de un constructo matemático.

### 3.4.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las variables (o factores) son los elementos o concausas que conjugados orientan el resultado de un producto final que pueda, en este caso, alterar al medio ambiente. Estos fueron determinados a partir del análisis de las principales orientaciones contenidas en las políticas públicas revisadas, cuyo desglose se incluye precedentemente. Las variables que inciden en la localización de las industrias, permitiendo actividad industrial y minimizando la presión ejercida sobre el ambiente por efecto de la decisión locacional, se argumentan a continuación, sin orden de jerarquía.

#### 3.4.1.1 *Variable Vías de Acceso*

Consiste en considerar la "Existencia de Vías de Acceso para el intercambio comercial y el recurso humano".

Tal como lo plantea la EDR, es necesario promover la macrozona central como integrador del flujo y Corredor económico de "intercambio comercial intrazonal con fuerte sesgo industrial", de esta manera es esencial reconocer el potencial industrial del borde inmediato de las principales rutas regionales.

A su vez, la Política Ambiental Regional reconoce que los principales problemas del transporte en la ciudad lo constituyen la concentración horaria y espacial de los viajes, y la mala calidad del servicio de transporte público, lo que fomenta la posesión y uso del automóvil particular. Del mismo modo debe asegurarse que los trabajadores puedan llegar a sus lugares de trabajo, idealmente a través del uso de transporte público.

Detrás de estas intenciones de la política pública está el desarrollo económico integrado globalmente, en este caso potenciando la unión carretera con otras economías sudamericanas y a través del puerto de Valparaíso, con otras economías mundiales. En forma complementaria se persigue que los trabajadores inviertan poco tiempo para llegar a sus trabajos, principalmente a través de sistemas públicos de transporte.

El favorecer instalaciones en el borde de las rutas conlleva el deseo de densificar el uso del espacio a fin de disminuir los tiempos de viaje y al mismo tiempo hacer uso eficiente de las principales rutas de transporte, en que el flujo del tráfico puede realizarse a mayores velocidades.

Para este caso se ha considerado como indicador óptimo que el límite (o cerco) de las industrias esté al borde de grandes carreteras encontrándose funcionalmente y/o físicamente conectadas a las localidades donde habitan los trabajadores y a los centros de venta o intercambio. Sin embargo, es aceptable un cierto alejamiento de estas, ya sea por la existencia de vías interiores o por el bajo costo (en algunos casos) de realizar tales inversiones.

#### **3.4.1.2 Variable Valor del suelo**

Se refiere a la "Protección de suelos con potencialidad agrícola y de los espacios naturales de alto valor ecológico".

El proyecto OTAS establece como propuesta no ubicar las actividades del ámbito social y económico en **áreas de alto valor de la naturaleza y el paisaje**, de manera que no se ponga en riesgo la permanencia y disponibilidad de los recursos en el tiempo. La política ambiental regional promueve además la **protección de los sistemas naturales reconocidamente importantes**.

De este modo serán identificadas como zonas no aptas para uso industrial las distintas categorías de protección de áreas naturales, que han sido generadas a través de distintas iniciativas públicas, considerando además zonas de amortiguación (*buffers*) a fin de preservar las condiciones de dichas áreas. Además para no mal utilizar el potencial agrícola serán identificadas como no aptas para uso industrial las áreas con clases de suelo I a IV ya que usualmente son identificadas como un cluster de potencialidad agrícola (GORE RM & UdeChile, 2002).

Los sistemas naturales reconocidamente importantes son aquellos que cuentan con protección legal o bien fueron reconocidos oficialmente como importantes. Cabe mencionar que fueron incorporados los 23 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad de la RMS. Estos fueron identificados por los actores que participaron en el proceso de elaboración de la estrategia regional de conservación de la biodiversidad (CONAMA RM, 2004), se incorporaron los 23 pese a que solo 6 se consideran de primer orden dado que presentan ventajas para su pronta protección, y que sólo 7 de ellos tiene plan de acción<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Sitio Web CONAMA RM. <http://www.conamarm.cl/article-34170.html>. Visitada por última vez 06.07.2006

### 3.4.1.3 Variable Prevención de la contaminación

Incorpora la preocupación por la "Prevención de la contaminación de las aguas subterráneas y el aire". Se excluye la preocupación por la contaminación del suelo y de las aguas superficiales ya que las políticas públicas analizadas no lo consideran explícitamente, y en el caso del primero no existe normativa ambiental nacional relacionada.

El proyecto OTAS manifiesta una gran preocupación por restringir la localización de actividades socioeconómicas a sectores que **no involucren riesgo para las personas, ni para otros recursos naturales que no están en uso directo.**

En general, las políticas consideradas dan gran importancia al fortalecimiento del Plan de Prevención y Descontaminación Ambiental de Santiago, dado a que es el problema ambiental notablemente más grave que enfrenta la región, razón suficiente para incorporar como parte constituyente la prevención de la contaminación atmosférica. Al respecto el indicador utilizado representa el estado actual de saturación, especializando las zonas en que existiría una excedencia de la norma diaria de PM10 (contaminante primario) y Ozono troposférico (contaminante secundario).

Respecto de la contaminación de las aguas subterráneas, la política ambiental regional hace una especial mención al crecimiento no planificado de las industrias y los asentamientos humanos. Se consideraron 2 variables en los indicadores: la profundidad de la napa y la permeabilidad del suelo (expresada como velocidad). Además se excluyeron las áreas restringidas a nuevas explotaciones de agua subterránea por la DGA. Esta información disponible a escala regional fue utilizada como indicador, aun cuando existen vastas áreas sin información para ambos indicadores.

### 3.4.2 IDENTIFICACIÓN DE INDICADORES

Los indicadores sirven para señalar el estado temporal del medioambiente global o alguno(s) de sus elementos. Cada una de las variables (factores), previamente identificadas, estará desglosada en indicadores de manera que permita la medición ya sea cuantitativa o semi-cuantitativa. La tabla siguiente resume la desagregación de las variables a través de indicadores, cuya cuantificación se presenta especializada en las páginas siguientes y explicada en el anexo de "Cuantificación de los indicadores"

**Tabla 3.2: Identificación de Indicadores**

VARIABLE	SIGLA	INDICADOR	COMPONENTES DEL INDICADOR
Vías de Acceso	VA	Área de influencia de rutas	Vías pavimentadas de la región, excluyendo las calles interiores de la zona urbana. Buffers a 500 y a 1000 metros
Valor del Suelo	VS	Clase de capacidad de uso del suelo	Clases de capacidad de uso del suelo I a VIII
		Área contenida y de influencia de espacios naturales alto valor ecológico (ENAVE) reconocidos oficialmente.	<p>23 Sitios prioritarios CONAMA (<i>Cordón de Cantillana, El Roble, Altos del Río Maipú, El Morado, Río Olivares - Río Colorado - Tupungato, Humedal de Batuco, Contrafuerte Cordillerano, Cuenca Estero El Yali, Río Clarillo, Zona Alto Andina, Corredor Limítrofe Sur (Angostura), Chacabuco-Peldehue, Fundo Huechún, Altos de la Cuenca del Mapocho, Colina-Lo Bamechea, Mallarauco, San Pedro Nororiental, Cerro Lonquén, Cerro Águilas, Cerros Limítrofes Melipilla-San Antonio, Las Lomas-Cerro Pelucón, Cerros Altos de Jahuel-Huelquén, Cerro Chena</i>).</p> <p>Estos 23 sitios albergan dentro de su área:                      Santuarios de la Naturaleza (<i>Cerro El Roble – Predio Los Nogales – Cascada de la ánimas – Fundo Yerba Loca</i>)                      Reservas Nacionales (<i>Río Clarillo – Roblería del cobre de Loncha</i>)                      Monumentos Naturales (<i>El Morado</i>)                      Zonas de Interés Científico (<i>Río Clarillo – Cerro Águilas</i>)                      Áreas de Conservación de Fauna Silvestre (<i>Laguna Aculeo, Alto Cantillana, Tantehue – Humedal Cuenca Laguna Batuco</i>)</p> <p>Buffers a 250, 500 y 1000 metros</p>
Prevención de la Contaminación	PC	Profundidad de la napa	0-2, 2-20, 20-60, más de 60 metros
		Permeabilidad del suelo	No hay percolación, 0.125-0.5, 0.5-2, 2-6.25, 6.25-12.5, 12.5-25, mayor a 25 cm/hr
		Áreas restringidas a nuevas explotaciones de agua subterránea	Chicureo 1 Chicureo 2
		Anillo de excedencia de norma diaria de Ozono troposférico PM <sub>10</sub>	Dentro, buffer de 5000m y fuera
		Anillo de excedencia de norma diaria de PM <sub>10</sub>	Dentro, buffer de 5000m y fuera

Las fuentes de información están contenidas en la tabla 8.7 contenida en el anexo

### 3.5 Integración de los indicadores a través de constructos matemáticos

A fin de integrar los indicadores excluyendo precautoriamente las áreas que presenten un valor cero se multiplicarán los valores de cada indicador. Además, para conocer el resultado sin espacialización se procede a realizar una suma entre estos valores, de modo que las áreas con valores iguales a cero dejan de excluirse y solo dejan de aportar al valor integrado especializando un resultado no-precautorio.

### **3.6 Geoprocesamiento de la información**

Los sistemas de información geográfica (SIG), fueron desarrollados originalmente como una herramienta de ayuda en la organización, almacenamiento, análisis y visualización de datos espaciales. Recientemente se utiliza en análisis geográficos. Tales análisis incluyen la planificación de los usos del suelo y la gestión y monitoreo de estos usos. Los SIG han sido *linkeados* a modelos ambientales, sistemas de apoyo a las decisiones y sistemas expertos en función de hacer estas herramientas aplicables en planificación ambiental explicitada espacialmente y toma de decisiones. (Skidmore, A. 2002)

La información cartográfica recopilada en este seminario ha sido almacenada y procesada sobre un SIG a través del software ArcView 3.2 (ESRI). Las cartas seleccionadas fueron optimizadas descartando los atributos que no serían usados e incluyendo un campo de puntaje según el tratamiento descrito para cada indicador.

### **3.7 Comparación de los resultados con la localización actual y la localización planificada (PRMS) de industrias**

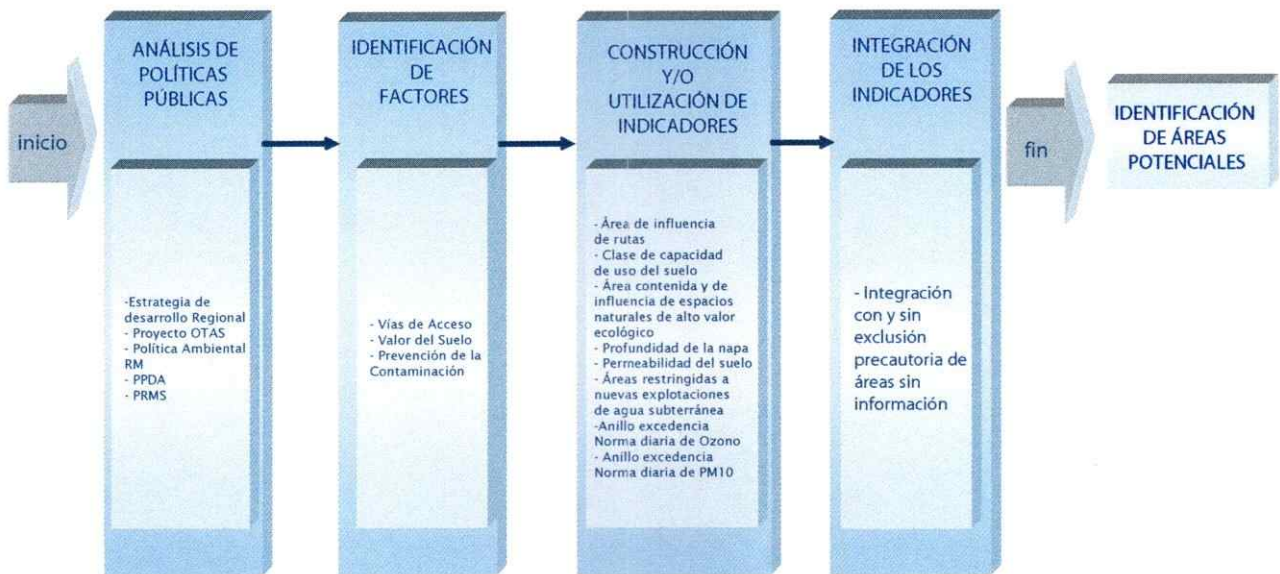
Los resultados obtenidos al integrar los indicadores estudiados fueron contrastados con la localización actual de las industrias y lo establecido en el PRMS, a fin de hacer una comparación entre los resultados obtenidos y la localización del *presente* y, con la posible localización (planificada) del *futuro*.

El uso actual del suelo por industrias fue determinado el año 2003 a través del análisis de una aerofotogrametría realizada por la empresa GEOCEN y editada por profesionales del proyecto OTAS a fin de establecer el uso del suelo de dicho año. La comparación se efectuó utilizando el software ArcView 3.2 (ESRI) y sus resultados se presentan en el siguiente capítulo.

## 4 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de la aplicación de los indicadores integrados sobre el territorio regional. Primero se presenta el modelo metodológico completado con las orientaciones, variables e indicadores específicos de esta metodología. Luego se presenta la espacialización de los indicadores, los que posteriormente son integrados acorde a los criterios de cada índice.

**Figura 4.1: Modelo metodológico que integra la identificación de orientaciones, variables e indicadores ambientales específicos.**



Fuente: Elaboración propia

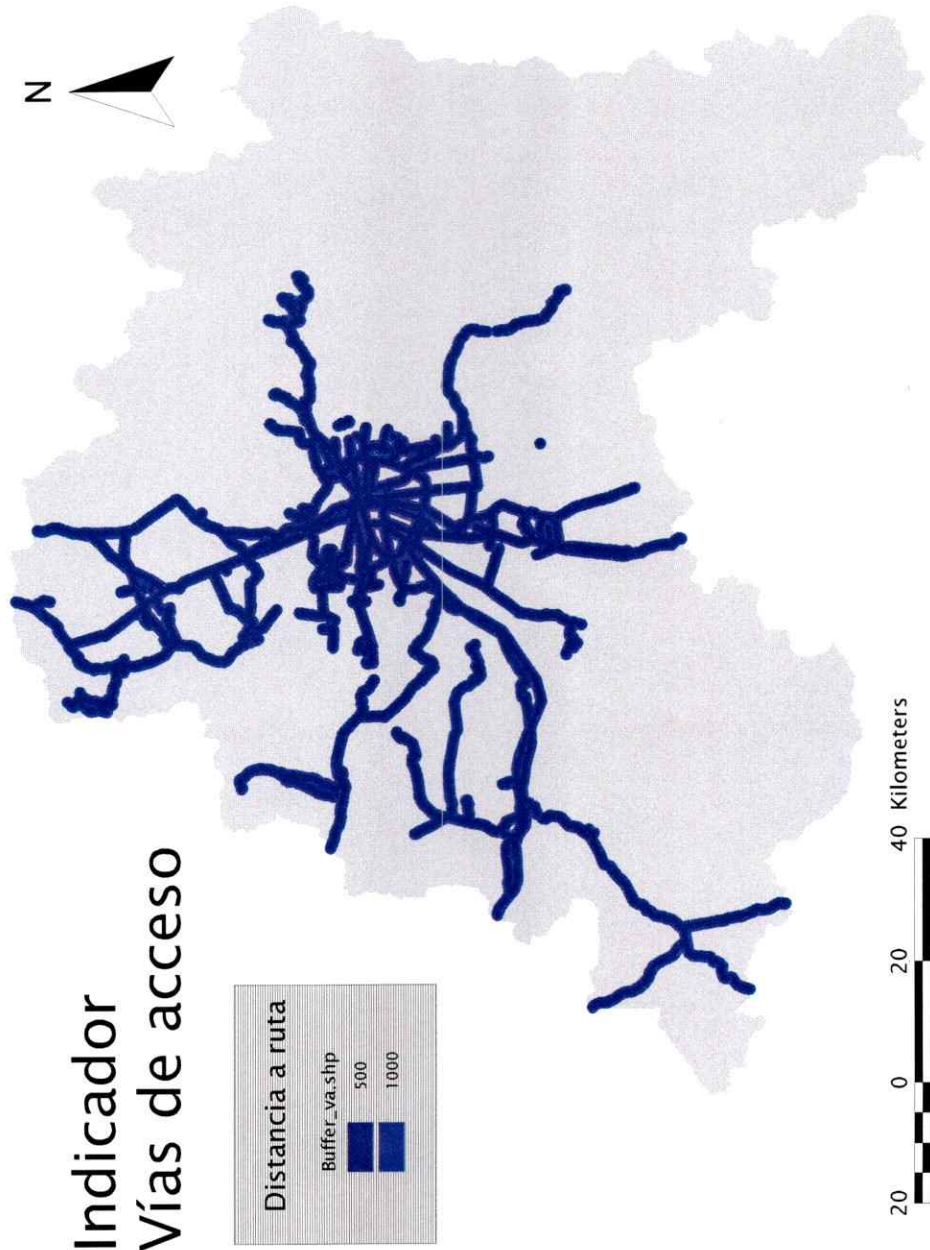
### 4.1 Espacialización de los indicadores

Cada variable tiene indicadores asociados, estos son espacializados en la región a fin de hacer un análisis a través de software de Sistemas de Información Geográfica sobreponiendo la información.

Los resultados de la espacialización de las variables según sus respectivos indicadores, se exponen a continuación mostrando sus valores, indicándose para cada caso las áreas de exclusión, correspondiente a aquellas áreas que les fue designado un valor cero.

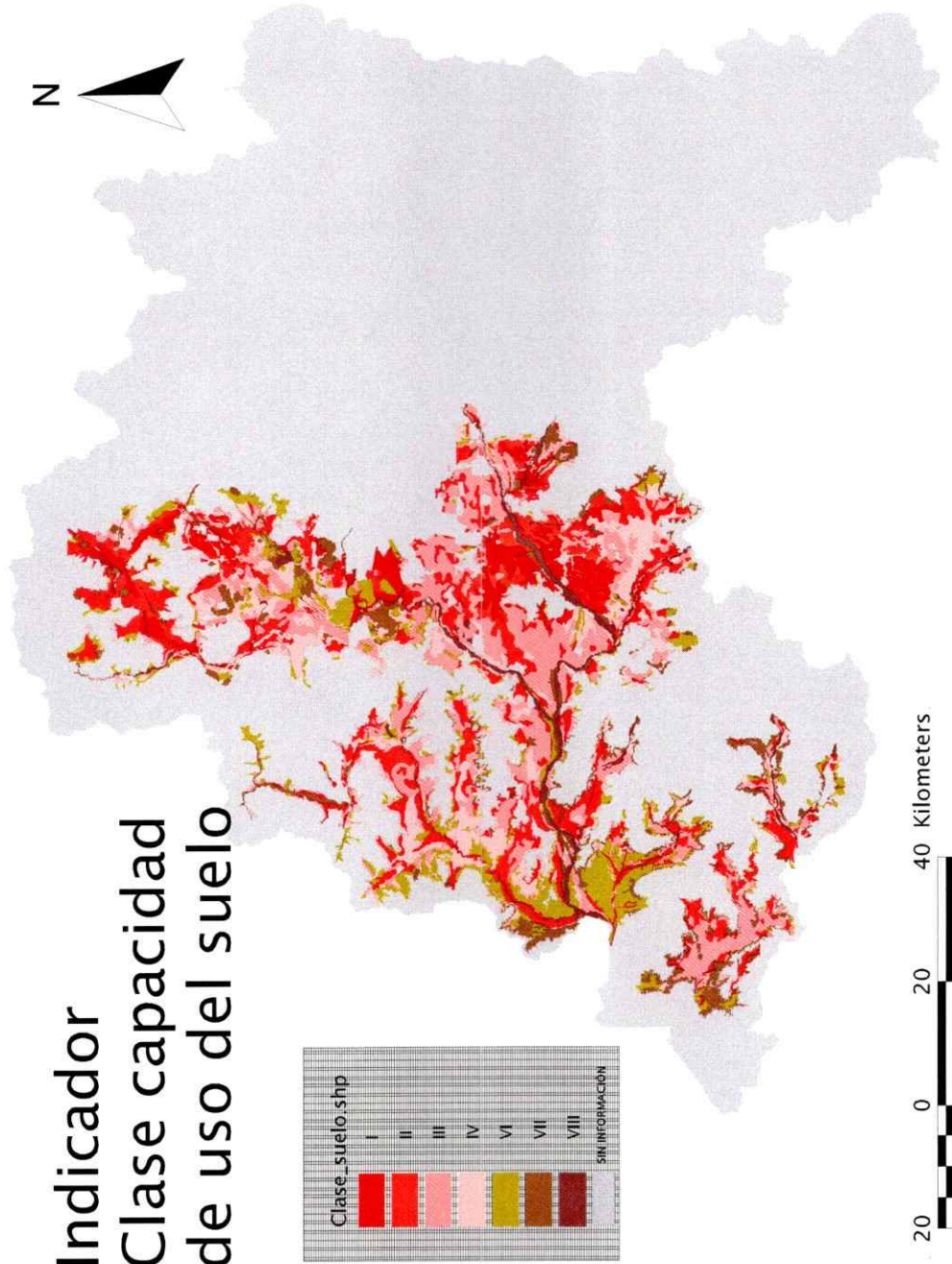
4.1.1 INDICADOR DE LA VARIABLE VÍAS DE ACCESO (FIGURA 4.2)

# Indicador Vías de acceso



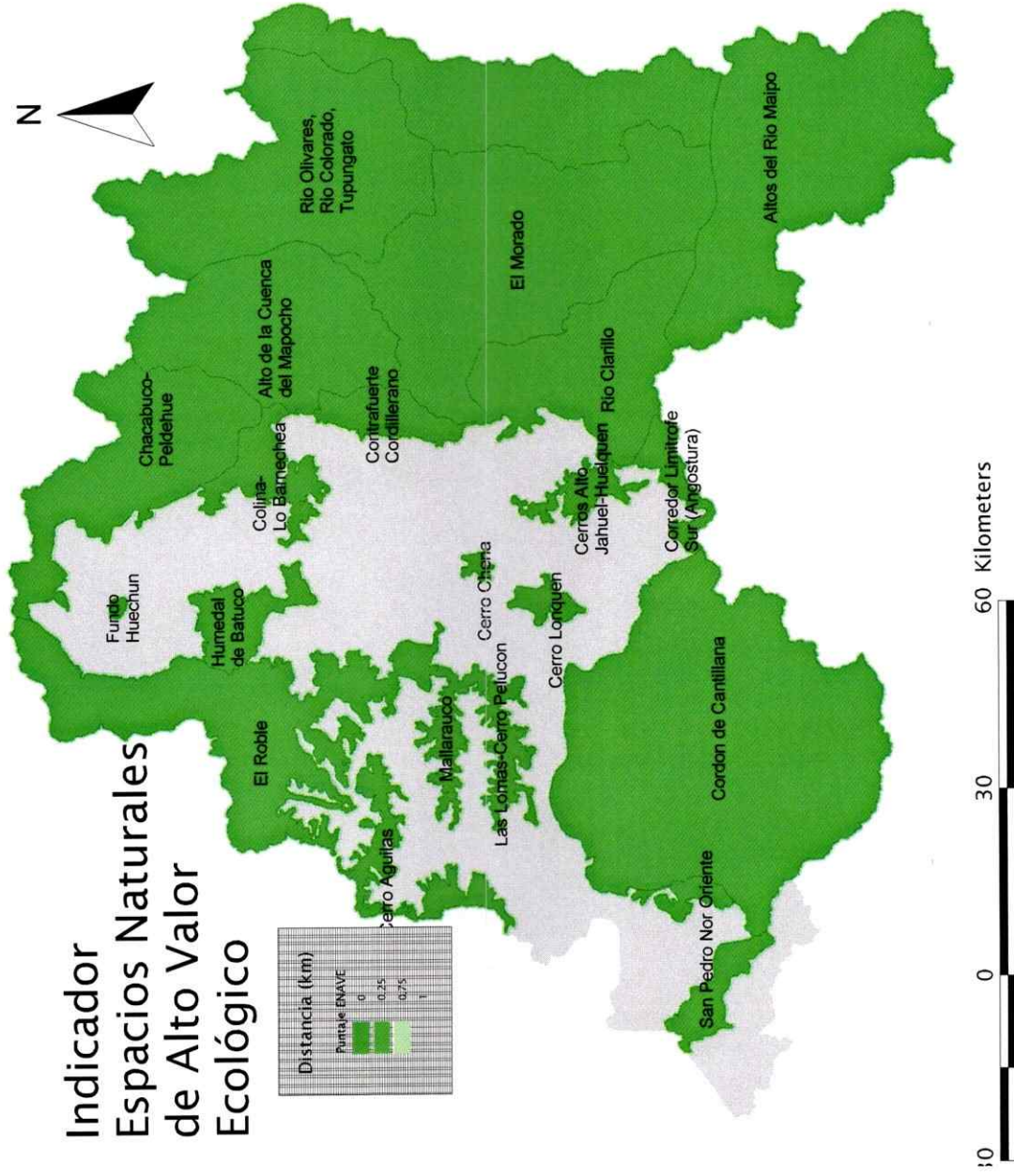
4.1.2 INDICADORES DE LA VARIABLE VALOR DEL SUELO (FIGURA 4.3 Y 4.4)

# Indicador Clase capacidad de uso del suelo



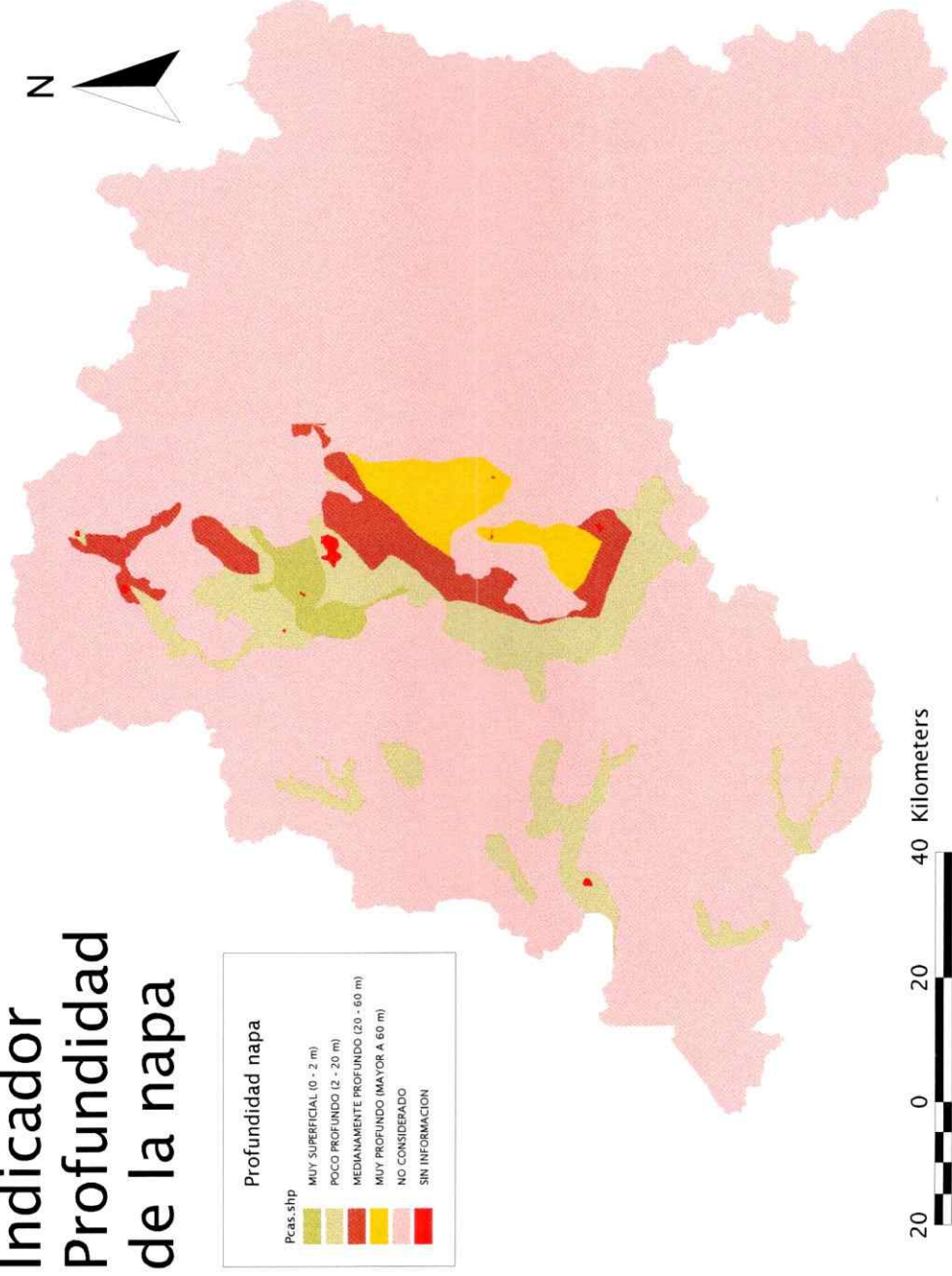


# Indicador Espacios Naturales de Alto Valor Ecológico

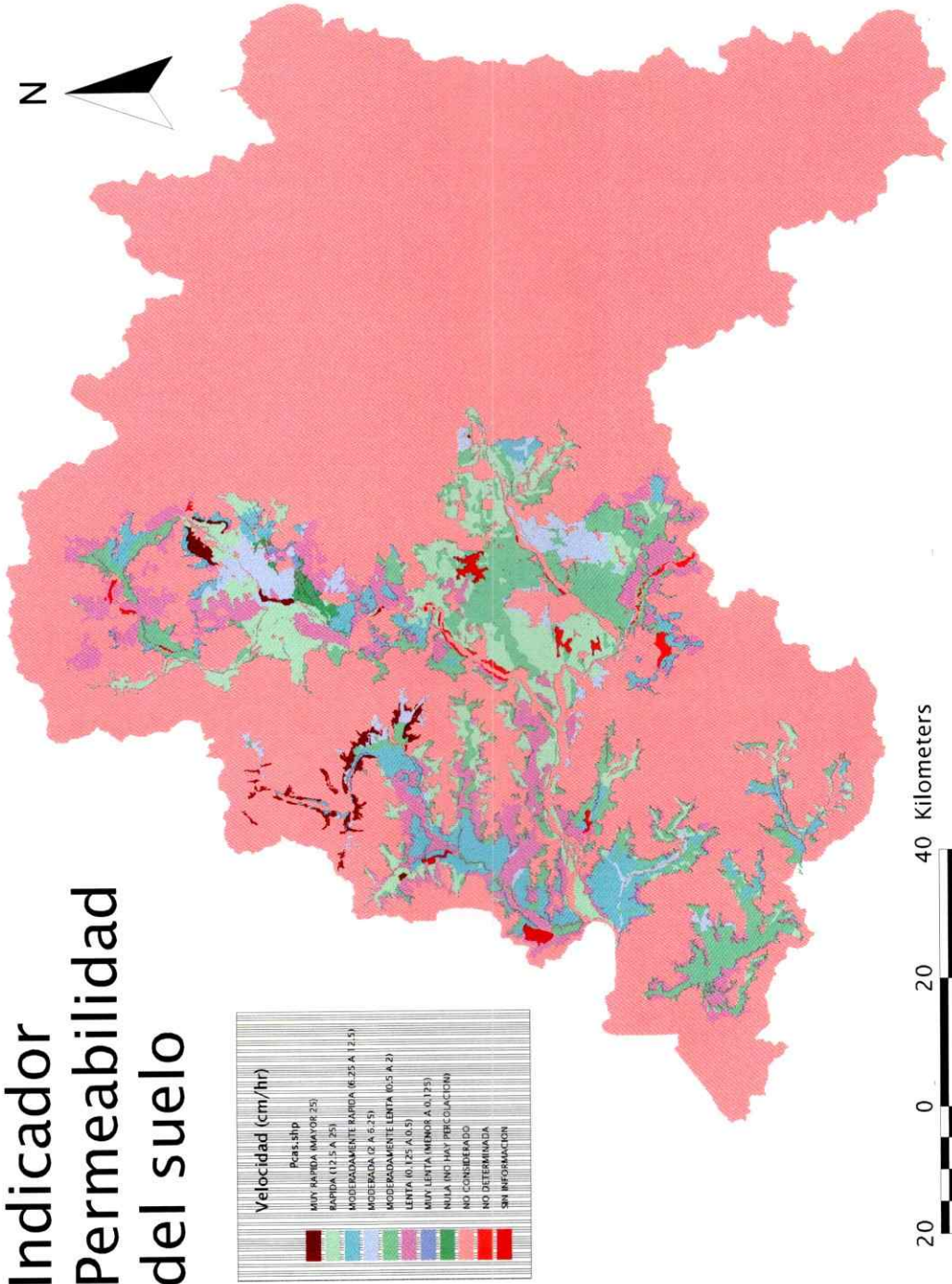


4.1.3 INDICADORES DE LA VARIABLE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN (FIGURA 4.5, 4.6 Y 4.7)

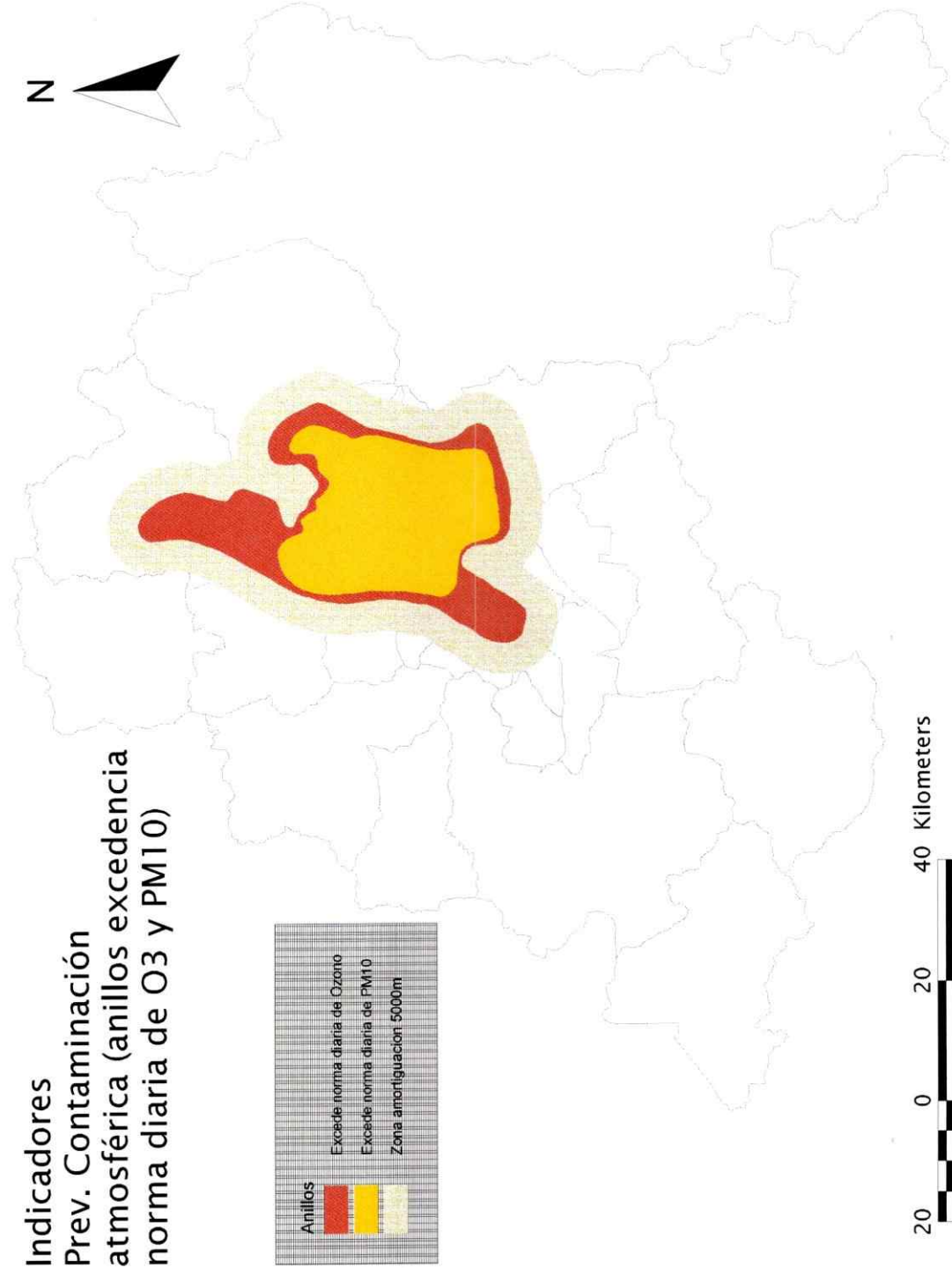
## Indicador Profundidad de la napa



# Indicador Permeabilidad del suelo



### Indicadores Prev. Contaminación atmosférica (anillos excedencia norma diaria de O3 y PM10)



## 4.2 Espacialización de las áreas excluidas

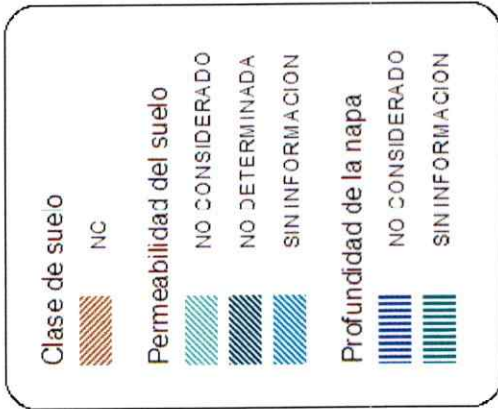
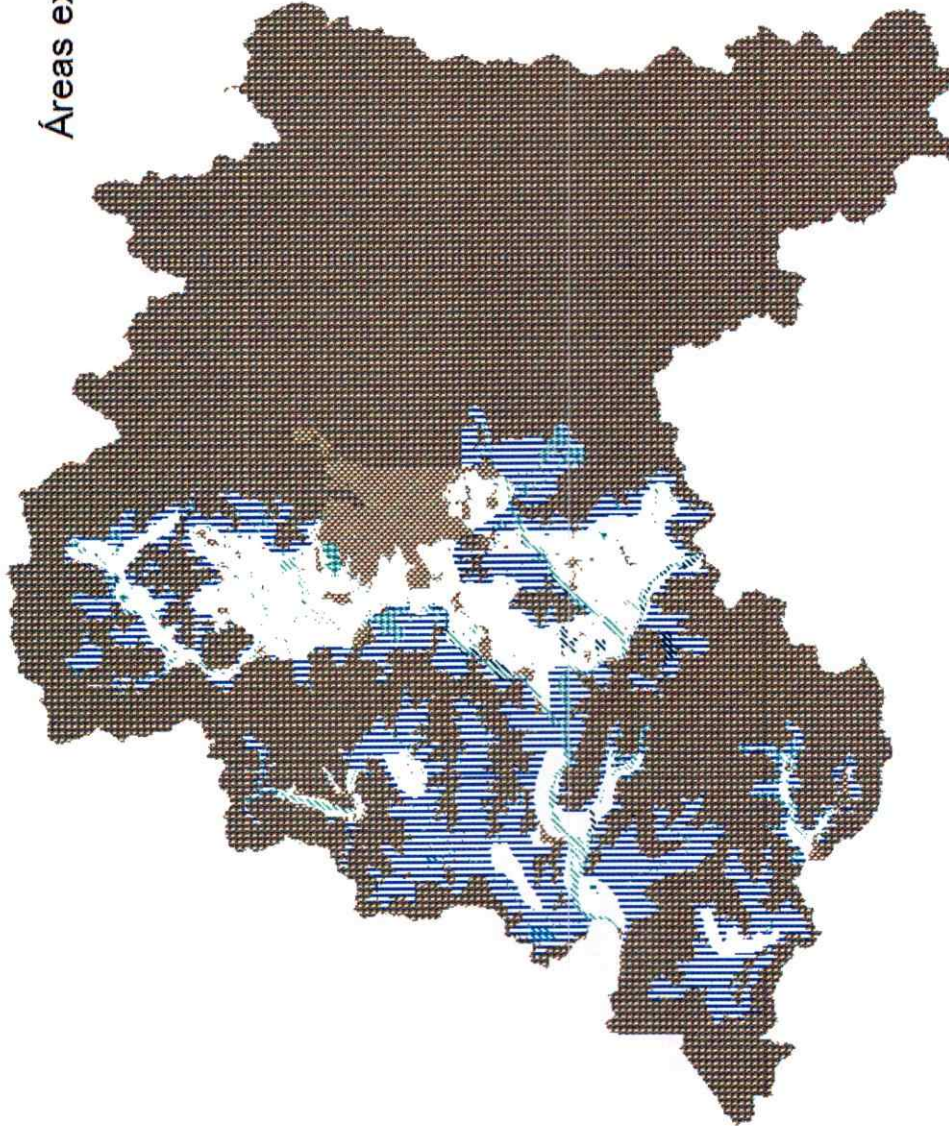
La sobreposición de las exclusiones de áreas para cada factor se presenta a continuación, visualizándose exclusivamente aquellas áreas que quedan sin excluir, es decir, en que no existe algún factor por el cual limitar a priori la instalación de una industria, a saber:

**Tabla 4.1: Características de exclusión de áreas por indicador**

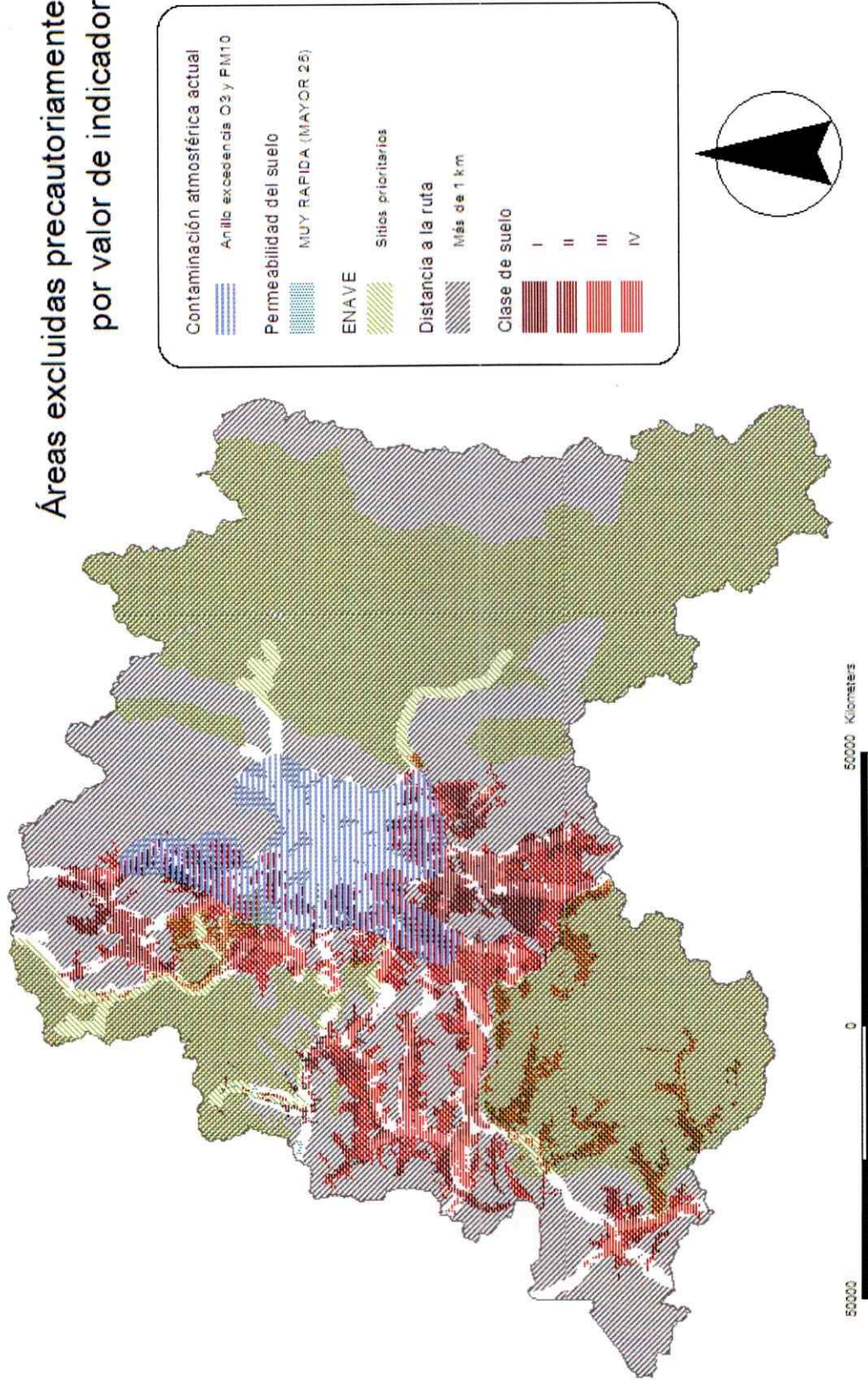
VARIABLE	INFORMACIÓN INDICADOR
Vías de acceso	Sobre 1000m de distancia a una ruta
Valor del suelo	Clase capacidad de uso I a IV
	<b>Espacios Naturales de Alto Valor Ecológico:</b> Los 23 sitios prioritarios (definidos por CONAMA en la Estrategia Regional reconseración de la Biodiversidad), estos incorporan: Santuarios de la naturaleza, reservas nacionales, monumentos naturales, zonas de interés científico y áreas de conservación de fauna silvestre.
Prevención de la contaminación de las aguas subterráneas	Permeabilidad del suelo muy rápida, mayor a 25 (cm/hr)
	Áreas restringidas a nuevas explotaciones de agua subterránea
	Profundidad de la napa y/o permeabilidad del suelo sin información, no consideradas
Prevención de la contaminación atmosférica	Interior anillo de excedencia de norma diaria de ozono troposférico
	Interior anillo de excedencia de norma diaria de PM10

A continuación se presentan las áreas excluidas por falta de información (**Figura 4.8**) y luego las áreas excluidas debido a que el valor asignado al indicador fue cero (**Figura 4.9**), es decir: suelos clase I a IV, permeabilidad mayor a 25cm/hr, espacios naturales de alto valor ecológico y áreas a más de 1000m de una ruta.

## Áreas excluidas precautoriamente por falta de información



## Áreas excluidas precautoriamente por valor de indicador



### **4.3 Espacialización integrada de los indicadores**

La integración de las variables a través de sus respectivos indicadores permitió lograr resultados precisos y espacializables.

Al sumar los valores, es decir sin excluir precautoriamente, el área disponible corresponde a toda la extensión de la región metropolitana, dado que ningún polígono contiene para todos sus indicadores un valor igual a cero. Así, la categoría de alta potencialidad industrial obtenida al sumar los indicadores (sin exclusión precautoria) tiene una intersección de un 42.3% con el uso actual y un 45.1% con el uso planificado.

En tanto, el área total de las áreas no descartadas corresponde a **130 hás**, mientras que la superficie actualmente utilizada por las industrias es de **772 hás** y lo planificado por el PRMS corresponde a **947 hás**. Sin embargo, la intersección con el uso actual del suelo y con el uso planificado, ambos para fines industriales, es nula.

**Figura 4.10: Potencial industrial según una sumatoria de valores (sin exclusión precautoria de áreas) (página siguiente)**

**Figura 4.11: Potencial industrial según una multiplicación de valores (con exclusión precautoria de áreas) (página subsiguiente)**



# Potencial industrial que considera exclusión precautoria de áreas

## Multiplicación de indicadores

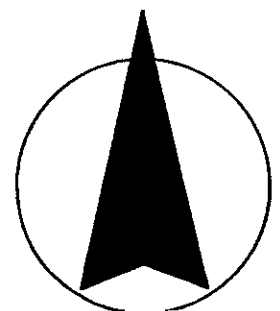


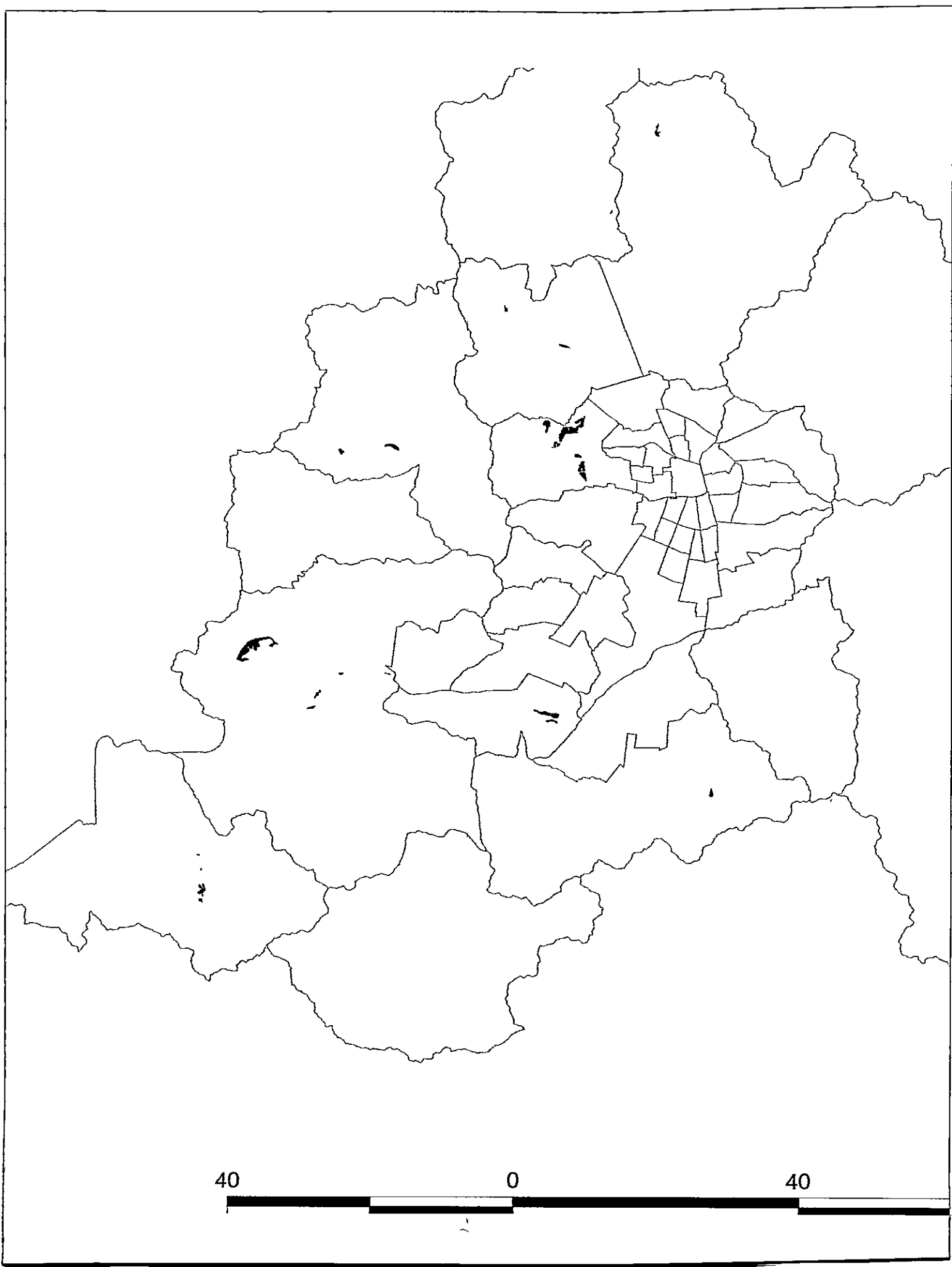
Producto mayor que cero



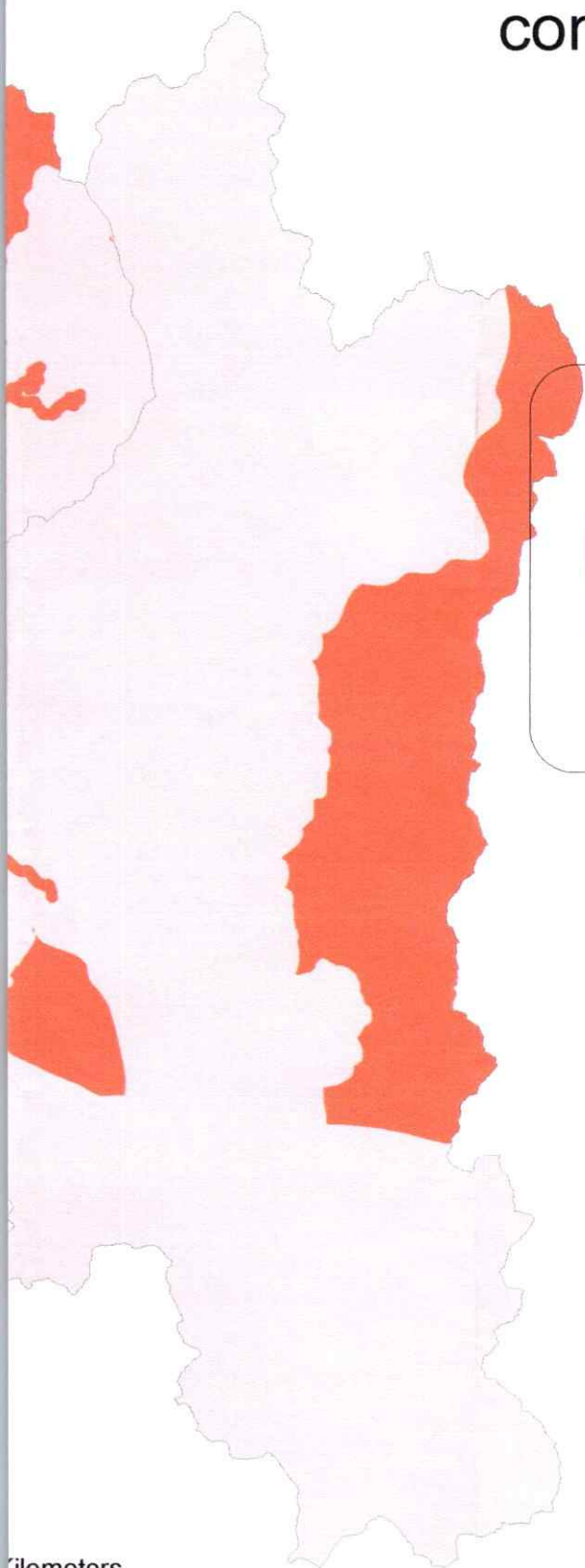
Límites comunales

80 Kilometers





# Potencial industrial que NO considera exclusión precautoria de áreas



## Sumatoria de indicadores



Baja potencialidad (suma entre 0.1 - 1.91)



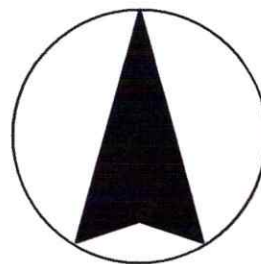
Mediana potencialidad (suma entre 1.91 - 2.91)



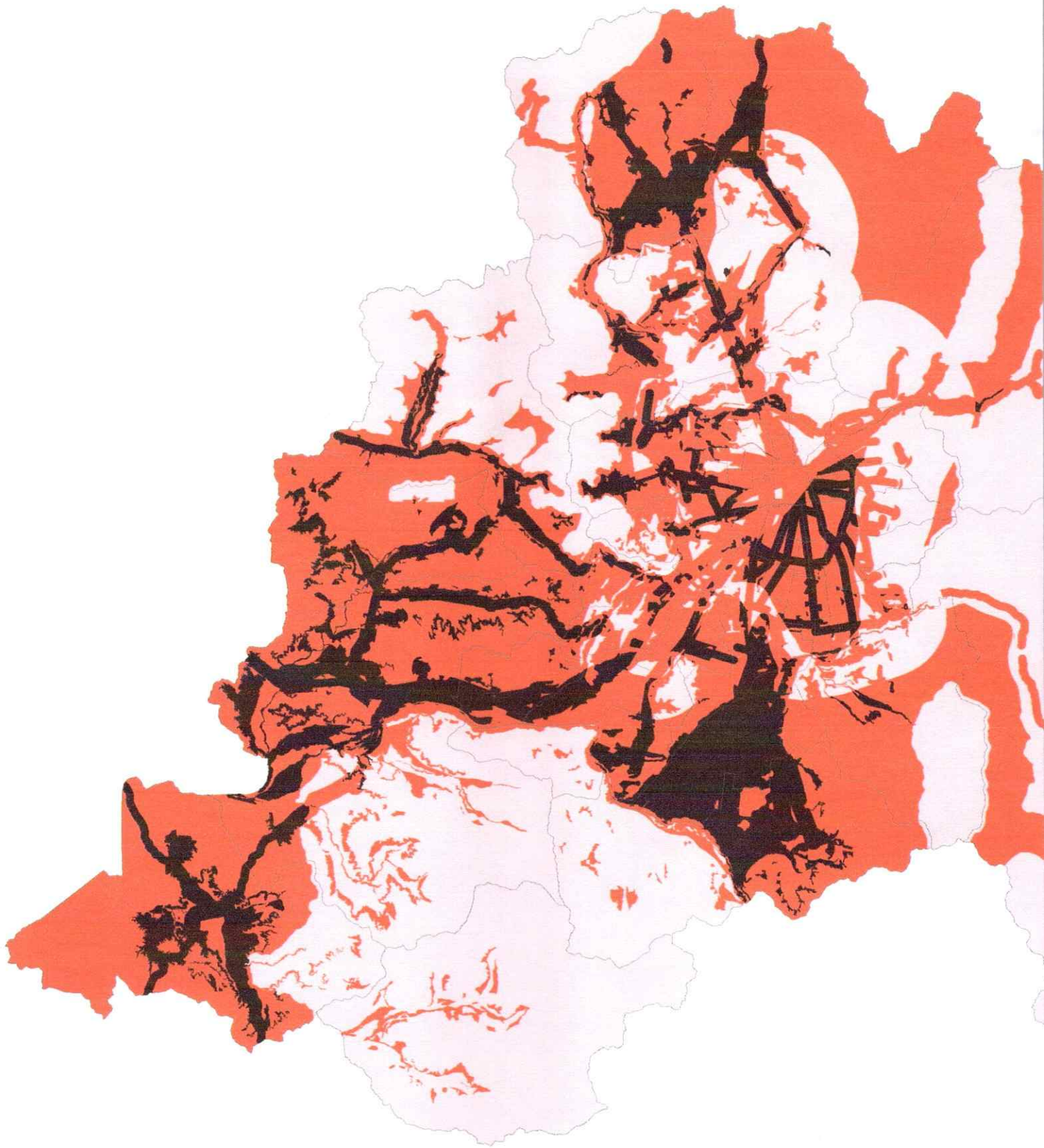
Alta potencialidad (suma entre 2.91 - 5)



Límites comunales



Kilometers



30

0

30

60 K



#### **4.4 Comparación de los resultados con la localización presente y la futura planificada por el PRMS**

La comparación de las áreas que quedaron luego de excluir precautoriamente aquellas con valores cero en algunos de sus indicadores con el uso actual y el uso planificado<sup>9</sup> del suelo con fines industriales es nula. Por esta razón la comparación se hace en relación a los indicadores. La tabla siguiente muestra la comparación de qué porcentaje de la superficie ocupada actualmente y planificada para el uso de industrias se encuentra sobre zonas que fueron excluidas por el procedimiento del presente seminario, y muestra sobre qué porcentaje de la superficie se conocen los valores de los indicadores. En consecuencia el resto está sobre zonas en que no conocemos sus características y por tanto debió haberse aplicado el principio precautorio y no localizar y/o planificar industrias en dichos lugares.

Es difícil decir, sin mayores antecedentes a qué se debe que el 95% de las industrias están dentro del anillo de excedencia de la norma diaria de O<sub>3</sub> y en parte de PM<sub>10</sub>, ¿será la causa o la consecuencia?, lo más lógico es que sea la consecuencia de una localización no planificada con una perspectiva regional, cuando se hace el mismo ejercicio para lo planificado, el porcentaje de intersección disminuye, pero no deja de ser alto. Del mismo modo, no es sorpresa observar que el 45% de las industrias están sobre suelos clase I a IV, pero sí lo es que las futuras industrias estarán, según lo planificado sobre más suelos clase I a IV (66.8%).

---

<sup>9</sup> La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S. 42/1992), en su artículo 4.14.5 establece que los establecimientos industriales sólo podrán establecerse en los emplazamientos que determine el instrumento de planificación territorial. En este caso corresponde al PRMS

**Tabla 4.2: Comparación entre intersección de superficie de localización actual y planificada de las industrias contra los indicadores excluyentes.**

Indicador	Localización Actual		Localización Planificada	
	% intersección con valor del indicador que excluye	% de intersección con datos del indicador	% intersección con valor del indicador que excluye	% de intersección con datos del indicador
Clase de suelo ( <i>excluye clases I a IV</i> )	45%	62.0%	66.8%	84.4%
Espacios naturales de alto valor ecológico ( <i>excluye dentro del ENAVE</i> )	0.4%	100%	0%	100%
Anillo de excedencia de norma diaria de O <sub>3</sub> y PM10 ( <i>excluye dentro del anillo</i> )	95.0%	100%	87.9%	100%
Permeabilidad del suelo ( <i>excluye cuando velocidad es mayor a 25cm/hr</i> )	0.0%	57.7%	0%	78.6%
Profundidad de la napa ( <i>no excluye</i> )	-	88.1%	-	82.0%
Vías de acceso ( <i>excluye a más de 1000m de una vía de acceso</i> )	7.7%	100%	15.5%	100%

Fuente: Elaboración propia

## 5 DISCUSIÓN

---

### **5.1 Crítica a las orientaciones de las políticas públicas y a sus aproximaciones**

Respecto de la variable vías de acceso, un escenario alternativo, que no fue abordado por falta de información consolidada es establecer áreas de densificación en torno a estaciones de buses o de trenes. Este escenario tiene la ventaja de dejar grandes áreas verdes para la protección de biodiversidad o el uso agrícola entremedio de estos centros densos de producción industrial. (ORPUT, 1996). Finalmente el tercer escenario sería la no densificación, es decir la desconcentración espacial de las actividades industriales, lo que no es perseguido por la política pública (Mideplan et al 2000). La localización de industrias en el borde de carreteras para favorecer el intercambio con otras economías nacionales, sudamericanas y mundiales, se contrapone con el interés en que se disminuyan los tiempos de viaje, toda vez que no existe un sistema eficiente de transportes como puede ser un tren o una interconexión funcional de distintos sistemas de transporte público. Al contrario, se corre el gran riesgo de promover el uso de automóviles privados.

La protección de suelos agrícolas ha sido incorporada en la evaluación no obstante esta es mencionada en forma indirecta. A nivel nacional los mejores suelos (clase I a IV) están ubicados en la zona central, coincidiendo con excelentes condiciones meteorológicas mediterráneas. Estas inigualables ventajas no parecen ser prioritarias por lo establecido en otras políticas públicas que favorecen la compactación del suelo provocada por la creciente urbanización.

Las áreas que cuentan con protección legal dentro de la RM no lo son necesariamente por tener un alto valor de la naturaleza y el paisaje, ya que si bien existen áreas que han sido reconocidas como importantes por varias instancias hay otras que no, y solo lo son por una instancia. De esta manera es evidente que los criterios utilizados han sido muy diversos y no consensuados. Lo mismo sucede con los límites y extensiones<sup>10</sup> que, en una región con tanta demanda por el suelo cobra vital importancia.

Respecto de la calidad del aire solo se analizaron los indicadores asociados a PM10 y Ozono tropoférico ya que es la información disponible sobre concentraciones de contaminantes en el aire. En ningún caso se pretende insinuar que estos dos contaminantes son los únicos importantes, sino que al contrario hubiera sido ideal utilizar información de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, COV y PM<sub>2.5</sub>. No obstante

---

<sup>10</sup> Los 23 sitios prioritarios definidos por CONAMA cubren el 70% de la superficie regional

cabe distinguir que ambos contaminantes se distinguen en su origen, mientras el PM10 es un contaminante primario, el O3 troposférico es un contaminante secundario resultante de una compleja transformación fotoquímica cuyos precursores son los NOx y los compuestos orgánicos volátiles (COVs). Otra diferencia importante es que mientras los mayores niveles de PM10 son alcanzados durante la temporada otoño-invierno en el sector poniente de la ciudad de Santiago, los mayores niveles de concentración en el aire de O3 troposférico ocurren en el verano en el sector oriente de la capital (Leiva & De la Barrera 2004 -datos sin publicar-, Morales et al 2006). La crítica que puede hacerse de la política pública en este tema, en particular al Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de Santiago es que presta demasiada atención a los combustibles y a su combustión, lo que si bien es adecuado no sirve si no se promueve un cambio de hábitos en la población motivando integralmente el uso de transporte público haciéndolo al mismo tiempo de mejor calidad y eficiencia. Del mismo modo debe procurarse una adecuada localización de las actividades que emitan más contaminantes considerando las características ambientales de la cuenca, entre muchas otras medidas diversas.

La política pública hace mínimas menciones sobre la protección de las napas subterráneas, claramente no existe un lineamiento concreto para este componente clave en el sistema natural y la calidad de vida de la población, no obstante se asocian al crecimiento no planificado de áreas industriales y asentamientos humanos. Se aprovechó la poca información disponible a escala regional considerando la velocidad de escurrimiento hacia las napas y qué tan cerca se encuentran éstas de la superficie.

## **5.2 Análisis de resultados de "Localización industrial" según resultados "precautorios"**

A la luz de los resultados obtenidos la conclusión que salta a la vista es que en la Región Metropolitana de Santiago no hay áreas que presenten condiciones ideales para localizar industrias, esto ya que al excluir todas las áreas sin información para alguno de sus componentes evaluados y que presenten al menos una característica ambiental que le otorgue fragilidad quedan apenas 130 hectáreas (0.1% de la región) no excluidas. Al contrario, las áreas altamente potenciales<sup>11</sup> sin excluir áreas precautoriamente arrojaron porcentajes cercanos al 50%, de intersección con el uso actual y planificado es decir altamente superiores. Esto podría indicar que el principio precautorio ha estado bastante ausente en las decisiones locacionales pasadas ni proyectadas en las políticas públicas.

---

<sup>11</sup> Áreas de mayor valor de sumatoria de indicadores en una división por quiebre natural de valores agrupados en 3 categorías



Esto se explica, en parte, con que una gran superficie regional es descartada por la distancia a la ruta. Este factor es determinante para la localización de industrias, y coincide que justamente aquellas áreas que están al borde de la ruta presentan condiciones de alta permeabilidad del suelo, clases de suelo tipo I a IV y concentraciones tales de O<sub>3</sub> y PM10 que generan un anillo de excedencia de la norma diaria.

Al comparar los resultados precautorios del seminario con la localización actual y planificada de industrias el panorama es muy decidor: no existe intersección entre las pocas áreas que resultan ser potenciales (no descartadas) y la ubicación actual y planificada de las industrias, la intersección aparece cuando se deja a un lado el principio precautorio ante la falta de información.

Respecto del uso actual, esta nula intersección puede ser explicada por lo contenido en la memoria explicativa del PRMS (MINVU RM, 1994) en relación a que existen áreas de concentración industrial históricas en las áreas urbanas consolidadas y urbanizables, originadas por el Plan Intercomunal de 1960<sup>12</sup> y por el D.S. 10 de 1990. Ambas conclusiones las hacen a partir de dos catastros industriales. Considerando que los estudios utilizados como insumos en este seminario datan desde 1981 hacia delante y que se favoreció la cercanía a áreas urbanas consolidadas, es comprensible que la localización de industrias haya carecido de planificación.

En el PRMS<sup>13</sup> la propuesta de localización industrial parte de la visión de separar la industria molesta y de hacer compatible la inofensiva con otras actividades urbanas. De esta manera propone que la actividad industrial inofensiva se instale en cualquier sector del Área Urbana Metropolitana, dejando en poder de los Planes Reguladores Comunales la definición precisa de los sectores específicos. En cambio, tiende a localizar a las industrias molestas en parques industriales exclusivos, en áreas urbanizables que estén ligados a sectores poblacionales, a una buena accesibilidad, a terminales de productos extractivos o a grandes centros de acopio y distribución mayorista, permitiendo una mayor eficiencia y una menor interferencia urbana. Además busca desincentivar la ubicación de industrias molestas en áreas consolidadas, permitiendo que las industrias existentes en estas zonas<sup>14</sup> deban incorporar tecnología para transformarse en inofensivas.

Estas son las "variables" que considera el PRMS para la localización de industrias, sin embargo otras indirectamente influyen, y son las que tienen que ver con la identificación de macro áreas y sus consecuentes restricciones para uso industrial:

<sup>12</sup> En Av. Vicuña Mackenna, Santiago Sur, Quinta Normal, San Joaquín, Macul y el Corredor de Maipú y Cerrillos. Posteriormente se observa en sectores de Quilicura, Renca y Estación Central.

<sup>13</sup> Memoria explicativa PRMS.

<sup>14</sup> Al interior de la circunvalación Américo Vespucio y en el sector oriente.

- Área Urbana Metropolitana
- Área Restringida o Excluida al Desarrollo Urbano, principalmente por ser áreas de alto riesgo para los asentamientos humanos, áreas de valor natural y/o interés silvoagropecuario
- Área de Resguardo de Macroinfraestructura Metropolitana

Estas áreas fueron fundamentadas por diversos estudios técnicos especializados, especialmente en materia de riesgos para los asentamientos humanos. No obstante, estos estudios no fueron considerados en función de determinar riesgos para las otras actividades, considerando por ejemplo que las industrias no pueden ir en áreas de alta contaminación atmosférica o bien en un punto que sus emisiones sean arrastradas por efecto del viento hacia los asentamientos humanos.

Cabe indicar que la intersección entre las áreas actualmente ocupadas por industrias y lo planificado corresponde a 438 hás, es decir un 56,7% de lo actual (772 hás) y un 46.2% de lo planificado (947 hás). Esto coincide con el trabajo de Ducci (2002) en que demostró que el 46,3% del total de instalaciones industriales nuevas entre 1991 y 2000 se localizan en terrenos que no estaban predefinidos para este uso por el PRMS, incorporándolos para estos fines a través de aprobación del cambio de uso de suelo.

La falta de áreas ideales para emplazar industrias obliga a las autoridades y privados a hacer esfuerzos para identificar donde sí es posible. Promover el uso de instrumentos de tipo económico o incentivos adecuados puede favorecer el "movimiento de industrias" de áreas no aptas hacia áreas aptas para actividades productivas. Estas herramientas pueden consistir en incentivos económicos, cofinanciamiento para la compra de terrenos con alto potencial para uso industrial, o bien, tal como plantea la memoria explicativa del PRMS (MINVU, 1994) desmotivando el establecimiento de industrias molestas en áreas consolidadas<sup>15</sup>, obligándolas a transformarse en inofensivas. También el proactivismo del gobierno regional puede hacerse presente a través del mejoramiento de condiciones de inicio, dotando dichas áreas de servicios básicos, construyendo vías de acceso, impulsando rutas del transporte público, etc.

La Región Metropolitana sufre un grave problema de contaminación atmosférica, los causantes de éste son principalmente el transporte y las fuentes fijas industriales. Las fuentes móviles (transporte) han logrado reducir significativamente sus emisiones a través de la modernización del transporte público, normas de emisión más estrictas, mejoras de los combustibles, la fiscalización de sus emisiones y la implementación de medidas alternativas para evitar el levantamiento de polvo. Por su parte, las fuentes fijas han implementado tecnologías para reducir sus emisiones

---

<sup>15</sup> Al interior de la circunvalación Américo Vespucio y en el sector oriente.

haciendo más eficientes sus procesos y reemplazando sus fuentes de energía contaminantes por otras limpias (p.e. gas natural).

Las áreas industriales indicadas en el PRMS tienen estatus normativo, otorgado por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (D.S. Nº 47/92), al establecer en su artículo 4.14.3 que *los establecimientos industriales sólo podrán establecerse en los emplazamientos que determine el instrumento de planificación territorial correspondiente, y a falta de éste, en los lugares que determine la autoridad municipal.*

Las áreas definidas como resultados del Seminario deben ser comprendidas como potenciales desde el punto de vista de la sustentabilidad para todas las industrias. Sin embargo se debe considerar que pudiesen existir industrias con requerimientos específicos, o bien que tengan un impacto ambiental bajísimo ya sea por la naturaleza de sus procesos o bien porque tiene una tecnología que minimiza el impacto ambiental.

### **5.3 Comparación de los resultados con otros estudios similares**

La Región Metropolitana se inscribe dentro de un sistema mayor: la macrozona central de Chile. Por esta razón se comentan 3 estudios similares, en las regiones V, RM y VI.

El *Instituto de Geografía, Universidad Católica de Valparaíso* junto a *Cade Consultores Ltda.* realizaron el **“Diagnóstico de Localización Macroindustriales en la Quinta Región”** (Universidad Católica de Valparaíso & Cade Consultores Ltda., 1999). Con el fin de identificar las variables que influyen en la localización industrial, se consultó a los actores pertinentes de los rubros de industria manufacturera, automotora, agroindustria y packing. Con ello se identificó la actual oferta, en de las provincias y comunas de la región de Valparaíso. Además se hicieron especificaciones de diferentes tipos de industrias que demandarán sitios cuyo fin ha sido establecido como apto para la instalación de industrias en diversas localidades de la Quinta Región. En este orden de jerarquía, las características observadas en las comunas que presentan mejores condiciones para la localización macroindustrial se refieren a:

- Sistema conurbado
- Dotación de infraestructura: agua, alcantarillado, energía
- Redes viales
- Población
- Puertos
- Servicios

Cabe destacar que no se consideran variables que contribuyan a la sustentabilidad, considerando sólo aquellas variables de interés para la comercialización y dotación de insumos básicos. En dicho informe se concluye que *"la Quinta Región es una periferia de la Región Metropolitana al estilo de una membrana a través de la cual el núcleo se comunica e intercambia con el exterior. El proceso de desarrollo de la Quinta Región es complementario con el desarrollo de la Región Metropolitana, más que competidor. Esto, debido a la naturaleza acumulativa de los procesos de desarrollo y a los beneficios que genera para cada uno el progreso del otro."*

Finalmente el diagnóstico entregó como oferta de terrenos una extensión del orden de 35.000 Hás., en circunstancia de que la demanda histórica en 20 años se proyecta sólo con 66 Hás. como total para ese período.

La segunda parte de este estudio realizado en la V Región corresponde al "Análisis geográfico de la oferta de emplazamiento industrial a **escala local (comunal)**, Región de Valparaíso" (Allesch et al, 2000). En este estudio a escala local se incorporaron nuevas variables, elaborando un modelo sobre SIG de 15 variables "de fragilidad ambiental" y culturales con el cual se mejoró el modelo de recalificación de la oferta territorial de las áreas ya estudiadas a escala regional. El análisis consideró variables muy específicas, necesarias para la escala en cuestión. Sin embargo hay concordancia en algunos factores, especialmente en cuanto a las Vías de Acceso. Este tipo de análisis podría ser la segunda etapa del problema trabajado en el presente Seminario de título.

En tanto, en la **Región Metropolitana** el *Hugo Romero et al*<sup>16</sup> establecieron las áreas de mayor aptitud para la localización de industrias; en base a las siguientes variables (o factores):

Factores ecológicos: *Estabilidad atmosférica, Capacidad de uso agrícola del suelo\*, Densidad de la vegetación de matorrales, Riesgo de contaminación de los acuíferos\**

Factores locacionales: *Distancias a los centros urbanos, Distancias a los caminos\*, Distancia a los cursos de agua*

Mapas de restricciones: *Pendientes, Riesgo natural de inundación o remoción en masa, Calidad del aire\**

Los factores con un asterisco (\*) son aquellos factores que coinciden plenamente en su información a lo utilizado en el seminario. El tema de mayor discrepancia es el análisis de pendientes y distancia a centros urbanos. Respecto del primero se decidió no descartarlo ya que para algunas industrias las diferencias de alturas pueden ser muy bien aprovechadas con fines de eficiencia energética (diferenciales de energía potencial gravitatoria). Respecto a lo segundo, más que considerar distancia se podría haber evaluado la conectividad en términos de tiempos de

---

<sup>16</sup> Comunicación personal con Hugo Romero

desplazamiento, lo que hoy carece de sentido debido a la puesta en marcha del Transantiago que proporcionará nuevos tiempos, en función de sus ajustes.

El hallazgo más coincidente al comparar ambos resultados es que las áreas aptas para industrias en Santiago son poquísimas. Las áreas conciden escasamente (ver figura en anexo), y la principal causa es porque las áreas identificadas por Romero et al (2000) está a una distancia mayor de las rutas que lo que se consideró como apto por el indicador de vías de acceso.

El “**Diagnóstico de localización de industrias peligrosas e insalubres, en la VI Región**” realizado por el *Departamento de Geografía de la Universidad de Chile (U. de Chile, 1996)* realizó una encuesta al sector industrial de la VI región a través del Servicio de Salud regional (actualmente SEREMI de Salud), de esta se identifican los factores locacionales que orientan el emplazamiento de estas industrias:

- Cercanía a materias primas (29,5%)
- Disponibilidad de terreno (23,4%) asociado a un factor de seguridad, en el sentido de que no va a ser objeto de un posterior traslado
- Ventajas de inicio (18,3%) que dicen relación con la disponibilidad de servicios básicos, la propiedad de terreno, disposiciones y factibilidades legales, existencia de infraestructura previa, etc.
- Existencia de vías de comunicación (11,2%) que permitan una buena conectividad intrarregional (recepción de materias primas)
- Vías de comunicación interregional (10%) para la comercialización.

En relación a los resultados de la investigación, existe una gran coincidencia en la consideración de las vías de acceso como indicador, pero no la hay en relación a las ventajas de inicio y la disponibilidad de terreno. Esto ocurre debido a que en el modelo metodológico se ha optado por una perspectiva distinta, en que el actor que impone su deseo no son las industrias, sino la región a través de sus políticas públicas.

En la VI región se repite el fenómeno que ocurre en la RM, el 98,2% de las industrias peligrosas e insalubres se emplazan sobre suelos con buenas condiciones de permeabilidad y drenaje, por lo que su contaminación con filtraciones o efluentes contaminados con residuos industriales se ve facilitada en forma natural. El alto riesgo que significa en términos de la degradación gradual conducente a pérdidas de fertilidad y generación de niveles de toxicidad, condición que trasciende hacia los productos resultantes de su cultivo y hacia la población, hace absolutamente necesario que las industrias contaminantes, peligrosas e insalubres, se emplacen en lugares donde la capacidad de uso sea baja, y su impermeabilidad restrinja al máximo las infiltraciones.

Ahora bien, dicho informe contiene una proposición de localización industrial, combinando criterios de: accesibilidad, mano de obra, ambientales (riesgos del medio físico, vientos y emisiones gaseosas contaminantes, RISES y RILES) y socioeconómicos, algunos de los cuales han sido considerados en el análisis presente.

#### **5.4 ¿Por qué considerar como punto de inicio las políticas públicas?**

La distribución de los "usos del suelo" debe respetar los intereses de los ciudadanos, la comunidad extendida de pares. Hay dos maneras de hacerlo: a través de participación ciudadana o a través de la política pública, que a su vez, en muchos casos también tiene un proceso de participación ciudadana. A continuación se explica porqué esta vez, metodológicamente se ha optado por esta última. Además de las razones obvias ligadas a restricciones de recursos, principalmente logísticos, de tiempo y humanos, existe una razón de tipo política.

Concretamente, la **democracia** es una forma de gobierno en la cual, en teoría, el poder para cambiar las leyes y las estructuras de gobierno, así como el poder de tomar todas las decisiones de gobierno reside en la ciudadanía. En un sistema así, las decisiones tanto legislativas como ejecutivas son tomadas por los propios ciudadanos (democracia directa) o por representantes escogidos mediante elecciones libres, que actúan representando los intereses de los ciudadanos (democracia representativa) (Dahl, R., 1999, Sartori, G., 2003). De esta manera, el *pueblo* decide soberanamente quienes *desea* que sean sus gobernantes, quienes tomarán las decisiones de Estado, teniendo una influencia radical sobre todos los habitantes de la unidad territorial gobernada. Según el modelo de Estado de Chile –unitario–, los habitantes eligen a sus ejecutivos: un Presidente de la República, y el alcalde de su municipio. El Presidente designa a los responsables de cada ministerio (ministros) y de cada gobierno regional (intendentes). De esta manera, al elegir al Presidente de la República se está indirectamente eligiendo a la autoridad regional y a los responsables regionales de los ministerios (SEREMI), quienes en conjunto toman las decisiones sobre el futuro de la región, entre las cuales está su ordenamiento territorial a escala regional. Concretamente, el gobierno regional diseña la Estrategia de Desarrollo Regional, con fuerte ayuda técnica y logística de terceros. La primera impresión es que es escasa la manifestación de la voluntad popular sobre estas decisiones. Sin embargo la democracia parte del supuesto que el pueblo confía en los gobernantes y en los programas de gobierno por ellos elegidos. De esta manera las decisiones de los políticos elegidos son decisiones del pueblo ya que el pueblo los ha "autorizado" para tomar esas decisiones. No así a los técnicos y/o especialistas. Por esta razón para que un técnico, científico o especialista de experticia ambiental defina usos del suelo regional debe tener en cuenta dos alternativas: 1. gozar de alguna suerte de autorización de los gobernantes a realizarlo y posteriormente ellos mismo aprobarlo; 2. o bien partir de la base que,

en las políticas públicas están contenidos los deseos del pueblo e instrumentalizar estos deseos en un uso de suelos, ordenamiento territorial o plan ambiental.

La participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones está contenida en la Ciencia Post-Normal, que ilumina este seminario, por cuanto se debe decidir sobre cómo ordenar el territorio, en consideración de que sus problemas, en especial los ambientales, son altamente complejos y por tanto inciertos. De esta manera la comunidad extendida de pares en que participa la ciudadanía, la autoridad y es alumbrada por los técnicos, toma un acuerdo político social. Este acuerdo se convierte en política pública y se llega a espacializar en un instrumento de ordenamiento territorial, normativo o indicativo, según corresponda a la escala y a la autoridad. Una vez tenida esta información, como lo es con los resultados de este seminario, se analiza nuevamente la situación, a la luz de los antecedentes disponibles y se vuelve a tomar un acuerdo político social, rediseñando la política pública. Y así adaptativamente se va mejorando el resultado final.

### **5.5 Palabras finales**

El objetivo de este trabajo ha sido identificar las áreas que presentan las mejores condiciones para emplazar industrias sin mermar la calidad ambiental de la región, estas áreas han sido obtenidas y juzgadas en función de los factores que han sido incorporados en el análisis multivariable de la presente investigación. Si bien el documento no tiene pretensiones de establecer áreas eminentemente industriales debido a la amplitud de la escala utilizada, tiene el mérito de proponer escenarios territoriales **indicativos**; acuerdos con opciones de desarrollo y por otra parte identifica inconsistencias entre las políticas públicas e instrumentos de planificación y la localización actual de las industrias.

El esquema metodológico que rige la investigación de este seminario de título presenta la ventaja de ser replicable en la Región Metropolitana en caso de existir necesidades de actualización por cambios significativos en los factores que inciden en la localización de industrias o bien, si la autoridad de gobierno requiere endurecer o flexibilizar la cuantificación de los indicadores o la ponderación de los factores. Del mismo modo el modelo puede ser aplicado a otras regiones, a partir de las orientaciones dadas por las políticas públicas regionales y la información georreferenciada de que se disponga, la que en caso de existir vacíos de información puede ser fruto de ajuste según las condiciones.

La Región Metropolitana, "Región de ciudades de clase mundial" debe esforzarse, más allá de lo normal para convertirse realmente en un centro de negocios<sup>17</sup>, superando principalmente los graves problemas ambientales que sufre, y así alcanzar el anhelo explicitado por la región a través de la Estrategia de Desarrollo Regional 2000 – 2006

*Promover la transformación de sus habitantes en ciudadanos solidarios, recuperar identidad regional sobre la base de su diversidad cultural y crecer en equilibrio, avanzando en la construcción de un mejor territorio para vivir.*

*Desarrollar mejores usos de las infraestructuras y tecnologías, fomentando el acceso a oportunidades competitivas que fortalezcan un **compromiso económico sostenible, ambientalmente sustentable** y socialmente integrado, así como la gestión responsable y articulada entre las autoridades regionales, provinciales, comunales y sectoriales de Santiago Región de Chile y Santiago Región del mundo.*

---

<sup>17</sup> La revista América Economía (2005) califica a Santiago como la mejor ciudad para hacer negocios a nivel de América



## 6 BIBLIOGRAFÍA

---

- ACKOFF, R., 1981. *Creating the Corporate Future*, Willey, New York.
- AGROLOG CHILE LTDA, 1981. Estudio de suelos del proyecto Maipo. Comisión Nacional de Riego, Secretaría Ejecutiva. 4 tomos de libros (802 p.), y 120 mapas temáticos.
- ALLESCH et al, 2000. Análisis geográfico de la oferta de emplazamiento industrial a escala local (comunal), Región de Valparaíso. *Revista Geográfica de Valparaíso* N°31/2000
- AMERICA ECONOMÍA, 2005. Especial ciudades 2005. 6 – 19 Mayo 2005
- ARTIGAS, C. 2001. El principio precautorio en el derecho y la política internacional. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 22.
- BARRAGÁN, J.M., 1994. *Ordenación, Planificación y Gestión del Espacio Litoral*, Edit. Oikos-tau, Barcelona, 293 pp.
- BECK, U., 1993. De la sociedad industrial a la sociedad del riesgo. *Revista de Occidente*, 1993, p. 19-40.
- BERBEJILLO, F. 1997 *La reinención del territorio. Los agentes de desarrollo entre el conocimiento y el proyecto colectivo: Desarrollo local en el proceso de construcción social del territorio para el desarrollo económico local*. ILPES/CEPAL, Santiago de Chile
- BRACK, A. & MENDIOLA, C. Los factores ambientales. [http://www.peruecologico.com.pe/lib\\_c1\\_t03.htm](http://www.peruecologico.com.pe/lib_c1_t03.htm). Visitado por última vez el 06/04/2005
- CAIBI.ORG, \_\_\_\_\_. Conferencia de Autoridades Iberoamericanas de Informática Aspectos metodológicos y listado de definiciones [http://www.caibi.org/indicadores/indicadores\\_metodo.pdf](http://www.caibi.org/indicadores/indicadores_metodo.pdf)
- CANTER, L., 1998. *Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto*. McGraw-Hill
- CHANDLER, A.D., 1962. *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise*. Ed. MIT Press, Cambridge
- CONAMA / INGEPUC, 1999. Identificación de instrumentos y normativas de ordenamiento territorial ambiental y definición de situaciones críticas. Comisión Nacional de Medio Ambiente – Instituto de Geografía Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- CONAMA RM, 1999. Política ambiental para la Región Metropolitana. Disponible en <http://www.conama.cl/portal/1255/article-26194.html> visitada por última vez 05.01.2006
- CONAMA RM, 2004. Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago.
- CRANOR, C.F., 1999. Asymmetric Information, The Precautionary Principle, and Burdens of Proof, in *Protecting Public Health and the Environment, Implementing the Precautionary Principle*. Ed. Raffensberger, C. and Tickner, J., Island Press, 1999. En: Harremões, P. 2003. The role of uncertainty in application of integrated urban water. Disponible en <[http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02\\_paper\\_IMUG-keynote\\_lecture.doc](http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02_paper_IMUG-keynote_lecture.doc)>
- DAHER, 1997. La gestión como instrumento de descontaminación atmosférica de Santiago EURE v.23 N°70. Santiago de Chile.

DAHER, A., 2000. Regiones metropolitanas binacionales en el MERCOSUR. Revista EURE N°78. Santiago de Chile.

DAHL, R. 1999. La democracia: Una guía para los ciudadanos. Taurus. Buenos Aires

DE GREGORIO, J. 2005. Crecimiento económico en Chile: evidencia, fuentes y perspectiva. Estudios Públicos N° 98, 2005. Disponible en [http://www.cepchile.cl/dms/archivo\\_3536\\_1762/r98\\_degregorio\\_crecimi\\_economic.pdf](http://www.cepchile.cl/dms/archivo_3536_1762/r98_degregorio_crecimi_economic.pdf)

DUCCI, M.E. 2002. Área urbana de Santiago 1991-2000: expansión de la industria y la vivienda. EURE v.28 N°85 Santiago de Chile.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Terms of the Environment en <http://www.epa.gov/OCEPAterms/iterns.html> visitado por última vez el 06/04/2005

FUNTOWICZ, S., 1992. Gestión de residuos ecológicos y la noción de ciencia postnormal. Entrevista a..., Ecología política, núm. 4: 41-46.

FUNTOWICZ & RAVETZ 1995. Science for the Post-Normal Age. In Perspectives on the Ecological Integrity, Dordrecht: Kluwer Academia Publishers, 146-161.

GEPSEA. Definiciones de estrategia. Disponible en <http://personales.com/venezuela/merida/gepsea/definestratet.htm> visitado por última vez el 06/10/2005

GIANELLA PEREDO, F. 1997. De un plan director a la planificación estratégica. Apuntes de diplomado

GOBIERNO REGIONAL REGIÓN METROPOLITANA & UNIVERSIDAD DE CHILE, 1997. Proyecto OTAS. Primera etapa. Sistema de información georreferenciado para la región metropolitana Informe técnico

GOBIERNO REGIONAL REGIÓN METROPOLITANA & UNIVERSIDAD DE CHILE. 1999. Proyecto OTAS. Cartas de Riesgo Ecológico y Conveniencia de Protección de Aire - Clima. Santiago. Realizado por P. Ulriksen & Fernando Santibáñez

GOBIERNO REGIONAL REGIÓN METROPOLITANA & UNIVERSIDAD DE CHILE, 2002. Criterios de Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable para la Región Metropolitana de Santiago: Propuesta. Octubre de 2002

GOBIERNO REGIONAL REGIÓN METROPOLITANA & UNIVERSIDAD DE CHILE, 2003a. Proyecto OTAS. Marco Legal del Ordenamiento Territorial.

GOBIERNO REGIONAL REGIÓN METROPOLITANA & UNIVERSIDAD DE CHILE, 2003b. Proyecto OTAS. Diagnóstico del Territorio de la Región Metropolitana de Santiago.

GÓMEZ OREA, D., 1994. Ordenación del Territorio. Una Aproximación desde el Medio Físico, Edit. Agrícola Española, S.A., Madrid, 238 pp.

HARREMOËS, P., 2003a. Ethical Aspects of Scientific Incertitude in Environmental Analysis and Decision Making, *Journal of Cleaner Production*, accepted for publication. En: Harremöes, P. 2003. The role of uncertainty in application of integrated urban water. Disponible en [http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02\\_paper\\_IMUG-keynote\\_lecture.doc](http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02_paper_IMUG-keynote_lecture.doc)

HARREMOËS, P.: 2003b. The role of uncertainty in application of integrated urban water. Disponible en <[http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02\\_paper\\_IMUG-keynote\\_lecture.doc](http://www.wrcplc.co.uk/imug/imug2003/02_paper_IMUG-keynote_lecture.doc)>

HATTEN, K.I., 1987. "Strategic Management: Analisis and Action" USA

INE-SEMARNAP 1996. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Gaceta Ecológica, Nueva Época, No. 40, Otoño 1996, pp 84-120.

IPLA INGENIEROS CONSULTORES, 1984. Proyecto Maipo. Comisión Nacional de Riego, 1984.

KUHN, T. (1962) The Structure of Scientific Revolutions (1962) publ. University of Chicago Press.

LAZARFELD, P., 1973. Metodología de las Ciencias Sociales, Vol. I. Conceptos e Índices. Editorial Laia, Barcelona, España.

MIDEPLAN, GOBIERNO REGIONAL METROPOLITANO DE SANTIAGO & INTENDENCIA METROPOLITANA, 2000. Estrategia de Desarrollo Regional 2000 – 2006

MINISTERIO SECRETARIA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, 1994. Ley N° 19300. Ley de Bases del Medio Ambiente

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, 1997. D.S. N°30, modificado por el D.S. N°95 de 2001 MINSEGPRES. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA, 1998. Decreto Supremo N°16. Establece Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana.

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 2003. Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Ordenanza actualizada. Secretaría ministerial metropolitana de vivienda y urbanismo, unidad desarrollo urbano e infraestructura, área planificación

MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, 1994. Memoria explicativa Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Secretaría ministerial metropolitana de vivienda y urbanismo, unidad desarrollo urbano e infraestructura, área planificación

MINTZBERG, H. & VOYER, J. 1991. The Strategy Process: Concepts, Contexts, Cases. Englewood Cliffs, Prentice-Hall

MOPU 1983. Documentos sobre política territorial: Carta europea de Ordenación del Territorio. Madrid, 54 pp.

MORENO, AGUARON & ESCOBAR. 2001. Metodología científica en valoración y selección ambiental. Pesquisa Operacional. Vol. 21, No 1, p1-16, junio de 2001

MUJICA, A.D. Y MONTILLA, M.I. Números Índices  
<http://www.monografias.com/trabajos11/numind/numind.shtml#QUEES> visitado por última vez el 01/04/2005

OECD, 2002. Joint working party on trade and environment. Uncertainty and precaution: Implications for trade and environment. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS, 1978. Informes Estadísticos. Serie M. N°63. Indicadores Sociales: Directrices Preliminares y Series Ilustrativas. Naciones Unidas, Nueva York, 1978.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT, 1991: "Environmental Indicators", Organization for Economic Cooperation and Development, Paris, 1991, pages 8-10

OFFICE OF REGIONAL PLANNING AND URBAN TRANSPORTATION (ORPUT), 1996. Grönstrukturen i Stockholmsregionen. Rapport 2. Stockholms läns landsting. En: Mörtberg et al 2006. Landscape ecological assessment: A tool for integrating biodiversity issues in strategic environmental assessment and planning. Journal of Environmental Management. In Press -

O'RYAN, R. & LARRAGUIBEL, L., 2000. Contaminación del aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta? Revista *Perspectivas* (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile), vol. 4, N° 1, 2000 (pp. 153-191)

PETERS RH. 1991. A critique for ecology. Cambridge University Press, New York USA. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

PETERMAN RM, ANDERSON JL. 1999. Decision analysis: A method for taking uncertainties into account in risk-based decision making. Hum Ecol Risk Assess 5: 231-244. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

RAFFIA, H., (1982), "*The Art and Science of Negotiation*", Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 222

RAVETZ, J. 1999. What is Post-Normal Science. Futures 31 (1999) 647–653

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2001. <http://www.rae.es> visitado por última vez el 14.08.2005

ROMERO, H., TOLEDO, X., ORDENES F., VÁSQUEZ, A. 2001. Ecología Urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. Ambiente y Desarrollo, Diciembre 2001. VOL XVII – N° 4 pp. 45-51 (ISSN 0716 – 1476) Resultados preliminares Fondecyt 1000828

ROMERO, H., IHL, M., ORDENES, F., PEÑA, M. & RIVERA, A. 2000. Evaluación Ambiental Estratégica de los Planes de Desarrollo Urbano-Regional mediante métodos multicriterio y SIG: Una perspectiva climático-espacial, jerárquica y multivariada. *Proyecto Fondecyt 1970470*.

SADLER Y VEHEEM, 1996. Strategic Environmental Assessment- Status, Challenges and future Directions. Ministry of Housing. Spatial Planning and the environment of the Netherland, the Hague, The Netherland

SANDERSON, H & SOLOMON, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

STAHL, CH, CIMORELLI AJ, CHOW, AH. 2002. A new approach to environmental decision analysis: Multi-criteria integrated resource assessment (MIRA). Bull Sci Techn Soc 22:443-459. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

SARTORI, G. 2003. ¿Qué es la democracia?. Tauros. México D.F.

SERPLAC RMS, 2002. Estudio Índice de Competitividad de Provincias y Comunas Región Metropolitana 2002, elaborado por SERPLAC RMS.

SKIDMORE, A. 2002. Environmental Modelling With Gis and Remote Sensing.

STEINER, G., 1969 Top management planning. – New Cork: Manmillan

THE CENTRE FOR DEVELOPMENT AND POPULATION ACTIVITIES. 2000. Planificación Estratégica, un enfoque de indagación. Serie de manuales de capacitación de CEDPA, Volumen X.

UNDERWOOD AJ. 1995. Ecological research and (and research into) environmental management. Ecol App 5:232-247. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

UNIVERSIDAD DE CHILE, 1996. Diagnóstico de localización de industrias peligrosas e insalubres. Código BIP: 20093861-0. Unidad ejecutora: SEREMI VI. Consultor: Escuela de Geografía, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía, Universidad de Chile

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO & CADE CONSULTORES LTDA., 1999. Diagnóstico localización macroindustriales en la quinta región.

VON KLAUSEWITZ, K., \_\_\_\_\_. De la Guerra, Libro III, Capítulo I

WEINBERGER AM. 1985. Science and its limits: The regulators dilemma. Iss Sci Techn fall: 59-72. En: Sanderson, H & Solomon, K. 2003. Precautionary Limits to Environmental Science and Risk Management – Three Types of Errors. The Journal of Transdisciplinary Environmental Studies vol. 2, no. 1, 2003

## 7 ANEXO CONCEPTUAL

---

### 7.1 Planificación Ambiental Estratégica

El peso conceptual del Seminario está en la definición de **Planificación Ambiental Estratégica**, el que es una fusión de conceptos, los que aumentan el riesgo de tergiversación, ya que cada una de las palabras que componen el concepto puede entenderse de varias maneras, según el enfoque, escuela de pensamiento, disciplina, etc. Se realiza una revisión de cada uno de estos conceptos y finalmente se construye una explicación de cómo se utilizará el concepto en relación a los objetivos de la investigación.

#### 7.1.1 PLANIFICACIÓN

El primer componente del concepto es "Planificación", un inicio prudente es recoger la definición de la Real Academia Española©:

*Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc. (RAE, 2001)*

Gianella (1997) establece que planificar consiste en *prever y tomar decisiones en el presente para conducirnos a un futuro deseable y posible*. En el caso de una decisión de incumbencia público-regional, el deseo está establecido por lo contenido en las políticas públicas regionales. Por su parte The Centre for Development and Population Activities (2000) agrega que planificación es *el trabajo detallado, el examen minucioso de los pasos que una organización dará para alcanzar su idea del éxito*. De esta manera, aporta que la planificación debe contener una metodología detallada. Finalmente Bierce (2003) resalta la importancia del método, al decir que planificación significa *"Preocuparse por encontrar el mejor método para lograr un resultado accidental"*

#### 7.1.2 MEDIO AMBIENTE

En cuanto al segundo componente del concepto "Planificación Ambiental Estratégica", no está demás mencionar el uso indistinto que suele darse a "Ambiente" y "Medio Ambiente".

En Chile la definición oficial de medio ambiente es muy clara y sorprendente por su modernidad y ajuste con los conceptos de vanguardia. Esta definición está contenida en la Ley General de Bases del Medio Ambiente, N° 19.300 promulgada en marzo de 1994. El texto es el siguiente:

*El sistema global constituido por elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.<sup>18</sup>*

Es absolutamente claro que el concepto de medio ambiente incorpora bastante más que únicamente lo relacionado con los recursos naturales o simplemente lo "natural". De este modo dañar una carretera o un puente puede también ser un daño ambiental, toda vez que la definición de Daño Ambiental de la Ley 19300 es:

*Toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medio ambiente o a uno o más de sus componentes<sup>19</sup>.*

El objetivo para quien trabaje en pro del medio ambiente, sea como activista, evaluador de proyectos o planificador, será disminuir la contaminación, o más bien conservar un Medio Ambiente Libre de Contaminación, el que se define como:

*Aquel en el que los contaminantes se encuentran en concentraciones y periodos inferiores a aquellos susceptibles de constituir riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental.<sup>20</sup>*

### 7.1.3 ESTRATEGIA

Como en el caso de muchos términos científicos, la palabra estrategia (del francés *stratégie* y del italiano *strategia*) se deriva indirectamente de la palabra griega *strategos* (general del ejército), que no tiene la connotación de la palabra moderna. La palabra griega equivalente a la actual concepción de "estrategia" probablemente se deriva mejor de *Strategike episteme* (la visión del general) o de *strategon sophia* (la sabiduría del general). Otro término muy relacionado sería *strategemata* que se refiere al uso de la *strategema* (estratagema) o trampas de guerra (GEPSEA<sup>21</sup>).<sup>22</sup>

<sup>18</sup> Ley 19.300 art. 2 II)

<sup>19</sup> Ley 19.300, art. 2 e)

<sup>20</sup> Ley 19.300, art. 2, m)

<sup>21</sup> Página web, disponible en <http://personales.com/venezuela/merida/gepsea/definestratet.htm>.

<sup>22</sup> Esta historia del origen del concepto estrategia está contenido en el apunte "Algunas consideraciones en torno a la estrategia, la crisis y la guerra" del Almirante Jorge Martínez Busch

Para Von Clausewitz "... la estrategia es el uso del encuentro (combate) para alcanzar el objetivo de la guerra y la táctica es el uso de las fuerzas militares en el combate..."

Hatten (1987) precisa la importancia de la obtención de los objetivos: *Estrategia es el medio, la vía para la obtención de los objetivos de una organización.*

Mintzberg & Quinn (1991) establece que la estrategia se relaciona con la consecución de metas mayores: *Una estrategia es un patrón o plan que integra las metas mayores de una organización, las políticas y acciones secuenciales hacia un todo cohesionado.* Por su parte Chandler (1962) estableció hace más de cuatro décadas que estrategia tiene que ver con metas a largo plazo: *La estrategia es determinar los objetivos y las metas fundamentales a largo plazo, adoptar políticas correspondientes y asegurar los recursos necesarios para llegar a esas metas.*

No obstante lo anterior, es innegable que la palabra estrategia está ligada en su origen al mundo militar, en tiempos en que las metas de los gobernantes eran frecuentemente alcanzadas a través de guerras. Hoy existen otras vías para alcanzar el futuro deseado, es el caso del logro de las políticas de gobierno, en sus distintos niveles territoriales y funcionales.

#### 7.1.4 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

El concepto de Planificación Estratégica se ha utilizado ampliamente en los últimos años, principalmente en el campo de la economía y la política, pudiendo sin embargo, ser adoptado a cualquier área. La RAE lo define como *un ejercicio que consiste en aclarar lo que una organización trata de conseguir y cómo se propone conseguirlo* (RAE, 2001)

En tanto, The Centre for Development and Population Activities (2000) establece que es *un proceso mediante el cual una organización identifica y debate cuestiones institucionales clave, analiza su entorno, determina sus prioridades y traza un futuro de medio plazo (de ordinario dos a cinco años)*

Steiner (1991) insiste en la vinculación de la idea de la consecución de los objetivos y de la destinación de recursos, definiéndolo como *"el proceso de determinar cuales son los principales objetivos de una organización y los criterios que presidieran la adquisición, uso y disposición de recursos en cuanto a la consecución de los referidos objetivos"*.



En lo que concierne al trabajo que se desarrolla en estas páginas la idea asociada a Planificación en términos ambientales es "Planificación Territorial".

*Planificar el territorio* es en gruesos términos, determinar como vamos a distribuir el uso de los suelos de un espacio determinado, considerando las dimensiones naturales, sociales y económicas y los múltiples intereses sobre sus recursos. Por otro lado, el planificar el medio ambiente, implica determinar cómo vamos a distribuir el uso del medio ambiente, que recursos vamos a proteger y sobre cuales podemos ejercer presión, estos recursos están sobre o bajo suelos y por lo tanto es necesario, de igual modo, distribuir el uso de los suelos.

La *Planificación Territorial*, para que sea acorde al objetivo máximo del desarrollo sustentable, se nutre de los ámbitos que conforman y transforman el medio ambiente y debe ser evaluado técnicamente, para revisar si las decisiones fueron acertadas. La evaluación ambiental tiene su esencia en la comparación de alternativas. En Chile la evaluación ambiental ha sido sistematizada en la Ley 19.300, para nivel de proyectos, en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

El SEIA ha sido una herramienta muy efectiva para la protección de los recursos naturales, sin embargo no mantiene la esencia de la evaluación ambiental, ya que sólo analiza las consecuencias de un determinado proyecto, contrastándolos con el marco normativo establecido para hacerlo cumplir y exigir reparaciones, mitigaciones y/o compensaciones para con los recursos dañados. El problema radica en que la Evaluación Ambiental se inicia una vez tomada la decisión de *cómo* y *dónde* hacer el proyecto. De esta manera la autoridad no dispone de alternativas de localización o de tecnologías, sino más bien de una alternativa nula, la cual se aplica únicamente en casos aislados, en que los antecedentes entregados no se ajusten a la realidad, no se hayan cumplido ciertos requisitos o, por último, porque no hay intereses políticos creados, o bien los hay y son opuestos. La Evaluación Ambiental puede llegar a ser la estrategia para escoger las opciones de desarrollo, uso de suelos y actividades, es decir aquellas funciones propias de la Planificación Territorial

#### 7.1.5 EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) es según Sadler & Veheem (1996) *el proceso sistemático de estudiar y anticipar las consecuencias ambientales de las iniciativas propuestas en los altos niveles de decisión*

La EAE se aplica para Políticas, Planes y Programas y existiendo escasas metodologías de aplicación, una de ellas es la elaborada por el grupo TAU, denominada EAE analítica o ANSEA<sup>23</sup>.

La principal exigencia de la ANSEA es una demanda de racionalidad, chequear que la decisión se haya tomado a través de un método no-discrecional. Lo vital es que se disponga de la información ambiental relevante de base razonable, que se establezcan mecanismos de participación pública; y que existan criterios de sustentabilidad. Se aspira a que la decisión haya revisado e incorporado los valores ambientales fundamentales de la sociedad, establecidas en las políticas públicas y en la legislación vigente<sup>24</sup>.

Los instrumentos de Planificación territorial han sido definidos por CONAMA como objetos primordiales para la aplicación de EAE's. Aun cuando antes de ser implementados estos ingresan al SEIA que ha sido desarrollado para evaluar ambientalmente a nivel de proyectos, CONAMA insiste en la necesidad de utilizar la EAE en la etapa de diseño<sup>25</sup>

La contribución del presente trabajo apunta en esa línea, en la presentación de una espacialización de los factores que inciden en la localización de industrias a través de un modelo metodológico explícito replicable. De esta manera el trabajo no se ajusta estrictamente a una Evaluación Ambiental Estratégica ya que es parte de una etapa previa, de diseño.

#### 7.1.6 PLANIFICACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA

El Seminario de título utiliza este concepto ya que lleva a la consecución de sus 3 objetivos específicos, que tienen que ver con cada componente de este concepto:

La **planificación** está manifiesta en el objetivo de "Diseñar y aplicar una metodología que permita orientar decisiones futuras sobre localización de industrias en la RMS". Se consideran en este los componentes esenciales de la planificación: un proceso metodológico y la idea de "futuro".

Por otro lado, "lo ambiental" se contiene en el deseo de "Incorporar las variables ambientales que son más importantes en la Región Metropolitana para la planificación territorial de las actividades industriales", cabe insistir que los componentes ambientales son sociales, económicos y naturales. A este respecto cabe indicar que el concepto de desarrollo sustentable está presentado en las políticas públicas, por lo que todo lo referente a "lo ambiental" está incorporado.

<sup>23</sup> Al respecto, cuantiosa información del proyecto ANSEA puede encontrarse en <http://www.taugroup.com/ansea/>

<sup>24</sup> Consultora TAU-GROUP. Página Web <http://www.taugroup.com/ansea/>

<sup>25</sup> CONAMA. Sistema electrónico de Evaluación de Impacto Ambiental. Página web disponible en [http://www.e-seia.cl/informacion\\_seia/usuarios\\_externos/select\\_doc.php?id\\_doc=150](http://www.e-seia.cl/informacion_seia/usuarios_externos/select_doc.php?id_doc=150)

Finalmente, el carácter **estratégico** se explicita en "Asegurar que el resultado sea consistente con las políticas públicas regionales y sea logrado con la información existente". De esta manera el resultado debe ser logrado con las condiciones existentes y estar políticamente validado *a priori*.

## **7.2 Conceptos incluidos en la metodología**

La metodología diseñada requirió la definición de los siguientes conceptos: **Criterio ambiental, Variable (Factor) ambiental, Indicador ambiental, Índice Ambiental, Variable ambiental y Parámetro ambiental**. Estos dos últimos, si bien no son determinantes en el diseño metodológico, fueron definidos para facilitar el uso del lenguaje.

A continuación se presentan los antecedentes conceptuales y la definición operativa establecida para cada concepto clave utilizado. En todos los casos se comienza con la definición establecida por la Real Academia Española (RAE)

### **7.2.1 CRITERIO AMBIENTAL**

*Criterio: Del gr. κριτήριον, de κρίνειν, juzgar). 1. m. Norma para conocer la verdad. 2. m. Juicio o discernimiento (RAE, 2001).*

La consultora argentina Estructplan<sup>26</sup> define criterios ecológicos como: *lineamientos destinados a orientar las decisiones y actividades para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente*. Es posible destacar el uso de otro concepto: "lineamiento" y la adicionalidad de la orientación de las decisiones y actividades. La especialización hacia la ecología no coincide con la especialización hacia el medio ambiente, por lo cual prosigue la adaptación de la definición hacia criterio ambiental.

La Agencia para la Protección del Medio Ambiente (EPA<sup>27</sup> en inglés) de Estados Unidos de América tiene una definición concreta para criterio, la cual ya tiene incorporada la concepción ambiental, definiéndolo como: *factores descriptivos usados para definir límites de contaminación y tomar medidas a este respecto*.

<sup>26</sup> Glosario Ambiental, Consultora Estructplan. Disponible en <http://www.estrucplan.com.ar/Secciones/Glosario/busca/glosario.asp> visitado por última vez 28.12.2005

<sup>27</sup> Environmental Protection Agency.

El proyecto OTAS elaboró un documento titulado “*Criterios de Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable para la Región Metropolitana de Santiago*” (Gobierno Regional Región Metropolitana & Universidad de Chile, 2002). En este se establecen Lineamientos estratégicos, lineamientos específicos, criterios operativos. Las definiciones que hacen son las siguientes:

- **Lineamientos Estratégicos.** *Proposiciones que definen de manera sistemática la imagen objetivo del Marco Orientador, aun cuando no puedan ser alcanzadas plenamente en su aplicación.*
- **Lineamientos Específicos.** *Finalidades concretas que se espera alcanzar con la aplicación del Marco Orientador, para aproximar la situación actual descrita en el diagnóstico a la imagen objetivo definida en los Lineamientos Estratégicos.*
- **Criterios Operacionales.** *Conjunto integrado de acciones del Marco Orientador con cuya aplicación se deberán concretar los Lineamientos Específicos señalados. Constituyen pautas para la toma de decisiones en la asignación de funciones al territorio.*

Considerando los aportes y diferencias encontradas en los documentos revisados, la definición que se utilizará es:

**El criterio ambiental es el marco escogido y adecuado que orienta a una decisión particular que afecte al medio ambiente.** Consiste en una ponderación, cualificación y/o cuantificación de los factores ambientales asociados, puede expresarse en condicionalidad. También y/o paralelamente puede basarse en indicadores o índices ambientales que reflejen el estado de los factores ambientales. Sirve para tomar decisiones.

## 7.2.2 VARIABLE (FACTOR) AMBIENTAL

*Factor: (Del lat. factor, -ōris). 5. m. Elemento, concausa. 6. m. Mat. Cada una de las cantidades o expresiones que se multiplican para formar un producto. 7. m. Mat. submúltiplo. (RAE, 2001)*

Brack & Mendiola (2005) señalan que la forma en que el medio ambiente y los seres vivos se influyen o condicionan se ha llegado a denominar como factores o condicionantes ambientales o ecológicos.

El glosario de Estructplan<sup>28</sup> establece que factores ambientales son los diversos componentes del medio ambiente entre los cuales se desarrolla la vida en nuestro planeta.

---

<sup>28</sup> op. cit.

La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile desarrolló un estudio denominado "*Diagnóstico de localización de industrias peligrosas e insalubres*" (Universidad de Chile, 1997), en la VI Región. En éste se definen factores locacionales que orientan el emplazamiento de industrias peligrosas e insalubres, estos no incorporan el tema ambiental y se especializan en la conveniencia estructural y de conectividad, Sin embargo, podrían incorporarse factores ambientales como orientadores del emplazamiento de este tipo de industrias.

A su vez, *Variable: (Del lat. variabilis). 1. adj. Que varía o puede variar. 2. adj. Inestable, inconstante y mudable. 3. f. Mat. Magnitud que puede tener un valor cualquiera de los comprendidos en un conjunto.* (RAE, 2001)

Lazarfeld (1973), señala que una variable es *cualquier característica, cualidad o atributo de una persona, grupo o acontecimiento, que puede cambiar de valor.* Estrucplan define variable como: *cantidad que puede tomar valores en número infinito.* Usualmente se usa el término variable ambiental, bajo la idea de incorporar consideraciones ambientales en las decisiones y/o actividades.

El concepto de variable ambiental se relaciona con la idea de elemento del medio ambiente y mejor con la idea de factor ambiental que puede o no ser variable, o sea la incorporación de los factores ambientales en las decisiones.

La definición propuesta es: **Las variables o factores ambientales son los elementos o concausas que conjugados orientan el resultado de un producto final que pueda alterar al medio ambiente.** Las variables están intrínsecamente asociados a un producto. En el contexto ambiental este producto puede ser una decisión, un proceso o un evento.

### 7.2.3 INDICADOR AMBIENTAL

*Indicador, ra: 1. adj. Que indica o sirve para indicar. U. t. c. s.* (RAE, 2001)

Según el documento "*Indicadores Sociales: Directrices Preliminares y Series Ilustrativas*" de Naciones Unidas, los indicadores consisten en compendios, conjuntos o selecciones de datos básicos, como son las proporciones de una población con una característica determinada, las tasas de incidencia o de cambio, las mediciones de gravedad, el tiempo transcurrido, etcétera, las medias, las medianas y otras medidas de tendencia central, las distribuciones porcentuales, distribuciones de frecuencias y muchas otras. (ONU, 1978)

El influyente "*Manual de evaluación de impacto ambiental*" de Larry Canter establece que, los "indicadores" se refieren a medidas simples de factores o especies biológicas, bajo la hipótesis de que estas medidas son indicativas del sistema biofísico o socioeconómico (Canter, L., 1998).

La OECD<sup>29</sup> agrega que se ha sugerido que los indicadores ambientales pueden utilizarse como herramientas para el seguimiento del estado del medio en relación al desarrollo sostenible o amenazas ambientales (OCDE, 1991)

En el glosario de Estructplan<sup>30</sup> la definición para Indicadores Ambientales es: *Variable que señala la presencia o condición de un fenómeno que no puede medirse directamente.* Por ejemplo, para evaluar el estado de calidad del aire puede observarse la presencia de determinados líquenes o en relación con la calidad de vida puede utilizarse el índice de población servida por redes de agua potable o medios de transporte.

La definición de Indicador Ambiental que se usará será: **Aquello que sirve para señalar el estado temporal del medioambiente global o alguno(s) de sus elementos. Estos pueden estar expresados en términos numéricos o de presencia/ausencia.** Un indicador puede integrar a otros indicadores a través de una medición única que de cuenta de un elemento que contenga subelementos que puedan a su vez ser descritos por otros indicadores.

---

<sup>29</sup> Organization for Economic Cooperation and Development

<sup>30</sup> op. cit.

## 8 ANEXO: Cuantificación de los indicadores

---

El modelo metodológico que rige este trabajo se nutre de indicadores cuantificables y espacializables según se detalla a continuación.

### 8.1 Vías de acceso (VA)

Se considera como óptimo que el límite (o cerco) de las industrias esté al borde de grandes carreteras encontrándose funcionalmente y/o físicamente conectadas a las localidades donde habitan los trabajadores y a los centros de venta o intercambio. Sin embargo, es aceptable un cierto alejamiento de estas, ya sea por la existencia de vías interiores o por el bajo costo (en algunos casos) de realizar tales inversiones. Esto es esencial considerando las necesidades de acceso tanto para los trabajadores como para los vehículos que realizan el intercambio comercial.

Para ambos casos existen distancias ideales, distancias intermedias y otras inaceptables

- A las distancias entre 0 y 500 metros se les asigna el puntaje máximo (igual a 1) asumiendo que muy probablemente la industria estaría al borde de la ruta o bien muy cerca de ella.
- A las distancias intermedias se les asigna un valor intermedio (igual a 0.5) debido a que, a medida que aumenta la distancia a las rutas, se complica el intercambio comercial y el acceso de los trabajadores por la necesidad de vías ruter<sup>31</sup>.
- Las distancias inaceptables son aquellas que a se identifican como no aptas para la localización de industrias dada su limitante accesibilidad, en el caso del acceso comercial se asigna un valor de 1000 metros dado que es el costo de construir vías puede llegar a ser significativamente elevado. En cuanto a la mano de obra, también se determinan como inaceptables las distancias superiores a 1000 metros, dado el tiempo que implica recorrerlo peatonalmente. A estas distancias se asigna un puntaje igual a 0.

La tabla siguiente resume estos valores.

---

<sup>31</sup> Se evitó establecer un gradiente de uno a cero entre 500 y 1000 metros sólo por efectos de manejo de la información espacial, optándose por establecer áreas de influencia (o *buffer*) con un único valor.

**Tabla 8.1: Puntaje Vías de Acceso**

Distancia a Ruta	Puntaje
Buffer 1 (0-500 metros)	1
Buffer 2 (500-1000 metros)	0.5
Buffer 3 (mayor a 1000 metros)	0

*Fuente: Elaboración propia*

A más de 1000 metros el puntaje es igual a cero. En caso de haber intersección entre las *franjas o áreas de influencia* de distintas rutas, el indicador corresponderá al valor más alto

## 8.2 Valor del Suelo (VS)

A fin de excluir y/o desfavorecer el uso de suelos para fines industriales en aquellos que presentan alto potencial agrícola se evaluaron 2 indicadores: Clase de capacidad de uso de suelo y Espacios naturales de alto valor.

### 8.2.1 CLASE DE CAPACIDAD DE USO

El proyecto OTAS realizó en su primera etapa (GORE RM & UdeCh, 2003b) un estudio sobre el componente suelo, responsabilidad del Ingeniero Agrónomo Mario Peralta. Para este propósito se utilizó los datos del Estudio Agrológico Maipú (AGROLOG, 1981).

Debe considerarse que a nivel nacional y quizás mundial, suelos como los de I a III<sup>a</sup> de aptitud agrícola son muy escasos. Así por ejemplo, constituyen menos del 1,4% de todos los suelos de Chile (CONAMA RM, 1999).

Se asignan valores mínimos (0) para las clases de capacidad de uso del suelo I – IV<sup>32</sup>. Los valores asignados para los suelos Clase V, VI, VII y VIII responden a un incremento “lineal”, no obstante, por definición estas clases son de carácter discreto, es decir no admite interpolaciones. De esta manera la asignación de puntajes responde al siguiente cuadro:

<sup>32</sup> Usualmente son usadas como un cluster las clases de capacidad de uso I – IV (GORE RM & UdeChile, 2002)



**Tabla 8.2: Puntaje Valor del Suelo – Clase capacidad de uso**

Clase de capacidad de uso	Puntaje
I	0
II	0
III	0
IV	0
V	0.25
VI	0.50
VII	0.75
VIII	1

Fuente: Elaboración propia

Donde existan vacíos de información se asignará un puntaje igual a cero, coherente con el principio precautorio.

### 8.2.2 ESPACIOS NATURALES DE ALTO VALOR ECOLÓGICO (ENAVE)

Incluye los siguientes tipos de áreas: *Santuarios de la naturaleza, reservas nacionales, monumentos naturales, zonas de interés científico, áreas de conservación de fauna silvestre y los primeros 6 sitios prioritarios (definidos por CONAMA)*. Los sitios prioritarios de CONAMA coinciden con otro tipo de denominación de áreas, conteniéndolo dentro de sus límites, de esta manera se eliminan las áreas insertas en otras.

Para asignar los puntajes a las áreas interiores y contiguas de los Espacios Naturales de Alto Valor Ecológico (ENAVE) se establece una relación lineal inversamente proporcional a fin de que a mayor cercanía del límite de los ENAVE, menor sea el puntaje, llegando a cero en el borde del área de interés. A modo de simplificar la aplicación de puntaje, se establecen los siguientes *buffers*:

**Tabla 8.3: Puntaje Distancia a ENAVE**

Distancia a ENAVE	Puntaje= Prom. Rango / 500m
Dentro (0m)	0
Buffer 1 (250metros) -Promedio 0 – 250m-	0.25
Buffer 2 (500 metros) -Promedio (250 – 500m)-	0.75
Más de 500 metros (500m)	1

Fuente: Elaboración propia

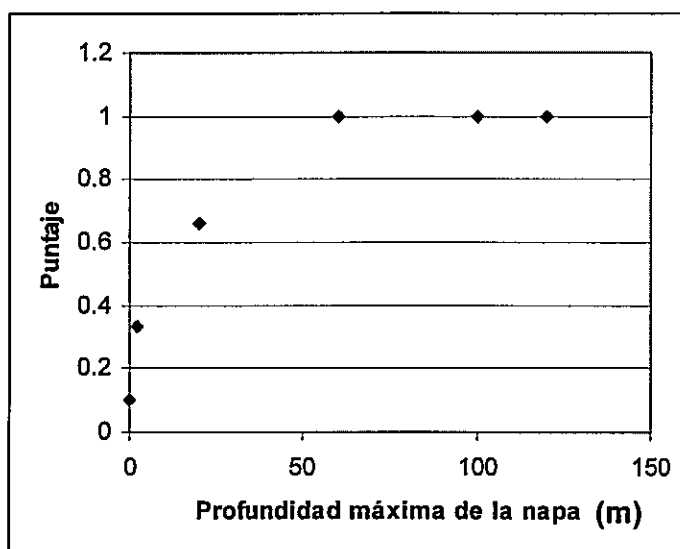
### 8.3 Prevención de la contaminación (PC)

#### 8.3.1 AGUAS SUBTERRÁNEAS

A fin de Prevenir la Contaminación de Aguas Subterráneas (PCAS) se intersectan los indicadores de profundidad de napa y permeabilidad del suelo, asignando valores cercanos o iguales a uno en los casos en que los suelos están protegidos naturalmente de la contaminación del suelo, y valores cercanos o iguales a cero en caso contrario.

Para el caso de la "Profundidad de la napa" se analiza la información contenida en el proyecto OTAS, primera etapa. La responsable del estudio fue Ana María Sancha basándose en el proyecto Maipú (IPLA CONSULTORES, 1984). Se asignó un puntaje logarítmico con el objeto de reforzar la sensibilidad de la napa cercana a la superficie y de reconocer su menor relevancia comparativa a menores profundidades, ajustándose al comportamiento de la siguiente figura.

Figura 8.1: Esquema de puntuación del indicador Profundidad de la napa



Fuente: Elaboración propia

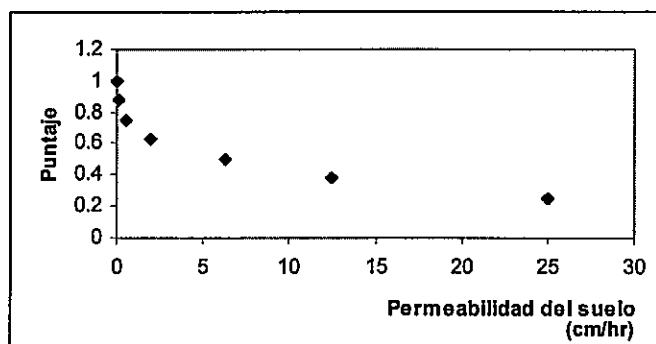
**Tabla 8.4: Puntaje Profundidad de la napa**

Profundidad de la napa	Prof. (metros)	Puntaje
Muy profunda	Mayor a 60m	1
Medianamente profundo	20 – 60m	0.66
Poco profundo	2 – 20m	0.33
Muy superficial	0 – 2m	0.1
Sin información	No conocida	0.1

*Fuente: Elaboración propia a partir de OTAS*

En circunstancias de que no haya información se aplica el principio precautorio, equiparándolo con el peor escenario, es decir, que la napa se encuentre “muy superficial”. Del mismo modo se analizó la información contenida en OTAS para el indicador “Permeabilidad del suelo”. Este trabajo fue desarrollado por el equipo del Ing. Agrónomo Mario Peralta P. quien se basó en el proyecto Maipú (AGROLOG, 1981). El puntaje asignado se ajusta a un comportamiento de tipo exponencial inversa para remarcar la sensibilidad de altas velocidades de permeabilidad del suelo, como muestra el gráfico:

**Figura 8.2: Grafico esquemático de la puntuación del indicador Permeabilidad del suelo**



*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 8.5: Puntaje Permeabilidad del suelo**

Permeabilidad del suelo	Velocidad (cm/hr)	Puntaje = (max. rango) - 0.125
Nula	No hay percolación	1
Muy lenta	Menor a 0.125	0.875
Lenta	0.125 a 0.5	0.75
Moderadamente lenta	0.5 a 2	0.625
Moderada	2 a 6.25	0.5
Moderadamente rápida	6.25 a 12.5	0.375
Rápida	12.5 a 25	0.25
Muy rápida	Mayor a 25	0

Fuente: Elaboración propia a partir de OTAS

Además se considera una exclusión de las áreas restringidas a nuevas explotaciones de agua subterránea<sup>33</sup>, según la DGA, asignando un valor igual a cero, al igual que donde existan vacíos de información, en concordancia con el principio precautorio.

### 8.3.2 ATMÓSFERA

La **Prevención de la Contaminación Atmosférica (PCA)** se evalúa a partir de la carga de PM10 y Ozono troposférico. La información utilizada corresponde a dos anillos en que los investigadores Fernando Santibáñez y Pablo Ulriksen (GORE-RM. 1999) han determinado que se supera la norma diaria de PM10 y Ozono troposférico.

Al área contenida por al menos uno de los anillos se le ha asignado un valor igual a cero. Fuera del anillo se ha establecido una zona de amortiguación de 5 kilómetros a partir del anillo más externo (O<sub>3</sub>) al que se le ha asignado un puntaje de 0.5, fuera de esta zona se asigna un valor máximo igual a uno.

**Tabla 8.6: Puntaje excedencia norma diaria O<sub>3</sub> y PM10**

Distancia a anillo de excedencia de Ozono	Puntaje
Dentro	0
5000m	0.5
Más de 5000m	1

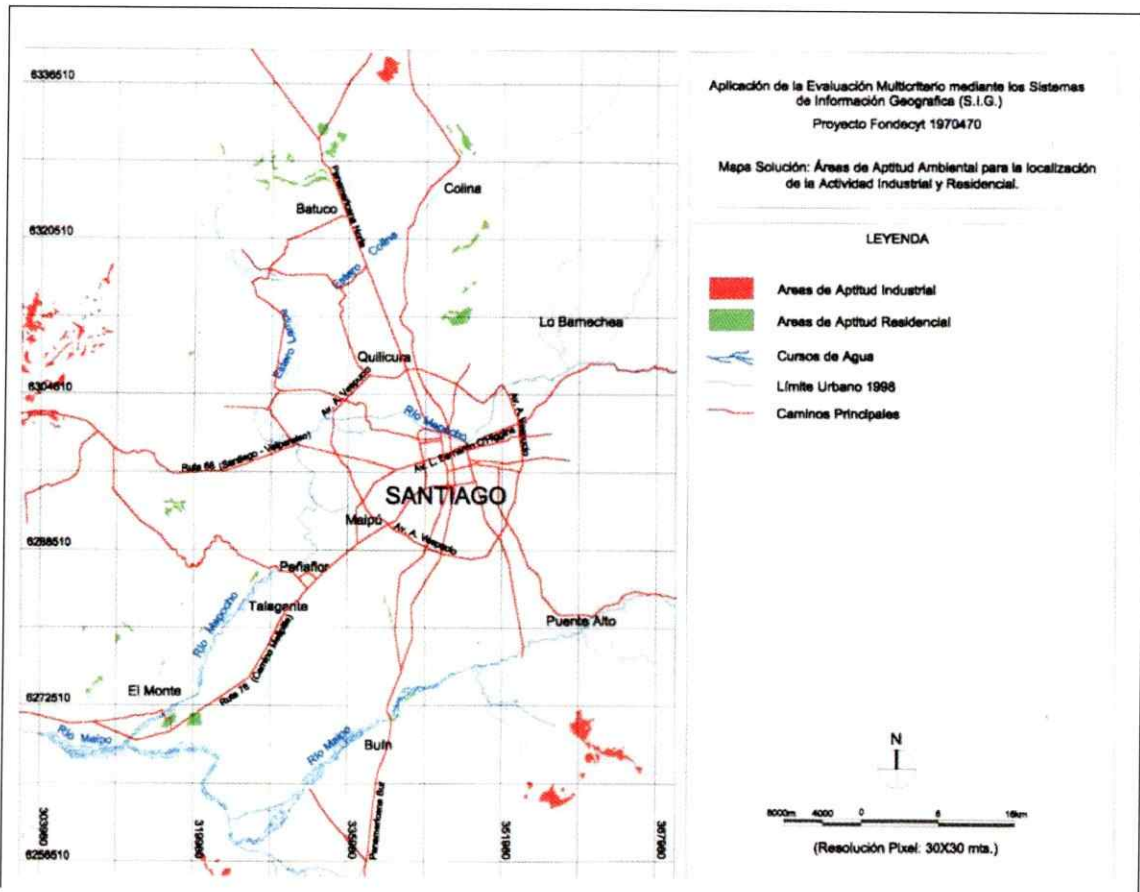
<sup>33</sup> Por decreto 889 y 890 del 04.11.1999, DGA - MOP

A modo de resumen se presenta la Tabla siguiente resumiendo los indicadores utilizados y sus fuentes de información.

**Tabla 8.7: Resumen de Indicadores y fuentes de información**

Factor	Abr	Indicador	Fuente del indicador	Autor
Vías de Acceso	VA	Distancia a ruta	Elaboración propia a partir de cartografía entregada por SEREMI Transportes y Telecomunicaciones	
Valor del Suelo	VS	Clase de capacidad de uso	AGROLOG CHILE LTDA, 1981. Estudio de suelos del proyecto Maipo. Comisión Nacional de Riego, Secretaría Ejecutiva. 4 tomos de libros (802 p.), y 120 mapas temáticos.	Ingeniero Agrónomo Mario Peralta
		Distancia a Espacios naturales de alto valor ecológico	CONAMA RM ( <i>información entregada por Oscar Rojas, Área de Ordenamiento Territorial y Recursos Naturales</i> )	
Prevención de la Contaminación	PC	Profundidad de la napa	IPLA INGENIEROS CONSULTORES, 1984. Proyecto Maipo. Comisión Nacional de Riego, 1984.	Ana María Sancha
		Permeabilidad del Suelo	AGROLOG CHILE LTDA, 1981. Estudio de suelos del proyecto Maipo. Comisión Nacional de Riego, Secretaría Ejecutiva. 4 tomos de libros (802 p.), y 120 mapas temáticos.	Ingeniero Agrónomo Mario Peralta
		Anillo excedencia norma diaria de ozono troposférico y PM10	GORE-RM & U. de Chile. 1999. Proyecto OTAS. Cartas de Riesgo Ecológico y Conveniencia de Protección de Aire - Clima.	Pablo Ulriksen y Fernando Santibañez

Anexo: Áreas de Aptitud Ambiental para la localización de la actividad industrial según H. Romero y F. Órdenes (2000)



Fuente: Romero et al (2000)