

**Impactos de la Actividad Minera sobre el Medio Ambiente, Comuna  
de Alhué, Región Metropolitana de Santiago de Chile.**

**Pablo Antonio Loyola Vásquez**  
**Pablo.loyola.v@gmail.com**  
**Instituto de Geografía**  
**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

**Claudio Gómez Cubillos**  
**Fama\_mc@hotmail.com**  
**Instituto de Geografía**  
**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

**Cesar Rojas Zamorano**  
**Sabbath768@hotmail.com**  
**Instituto de Geografía**  
**Pontificia Universidad Católica de Valparaíso**

**RESUMEN**

La actividad minera fue y sigue siendo el principal agente de progreso para nuestro país. Así, la minería aurífera y cuprífera ha pasado a formar parte del paisaje habitual de la comunidad de Alhué, generando desarrollo de infraestructuras viales, educacionales y de salud, pero también ha impactado negativamente sobre el medio natural y cultural a través de la intervención, contaminación y amenaza de sus recursos naturales (como el agua y suelo), biodiversidad y costumbres rurales.

Considerando lo anterior, esta investigación a intentado de dar cuenta (o pretende ser un acercamiento) de la convivencia diaria entre la actividad minera y las comunidades pertenecientes a las diversas localidades de la Comuna de Alhué (Talamí, El Asiento, Villa Alhué). Los impactos positivos y negativos, beneficios y problemáticas generadas por los diferentes procesos mineros. Ha sido reflejo de la realidad local a nivel social y ambiental.

En esta investigación se da a conocer un incongruencia territorial muy particular, la de una comuna perteneciente a la Región Metropolitana (la más extensa de toda la región), físicamente muy cercana a la Capital Nacional, Santiago, pero que no ha logrado avanzar hacia el progreso económico y social, constituyéndose en la segunda comuna más rezagada de toda la Región.

El correspondiente análisis se efectuó mediante el uso de metodologías territorialmente adecuadas a la investigación, las que consideraron toma de muestras en terreno, encuestas y reuniones con habitantes y autoridades de

las distintas localidades de Alhué, entre otras. Todo esto con el objetivo de realizar, un análisis más exhaustivo de la realidad local y obtener resultados que concuerden y/o ratifiquen los impactos positivos y negativos de la actividad minera sobre el entorno natural y cultural de la comuna de Alhué, Región Metropolitana.

**Palabras Claves:** Biodiversidad, Sustentabilidad, Fragilidad Ambiental, Ruralidad, Minería

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La macro región central de Chile comprende el territorio de mayor dinamismo a nivel nacional, concentrándose en ella los mayores porcentajes de población, los mayores flujos comerciales, inversiones, información y de personas; un territorio que comprende grandes obras de infraestructura vial y que en el último tiempo ha experimentado gran crecimiento inmobiliario, de residencias primarias y secundarias, lo que a dado paso a un rápido proceso de Metropolitización. Todas estas expresiones de dinamismo subyacen en la nueva escala de desarrollo que hoy plantea la globalización, la cual materializa territorios sometidos a fuertes presiones de valorización de los espacios naturales para el desarrollo del turismo, cambios de usos de suelo, presiones en la utilización de los recursos naturales como el agua, suelo y vegetación, generando diversos impactos ambientales y conflictos sociales, además de afectar de forma diferenciada los territorios debiendo adoptar estas nuevas lógicas de desarrollo para no convertirse en regiones perdedoras.

La globalización plantea la apertura de los mercados, la importación y exportación de bienes y servicios, de flujos de personas, de flujos de energía tangible e intangible, que visto desde un punto de vista sistémico bien puede beneficiar a los territorios o bien puede sumergirlos en espacios rezagados o invisibles. Dicho de otro modo la globalización trae consigo oportunidades y amenazas para las sociedades locales (Velut, 2005), diferenciando y fragmentando los territorios. Ello nos ayuda a pensar en los espacios fuertemente activados, visibles, luminosos “regiones ganadoras”, y por otro lado los espacios invisibilizados por el accionar de las estrategias de desarrollo territorial “regiones rezagadas o regiones perdedoras”. La fragmentación de los territorios necesariamente obliga a desarrollar particularidades motivadas por oportunidades, materializadas en el aprovechamiento de las ventajas comparativas que ofrecen sus territorios; ello genera fuertes presiones sobre el medio ambiente y a su vez limita la capacidad de respuesta de este ante las presiones.

Las áreas rurales son muy proclives a sufrir impactos ambientales de distinta naturaleza, debido a que no existe un instrumento de planificación territorial que regule los usos de suelo rural, así como existe un Plan Regulador para los usos de suelo en áreas urbanas. Sin embargo, existen algunos informes estipulados en distintas bases reglamentarias, como por ejemplo, en la Ley 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente, que autoriza los Permisos Ambientales Sectoriales; esto es, la subdivisión de predios agrícolas, cambios de uso de suelo agrícola a urbano o industrial bajo ciertos requisitos o

cumplimientos. Respecto a lo anterior, muchas veces las formas de proceder de las autoridades que tienen competencia para otorgar tales permisos y no solo en esta materia, si no también en muchos ámbitos de la institucionalidad, suelen ser erradas debido a una insuficiente capacitación técnica del personal para entender la envergadura de las problemáticas; además de leyes que contemplan vacíos legales, dado que gran parte de estas han sido elaboradas en décadas anteriores.

Los territorios rurales por lo tanto quedan expuestos a fuertes presiones sobre el medio ambiente, debido a conglomerados de intereses privados que desean maximizar sus ganancias, a débiles políticas ambientales que regularizan los usos del suelo rural, así como también por los bajos niveles de fiscalización y monitoreo de las actividades económicas respecto de los niveles de fragilidad del medio ambiente; y esto estaría representado en los actuales niveles de contaminación.

La presión que ejerce el gran dinamismo macro regional sobre el medio ambiente de la comuna es latente, y sus efectos como se dijo anteriormente están representados por los actuales niveles de contaminación. La actividad minera en el país es un elemento clave para dilucidar a grandes rasgos las exigencias del proceso económico producto de la globalización.

Se han obtenido avances significativos de gestión ambiental en materia minera de la comuna, la inversión realizada para el tratado de relaves o de las emisiones de gases a la atmósfera, para la estabilización de los polvos de relaves y el tratado de residuos sólidos industriales han sido elevados; sin embargo, aun persisten altos niveles de contaminación y degradación. Ello nos ayuda a pensar y recordar que toda la comuna se encuentra dentro de lo que es el Sitio de Conservación Altos de Cantillana, siendo posible encontrar y apreciar en ella gran biodiversidad, ecosistemas irremplazable y muy difícil de reconstruir ante eventuales degradaciones o impactos ambientales; por lo tanto, su cuidado y gestión ambiental debe ser de suma prioridad y rigurosidad. Ello implica que la política ambiental debe ser aun más rigurosa, de forma de lograr gradualmente valores de exigencia mayores a los requeridos actualmente por la normativa, así como también la fiscalización y monitoreo de la actividad minera para las áreas cercanas a Sitios de Conservación de la Biodiversidad.

La comuna de Alhué hoy en día presenta diversos impactos ambientales, por una parte debido a la distribución de la actividad minera y su morfología. En ella se emplaza la Mina Florida S.A., perteneciente al grupo minero las Cenizas de la cual se extrae oro y plata mediante el proceso de Lixiviación de Concentrados, y zinc mediante el proceso de Flotación. Los productos obtenidos del proceso industrial son Metal Dore. De estos procesos se obtienen los relaves, desechos altamente contaminantes, siendo estos la principal fuente de impacto sobre el suelo, donde los minerales contenidos en las aguas utilizadas en los procesos de flotación y lixiviación se van depositando en el fondo del tranque. Ello posibilita la formación de una capa de polvo altamente contaminante que es levantado y trasladado por acción del viento. Las condiciones morfológicas de la comuna, las temperaturas, la humedad y un

clima mucho más seco que el resto de la región metropolitana, posibilita el levantamiento y traslado del polvo, lo cual ha ocasionado dos formas de contaminación de las aguas; por una parte los polvos estarían afectando las nieves cercanas y por esta vías las aguas de deshielo que van a dar a los esteros, así como también las aguas producto de los polvos que caen directamente a los esteros. Si ante el levantamiento del polvo del relave se contamina el suelo, se asume inmediatamente la contaminación de la vegetación, ya que esta depende intrínsecamente de los nutrientes contenidos en el suelo diluidos por el agua.

Así también, la salud de la población se ha visto afectada al momento de utilizar el recurso hídrico para su consumo diario o como forma de recreación, según afirmaciones de actores sociales de la comuna.

Por otra parte los relaves provenientes del proceso de concentración de minerales de cobre y molibdeno de la importante mina El Teniente en la VI región son enviados desde el año 1987 al Tranque Caren en la comuna de Alhué distantes 84 Km. del mineral. Los problemas ambientales por lo tanto son potenciales, tanto en el traslado de este desde la mina hasta el tranque, como en las cercanías del embalse mismo, ante eventuales accidentes. Los pronósticos antes problematizados se aplican de la misma forma para el relave contenido en este embalse de gran magnitud, con respecto al de la mina la Florida. Cabe mencionar que en el 2006 hubo un gran derrame de relaves hacia el estero Caren, afectando unos 17 kilómetros de cauce, lo que originó un impacto importante en el ecosistema del entorno por el efecto físico del material particulado depositado sobre suelos y sedimentos. Esta situación ha generado diversos conflictos sociales, institucionales y privados, ya que por una parte los representantes del sector minero dicen haber saneado las áreas afectadas, y por otro lado los dueños de propietarios que vieron dañadas sus propiedades y por tanto sus actividades productivas, reclamando por ello indemnizaciones que no han sido cumplidas.

### **Localización Absoluta**

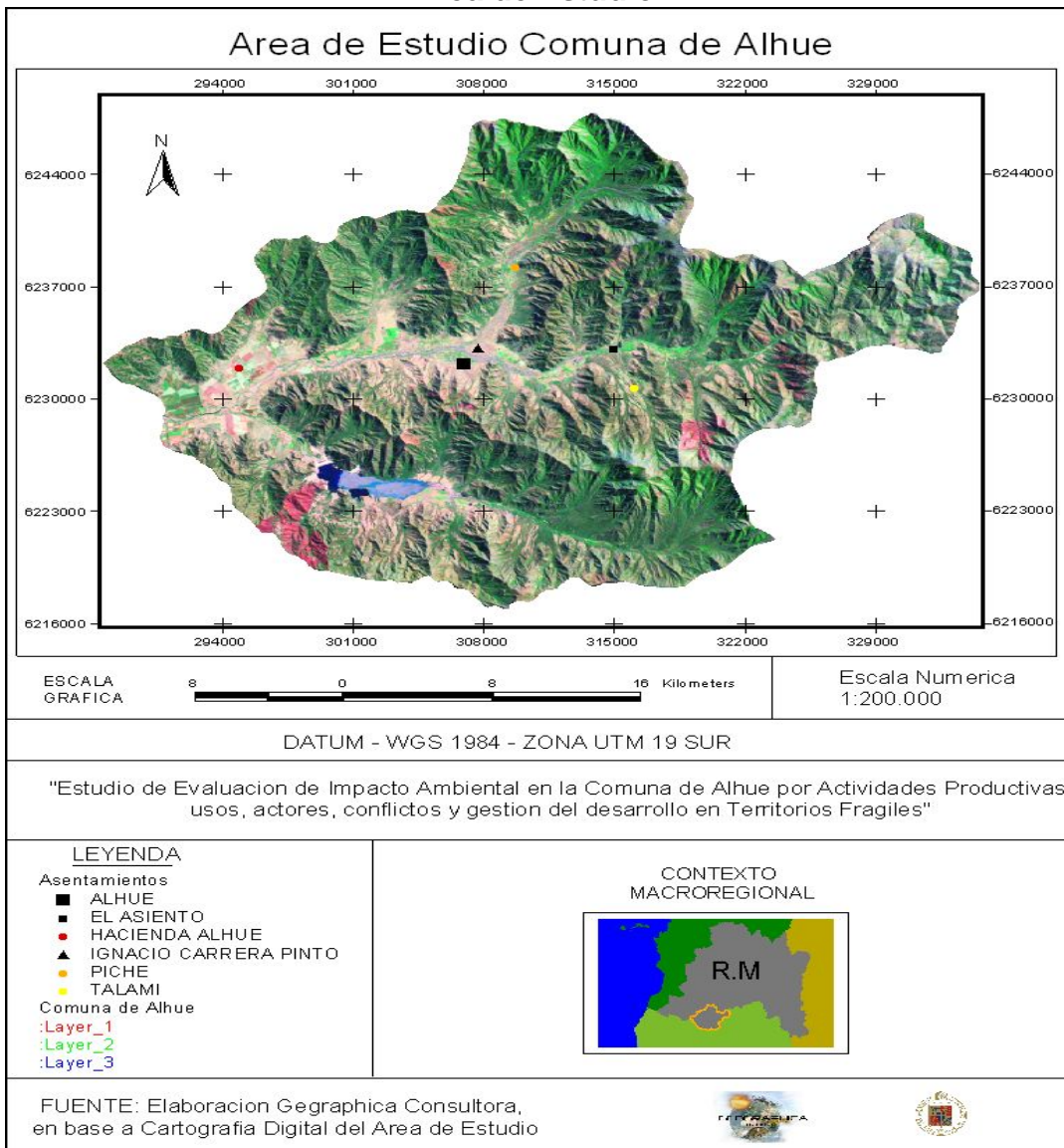
Nuestra área de estudio corresponde a la Comuna de Alhue, perteneciente a la provincia de Melipilla en la Región Metropolitana de Santiago de Chile. Sus coordenadas geográficas fluctúan entre los 34° 58' – 41° 02' latitud sur y entre los 71° 14'

### **Localización Relativa**

Nuestra área de estudio se emplaza al sur poniente de la región metropolitana de Santiago en la cordillera de la costa, aproximadamente a 30 minutos de Santiago, muy cerca de la Laguna de Aculeo. Limita al oriente con la comuna de san Pedro en la RM, al norte con la comuna de Melipilla en la RM, al nororiente con la comuna de Paine en la RM, al oriente y al sur con la VI región, También es necesario especificar que el área de trabajo se encuentra inserta dentro de lo que podría ser la primera Reserva Ecológica natural privada del país, una alianza publico-privada para incentivar la protección de la biodiversidad.

La totalidad de la comuna de Alhue se encuentra inserta dentro del sitio de conservación para la biodiversidad a nivel mundial “altos de Cantillana”, cuyos limites han sido definidos y establecidos por el proyecto GEF – Cantillana, correspondiendo estos a limites naturales como divisorias de altas cumbre, esteros, ríos, infraestructura, limites comunales, etc. De esta forma nuestra área de estudio mantiene los límites comunales dado que, con anterioridad se ha elaborado un proceso de regionalización el cual respondió a las distintas características y variables que la hicieron conformarse como tal. La superficie de nuestra área de estudio “comuna de Alhue”, es de aproximadamente 846 kms<sup>2</sup>, siendo esta la quinta comuna mas grande de la región Metropolitana después de San José de Maipú, Melipilla, Lo Barnechea y Colina en orden de supremacía de superficies.

### Área de Estudio.



**Fuente: Elaboración Propia.**

## OBEJTIVO GENERAL Y ESPECIFICOS

## General:

- Identificar y caracterizar los principales impactos ambientales que ha generado la actividad minera en la comuna de Alhué, Región Metropolitana.

## HIPOTESIS DE INVESTIGACION

- “Actualmente, en la comuna de Alhue se han generado diversos impactos sobre el medio ambiente provocados por la actividad minera; ello debido a una insuficiente política ambiental, lo que conlleva a bajos niveles de fiscalización y monitoreo de esta actividad respecto de los niveles de fragilidad del medio ambiente natural y social”.

## Materiales y Métodos

Para el cálculo del NDVI y el análisis se ha utilizado la imagen satelital correspondiente al año 2000 la cual contiene 3 bandas, en donde la banda 3 corresponde al Infrarrojo Cercano de alta reflectividad para la vegetación, y la banda 2 al Rojo Visible de baja reflectividad para la vegetación.

El cálculo del NDVI se aplica automáticamente en el software Arc View 3.2 mediante la formula siguiente:

$$NDVI = \frac{(IRCercano - ROJO)}{(IRCercano + ROJO)}$$

en donde las bandas del ROJO y IRCercano están definidas por las medidas de reflexión espectral adquiridas en las regiones del rojo y del infrarrojo cercano respectivamente; por lo tanto, estas medidas toman valores entre -1 y 1 según la productividad; esto es, los valores negativos indican ausencia de actividad fotosintética representándose con valores oscuros (nula captura de energía luminosa); en tanto que los valores positivos indican presencia de actividad fotosintética con valores claros o blancos (total utilización de la energía luminosa disponible).

Imágenes obtenidas de Google Heart, para determinar las variables contenidas en cada clase.

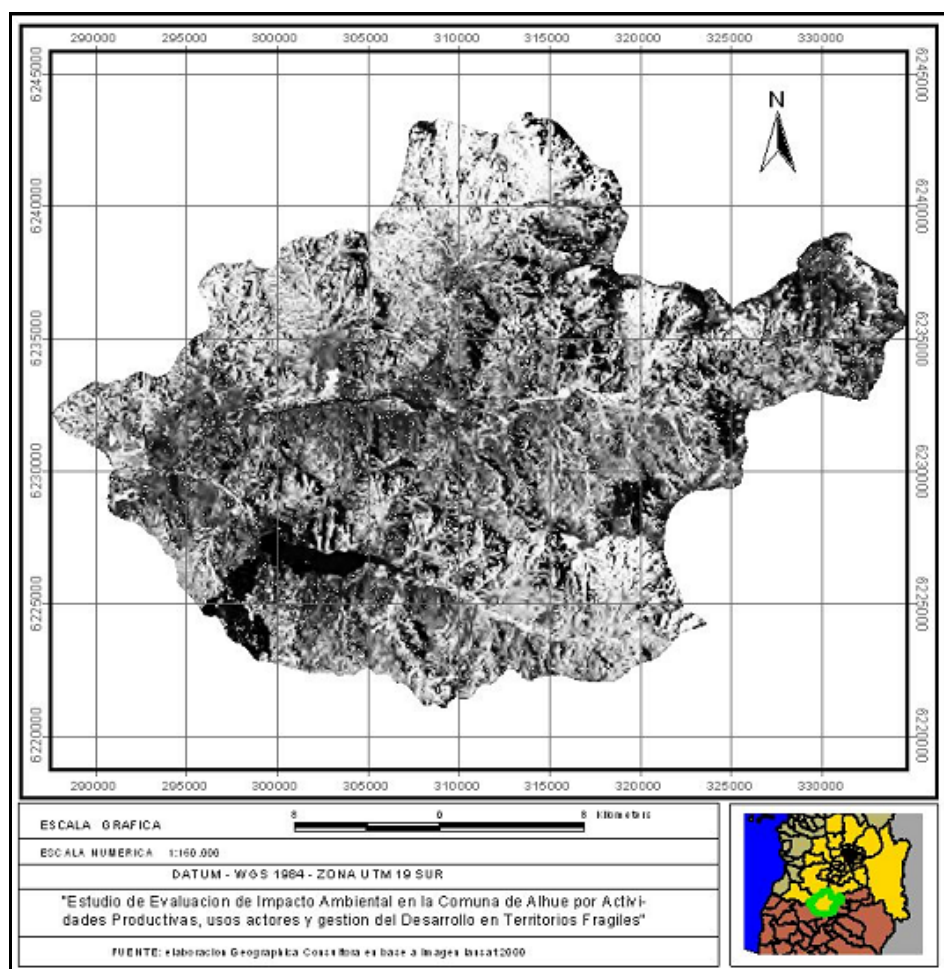
Algunos constituyentes atmosféricos influyen en la composición del NDVI, como los aerosoles o el vapor de agua proveniente de una atmósfera turbia y húmeda lo cual conduce a la obtención de valores bajos y por tanto a errores. Sin embargo la imagen Lansat de la cual se dispone no presenta dichas anomalías, por lo tanto han de omitirse dichos factores de errores potenciales.

NDVI esta directamente relacionado con la capacidad fotosintética y por lo tanto con la absorción de energía por la cobertura arbórea, y que en estricto rigor ante cualquier daño ambiental el NDVI debiera ratificarlo con la investigación correspondiente.

## Resultados y Discusión

Como resultado de estos procesos se ha obtenido una imagen del área de estudio en escala de grises, la cual contiene precisamente valores del NDVI, entre -1 y 1 siendo el valor cero el umbral que define la existencia de vegetación, en tanto que valores positivos define la presencia de vegetación y valores negativos ausencia de vegetación.

**Imagen 5: Escala de Grises NDVI**



**Fuente: elaboración Geografica Consultora en base a imagen Landsat 2000**

Posteriormente se ha procedido a categorizar los valores resultantes del NDVI en 213 clases el máximo que el software pudo reconocer, para luego clasificar la información en 5 clases después de su análisis, el cual ha consistido por una parte en la comprobación de la información vista en terreno y del análisis comparativo de imágenes Landsat . Estas clases son:

**Clase 1:** cuerpos de agua, ríos y esteros.

**Clase 2:** praderas, pastizales y vegetación arbustiva dispersa.

**Clase 3:** áreas desprovistas de vegetación, caminos y áreas urbanas.

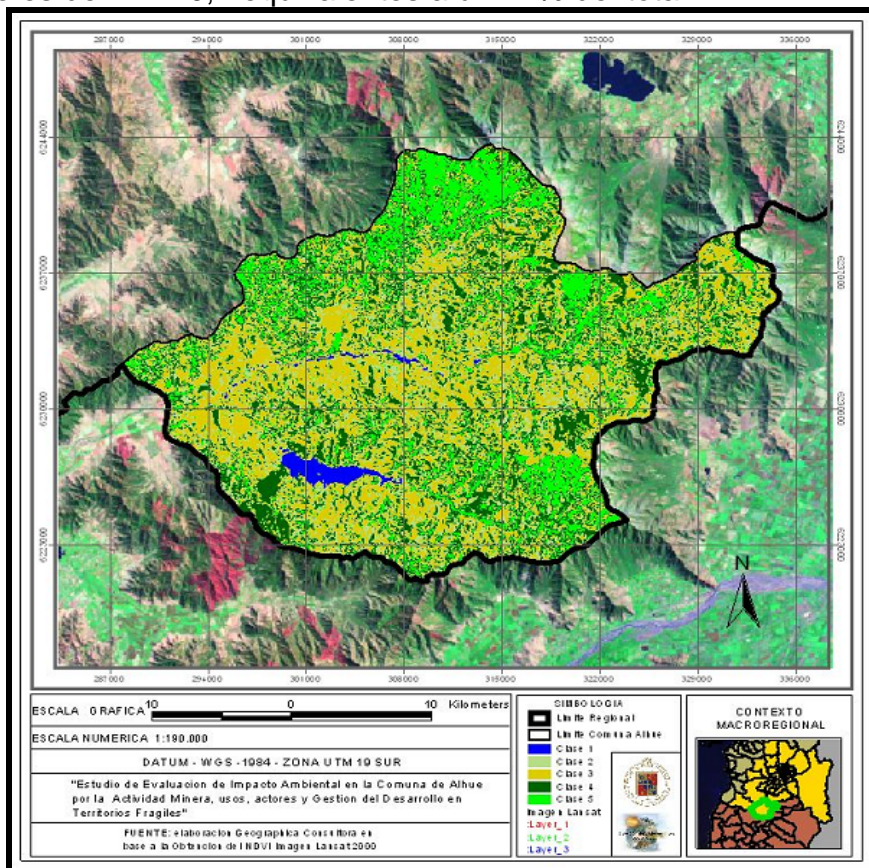
**Clase 4:** bosques y matorrales no dispersos.

**Clase 5:** Bosques, matorrales y cultivos en excelente estado de conservación.

Ahora bien, sabemos entonces que la función del NDVI es determinar las áreas que se encuentran en buen estado de conservación, dicho de otro modo la vegetación de mayor vigorosidad; por lo tanto, es esta variable la que ha de destacarse ante todo en el análisis, resultados y discusión de la información; pero las otras topologías de clases como por ejemplo las áreas desprovistas de vegetación son importantes de analizar, pues de ellas se pueden obtener superficies y espacialización, y con ello hacer abstracción de la información ante la problemática central del estudio.

Del proceso de los datos y la aplicación de los métodos y técnicas de análisis se ha llegado a los siguientes resultados:

La clase 1 cubre una superficie de 1.081,8 has equivalente a un 1% de un total de 84.600,7 has que conforma la comuna de Alhué. La componen los cuerpos de agua, ríos y esteros, espectros que ocupan una gama de los colores oscuros dentro de la banda del rojo visible y de poca reflectancia para la banda del infrarrojo cercano. Por otra parte la clase 2 cubre una superficie de 19.054,2 has, equivalente a un 23% del total, la reflectancia de los cuerpos que componen esta clase es mucho menor que la de las áreas de mayor vigorosidad y representa a las praderas, pastizales y vegetación arbustiva dispersa. La clase 3 la componen las áreas desprovistas de vegetación, caminos y áreas urbanas, su superficie es de 26.725 has equivalente a un 31% del total. La clase 4 cubre 23.529,6 has equivalente a un 28% del total; esta se componen de Bosques y matorrales no dispersos, pero que no están en excelente estado de conservación. Mientras que la clase 5 la componen los bosques, matorrales y cultivos en excelente estado de conservación. Su superficie es de 14.210,1 equivalentes a un 17% del total.



**Fuente: elaboración Geographica Consultora en base a la obtención del NDVI con Imagen Lansat 2000**

De estos datos se ha podido concluir que la mayor cantidad de superficies de vegetación en buen estado de conservación se encuentran en las áreas alejas de la actividad minera, principalmente en el sector cordillerano de la localidad de Piche, al nor.-oriente de la comuna. De igual forma en el sector sur de la comuna, específicamente al interior de la Reserva Nacional Cobres de Loncha, encontramos grandes extensiones de vegetación de alta vigorosidad, lo cual es un ejemplo de conservación de la biodiversidad, supeditado por la lejanía desde las áreas de uso minero. En cambio las áreas circundantes a la actividad minera presentan preponderante suelos con escasa vegetación y áreas de matorrales en menor estado de conservación, lo cual ratificaría, en términos de degradación de la vegetación los impactos ambientales provocados por la actividad minera.

### **CONCLUSIONES.**

La actividad minera ha generado (y seguramente lo seguirá haciendo) impactos positivos y negativos de diversa índole en la comuna de Alhué. Lo importante es que estos impactos favorezcan el desarrollo individual y comunitario, que se consideren las particulares características rurales de Alhué y sus localidades.

Es así que, la sustentabilidad social se materializará siempre y cuando se realicen las acciones necesarias para incorporar a la comunidad en las decisiones que afectan el territorio, en la medida en que se respeten e integren las distintas identidades culturales, las costumbres, y se otorguen alternativas de desarrollo económico compatibles con la protección de la naturaleza.

Lo anterior se basa en un constante esfuerzo educativo y de capacitación hacia la comunidad y la adecuada legitimación de sus aspiraciones y conocimientos sobre el territorio.

Al conocer in situ el área de estudio y reunirnos con los habitantes y autoridades de las localidades de El Asiento, Talamí y Villa Alhué, podemos concluir que:

- Las problemáticas ambientales y de salud provocadas por una actividad de índole privada como lo es la minera, han pasado a formar parte de las problemáticas públicas, ya que afectan directamente el diario vivir de los habitantes locales.
- La participación ciudadana se torna indispensable en la toma de decisiones relacionadas al desarrollo territorial de la comuna de Alhué. Es por esto que, la gobernanza requiere de la implementación de condiciones previas que aseguren la cooperación público – privada (voluntariedad) y de organismos que velen por el cumplimiento de aquellos acuerdos.
- La biodiversidad se ha visto afectada por los diversos proyectos relacionados con la actividad minera. El ordenamiento territorial en forma

sustentable necesita de regulaciones que consideren la variable ambiental y de protección hacia los recursos naturales. Se coincide en que la conservación de la biodiversidad requiere de regulaciones flexibles y programas de fomento dirigidos a financiar los costos del esfuerzo de protección.

- La falta de recursos fiscales ha mermado, en cierta parte, las opciones de desarrollo territorial local y ha incidido directamente en los recursos humanos y financieros para la generación de nuevas actividades económicas y para la fiscalización de las diversas actividades económicas. A su vez, ha mermado la generación de alianzas con las empresas mineras y las poblaciones locales.

Por otro lado, la poca capacidad de gestión por parte de agentes productivos locales obstaculiza la generación de eslabonamientos productivos entre las empresas mineras y la economía regional, desfavoreciendo, por tanto, el desarrollo local.

- Existen importantes conflictos de intereses entre el Estado, Las comunidades locales y las empresas mineras por el uso de recursos tan importantes como el agua y la tierra. Las empresas mineras ven en estos elementos recursos exportables, asignándole valor de mercado. En cambio, las comunidades le asignan un valor paisajístico, ambiental, cultural y muchas veces espiritual. Entonces, de un momento a otro, las comunidades, dedicadas generalmente a actividades agropecuarias de subsistencia, deben decidir acerca de temas de suma importancia para su futuro como el vender sus tierras, compartir el agua, elaborar programas de desarrollo y manejar impactos sociales y ambientales.

### **Bibliografía.**

Diego Pedreros, Gloria Lorena Aguilar, Gabriel Senay (2004), "Reporte decadal sobre balanceo hídrico para el maíz, segunda decada, Septiembre 2004", *Sistema <sup>1</sup>Mesoamericano de Alerta Temprana para Seguridad Alimentaria*, Boletín No. 14, Guatemala, Guatemala, Agosto 2004.

James Verdin, Diego Pedreros, Gary Eilerts (2003). "Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI)", *FEWS - Red de Alerta Temprana Contra la Inseguridad Alimentaria, Centroamérica*, USGS/EROS Data Center, 2003.

"Importancia del procesos decisorio en el desarrollo de los espacios geográficos urbano-regionales de Chile", Negrete Sepúlveda, Jorge. *Revista Geográfica de Valparaíso P.U.C.V N ° 26-27.*

“Infraestructuras y territorio. Conceptos en torno a los impactos de la generación de accesibilidad”, Álvarez A. Luis. (2002) Revista Geográfica de Valparaíso, N 32 33,

“Manual de restauración de terrenos y evaluación de impactos ambientales en minería”, Instituto Geológico y Minero de España, Guías y Manuales N ° 2., Madrid 2004.

[www.sernageomin.cl/pdf/publicaciones/anuario2006.pdf](http://www.sernageomin.cl/pdf/publicaciones/anuario2006.pdf)

[www.sonami.cl](http://www.sonami.cl)

[www.codelco.com/buscador/fr\\_buscador.asp](http://www.codelco.com/buscador/fr_buscador.asp).

[www.conama.cl/portal/1301/propertyvalue-13373.html](http://www.conama.cl/portal/1301/propertyvalue-13373.html)

[www.alhue.cl](http://www.alhue.cl)

[www.subdere.gov.cl](http://www.subdere.gov.cl)

<http://ucalhue.portalciudadano.cl>