



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA  
ORDENACIÓN MINERO-AMBIENTAL EN EL SECTOR DE  
ZARUMA-PORTOVELO**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA EN GEOLOGÍA**

Presentada por:

Glenda Cecilia Loayza Toro

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

2005

## **AGRADECIMIENTOS**

Es necesario reconocer que todo lo que el hombre consigue en la vida es la cosecha de lo que otros sembraron en él. Aprovecho esta página para expresar mi sincero agradecimiento a aquellos que sembraron en mí su conocimiento, tiempo y generosidad:

Al único y sabio Dios, por su amor incondicional, por su paciencia y por haberme encontrado en el momento oportuno.

Dr. Paúl Carrión Mero, por su apoyo y ayuda incondicional. Admiro su incansable labor y espíritu de servicio desinteresado hacia los demás.

Dr. Daniel Baretino Fraile, por su orientación en el desarrollo del presente trabajo mientras estuve en España.

Ing. Esther Alberruche, por su constante apoyo y orientación en el desarrollo de este trabajo y por sacrificar su valioso tiempo.

Sra. Ana Viveros, por tenderme una mano cuando más lo necesité, Dios no ha olvidado su hospitalidad.

Dra. Cecilia Paredes, Promotora del Componente 6 del Programa VLIR – ESPOL, por su colaboración.

A mis amigos y familiares en España que me acogieron en el tiempo que duró mi estancia.

Agradezco a los organismos como el Municipio de Zaruma, Municipio de Portovelo y Empresa Bira S.A., por su disposición para colaborar siempre en todo lo concerniente al desarrollo y mejora de la región.

A todos los amigos, conocidos y profesores del área de Ingeniería de Minas y Geología que de manera directa o indirecta su ayuda repercutió en el desarrollo de este trabajo.

A todas las personas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y de la Universidad Politécnica de Madrid, por haberme brindado su ayuda y conocimientos.

Cabe mencionar que este trabajo se realizó gracias a la ayuda del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de La ESPOL (CICYT) y al convenio que tiene La Escuela Superior Politécnica del Litoral con La Universidad Politécnica de Madrid.

A mis padres, hermanos y Roberto por su comprensión y apoyo incondicional. Sin ustedes nada hubiese sido posible.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a:

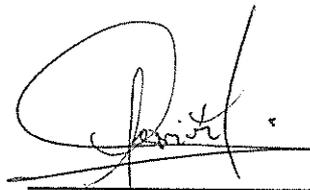
    Mi mejor amigo y guía.....Jesús;  
    A mis padres, por su constante sacrificio y amor;  
    A mis hermanos, por ser los mejores;  
    A Roberto, gracias por estar siempre a mi lado.

*Glenda*

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



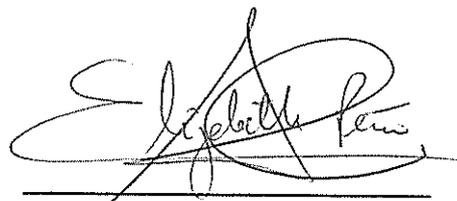
Msc. Eugenio Núñez del Arco  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Dr. Paúl Carrión M.  
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Jorge Velasco V.  
VOCAL

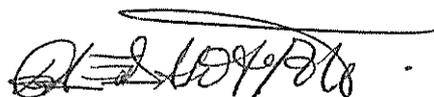


Dra. Elizabeth Peña C.  
VOCAL

## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a La Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Glenda Cecilia Loayza Toro



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## RESUMEN

El presente trabajo es el desarrollo de una metodología para realizar una Ordenación Minero-Ambiental que logre un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos minerales y la conservación del medio ambiente, en la zona de Zaruma-Portovelo (Provincia del El Oro), sector en el cual se viene desarrollando desde centurias atrás actividades mineras que debido a la falta de planificación y control han generado afecciones sobre el medio y las personas.

La metodología está basada en la línea de trabajo denominada de **Ordenación Minero-Ambiental de los Recursos Mineros**, desarrollada por El Instituto Geológico y Minero de España (IGME), en la que se marcan tres posibles actuaciones como objetivos: (1) Elaboración de un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental; (2) Establecimiento de Modelos de Explotación y (3) Determinación de los criterios para restauración de los terrenos afectados por la actividad minera. Este documento se va a centrar en el primero de los objetivos de un Estudio de Ordenación Minero-Ambiental, es decir, en la construcción del **Mapa de Ordenación Minero-Ambiental**, el cual representa el primer punto de partida para la elaboración de una propuesta de ordenación que sirva de base para la integración de la actividad minera en los Planes de Ordenación Territorial que afectan a la zona.

La herramienta científica que permitió realizar todos los análisis fue el Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2, utilizado desde la fase de Diagnóstico Territorial hasta la elaboración del Mapa de Ordenación Minero-Ambiental.

Es importante mencionar que la información que existe referente a la zona es muy limitada, motivo por el cual los resultados obtenidos están de acuerdo a la cantidad y calidad de información que actualmente existen sobre la zona de estudio. Sin embargo este confinado trabajo pretende ser un aporte más para el desarrollo sustentable de la región.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ÍNDICE GENERAL .....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VIII

### CAPÍTULO I.

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	2
1.2. Situación Geográfica .....	4
1.3. Planteamiento del Problema .....	7
1.4. Hipótesis de Trabajo .....	12
1.5. Metodología General .....	12
1.6. Objetivos .....	14

### CAPÍTULO II.

II. BASE TEÓRICA .....	16
2.1. La Ordenación del Territorio .....	17
2.2. La Ordenación Minero-Ambiental .....	17
2.3. Objetivos Generales de La Ordenación Minero-Ambiental ....	18
2.4. Conceptos Básicos de La Ordenación Minero-Ambiental .....	19
2.4.1. Análisis del Medio .....	19
2.4.2. Investigación Geológico-Minera .....	20
2.4.3. Análisis de la Actividad Minera .....	20
2.4.4. Diagnóstico Territorial .....	21
2.4.4.1. Valor para la Conservación .....	21

2.4.4.2. Capacidad de Acogida .....	22
2.4.5. Zonificación del Territorio .....	23
2.4.6. Mapa de Ordenación Minero-Ambiental .....	23
2.4.7. Los Sistemas de Información Geográfica .....	24
2.4.7.1. Definición de los S.I.G. ....	24
2.4.7.2. Aplicación de los S.I.G. en el Manejo de Recursos Naturales .....	24
2.4.7.3. Ventajas que ofrecen los S.I.G. ....	25

### **CAPÍTULO III.**

III.METODOLOGÍA .....	26
3.1. Análisis del Medio .....	27
3.1.1. Medio Físico .....	29
3.1.2. Medio Socioeconómico .....	35
3.1.3. Inventario Ambiental: Cartografías Temáticas .....	40
3.1.4. Inventario Ambiental Gestionado por un S.I.G. ....	44
3.2. Investigación Geológico-Minera .....	45
3.2.1. Delimitación Geográfica de los Recursos Potencialmente Explotables .....	46
3.3. Diagnóstico Territorial: Valor para la Conservación .....	47
3.3.1. Definición de Unidades Territoriales .....	48
3.3.2. Desagregación del Valor para la Conservación en Componentes .....	49
3.3.3. Capacidad de Acogida .....	55
3.4. Zonificación del Territorio .....	60
3.4.1. Definición de criterios de zonificación .....	62
3.5. Mapa de Ordenación Minero Ambiental .....	63

**CAPÍTULO IV.**

IV. ASPECTOS LEGALES DE LA MINERÍA EN ECUADOR .....	66
4.1. Marco Legal Minero .....	68
4.2. Derechos y Obligaciones de los Titulares Mineros .....	69

**CAPÍTULO V.**

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....	76
-------------------------------------	----

**CAPÍTULO VI.**

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
6.1. Conclusiones .....	80
6.2. Recomendaciones .....	81

**CAPÍTULO VII.**

VII. ANEXOS .....	83
7.1. Anexos .....	84
7.2. Cartografía Resultante .....	95

**CAPÍTULO VIII.**

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1.1. Ubicación de Zaruma-Portovelo, al Sur del Ecuador .....	4
Figura 1.2. Ubicación y área de la zona de estudio de Zaruma-Portovelo .....	5
Figura 1.3. Izquierda: Vista de la ciudad de Zaruma. Derecha: Parque Central de Zaruma.....	6
Figura 1.4. Izquierda: Vista panorámica de la ciudad de Portovelo. Derecha: Parque Central de Portovelo.....	6
Figura 1.5. Sector El Pache. Zona de ubicación de plantas y molinos, cuyos vertidos van al río principal .....	9
Figura 1.6. Izquierda: Procesos de obtención del oro sin medidas de control y protección para el hombre y su entorno. Derecha: Trabajo en las percoladoras artesanales, desprovista de asesoría .....	10
Figura 1.7. Izquierda: El Pache. Escenario de una deficiente planificación del territorio. Derecha: Impacto visual producido por un deslizamiento .....	10
Figura 1.8. Laderas de explotación sin medidas de control de riesgo .....	11
Figura 3.1. Mapa Geológico de la zona de Zaruma-Portovelo .....	29
Figura 3.2. Izquierda: Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión. Derecha: Modelo Digital del Terreno del Area de estudio .....	30
Figura 3.3. Izquierda: Confluencia de los ríos La Calera y Amarillo. Derecha: Ubicación del río La Calera y Amarillo en la zona de estudio .....	31
Figura 3.4. Mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo .....	32
Figura 3.5. Mapa de Suelos .....	34
Figura 3.6. Ubicación de los puntos de muestreo de agua en Zaruma-Portovelo .....	43
Figura 3.7. Mapa Geológico con el recurso potencialmente explotable. Andesita de Portovelo .....	46
Figura 3.8. Representación gráfica de la cobertura de Unidades	

Territoriales .....	48
Figura 3.9. Valoración de las Unidades de Vegetación .....	49
Figura 3.10. Representación gráfica de la valoración del Paisaje .....	50
Figura 3.11. Representación gráfica de la valoración del Agua .....	51
Figura 3.12. Representación gráfica de la valoración del Suelo .....	51
Figura 3.13. Representación gráfica de la unión de los Mapas de Valor y Unidades Territoriales .....	53
Figura 3.14. Representación gráfica de la cobertura de Valor para la Conservación .....	55
Figura 3.15. Representación gráfica de la cobertura de Valoración del Recurso Mineral .....	57
Figura 3.16. Representación gráfica de la cobertura de Aptitud .....	58
Figura 3.17. Clases de Capacidad de Acogida .....	59
Figura 3.18. Representación gráfica de la Cobertura de Capacidad de Acogida .....	60
Figura 3.19. Actividades tomadas en cuenta en la Zonificación del territorio .....	60
Figura 3.20. Representación gráfica de la cobertura de Ordenación .....	65

**ÍNDICE DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1.1. Resultados de muestra de Cianuro según Laboratorio .....	9
Tabla 3.1. Distribución de la Población del cantón Zaruma .....	36
Tabla 3.2. Población Económicamente Activa de los cantones con actividad minera o influencia de ella según sectores .....	37
Tabla 3.3. Coeficientes de ponderación asignados a cada componente .....	52
Tabla 3.4. Cálculo de las áreas de cada unidad en el mapa, utilizando SIG .....	54
Tabla 3.5. Rango de valores comparables para determinar el valor global .....	54
Tabla 3.6. Tabla de cálculo del valor natural ponderado .....	55

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 3.1. Mapa Topográfico de la Zona de Estudio .....	85
Anexo 3.2. Mapa Geológico de la Zona de Estudio .....	86
Anexo 3.3. Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión de la Zona de Estudio .....	87
Anexo 3.4. Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Zona de Estudio .....	88
Anexo 3.5. Mapa de Suelos de la Zona de Estudio .....	89
Anexo 3.6. Mapa de Aguas de la Zona de Estudio .....	90
Anexo 3.7. Mapa de Pendientes de la Zona de Estudio .....	91
Anexo 3.8. Mapa que alberga el Recurso Potencialmente Explotable de la Zona de Estudio .....	92
Anexo 3.9. Mapa de Unidades Fisiográficas de la Zona de Estudio .....	93
Anexo 3.10. Mapa de Elevaciones de la Zona de Estudio .....	94

### **Cartografía Resultante**

Mapa 1. Mapa de Unidades Territoriales de la Zona de Estudio .....	96
Mapa 2. Mapa de Valor para la Conservación en el Estado Actual .....	97
Mapa 3. Mapa de Aptitud .....	98
Mapa 4. Mapa de Capacidad de Acogida .....	99
Mapa 5. Mapa de Ordenación Minero-Ambiental .....	100

# **CAPÍTULO I**

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

El afán de los pueblos por conseguir mejores formas de vida ha llevado al hombre a incrementar la explotación de los recursos naturales utilizando tecnologías poco apropiadas y actualizadas, lo cual ha producido graves afecciones sobre el medio ambiente y por ende a las personas. Es por esto, que el ser humano se ha visto obligado a modificar e inventar las técnicas de aprovechamiento de los recursos naturales, de tal manera que exista un equilibrio entre la explotación de los recursos y la conservación del medio ambiente.

En la zona de Zaruma-Portovelo, desde época precolombina, se ha venido explotando oro hasta la actualidad. Las secuelas dejadas por la actividad minera (subterránea) son visibles tanto en el medio físico como en la calidad de vida de los habitantes del sector. La falta de planificación, control, regulación y técnicas apropiadas para la explotación ha llevado a los mineros informales a realizar sus labores en sectores de alto riesgo geodinámico, provocando en algunos casos deslizamientos en los terrenos, y dejando desestabilizados otros.

Otro problema grave se presenta en la fase de procesamiento del mineral, ya que las plantas de beneficio se encuentran ubicadas al extremo de los ríos Calera y Amarillo, cuyas colas, que contienen cianuro, se vierten en dichas aguas y no existe hasta la vez un plan que regule la descarga de aguas. Lo mismo sucede con las escombreras que se ubican sin ningún orden específico.

Existe también alarma en la fase de recuperación del mineral, puesto que la técnica de quema de la amalgama se lleva a cabo en las casas de los mineros, sin ningún tipo de protección.

Los Municipios de Zaruma y Portovelo preocupados por el bienestar del sector han desarrollado varios proyectos, con el apoyo de empresas privadas que operan en la zona y de los habitantes del sector. En ambos Municipios descansan varios documentos de estudio de los problemas que aquejan al sector enfocados unidireccionalmente, es decir a atender y solucionar un problema en particular.

Sin embargo, la gestión del sector minero debe llevarse a cabo con una visión racional e integradora, de tal manera que la utilización del medio natural sea de la forma más eficiente y que garantice el bienestar de las personas y la menor afección al medio.

Este trabajo se desarrolla sobre la línea de trabajo del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), reforzados por nuestra pertenencia a la Red XIII.E del Programa de Ciencia y Tecnología (CYTED): Recursos Minerales y Ordenación del Territorio y por el Convenio entre la ESPOL y La Universidad Politécnica de Madrid (UPM). En la línea de trabajo del IGME, se plantean tres posibles actuaciones como objetivos:

- Elaboración de un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental que sirva de base para la integración de la Actividad Minera en los Planes de Ordenación Territorial.
- Establecimiento de modelos de explotación, de manera que el beneficio de los recursos sea de la forma más racional y seguro, con la menor afección al medio.
- Determinación de criterios para la restauración de los terrenos afectados por la actividad minera.

Este proyecto se va a centrar en el primero de los objetivos, *Elaboración de un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental* que sirva de base para la integración de la

Actividad Minera en los Planes de Ordenación Territorial, y de esta forma ofrecer una visión ambiental sustentable de la minería [1].

## 1.2. Situación Geográfica

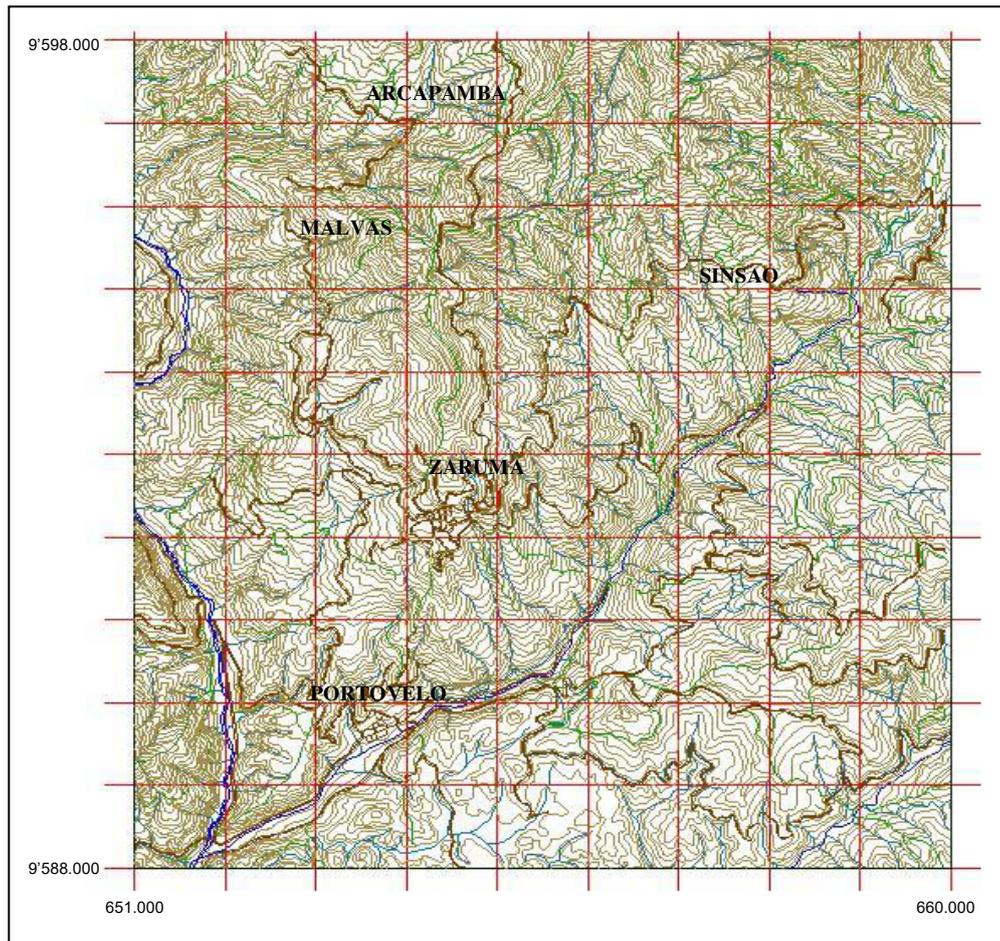
La zona de Zaruma-Portovelo se encuentra ubicada al Sureste de la Provincia de El Oro, al Sur del Ecuador (Fig. 1.1), en las estribaciones de las Cordillera Occidental.



Fig. 1.1. Ubicación de Zaruma-Portovelo, al Sur del Ecuador.  
Fuente: Lely Ladines. 2003

El área de estudio de este trabajo corresponde a una extensión de 90 Km<sup>2</sup>, cuyas coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator) son las siguientes:

	X	Y
1.	(651.000 – 9'588.000)	
2.	(651.000 – 9'598.000)	
3.	(660.000 – 9'598.000)	
4.	(660.000 – 9'588.000)	



**Fig. 1.2.** Ubicación y área de la zona de estudio de Zaruma-Portovelo.  
**Fuente:** Hoja Topográfica del Instituto Geográfico Militar. Escala: 1:25.000

## Zaruma

El cantón Zaruma tiene una extensión de 643,5 Km<sup>2</sup>, posee una altitud de 1.230 msnm y se estima que tiene una población de aproximadamente 23.518 habitantes, concentrados en la cabecera cantonal Zaruma, la cual posee un trazo urbanístico original que combinado con las costumbres y tradiciones de los ciudadanos realzan el valor cultural de la misma. Esto ha motivado a los ciudadanos a proteger y conservar dicho patrimonio. Actualmente la ciudad de Zaruma constituye Patrimonio Cultural del Ecuador, según declaración del Gobierno Nacional el 25 de mayo de 1990;

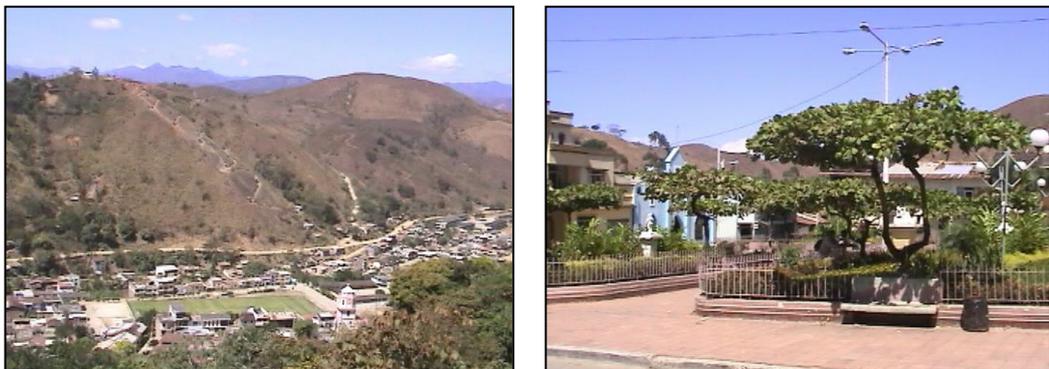
y a su vez cursa la candidatura a Patrimonio Cultural de la Humanidad, desde junio de 1998, fecha en la cual la UNESCO aceptó el pedido del Gobierno ecuatoriano de incluir a Zaruma en dicha candidatura.



**Fig. 1.3.** *Izquierda:* Vista de la ciudad de Zaruma. *Derecha:* Parque central de Zaruma.

## Portovelo

El cantón Portovelo tiene una extensión de 286,2 Km<sup>2</sup>, se encuentra a una altura de 600 msnm y tiene aproximadamente 13.800 habitantes. La ciudad de Portovelo es conocida como el principal balneario turístico de la Provincia de El Oro, además cuenta con una obra ejemplar como es el Museo Mineralógico Magner Turner, que contiene más de siete mil piezas de diferentes partes del mundo. Actualmente Portovelo constituye Patrimonio Minero del Ecuador desde el 25 de enero de 2004.



**Fig. 1.4.** *Izquierda:* Vista panorámica de la ciudad de Portovelo. *Derecha:* Parque central de Portovelo.

### 1.3. Planteamiento del Problema

Los estudios realizados en la zona de Zaruma-Portovelo, con el propósito de resolver algunos problemas que se presentan actualmente en la zona, están enfocados a los sectores como minería, agricultura, contaminación de ríos, fauna, flora, ganadería, entre otros. Sin embargo, el sistema territorial afectado está conformado además de los sectores anteriormente mencionados, por elementos y procesos que interactúan entre sí en el tiempo y el espacio.

La minería es uno de los elementos que más polémica ha ocasionado, debido al alto grado de afección que genera sobre el medio en que opera, pero también genera grandes beneficios sobre la sociedad. Esto constituye una dualidad que representa la realidad minera del sector, ya que por un lado están las fortalezas y oportunidades derivadas de la práctica minera que en conjunto con otras actividades como la ganadería, agricultura, turismo, revelan la riqueza de la zona y por otro lado están las debilidades y amenazas de la minería como la inestabilidad de terrenos, contaminación de ríos, impacto paisajístico, entre otros, que reflejan la afección sobre el medio.

La actividad minera en Zaruma-Portovelo tiene sus inicios en el siglo XV, cuando el Inca Tupác – Yupanqui se lanzó a la conquista del Norte de su imperio, sin embargo la explotación industrial mineral en la región se llevó a cabo a principios del siglo XX, por compañías mineras grandes, pero en las últimas décadas se ha transformado en una actividad fundamentalmente artesanal, aunque existen empresas que explotan el mineral de una manera más tecnificada. En la actualidad la mayoría de la población de la parte alta de la provincia de El Oro ha convertido a esta actividad en la más importante de la región.

La explotación minera se realiza principalmente en los yacimientos primarios, y es efectuada subterráneamente en las vetillas, vetas y rellenos dejados por las compañías.

Se estima que en la actividad minera participan más de 10.000 personas, de manera directa o indirectamente.

Existen en la zona de Zaruma-Portovelo algunas afecciones sobre el medio, producto de las actividades mineras, tales como:

- ***Contaminación de Agua, Suelos y Atmósfera por Mercurio y Cianuro.***

La contaminación producida por mercurio y cianuro afecta grandemente a la atmósfera, agua y suelos; y por ende a la población que hace uso de estos recursos para poder subsistir.

De acuerdo con el informe “Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el Sur de Ecuador, 1996-1998, se realizaron varios análisis químicos de muestra en puntos de monitoreo del área Zaruma-Portovelo. Dicho informe pone de manifiesto que en los años 1996 y 1997, las concentraciones de mercurio en sedimentos de las áreas contaminadas, variaron generalmente entre 1 a 5 mg/kg (20 a 90 veces el valor de fondo de 0.055 mg/kg). En mayo de 1998, sin embargo, después del efecto de limpieza de El Niño, los niveles fueron mucho menores, de 0.05 a 0.3 (1 a 5 veces el valor de fondo)”.

De igual manera, la contaminación al medio ambiente por Cianuro es causada por las numerosas plantas de cianuración que descargan sus desechos sólidos en los ríos. Con respecto al cianuro el informe expone lo siguiente: “el cianuro estuvo presente en el PU-1(punto de monitoreo) y en el PU-6 en todas las campañas de 1996 y 1997, indicando la descarga de cantidades considerables desde las operaciones a lo largo del Río La Calera; también se halló cianuro libre en el PU-13, situado en una quebrada tributaria, la Quebrada Arcapamba donde se hacen descargas a gran escala.”

A lo largo del río La Calera se encuentran la mayor parte de las plantas de procesamiento mineral, cuyos desechos son descargados en el río. De manera similar ocurre en el río Amarillo, debido a la presencia de numerosas pequeñas plantas que descargan sus colas en el río (Fig. 1.5).



**Fig. 1.5.** Sector el Pache. Zona de ubicación de las plantas y molinos, cuyos vertidos van al río principal.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los análisis de laboratorio (1998) para cuatro muestras de cianuro WAD (cianuro disociable en ácido débil) y cianuro total, que se realizaron en el mismo informe.

	<b>PU – 1 26/04/98</b>	<b>PU – 1 26/04/98</b>	<b>PU – 2 27/05/98</b>	<b>PU – 6 29/05/98</b>
<b>WAD CN µg/l</b>	13	32	<3	<3
<b>Total CN µg/l</b>	640	1200	380	26

**Tabla. 1.1.** Resultados de muestra de Cianuro según Laboratorio.  
**Fuente:** Informe Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el Sur de Ecuador, 1996-1998.

Según estos resultados es imposible que exista alguna clase de vida acuática en el área bajo esas condiciones. Sin embargo, existen algunos lugares donde las especies acuáticas aún sobreviven debido a que no se descargan grandes cantidades de cianuro en el río.

La exposición de la población y principalmente de los mineros a valores que sobrepasan los límites establecidos para el mercurio tanto en el aire como en el agua potable, provoca varios trastornos a la salud (Fig. 1.6).



**Fig. 1.6. Izquierda:** Procesos de obtención del oro sin medidas de control y protección para el hombre y su entorno. **Derecha:** Trabajo en las percoladoras artesanales, desprovista de asesoría.

- **Impacto Paisajístico.**

Las plantas de tratamiento provocan un impacto paisajístico y de Ordenación Territorial junto con la disposición aleatoria y arbitraria de plantas, molinos y depósitos (Fig. 1.7 izquierda). También el deterioro del paisaje es visible en zonas de deslizamientos provocadas por las labores mineras (Fig. 1.7 derecha)



**Fig. 1.7. Izquierda:** El Pache. Escenario de una deficiente planificación del territorio. **Derecha:** Impacto visual producido por un deslizamiento.

- **Riesgos Geodinámicos.**

El ejercicio constante de esta actividad se ha llevado a cabo sin considerar trabajos técnicos ni medidas de seguridad y por consiguiente se han producido varios deslizamientos y subsidencias del terreno que han generando graves daños al medio y a la comunidad (Fig. 1.8).



**Fig. 1.8.** Laderas de explotación sin medidas de control de riesgo.

Actualmente, existen varios estudios geotécnicos realizados en el distrito por Programas de Cooperación Internacional como el programa de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), con el objetivo de evaluar los peligros y riesgos naturales que podrían suceder a causa de la erosión, deslizamientos, hundimientos y sismicidad. Algunos de estos factores a los que está expuesta la zona, están directamente relacionados con las actividades mineras subterráneas y superficiales.

En el caso de Zaruma-Portovelo, como en algunas ciudades similares, estos problemas se atenúan con una Planificación Territorial que integre todas las actividades que se desarrollan en el sector, buscando el desarrollo de una actividad según la capacidad de acogida del territorio y la menor afección sobre el medio.

Este trabajo, plantea la realización de un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental, que es la ordenación del recurso, en este caso la minería, frente a los impactos ocasionados por el mismo. Este mapa de Ordenación Minero-Ambiental constituye el punto de partida para la realización de un Plan Territorial que integre todas las actividades que se desarrollan en el sector.

#### **1.4. Hipótesis de Trabajo**

El desarrollo de una metodología de Ordenación Minero Ambiental incide en una posibilidad de organización y desarrollo para el sector.

Una metodología aplicada en otros países por los entes del gobierno de geología y minería se puede aplicar en esta región considerando las peculiaridades de la realidad local.

Esta tesis desarrolla una metodología de Ordenación Minero Ambiental, establecida por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) cuyo resultado pretende ser una guía a futuro sobre la cual se desarrollen trabajos complementarios y exponer así una salida preliminar moderna a la problemática de la microregión Zaruma-Portovelo.

#### **1.5. Metodología General**

La metodología general adoptada para la realización de este trabajo se puede sintetizar en tres fases: Fase I, de *Inicio, Preparación y Observación*; Fase II, de *Recopilación, Diagnóstico, Evaluación y Análisis de la Información*; y la Fase III, de *Desarrollo y Resultados Finales*. El esquema siguiente representa la metodología mencionada.



La *Fase I* consiste en la definición del ámbito espacial, que se refiere al espacio geográfico objeto de ordenación, el cual puede ser nacional, regional, comarcal, local o particular; en la conformación del equipo multidisciplinar, el cual debe estar formado por diversos representantes de los diversos campos y trabajar de forma integrada para poder conseguir un resultado interdisciplinar; en la elaboración del programa de trabajo, que consiste en un cronograma de tareas, que es el elemento que permite controlar el período de tiempo para el equipo y para cada uno de los miembros y; en la observación general del problema o factores que afectan a la población y al medio.

La *Fase II* consiste en una obtención preliminar de los datos que es una recopilación de la información útil para desarrollar el proyecto. Esto permitirá obtener un diagnóstico preliminar de la zona de estudio para posteriormente pasar a la evaluación y análisis correcto de la información existente, dando paso a la elaboración de un estudio de Ordenación Minero Ambiental.

La *Fase III* consiste en la elaboración de un Estudio de Ordenación Minero Ambiental, el cual consta de tres pasos laterales tales como prevención, corrección y zonificación, donde se elaboran respectivamente los, diseños o modelos de explotación, criterios o modelos de restauración y una zonificación del territorio según criterios condicionantes o de limitaciones. Para la zonificación del territorio se trabaja con la metodología establecida para la elaboración del Mapa de Ordenación Territorial, que es el objetivo principal de este proyecto de tesis.

## **1.6. Objetivos**

- El objetivo general es integrar este trabajo a la base informativa social, técnica y científica para realizar un Proyecto de Ordenación Territorial en la Zona de Zaruma-Portovelo, que permita plantear a organismos internacionales la ejecución del mismo, en base al apoyo certificado de las Redes de

Cooperación Internacional (CYTED y otras) y los alcances de desarrollo integral del sector.

Este objetivo, se puede traducir en:

- Elaborar un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental de la zona de Zaruma-Portovelo, que sirva de base para la integración de la actividad minera en los futuros Planes de Ordenación Territorial.
- Probar el uso de los Sistemas de Información Geográfica en los modernos conceptos y análisis de la planificación territorial.

## **CAPÍTULO II**

### **II. BASE TEÓRICA**

## **II. BASE TEÓRICA**

### **2.1. La Ordenación del Territorio**

Según Domingo Gómez Orea (2002), “Ordenar un territorio significa identificar, distribuir, organizar y regular las actividades humanas en ese territorio de acuerdo a ciertos criterios y prioridades; cabría hablar, por tanto, de ordenación de las actividades humanas en un territorio organizado para acogerlas” [2].

Cendrero (1982) define La Ordenación del Territorio como “El proceso a través del cual se analizan los factores físico-naturales y socio-económicos de un área geográfica, se determinan las formas de uso que se consideran idóneas para cada parte de la misma, se define la amplitud y localización y se establecen las normas que han de regular el uso del territorio y los recursos de dicha área” [3].

Barettino (1993) establece un triple principio:

- Adaptación de la actividad a la capacidad de acogida del medio físico.
- Optimización de las interacciones entre actividades a localizar, en el espacio y el tiempo.
- Uso múltiple del territorio. Superposición de las actividades compatibles en espacio y tiempo, aproximando las compatibles y alejando las incompatibles [3].

En términos generales la ordenación del territorio tiene por objeto la delimitación de los diversos usos a que puede destinarse el suelo o espacio físico territorial.

### **2.2. La Ordenación Minero-Ambiental (OMA)**

Barettino (1993) define un estudio de Ordenación MA como un **Estudio mediante el cual se pretende compatibilizar la optimización del beneficio de los recursos mineros con la minimización de las alteraciones e impactos ambientales** [3].

La Ordenación MA se plantea tanto desde el punto de vista de la explotación minera, como desde el punto de vista de la protección del Medio Ambiente, combinando ambos enfoques para optimizar el beneficio de los recursos mineros minimizando las afecciones y alteraciones del Medio.

### **2.3. Objetivos Generales de La Ordenación Minero-Ambiental**

La Ordenación MA, según la línea de trabajo denominada, **de Ordenación Minero-Ambiental de los Recursos Mineros**, del Instituto Geológico y Minero de España, plantea tres posibles actuaciones como objetivos:

- Zonificación del Territorio soporte de los recursos mineros en cuanto a su aptitud, tanto desde el punto de vista minero como ambiental, para la explotación. Construcción de un Mapa de Ordenación Minero-Ambiental que sirva de base para la integración de la actividad minera en los Planes de Ordenación Territorial.
- Establecimiento de modelos de explotación, de manera que el beneficio de los recursos mineros sea de la forma más racional y segura, con la menor afección posible al Medio Ambiente.
- Determinación de criterios para la restauración de los terrenos afectados por la actividad minera [1].



## 2.4. Conceptos Básicos de La Ordenación Minero-Ambiental

### 2.4.1. Análisis del Medio

El Análisis del Medio se orienta a comprender el modelo territorial, es decir, las características naturales, los procesos económicos, sociales, culturales y ambientales y sus repercusiones territoriales.

El Inventario Ambiental representa en sí mismo un producto intermedio de gran valor, con grandes posibilidades de explotación para futuros estudios del Medio Natural, de Planificación Territorial, Socioeconómicos.

La gestión del Inventario Ambiental por un Sistema de Información Geográfica (ARCVIEW 3.2) permite:

- La consulta y actualización del Inventario Ambiental.
- El análisis de múltiples capas de información (superposición de cartografías temáticas).
- Facilita el Diagnóstico Territorial.
- La aplicación de criterios de zonificación y generación de cartografía temática de forma automática.
- El control y seguimiento de la aplicación de las directrices recomendadas en este proyecto [1].

#### **2.4.2. Investigación Geológico-Minera**

Esta fase tiene como objetivo la caracterización geológica y tecnológica de los recursos, así como la delimitación geográfica de las áreas con recursos potenciales para la explotación [1].

El producto final de esta fase es el MAPA DE FORMACIONES GEOLÓGICAS QUE ALBERGAN LOS POTENCIALES EXPLOTABLES, lo que supone una primera zonificación del territorio.

#### **2.4.3. Análisis de la Actividad Minera**

El análisis de la actividad minera tiene como finalidad conocer las características y problemática del sector minero o actividad a ordenar en el área de estudio.

Para ello, es necesario:

- La realización de un INVENTARIO DE EXPLOTACIONES a partir de trabajo de campo, archivos y fuentes documentales, confeccionándose para tal fin una ficha de técnica y una ficha ambiental.
  
- *CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR MINERO mediante:*
  - *Una Caracterización Técnica:* Geometría de las explotaciones, métodos de explotación, tecnologías de arranque, carga y transporte, escombreras, drenajes, pistas, naves de serrado y/o labrado y tratamiento de aguas.
  
  - *Una Caracterización Ambiental:* Identificación de impactos, valoración de impactos, existencia o no de medidas correctoras y protectoras, prácticas de restauración ambiental.
  
  - *Una Caracterización Económica:* Producción, comercialización, empleo y demanda (realización de una encuesta sobre las principales industrias consumidoras, en la que se recopile: tipo de material empleado, procedencia, características exigidas, uso a que se destinan y análisis de mercado) [1].

Este conocimiento profundo de la actividad objeto de ordenación será de especial importancia para un correcto Diagnóstico Territorial y Ordenación Minero-Ambiental.

#### **2.4.4. Diagnóstico Territorial**

##### **2.4.4.1. Valor para La Conservación**

La valoración del territorio para la conservación en el estado actual se basa en la estimación de la calidad, grado de excelencia, significado y función de los diferentes elementos que constituyen el medio y configuran el territorio.

Para llevar a cabo esta valoración se definen, primeramente, una serie de “unidades territoriales” mediante las cuales se divide el territorio en áreas sensiblemente homogéneas en cuanto a sus elementos y factores ambientales [1].

#### **2.4.4.2. Capacidad de Acogida**

La capacidad de acogida define el grado de compatibilidad/incompatibilidad del territorio, expresado en unidades territoriales, y sus recursos naturales con la actividad minera.

Según Domingo Gómez Orea (2002):

Por capacidad de acogida del territorio para una actividad, se entiende el “grado de idoneidad” o la cabida de aquel para ésta teniendo en cuenta, a la vez, la medida en que el territorio cubren los requerimientos locales de la actividad y los efectos de ésta sobre el medio; indica y representa el mejor uso que puede hacerse del territorio teniendo en cuenta el punto de vista de las actividades que en él se pueden dar y el del medio.

Para determinar la capacidad de acogida de cada unidad territorial es necesario previamente definir el modelo impacto/aptitud mediante la:

- Estimación de la potencialidad del territorio en cuanto a la explotación minera de los recursos (APTITUD).
- Estimación de la fragilidad o vulnerabilidad del territorio para dicha actividad (IMPACTO).

La evaluación de ambos conceptos se realiza siguiendo un esquema metodológico similar al que se aplica en el valor para la conservación, asignando la misma escala tanto para el valor impacto como el de aptitud.

A partir del modelo impacto/aptitud se determinan las clases de capacidad de acogida que expresan el uso vocacional, compatible, compatible con limitaciones e incompatible de cada unidad territorial con respecto a la actividad extractiva de los recursos mineros [1].

El resultado final de este proceso es la generación mediante análisis SIG de un MAPA DE CAPACIDAD DE ACOGIDA.

#### **2.4.5. Zonificación del Territorio**

Definición de criterios que permitan zonificar el territorio en base a su aptitud, tanto minera como ambiental, para la explotación del mineral.

Se determinan una serie de factores excluyentes y condicionantes para la actividad minera que permiten delimitar Zonas de Protección Ambiental, donde no es recomendable la extracción del mineral (con diversos grados de prioridad en el caso de las rocas no metálicas) [1].

En esta fase, mediante la aplicación del Análisis SIG se obtiene una serie de Mapas Intermedios que constituyen una herramienta muy útil para el diseño definitivo del Mapa de Ordenación Minero-Ambiental.

#### **2.4.6. Mapa de Ordenación Minero-Ambiental**

El Mapa de Ordenación Minero-Ambiental se obtiene a partir de los resultados del Diagnóstico Territorial y la aplicación de los criterios de zonificación, mediante el análisis SIG. En esta fase se delimitan:

- Zonas de Protección Ambiental
- Zonas Explotables de Prioridad 1
- Zonas Explotables de Prioridad 2
- Zonas Favorables para el emplazamiento de infraestructuras comunes

El Mapa de Ordenación Minero-Ambiental representa el primer punto de partida para la elaboración de una propuesta de ordenación que sirva de base para la integración de la actividad minera en los Planes de Ordenación Territorial que afectan a una zona [1].

## **2.4.7. Los Sistemas de Información Geográfica**

### **2.4.7.1. Definición de los S.I.G.**

El término S.I.G. procede del acrónimo de **Sistema de Información Geográfica**, en inglés **GIS, Geographic Information System**.

Técnicamente se puede definir un SIG como un conjunto de herramientas para la adquisición, almacenamiento, análisis y edición de datos espaciales (información geográfica), que se estructura internamente, siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal), como un sistema gestor de base de datos georreferenciados.

En los SIG se emplea la tecnología de computadores para integrar, manipular y visualizar una amplia gama de datos capaces de crear una imagen de la geografía, medio ambiente y características socioeconómicas de una zona.

### **2.4.7.2. Aplicación de los S.I.G. en el Manejo de los Recursos Naturales**

Mediante este sistema computarizado se puede reproducir y analizar digitalmente las características presentes en la superficie de la tierra y los eventos que ocurren en ella. Bajo la característica de que casi el 70% de los datos están referenciados geográficamente, es imprescindible señalar la importancia de un sistema que pueda representar los datos dados geográficamente.

Los métodos tradicionales de preparación y análisis de mapas topográficos y geológicos han sido sobreponer mapas temáticos manualmente para elegir áreas

de coincidencia de contrastes y oportunidades. Los investigadores planean las salidas de campo para campañas de muestreo manualmente, bosquejan los puntos y rutas en esos mapas bases. Las dificultades con el método manual incluyen registros de mapas, los cuales deben ser publicados en diferentes escalas o proyecciones [4].

#### **2.4.7.3. Ventajas que ofrecen los S.I.G.**

La utilización de un análisis en GIS permite:

- La impresión de mapas actuales de diferentes fuentes y registros.
- El análisis de resultados múltiples en capas de datos del mapa.
- La flexibilidad para tratar variables alternas en análisis.
- Mantener un planeamiento actualizado y un inventario ambiental para la evaluación de propuestas de desarrollo.
- Crear bases de datos de los recursos naturales
- Crear una biblioteca de los recursos de infraestructura regionales y comunitarios.
- Delimitar áreas con Valor de recurso natural
- Seleccionar sitios para proyectos potenciales de desarrollo y preservación.
- Planeamiento de instalaciones y servicios importantes.
- Manejo de instalaciones.

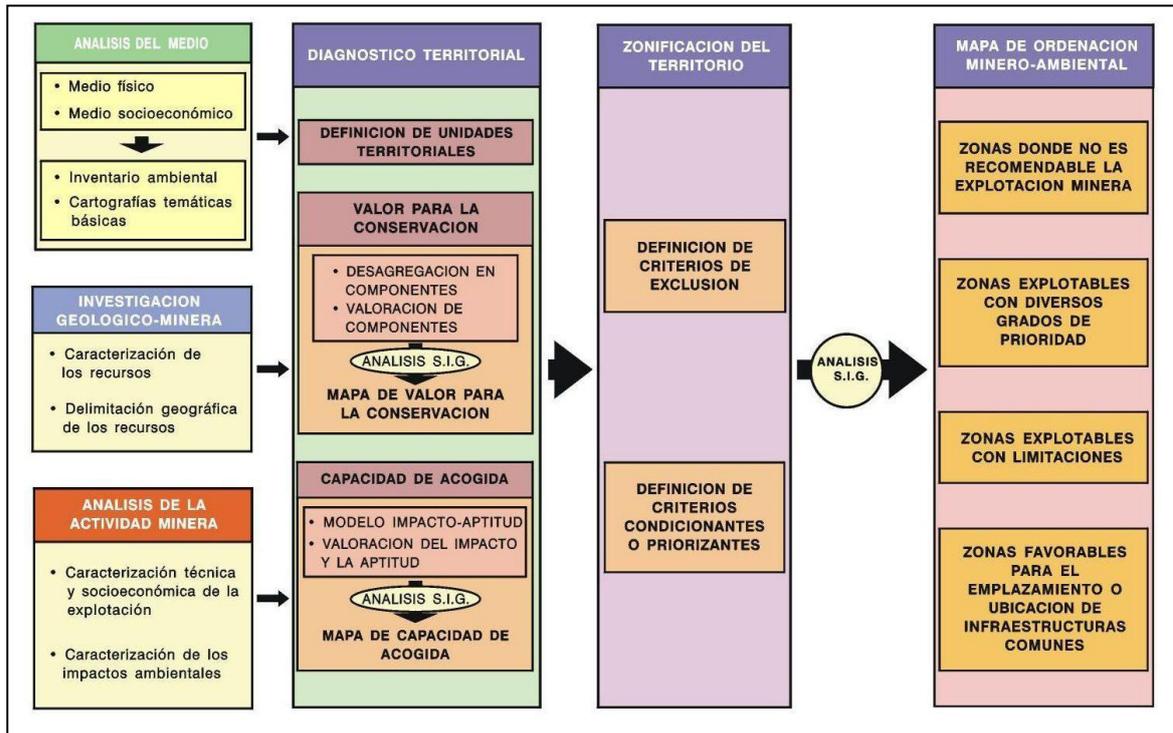
Los softwares más utilizados para el desarrollo y análisis de la información para los S.I.G son: ArcView, ArcGis, ArcInfo, Erdas e Intergraph.

## **CAPÍTULO III**

### **III. METODOLOGÍA**

### III. METODOLOGÍA

La Metodología utilizada para la elaboración del Mapa de Ordenación Minero Ambiental se representa mediante el siguiente esquema:

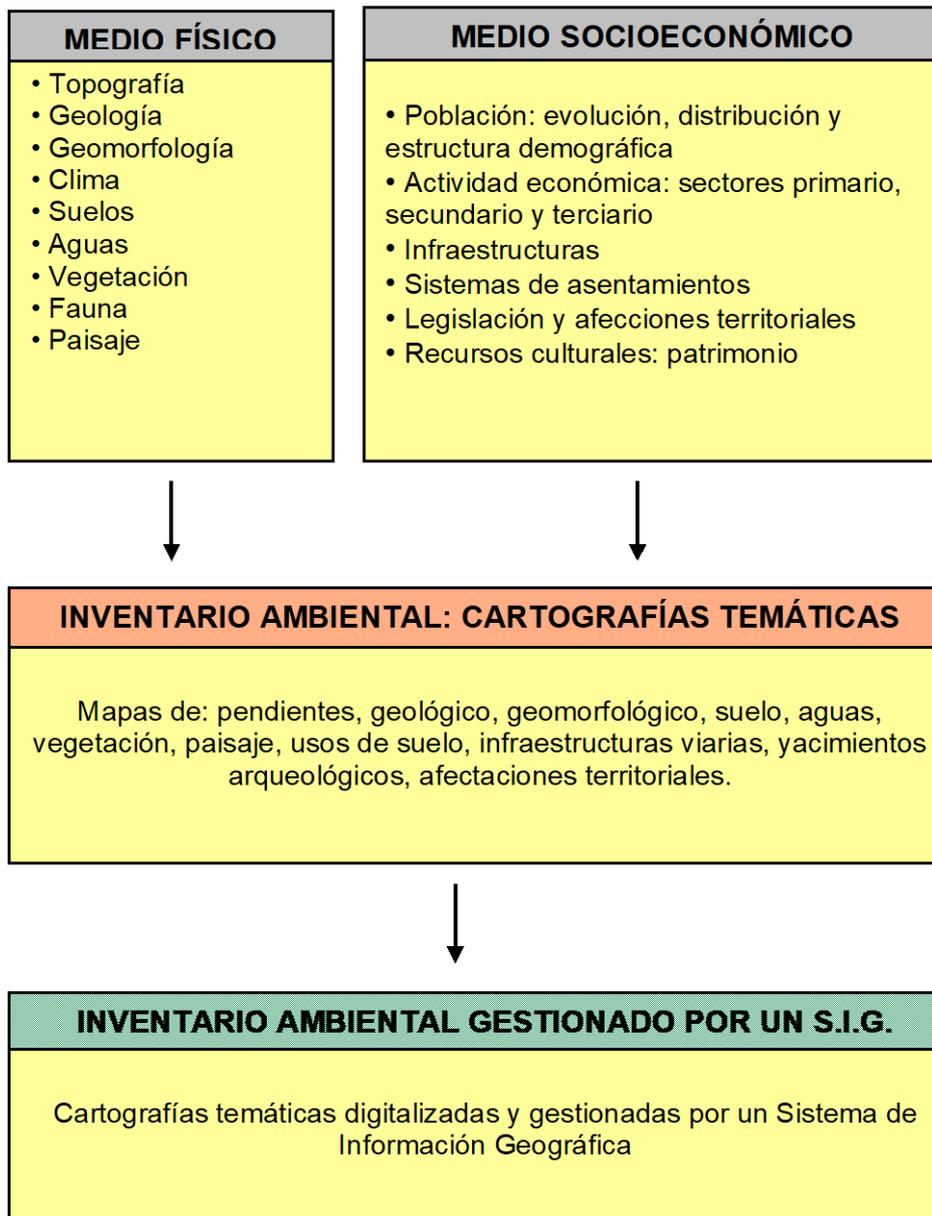


A partir de la fase de Diagnóstico Territorial hasta la fase del Mapa de Ordenación Minero-Ambiental es imprescindible la utilización de un Sistema de Información Geográfica para realizar los diferentes análisis que nos permitirán obtener el mapa final. El Sistema de Información Geográfico que se ha utilizado para este trabajo es ArcView 3.2.

#### 3.1. Análisis del Medio

La metodología a seguir en el análisis del medio, se presenta en el siguiente esquema:

## ANÁLISIS DEL MEDIO





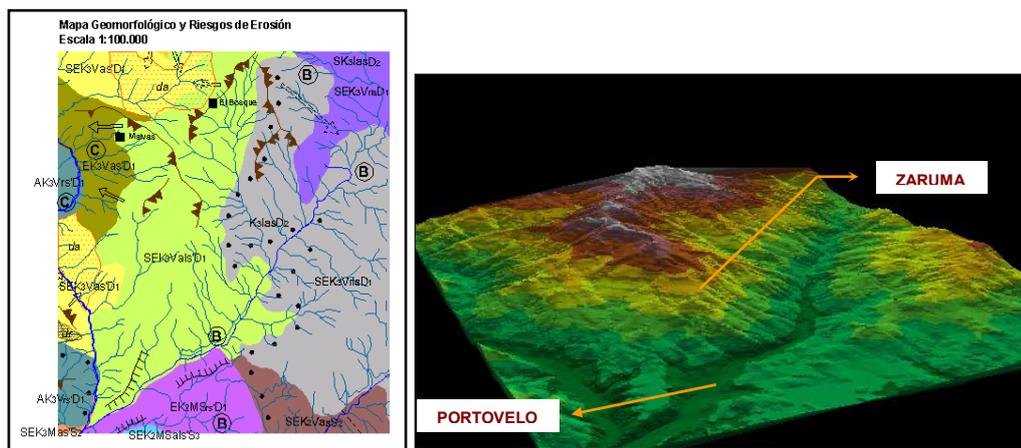
## Geomorfología

Ésta se manifiesta de acuerdo a su estructura geológica. Las partes más altas son sumamente irregulares y se presentan ocupando terrenos ígneos de edades cretácicas o terciarias, sean estos de origen intrusivo o efusivo.

Todo lo contrario se presenta en la parte Sur del sector, la misma que se caracteriza por ser de topografía plana y ondulada y es de origen metamórfico, controlados por la presencia de una gran falla de tipo regional.

En el primer caso el patrón de drenaje es el dendrítico; mientras que, el segundo se manifiesta de tipo subparalelo debido a la esquistocidad exclusivamente.

El paisaje actual (Fig. 3.2) es el producto de la intervención de factores exógenos tales como lluvias, viento, descapote de la cobertura vegetal, deforestación y sumado a todo esto, la agresiva actividad minera informal ejecutada en las dos últimas décadas, sin dejar de considerar el gran desarrollo de la infraestructura urbana, que ha tenido la ciudad misma [6].



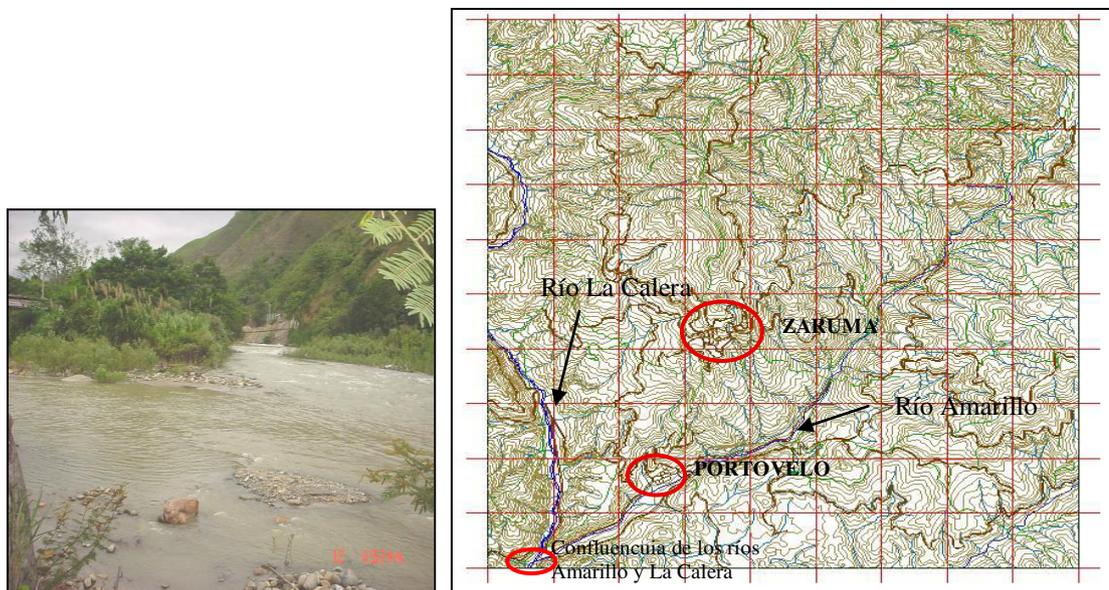
**Fig. 3.2.** *Izquierda:* Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión. *Derecha:* Modelo Digital del Terreno del área de estudio.

**Fuente:** Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión del Ecuador. Escala: 1:100.000

## Hidrografía

En la zona de estudio encontramos dos principales Ríos, Amarillo y La Calera, ambos tributarios de la cuenca del Río Puyango (Fig. 3.3), que confluyen para luego al sur tomar el nombre de Río Pindo.

Estos Ríos, Amarillo y La Calera, se encuentran contaminados, debido a la descarga de las colas de las plantas de procesamiento del mineral, que se encuentran ubicadas en las riberas de los ríos.



**Fig. 3.3. Izquierda:** Confluencia de los Ríos La Calera y Amarillo. **Derecha:** Ubicación del Río La Calera y Río Amarillo en la zona de estudio.

**Fuente:** Mapa Topográfico del Ecuador. Escala: 1:50.000. Instituto Geográfico Militar.

## Formaciones Vegetales y Usos del Suelo

El mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual del Suelo (Fig. 3.4) realizado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), la fotointerpretación y el trabajo de campo ha permitido distinguir las siguientes formaciones vegetales y usos del suelo en la zona de estudio:

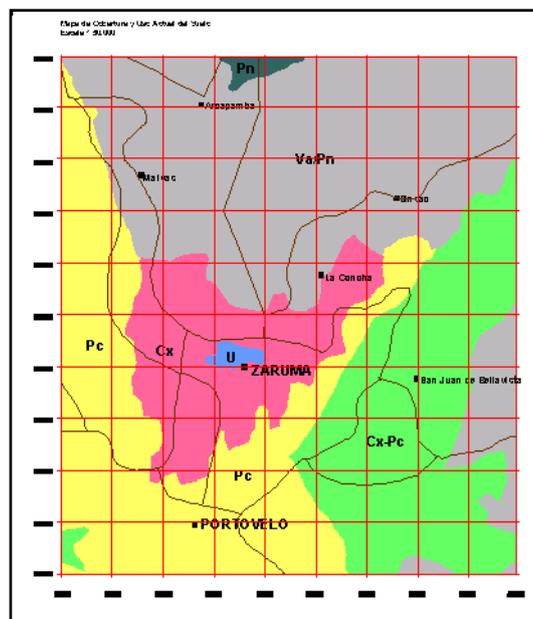
- Zonas de ocupación poblacional
- Zonas destinadas a la agricultura
- Zonas destinadas a la ganadería
- Zonas de actividad minera
- Vegetación
- Otros

**Zonas de Ocupación Poblacional:** Estas zonas comprenden la parte urbana y rural (**U**).

**Zonas de Actividad Agrícola:** Comprende los cultivos indiferenciados en el mapa, pero tradicionales en la zona de estudio, tales como: café, maíz, caña de azúcar, yuca, papa entre otros (**Cx**).

**Zonas de Actividad Ganadera:** Representada principalmente por el ganado vacuno y ocupa las zonas de pastizales naturales y cultivados (**Pn**, **Pc**)

**Zonas de Actividad Minera:** Representada por las explotaciones mineras y sus respectivas escombreras [7].



**Fig. 3.4.** Mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual.  
**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Escala: 1:50.000.

## Suelos

Existen en la zona de estudio 6 unidades de suelos (Fig. 3.5) que son:

**Unidad 1:** Ustifluvents típicos o údicos. Son suelos profundos formados sobre sedimentos limosos y arenosos de terrazas medias y/o indiferenciadas no disectadas y parcialmente inundables con pendientes inferiores al 5%. Son aptos para diversos cultivos tales como banano, cacao, café y yuca.

**Unidad 2:** Compuestas por Haplorthox óxico dystropéptico que es un suelo rojo o amarillo rojizo, arcilloso, situado en fuertes pendientes, normalmente cubierto de bosque tropical o cultivado, que admite pastos cultivo de banano y café, y presenta importantes limitaciones de fertilidad y pendiente. También incluye suelos del tipo Eutropept típico y/o Tropudalf ústico, que son suelos rojos o pardo rojizos, pesados, relativamente profundos con presencia de material parental meteorizado a menos dos metros. Presentan buena capacidad de cambio catiónico y algo de bajos niveles de fertilidad. Están dedicados a cultivo o sostienen bosque húmedo, aunque también admiten pastos.

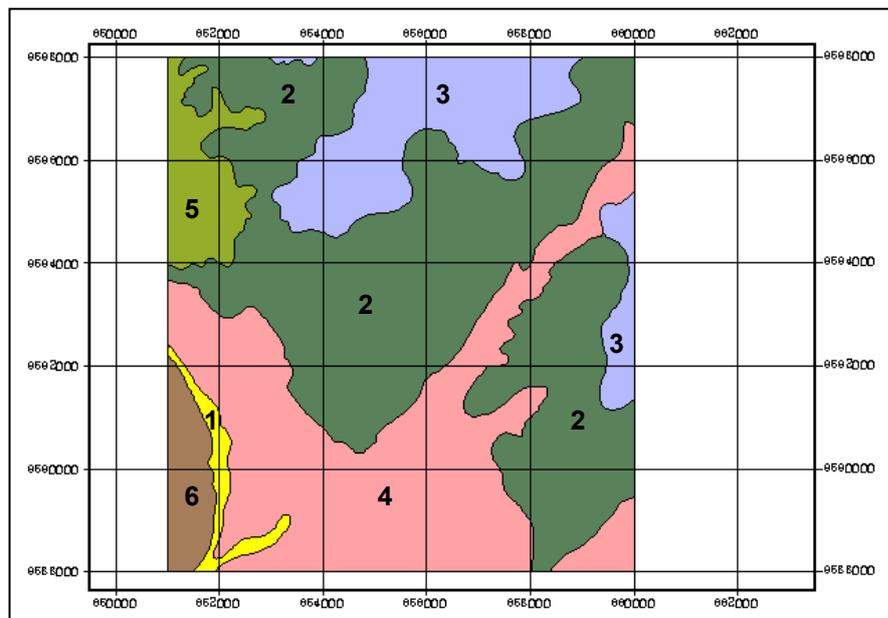
**Unidad 3:** Haplorthox óxico dystropéptico. Suelo rojo o amarillo rojizo arcilloso en fuertes pendientes normalmente cubierto de bosque tropical o cultivado, que admite pastos, cultivo de banano y café, y presenta importantes limitaciones de fertilidad y pendiente.

**Unidad 4:** Tropudalf ústico y/o Eutropept típico. Son suelos pardo rojizos, pesados, relativamente profundos, con alta saturación de bases, situados en posiciones de ladera, algo de bajo niveles de fertilidad. Están dedicados a cultivo o sostienen bosque húmedo, aunque también admiten cultivos tropicales. Se asocian a suelos erosionados (Ustorthent óxico paralítico) o

típico, arcillosos o areno-arcillosos que sostienen normalmente bosque seco subtropical.

**Unidad 5:** Ustic tropudalf y/o Eutropept típico. Son suelos pardo rojizos, pesados, relativamente profundos, con alta saturación de bases en posiciones de ladera, algo de bajo niveles de fertilidad. Están dedicados a cultivo o sostienen bosque húmedo, aunque también admiten cultivos tropicales. Se asocian a suelos erosionados (Ustorhent óxico paralítico o típico) limo-arcillosos o areno-arcillosos, que sostienen normalmente bosque seco subtropical con afloramientos rocosos.

**Unidad 6:** Eutropept óxico y/o Tropudalf údico, que son suelos rojos, pardo rojizos o pardos, pesados, húmedos y relativamente profundos con presencia de material parental meteorizado a menos de dos metros. Presentan buena capacidad de cambio catiónico y algo de bajos niveles de fertilidad. Están dedicados a cultivo o sostienen bosque húmedo, aunque también admiten pastos y cultivos tropicales [8].



**Fig. 3.5.** Mapa de Suelos.

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Escala: 1:50.000.

### **3.1.2. Medio Socioeconómico**

Las principales actividades existentes en la zona de estudio corresponden principalmente a la minería, agricultura, ganadería y en menor proporción el turismo, aunque se ha manifestado un crecimiento importante de esta última, en la actualidad.

La creciente actividad minera existente en la zona de estudio ha generado una concentración de servicios en los cantones de Zaruma y Portovelo, especialmente en la ciudad de Zaruma, que es el cantón más densamente poblado del sector y de más atractivo turístico debido al paisaje, arquitectura y valores culturales de los ciudadanos.

El auge minero producido en las últimas décadas ha sido la rémora para el progreso y desarrollo del sector agrario, que antes representaba la principal actividad ejercida en la zona de Zaruma- Portovelo. Sin embargo en la actualidad aunque dicha práctica se ejerce a menor escala, este sector aún abastece de alimentos a varios cantones de la provincia de El Oro, especialmente a la capital provincial, Machala, donde se realiza una fuerte actividad comercial debido principalmente a la producción bananera y camaronera, y a la gran influencia fronteriza con Perú.

#### **Población**

El área de estudio abarca las siguientes parroquias del cantón Zaruma: Zaruma, Malvas, Arcapamba y Muluncay; según los datos obtenidos del último censo realizado a la población en el 2001 se tiene que la ciudad de Zaruma cuenta con 8717 habitantes y concentra el 37.24 % del total cantonal que es 23407 habitantes, incluidas zonas urbanas y rurales. Es además la zona más poblada, superando al cantón Portovelo (Tabla 3.1).

Parroquias	Población
<b>*Zaruma (Cab. Cantonal)</b>	<b>8717</b>
Guanazán	3413
Huertas	1967
Guizhaguiña	1786
Abañín	1531
Sinsao	1433
*Malvas	1110
*Arcapamba	993
*Muluncay	813
Salvias	806
<b>Total Parroquial</b>	<b>22569</b>
<b>TOTAL CANTONAL</b>	<b>23407</b>

**Tabla 3.1.** Distribución de la Población del cantón Zaruma  
**Fuente:** INEC. Censo 2001

\* Parroquias incluidas dentro del área de estudio.

El cantón Portovelo abarca dentro del área de estudio a su Cabecera Cantonal del mismo nombre, Portovelo. La población total del Cantón Portovelo es aproximadamente 13800 habitantes, incluidas las parroquias de Curtincápac, Morales y Salatí, pero la mayor concentración de habitantes se encuentra en la Cabecera Cantonal Portovelo.

### **Estructura Económica**

Después de la minería, la agricultura y ganadería ha tenido una importante tradición en Zaruma-Portovelo y dentro de la provincia de El Oro, de igual forma el turismo, que en los últimos años ha tenido una regular influencia en la economía del sector.

Es conveniente señalar que la creciente actividad minera ha ido desplazando progresivamente a la agricultura y ganadería, principalmente después del cierre de la empresa minera CIMA, en 1978, que dejó gran número de desempleados y redujo el mercado de los pequeños agricultores, los mismos que se vieron forzados a buscar una actividad que les permita obtener rápidos beneficios (OIT-CENDA, 1998). Los datos del censo de 1990 indican que el mayor porcentaje de la población

económicamente activa (PEA) se dedicaba a actividades agropecuarias hasta esta fecha, sin embargo para 1994 las proyecciones y estimaciones realizadas muestran que más del doble de la población esta dedicada a la actividad minera (Tabla 3.2).

Sectores	1990	1994
Primario:		
- <i>Agricultura, silvicultura, pesca</i>	45,390	51,469
- <i>Explotación de minas y canteras</i>	4,348	9,215
Secundario	8,469	10,420

**Tabla 3.2.** Población Económicamente Activa de los cantones con actividad minera o influencia de ella según sectores.

**Fuente:** INEC. Censo 1990.

Sin embargo, de acuerdo a los estudios realizados por PREDESUR (1999), la agricultura de subsistencia y la ganadería son las dos actividades de producción más importantes de la zona, la primera realizada en pequeñas parcelas y la segunda esta basada en el aprovechamiento extensivo de los pastos naturales. La falta de capacitación e incentivos a ésta actividad, ha llevado a la utilización de tierras que no son aptas para la agricultura y pastoreo, lo cual ha generado una alteración al medio biótico y ha causado la erosión del suelo y una creciente deforestación.

Sin embargo, las aptitudes de la zona como la calidad del suelo, el clima y la tradición productiva de los sectores rurales hacen que la agricultura y la ganadería continúen siendo actividades fundamentales que se complementan con el trabajo minero.

Es en la zona de Zaruma y Portovelo donde existe la mayor tradición minera y donde se encuentran las empresas de mayor importancia. El 20% de las explotaciones están dentro de la clasificación como formales, como la empresa Bira S.A., que tiene una producción de oro de 122 t/día. Existen

otras empresas como lamGold, de origen canadiense que ha hecho estudios de exploración y actualmente han suspendido sus funciones.

Actualmente existen varias agrupaciones de sociedades mineras, como la Asociación de Mineros Autónomos.

Sin embargo la minería no ha contribuido sustancialmente en los ingresos municipales. Según informes del Municipio de Portovelo, los impuestos percibidos por concepto de minería están entre el 5 y el 10 % del total recaudado, mientras que un 5 % por pago de impuesto de predio rústico corresponde a la agricultura y ganadería. En el caso de Zaruma se utilizan mas o menos los mismos datos, su Municipio recauda menos del 10% de sus ingresos propios provenientes de la actividad minera y los recursos por regalías de las concesiones alcanzan el 2.01% del presupuesto municipal.

Es importante señalar el peso de la actividad turística que últimamente existe especialmente en Zaruma y Portovelo, debido principalmente a la tradición minera de la zona, la arquitectura de Zaruma, las costumbres, el paisaje, los balnearios, entre otros caracteres singulares que atraen a varios turistas nacionales y extranjeros [9].

### **Afecciones Territoriales**

Se han considerado las principales afecciones o disposiciones legales y administrativas de incidencia territorial que pueden restringir el emplazamiento de la actividad minera, en especial las relacionadas a Patrimonio Cultural, Patrimonio Natural y Planeamiento Urbanístico.

#### **Patrimonio Cultural y otros asociados**

En la actualidad la ciudad de Zaruma es considerada Patrimonio Cultural del Ecuador según Declaración del Gobierno Nacional del 25 de mayo de

1990. Este espacio cultural aparentemente no representa una condicionante para el desarrollo de la actividad minera por encontrarse dentro del perímetro urbano (zona excluida), sin embargo el caso de Zaruma es especial debido a que la actividad minera subterránea se ha desarrollado dentro y fuera del perímetro urbano causando serias afecciones a la ciudad que como se dijo anteriormente constituye un patrimonio.

Algunos sectores rurales aledaños al cantón Zaruma y Portovelo contienen importantes yacimientos arqueológicos cuyo valor cultural aún no ha sido estudiado y por lo tanto no existe ningún control por parte de las autoridades para condicionar o limitar el uso de este espacio físico. No obstante, estos espacios deberían representar un condicionante para el ejercicio de cualquier actividad que constituya una amenaza para su conservación.

Por otro lado, no existe en la zona de estudio ningún Espacio Natural decretado como Patrimonio que condicione o excluya el ejercicio de la actividad minera.

### Marco Legal de la Actividad Minera

Mediante D.L. N°126, del 20 de mayo de 1991, se expide la Ley de Minería. Esta nueva ley reemplaza a la Ley de Fomento Minero promulgada en 1974. El capítulo II de la Ley de Minería se titula “De la Conservación del Ambiente”. Los principales aspectos relacionados con el ambiente contenidos en esta ley son:

**a)** La realización de estudios de impacto ambiental para “prevenir, controlar, rehabilitar y compensar los impactos ambientales” (Artículo 79). Estos estudios serán aprobados por la Subsecretaría del Medio Ambiente (hoy Unidad Ambiental Minera);

- b)** En los casos aplicables serán necesarios: el tratamiento de aguas, la reforestación, acumulación de residuos, conservación de flora y fauna;
- c)** Las instalaciones mineras, deben contar con dispositivos de protección del ecosistema que eviten la contaminación ambiental;
- d)** La actividad minera se sujetará a la legislación ambiental del país y a los convenios y acuerdos suscritos por el Ecuador;
- e)** “El Estado no fomentará las actividades mineras dentro de los límites de su patrimonio forestal y de las áreas protegidas (Parques Nacionales). Solamente por motivo e interés nacional se permitirá tales actividades.”
- f)** En las áreas protegidas se utilizará un sistema de explotación subterráneo, con el menor número de zonas de ingreso a la mina que sea posible, a fin de minimizar los efectos ambientales;
- g)** Se prohíbe la minería de lavaderos o placeres dentro de las áreas protegidas;
- h)** Se prohíbe la industrialización de minerales dentro de las áreas protegidas.

Además de la legislación minera deberá cumplir con lo dispuesto en la legislación estatal y autonómica, relativa a: Evaluación de Impacto Ambiental, Flora y Fauna, Aguas, Protección Atmosférica, Residuos, etc.

### **3.1.3. Inventario Ambiental: Cartografías Temáticas**

El inventario de la cartografía temática permitió clasificar los mapas que serían utilizados dentro del análisis, los cuales son los siguientes:

### **Mapa Topográfico**

El mapa Topográfico en la zona de estudio (**Anexo 3.1**) se obtuvo de la digitalización de las hojas topográficas: Zaruma (3682-I-NE), Piñas (3682-I-NW), Paccha (3683-II-SW) y Salvias (3683-II-SE), escala 1: 25.000, preparados por El Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) en colaboración con el Interamerican Geodetic Survey (I.A.G.S.).

### **Mapa Geológico del Ecuador**

El mapa Geológico (**Anexo 3.2**) en la zona de estudio es el resultado de la digitalización de las hojas geológicas Zaruma (Hoja 38, CT-NVI-E) y Santa Rosa (Hoja 37, CT-NVI-C), escala 1:100.000, preparados por la Misión Británica y la Dirección General de Geología y Minas (1979 – 1980), compilado de las hojas topográficas y censales del Instituto Geográfico Militar.

### **Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión**

El mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión (**Anexo 3.3**) en la zona de estudio es el resultado de la digitalización de las hojas Portovelo y Santa Rosa, escala 1:100.000, preparados por El Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), en colaboración con la Subcomisión Ecuatoriana (Proyecto Puyango) y El H. Consejo Provincial de El Oro. Cartografía básica elaborada por el Instituto Geográfico Militar en 1986 – 1987, fotografías aéreas tomadas en 1986.

### **Mapa de Cobertura y Uso Actual**

El mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual, Sector Zaruma, (**Anexo 3.4**) en la zona de estudio se obtuvo de la digitalización del mapa escala 1:50.000, preparado por el Convenio de Cooperación Técnica MAG-IICA-

CLIRSEN. Ministerio de Agricultura y Ganadería, mediante la Dirección de Información de Recursos Naturales Renovables y Ordenamiento Rural (DINAREN).

### **Mapa de Suelos**

El mapa digital de las unidades de Suelos (**Anexo 3.5**) de la zona de estudio se obtuvo a partir de la información cartográfica siguiente:

Mapa Morfo-Pedológico a escala 1:200.000 correspondiente a Arenillas, realizado dentro del Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (PRONAREG).

Hojas Correspondientes a Zaruma (135) y Paccha (129) del mapa de Suelos por Regionalización a escala 1:50.000, realizado en el marco del Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (PRONAREG) y del Programa Nacional de Desarrollo Forestal.

Ambos tipos de cartografías han sido realizados por personal perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Ecuador y a la *Office de la Recherche Scientifique et Technique de Outre-Mer* (ORSTOM) de Francia.

Es necesario decir que los mapas a escala 1:50.000 no son definitivos, y han de considerarse documentos de trabajo sujetos a revisión, antes que productos finales.

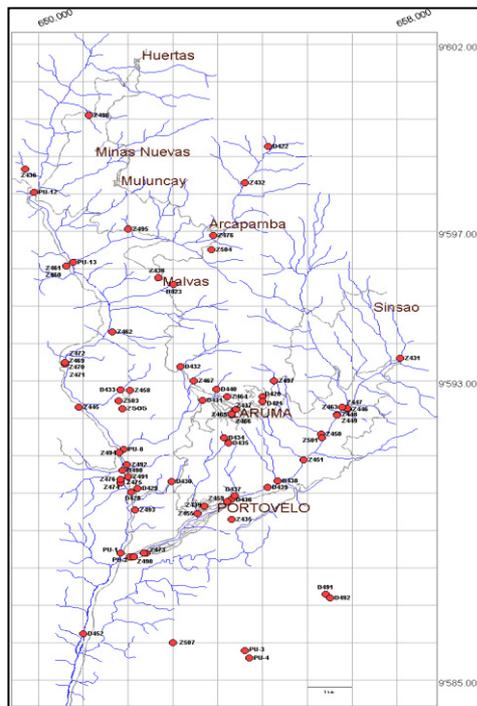
### **Mapa de Aguas**

El mapa de Aguas (**Anexo 3.6**) en la zona de estudio se realizó a partir de la información del documento Evaluación de Impactos, del Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental: “Medidas Ambientales Emergentes

y El Establecimiento de un Plan Maestro Ambiental en el Distrito Minero Portovelo-Zaruma y la Cuenca del Río Puyango”, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, Ecuador.

Se analizaron los impactos sobre el recurso hídrico, haciendo uso de los puntos de muestra tomados durante el monitoreo ambiental del proyecto antes mencionado (Fig. 3.6).

El análisis de los resultados que sobrepasan los niveles de fondo de las medidas de estos parámetros en los puntos de muestra permitieron delimitar el área más vulnerable a la contaminación minera.



**Fig. 3.6.** Ubicación de los puntos de muestreo de agua en Portovelo-Zaruma.

### Mapa de Pendientes

El mapa de Pendientes en la zona de estudio (**Anexo 3.7**) se realizó haciendo uso del Sistema de Información Geográfica ArcView 3.2, en base

al mapa topográfico, a partir del cual se obtuvo el mapa de elevaciones y posteriormente el mapa de pendientes (slope).

### **Mapa de Visibilidad**

El mapa de visibilidad se lo obtuvo utilizando el Sistema de Información Geográfica ArcGIS tomando en cuenta los puntos más visibles a partir de las carreteras más importantes.

#### **3.1.4. Inventario Ambiental Gestionado por un S.I.G**

En esta fase de la metodología se procede a integrar dentro del Sistema de Información Geográfica, ArcView 3.2, todas las cartografías temáticas obtenidas del Inventario Ambiental en formato digital para el posterior análisis.

Los Mapas temáticos gestionados en S.I.G. son los siguientes:

- Mapa Topográfico
- Mapa Geológico
- Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión
- Mapa de Cobertura y Uso Actual
- Mapa de Suelos
- Mapa de Aguas
- Mapa de Pendientes
- Mapa de Visibilidad

### 3.2. Investigación Geológico-Minera

Debido a que la minería en Zaruma se trata de una minería subterránea, la caracterización geológica y tecnológica, así como la delimitación geográfica de las áreas con recursos potenciales no se toman en cuenta dentro de este estudio debido a la dificultad en trabajo y tiempo que la misma representa, sin embargo se trabaja sobre la formación geológica que alberga el recurso potencialmente explotable y que se ha obtenido del Mapa Geológico del Ecuador.

La metodología a seguir en la investigación geológico-minera, se presenta mediante el siguiente esquema:

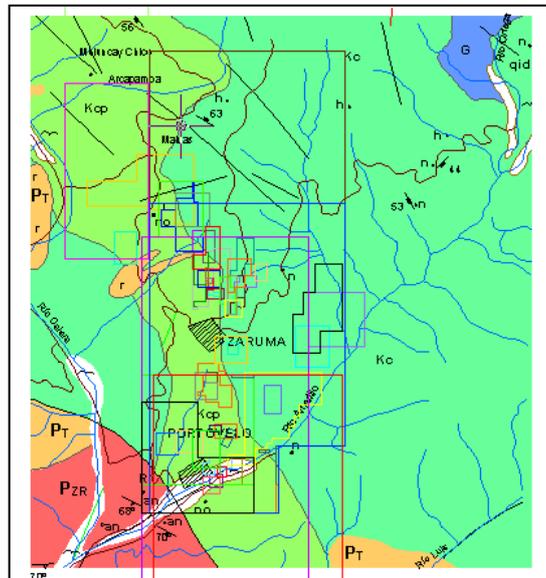


### 3.2.1. Delimitación Geográfica de los Recursos Potencialmente Explotables

Como se menciona anteriormente el recurso potencialmente explotable se definió a la “Andesita de Portovelo K<sub>CP</sub>” que corresponde a la Formación Celica. Esta elección se hizo después de superponer sobre el mapa geológico las áreas de explotación con sus respectivas coordenadas (Fig. 3.7), tomadas de la base de datos de la página electrónica del Ministerio de Energía y Minas. El resultado observado fue que las concesiones de explotación coincidían sobre la Andesita de Portovelo.

Las correlaciones hechas en otros informes indican a la Andesita de Portovelo como el recurso geológico potencialmente explotable.

El resultado de esta fase es el Mapa que alberga el recurso potencialmente explotable (**Anexo 3.8**), que como se dijo anteriormente corresponde a la Andesita de Portovelo.

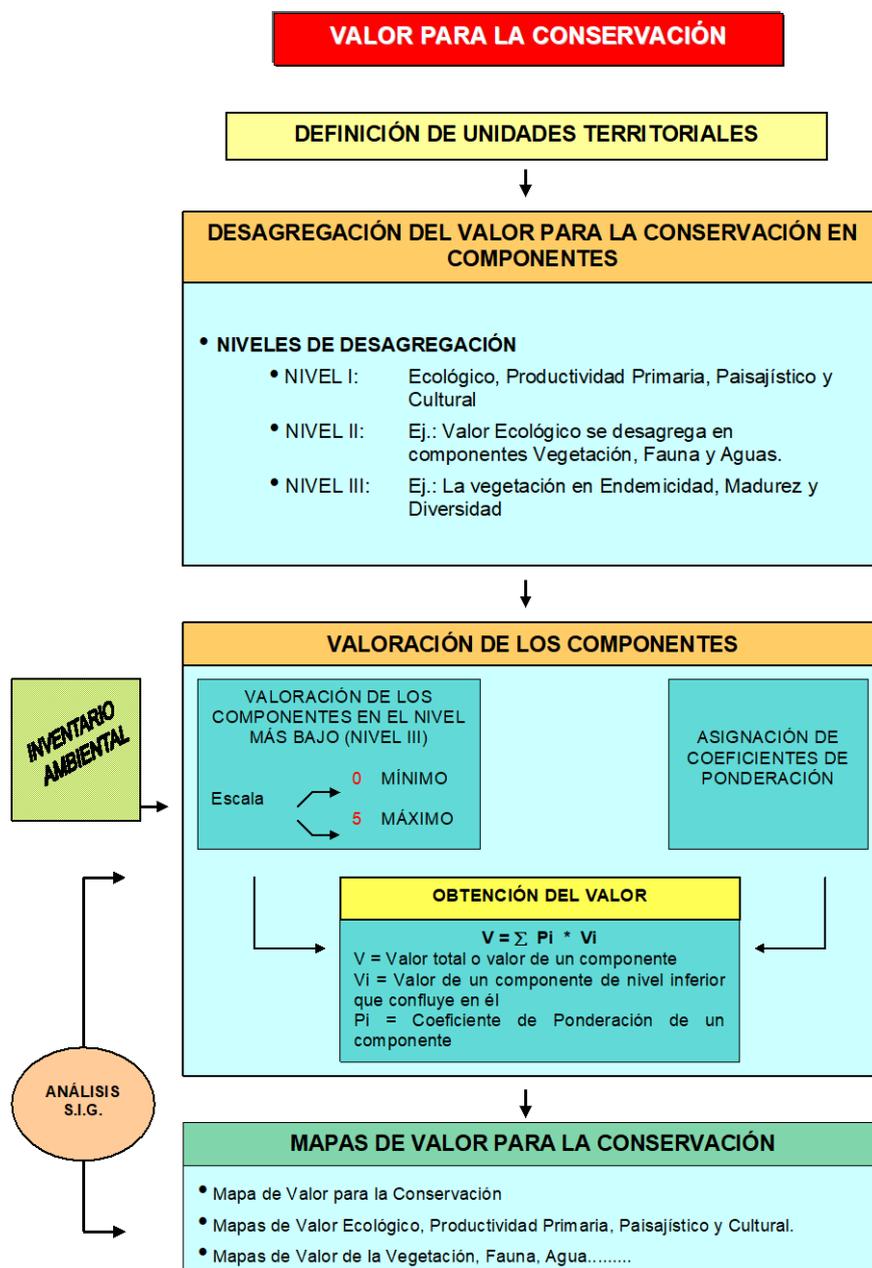


**Fig. 3.7.** Mapa Geológico con el recurso potencialmente explotable: Andesita de Portovelo

### 3.3. Diagnóstico Territorial: Valor para la Conservación

La valoración del territorio para la conservación en el estado actual se basa en la estimación de la calidad, grado de excelencia, significado y función de los diferentes elementos que constituyen el medio y configuran el territorio [1] .

La metodología a seguir para determinar el valor para la conservación, se presenta en el siguiente esquema:

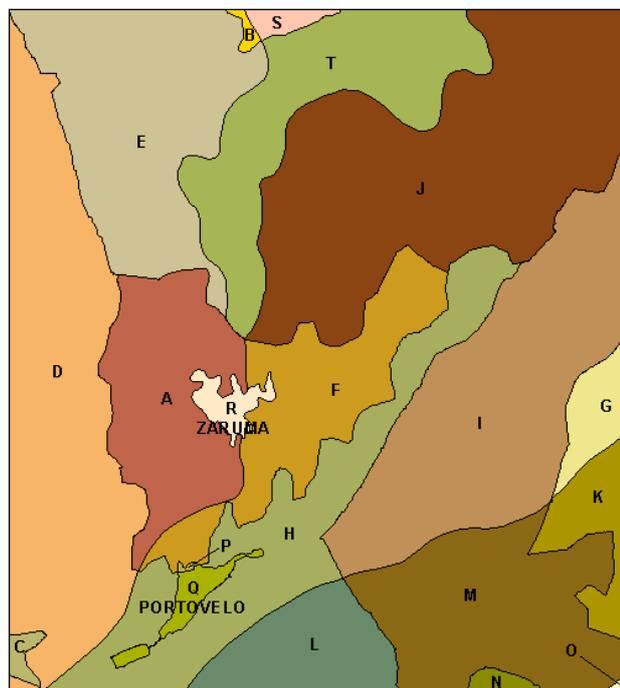


### 3.3.1. Definición de Unidades Territoriales

Las unidades territoriales se definen dividiendo el territorio en áreas sensiblemente homogéneas en cuanto a sus elementos y factores ambientales.

Previamente se define el mapa de unidades fisiográficas (**Anexo 3.9**) de la interpretación morfológica del mapa de elevaciones (**Anexo 3.10**).

Para el caso de Zaruma – Portovelo, el mapa de “unidades territoriales” (**Mapa 1**), resultó de la superposición del mapa de “unidades fisiográficas” con el mapa de “cobertura y uso actual”, y el producto final son 20 unidades territoriales identificadas por letras alfabéticas desde la “A” hasta la “T”, como se muestra en la Fig. 3.8.



**Fig. 3.8.** Representación gráfica de la cobertura de Unidades Territoriales.

### 3.3.2. Desagregación del Valor para la Conservación en Componentes

El Valor Global se ha desagregado en cuatro componentes: vegetación, paisaje, agua y suelos

- **Valoración de los componentes (vegetación, paisaje, agua y suelos)**

Como primer paso se valora cada uno de los componentes *vegetación, paisaje, agua y suelos*. La valoración se efectúa en una escala jerárquica similar para todos los componentes, que va desde **1**: muy bajo; **2**: bajo; **3**: medio; **4**: alto; **5**: muy alto.

#### Valoración de la Vegetación

La Vegetación se valoró sobre el mapa de “Cobertura Vegetal y Uso Actual”.

Los valores asignados a cada unidad se muestran en la Fig. 3.9. Las unidades de igual valor están representadas con el mismo color.

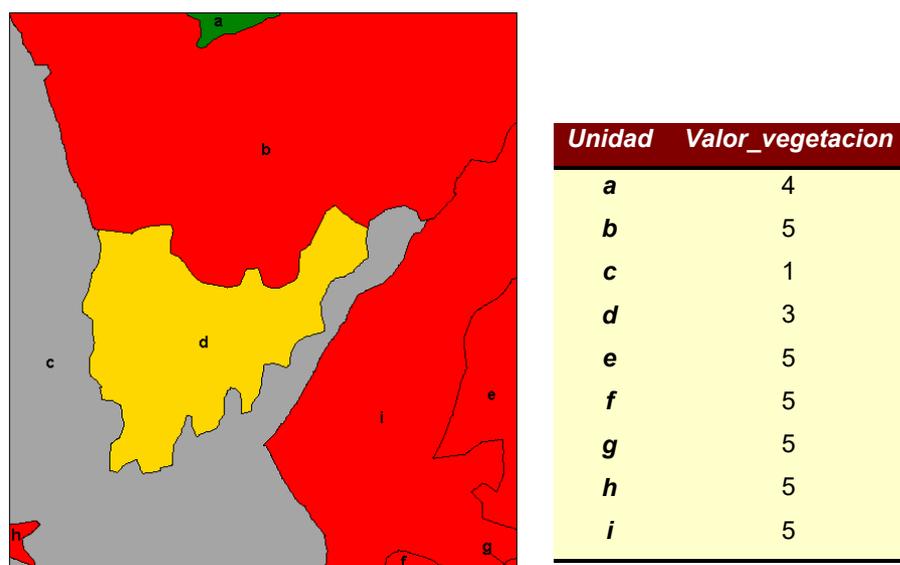
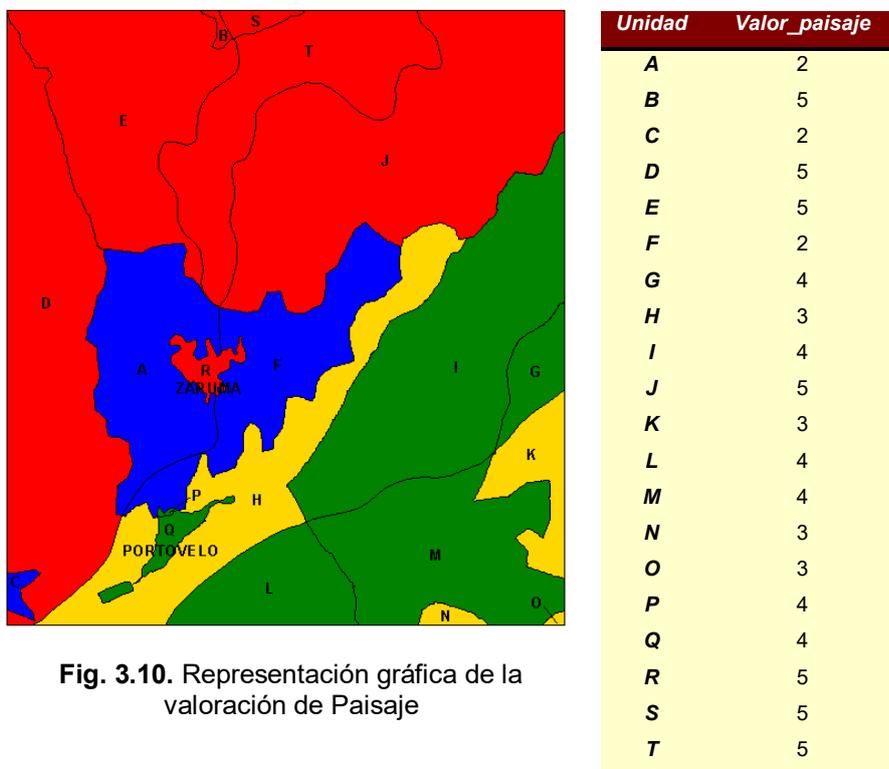


Fig. 3.9. Valoración de las unidades de vegetación

**Valoración del Paisaje**

El paisaje se valoró sobre el mapa de “Unidades Territoriales”.

Los valores asignados a cada unidad se muestran en la Fig. 3.10. Se puede apreciar que las unidades con igual valor están representadas con el mismo color.

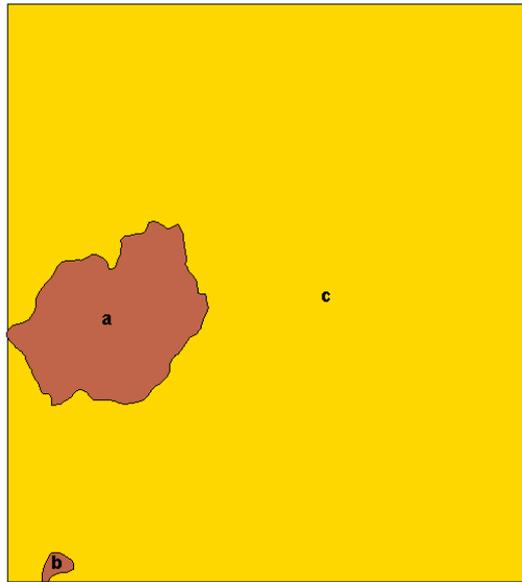


**Fig. 3.10.** Representación gráfica de la valoración de Paisaje

**Valoración del Agua**

El agua se valoró sobre el mapa de “Aguas”, que se menciona en la página 42.

Los valores asignados a cada unidad se muestran en la Fig. 3.11. Las unidades de igual valor se representan con el mismo color.



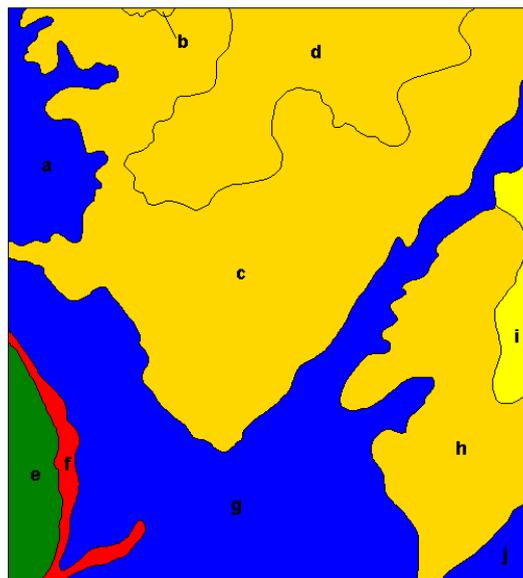
Unidad	Valor_agua
<i>a</i>	1
<i>b</i>	1
<i>c</i>	5

**Fig. 3.11.** Representación gráfica de la valoración del Agua

### Valoración de Suelos

El suelo se valoró sobre el mapa de “Suelos”, que se menciona en la página 42.

Los valores asignados a cada unidad se muestran en la Fig. 3.12. Las unidades de igual valor se representan con el mismo color.



Unidad	Valor_suelo
<i>a</i>	2
<i>b</i>	3
<i>c</i>	3
<i>d</i>	3
<i>e</i>	4
<i>f</i>	5
<i>g</i>	2
<i>h</i>	3
<i>i</i>	3
<i>j</i>	2

**Fig. 3.12.** Representación gráfica de la valoración del Suelo

- **Asignación de coeficientes de ponderación**

**Como segundo paso** haciendo uso de la herramienta SIG, se unen los mapas de valor de cada componente (vegetación, paisaje, agua, suelo y unidades territoriales), lo cual da como resultado una cobertura donde cada unidad posee un valor de vegetación, paisaje, agua y suelo (Fig. 3.13).

Posteriormente a los componentes valorados se les asigna un “coeficiente de ponderación”, con el objetivo de cuantificar su importancia relativa respecto a los otros componentes. Dichos coeficientes han sido asignados por consenso entre los diferentes miembros del equipo de trabajo a fin de minimizar la carga de subjetividad y son los siguientes:

Componente	Coefficientes de ponderación
Valor_vegetación	0,4
Valor_paisaje	0,3
Valor_agua	0,2
Valor_suelo	0,1

**Tabla 3.3.** Coeficientes de ponderación asignados a cada componente.

- **Obtención del Valor Global**

El valor en cada unidad se calcula mediante la expresión:

$$V = \sum P_i v_i$$

Siendo  $V$  : el valor de un componente o vértice.

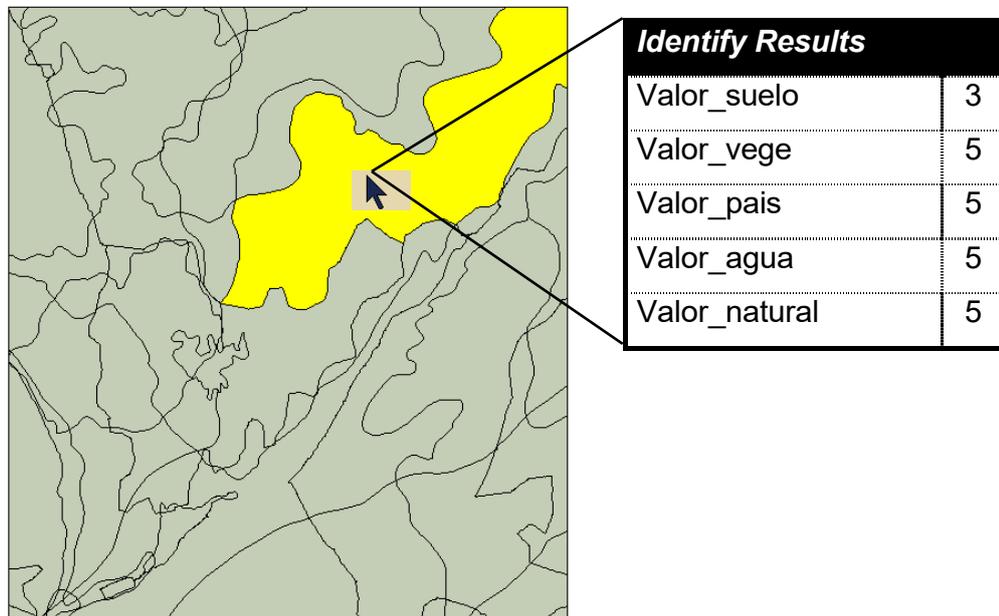
$v_i$  : el valor de un componente o vértice del nivel inferior que confluye en él.

$P_i$  : el coeficiente de ponderación del componente  $i$ .

Se crea un nuevo campo “**Valor\_natural**” que calcule para cada unidad el polinomio:

$$((0,4*Valor\_vege)+(0,3*Valor\_pais)+(0,2*Valor\_agua)+(0,1*Valor\_suelo))$$

En la siguiente figura se puede observar un ejemplo de una unidad que contiene los campos de valor de cada componente y “Valor\_natural”, el cual es el resultado de la aplicación de la fórmula arriba mencionada.



**Fig. 3.13.** Representación gráfica de la unión de los mapas de valor y unidades territoriales.

**Como tercer paso** se crea el campo “Area del polígono”, el cual contiene el área de cada polígono o unidad que resultó del segundo paso; esta área se puede calcular automáticamente en el SIG (Tabla 3.4). Finalmente se crea el campo “Valor\_ponderado”, al cual se aplica la fórmula:

$$((Area\_polígono / Area\_unidad territorial) * Valor\_natural)$$

Shape	Area	Areaunidad	Vnatural
Polygon	189960.469	8866354.000	3.500
Polygon	7479120.000	8866354.000	3.600
Polygon	122460.250	122474.125	4.000
Polygon	361524.250	361512.500	4.000
Polygon	6905580.500	6905577.000	4.200
Polygon	14725352.000	15446512.000	4.200
Polygon	3181233.000	12245892.000	3.100
Polygon	535339.000	8866354.000	3.500
Polygon	59897.063	12245892.000	3.200
Polygon	540423.750	15446512.000	4.100
Polygon	38962.219	12245892.000	3.200
Polygon	565151.875	8866354.000	3.500
Polygon	4463418.500	11413002.000	3.600
Polygon	6946535.000	11413002.000	3.700
Polygon	3092.656	11413002.000	3.900
Polygon	180735.031	15446512.000	4.100
Polygon	780385.813	12245892.000	3.200
Polygon	4861474.500	5469741.500	3.100
Polygon	928265.750	7632737.500	2.600
Polygon	4976031.500	7632737.500	2.500
Polygon	8603.938	8866354.000	2.800
Polygon	16133.813	5848357.000	3.100
Polygon	2569019.250	5848357.000	2.300
Polygon	88154.563	8866354.000	2.800
Polygon	243414.375	5848357.000	3.100
Polygon	389113.313	12245892.000	2.400
Polygon	625605.750	12245892.000	3.100
Polygon	54458.156	5848357.000	3.100
Polygon	1303473.500	1303473.500	3.900
Polygon	1809703.000	12245892.000	2.300
Polygon	1545464.375	5848357.000	2.200
Polygon	1717.688	5469741.500	2.300

**Tabla 3.4.** Cálculo de las áreas de cada unidad en el mapa, utilizando SIG

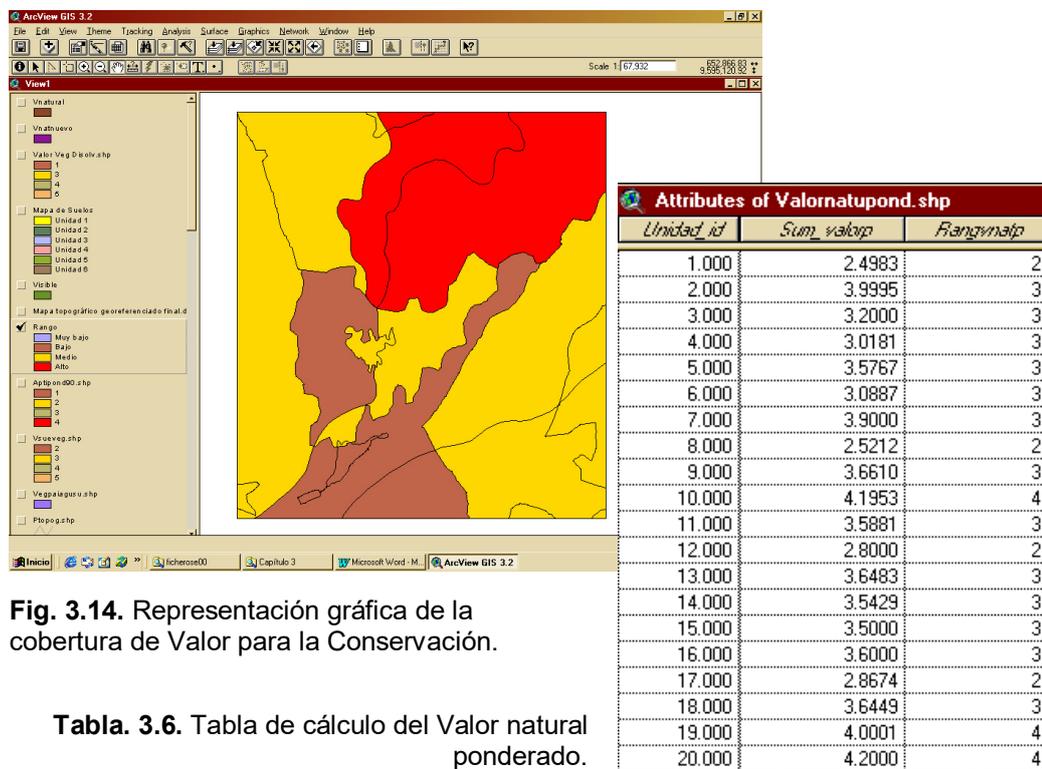
Esta aplicación da como resultado valores decimales en el campo Valor\_ponderado (Tabla 3.6), los cuales son comparables, siendo la escala de 1 como valor mínimo a 4 como valor máximo.

<b>VALOR</b>	<b>CLASE DE VALOR</b>
$1 \leq V < 2$	<i>Muy Bajo (1)</i>
$2 \leq V < 3$	<i>Bajo (2)</i>
$3 \leq V < 4$	<i>Medio (3)</i>
$4 \leq V < 5$	<i>Alto (4)</i>

**Tabla. 3.5.** Rango de valores comparables para determinar el valor global

Se crea un nuevo campo “**Rangvnatp**” en el cual mediante comparaciones de la tabla 3.5, se asigna a cada unidad un valor.

La utilización de un SIG ha permitido la aplicación cartográfica de dichos índices de valor (Fig. 3.14), obteniéndose de manera automática la cobertura de valor para la conservación, con el cual se puede elaborar el **Mapa de Valor para la Conservación (Mapa 2)**.



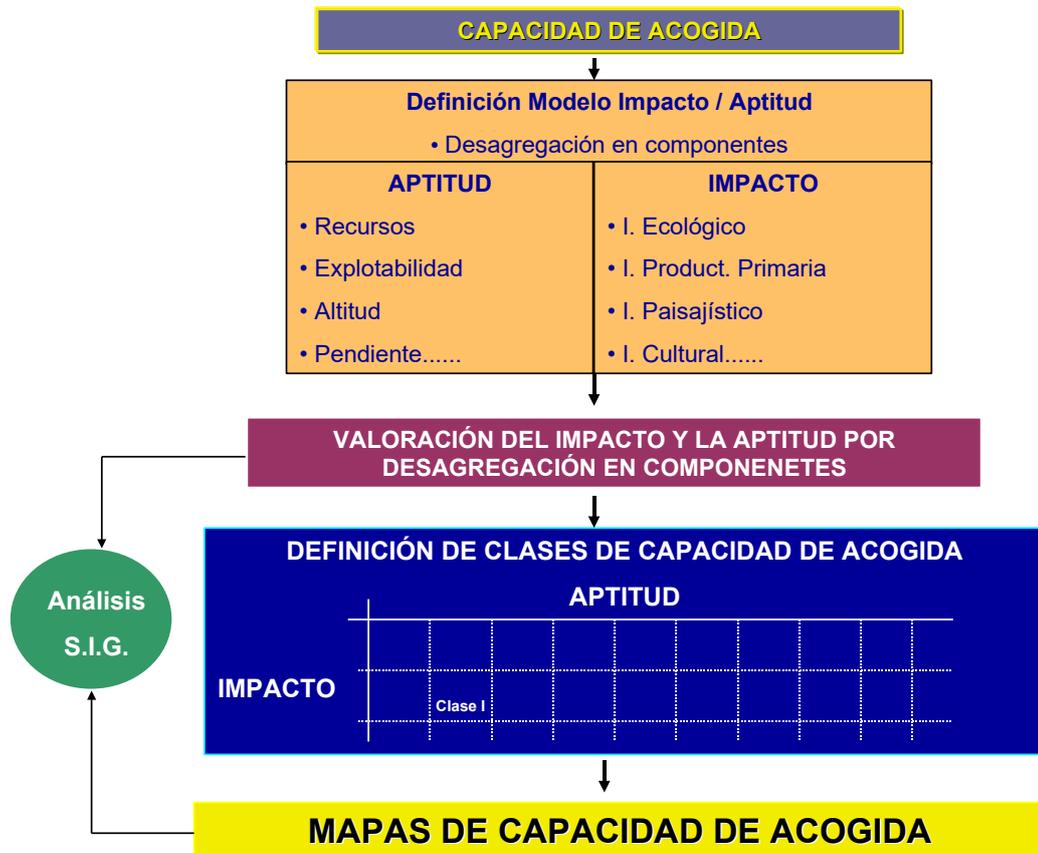
**Fig. 3.14.** Representación gráfica de la cobertura de Valor para la Conservación.

**Tabla. 3.6.** Tabla de cálculo del Valor natural ponderado.

### 3.3.3. Capacidad de Acogida

La capacidad de acogida define el grado de compatibilidad/incompatibilidad del territorio, expresado en unidades territoriales, y sus recursos naturales con la actividad minera.

La metodología a seguir para determinar la capacidad de acogida, se presenta en el siguiente esquema:



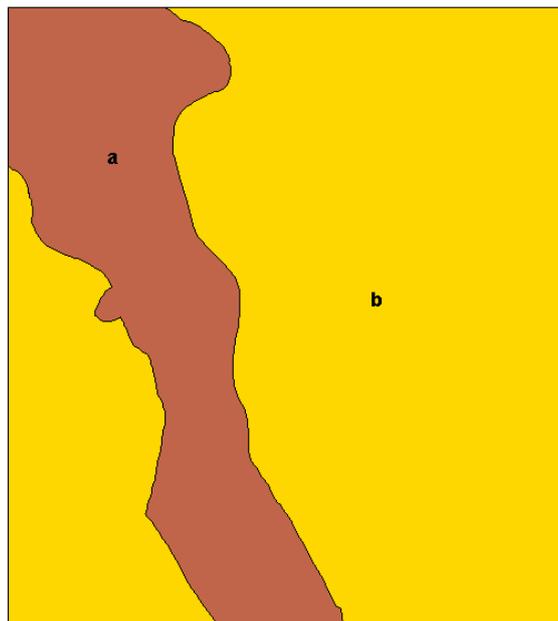
- **Valoración para la Aptitud**

La Aptitud se ha valorado siguiendo el mismo proceso del valor para la conservación; se desagrega en dos componentes: *recurso* y *pendiente*.

**Valoración del Recurso**

El recurso se ha valorado sobre el “mapa que alberga el potencial explotable”.

Los valores asignados a cada unidad se muestran en la Fig. 3.15. La escala corresponde a los valores de **1**: no explotable y **5**: explotable.



<i>Unidad</i>	<i>Valor_recurso</i>
<i>a</i>	5
<i>b</i>	1

**Fig. 3.15.** Representación gráfica de la cobertura de valoración del recurso.

### **Valoración de la Pendiente**

La valoración de la pendiente se analizó en ArcGis, debido a que ArcView 3.2 no presenta la herramienta adecuada. Para la valoración se hizo la siguiente consideración:

$$\theta < 27^\circ \text{ — } 5$$

$$\theta \geq 27^\circ \text{ — } 1$$

Donde se considera el valor **5**: aptitud elevada y **1**: aptitud baja para la explotación.

Los coeficientes de ponderación considerados para el caso de la aptitud son: **0,85** a la componente de recurso y **0,15** a la componente de pendiente, por lo tanto para obtener el valor de la pendiente se aplica el siguiente polinomio:

$$((0,85*\text{Valor\_recurso})+(0,15*\text{Valor\_pendiente}))$$

Y finalmente para obtener el valor ponderado de la aptitud se aplica la siguiente fórmula:

$$((\text{Area\_polígono} / \text{Area\_unidad territorial}) * \text{Valor\_pendiente})$$

Los valores resultantes de la aplicación de esta fórmula son comparables según la escala que va de 1 como valor mínimo a 4 como valor máximo. (Tabla. 3.5).

A partir de este análisis en S.I.G. se obtiene la cobertura de aptitud (Fig. 3.16), la cual sirve para elaborar el **Mapa de Aptitud (Mapa 3)**.

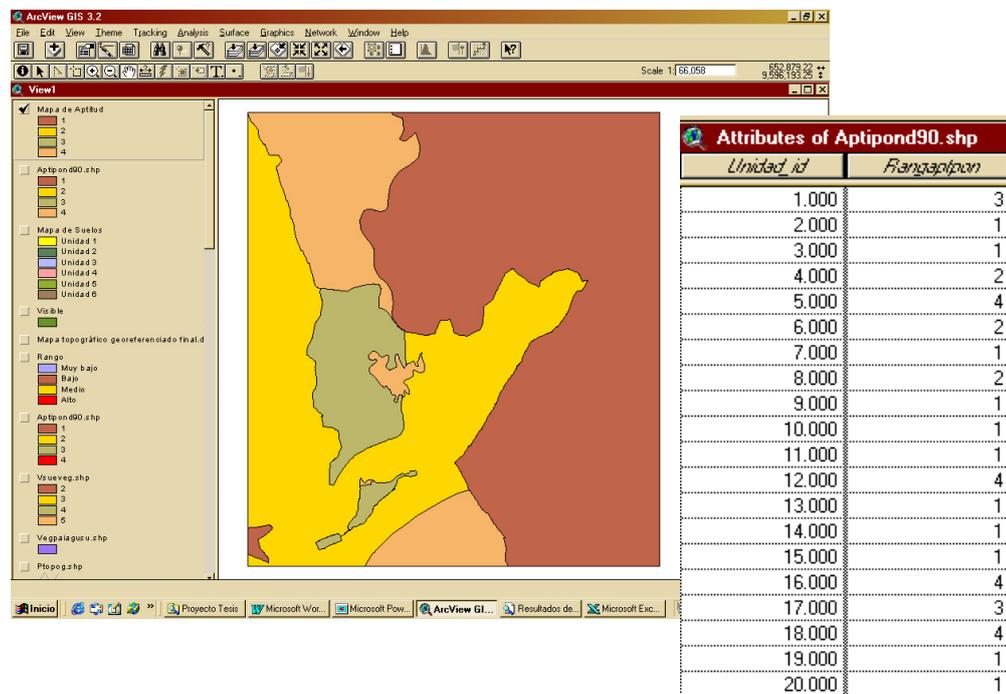


Fig. 3.16. Representación gráfica de la cobertura de Aptitud

- **Determinación de la Capacidad de Acogida**

Para determinar la capacidad de acogida de cada unidad territorial ha sido necesario previamente definir el modelo impacto/aptitud mediante la:

- Estimación de la potencialidad del territorio en cuanto a la explotación minera de los recursos minerales (**APTITUD**).
- Estimación de la fragilidad o vulnerabilidad del territorio para dicha actividad (**IMPACTO**) o Valor Natural para la Conservación [1].

Una vez que se tiene la aplicación cartográfica de estos valores, se superponen y se establece una comparación que permita asignar una clase, según el total de clases de capacidad de acogida establecidas (Fig. 3.17), las cuales expresan el uso vocacional, compatible, compatible con limitaciones e incompatible de cada unidad territorial con respecto a la actividad extractiva de los recursos mineros.

		APTITUD			
		Muy Bajo	Baja	Media	Alta
IMPACTO	Muy Bajo	IV	II	I	I
	Bajo	IV	II	II	I
	Medio	IV	IV	III	III
	Alto	IV	IV	IV	IV

Fig. 3.17. Clases de Capacidad de Acogida

Donde:

- Clase I:** Capacidad de Acogida Alta. Localización Aceptable
- Clase II:** Capacidad de Acogida Media. Sin limitaciones
- Clase III:** Capacidad de Acogida Media. Con limitaciones
- Clase IV:** Capacidad de Acogida Baja. Localización no admisible

El resultado final de esta aplicación mediante análisis S.I.G. es la cobertura de capacidad de acogida (Fig. 3.18) que sirve para elaborar el **Mapa de Capacidad de Acogida (Mapa 4)**.

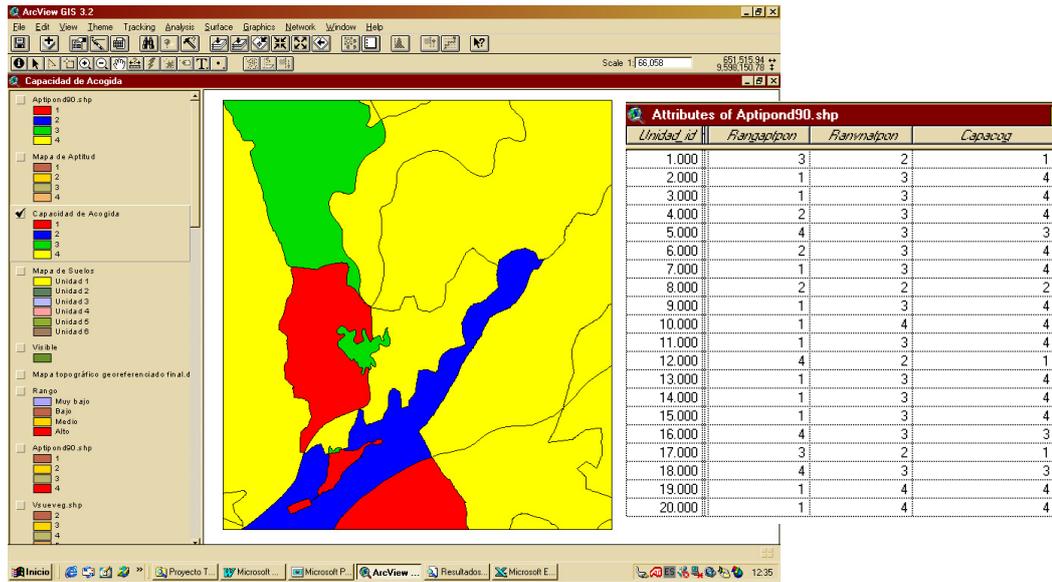


Fig. 3.18. Representación gráfica de la cobertura de Capacidad de Acogida

### 3.4. Zonificación del Territorio

En esta fase se definen criterios que permitan zonificar el territorio (Fig. 3.19) en base a su aptitud, tanto minera como ambiental, para la explotación del mineral.

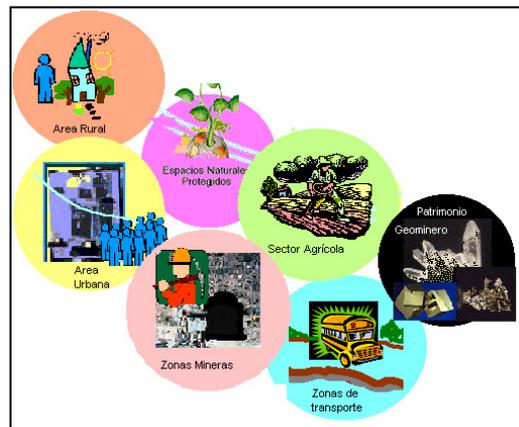


Fig. 3.19. Actividades tomadas en cuenta en la Zonificación del Territorio

La metodología a seguir en la zonificación del territorio, se presenta mediante el siguiente esquema:

**ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO**

**DEFINICIÓN DE CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN**

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD MINERA	CRITERIOS CONDICIONANTES PARA EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD MINERA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de Capacidad de Acogida "X"</li> <li>- Espacios Naturales Protegidos: Monumentos Naturales</li> <li>- Perímetro de Protección: Núcleos Urbanos.</li> <li>- Perímetro de Protección: Yacimientos Arqueológ.</li> <li>- Llanuras aluviales</li> <li>- Formaciones Vegetales de alto Valor para la Conservación (endemidad, madurez, diversidad)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altitud</li> <li>- Pendiente</li> <li>- Incidencia Visual de las Explotaciones mineras</li> </ul>

**MAPA DE FORMACIONES GEOLÓGICAS QUE ALBERGAN LOS NIVELES POTENCIALMENTE EXPLOTABLES**

**ANÁLISIS S.I.G.**

**MAPAS SEGÚN CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN**

- Mapas de zonas excluidas para la actividad minera por criterio de Capacidad de Acogida "X".
- Mapas de zonas excluidas para la actividad minera por criterio de perímetro de protección núcleos urbanos.
- Otros.....

En la fase de Investigación Geológica se estableció una primera zonificación delimitándose zonas potencialmente explotables y no explotables, cuya expresión cartográfica lo constituye el Mapa de la Formación Geológica que albergan el recurso potencialmente explotable (**Anexo 3.8**).

#### **3.4.1. Definición de Criterios de Zonificación**

- ***Criterios de Exclusión para el Desarrollo de la Actividad Minera***

Los criterios para la definición de la propuesta de zonas de exclusión para la explotación del recurso mineral en la zona de estudio han sido los siguientes:

- Exclusión por baja capacidad de acogida (IV) para la actividad minera.
- Exclusión por protección de zonas habitadas.
- Exclusión por especial valor para la conservación de suelos.

- ***Criterios Condicionantes para el Desarrollo de la Actividad Minera***

Definiendo los criterios condicionantes para la explotación dentro de la zona de estudio (pendiente y visibilidad), se ha procedido a la delimitación de categorías de ordenación dentro de las zonas con recursos que no han sido excluidas para la explotación.

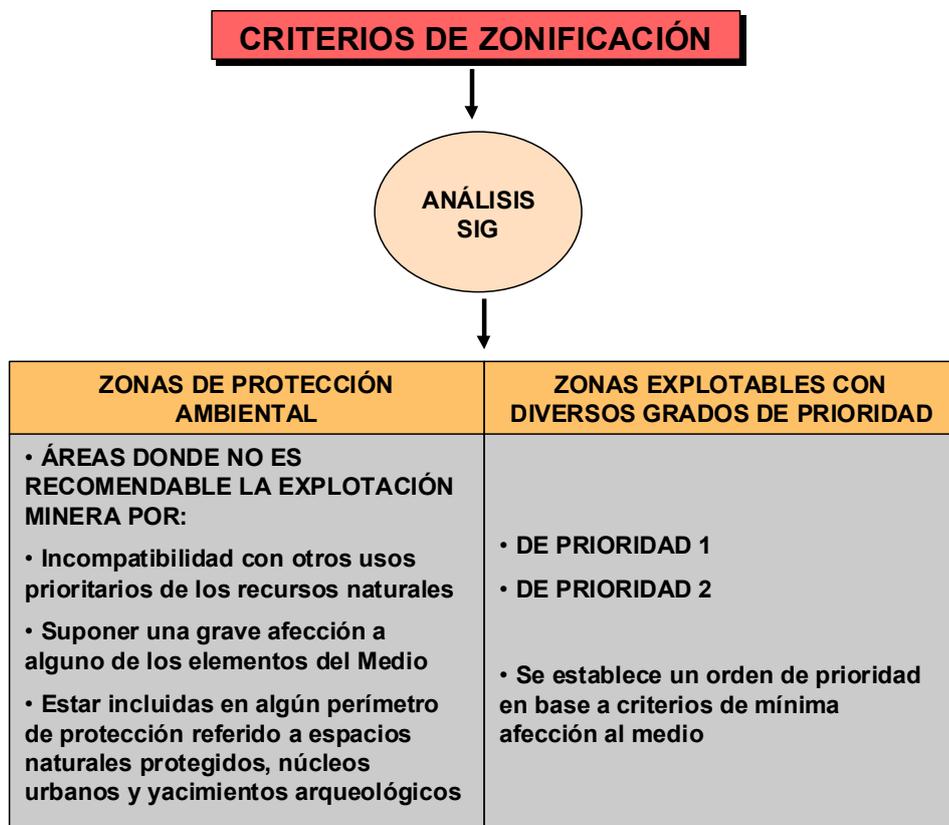
Dentro de las zonas explotables, se han considerado tres diferentes grados de prioridad en función de la incidencia visual y la pendiente.

El resultado de esta fase de zonificación del territorio, mediante análisis S.I.G. es la creación de Mapas (coberturas) según criterios de zonificación, tales como:

- Mapa de zonas excluidas para la actividad minera por criterio de capacidad de acogida IV.
- Mapa de zonas excluidas para la actividad minera por criterio de protección de zonas habitadas.
- Mapa de zonas excluidas para la actividad minera por criterio de especial valor para la conservación de suelos.

### 3.5. Mapa de Ordenación Minero-Ambiental

La metodología a seguir para la elaboración de un mapa de Ordenación Minero-Ambiental, se presenta mediante el siguiente esquema:



A partir de los resultados del Diagnóstico Territorial y la aplicación de los criterios de zonificación y mediante el análisis SIG se ha diseñado un **MAPA DE ORDENACIÓN MINERO-AMBIENTAL (Mapa 5)** en el que se delimitan:

- *Zonas de Protección Ambiental*
- *Zonas Explotables con diversos grados de Prioridad: 1 y 2*

Donde:

**Zonas de Protección Ambiental:** Son todas las zonas con recursos que poseen algún factor excluyente.

**Zonas de Prioridad 1:** Son todas las zonas con recursos que no tienen ningún factor condicionante ni excluyente.

**Zonas de Prioridad 2:** Son todas las zonas con recursos que no tienen ningún factor excluyente, pero sí alguno condicionante.

### ***Elaboración de la Cobertura de Ordenación***

Para la elaboración en S.I.G. de la cobertura de Ordenación, se siguen los siguientes pasos:

1.- Se unen todas las coberturas: excluyentes, condicionantes y potencialmente explotables.

2.- Se hace un clip con las zonas potencialmente explotables, de esta forma se extraen todos los polígonos con recursos.

3.- A la cobertura anterior se le añade el campo “ordenación” que se rellena con los valores 1: zona de prioridad 1, 2: zona de prioridad 2, 3: zona de protección ambiental.

El resultado final es la cobertura de “ordenación” la cual sirve para la elaboración del Mapa de Ordenación Minero Ambiental.

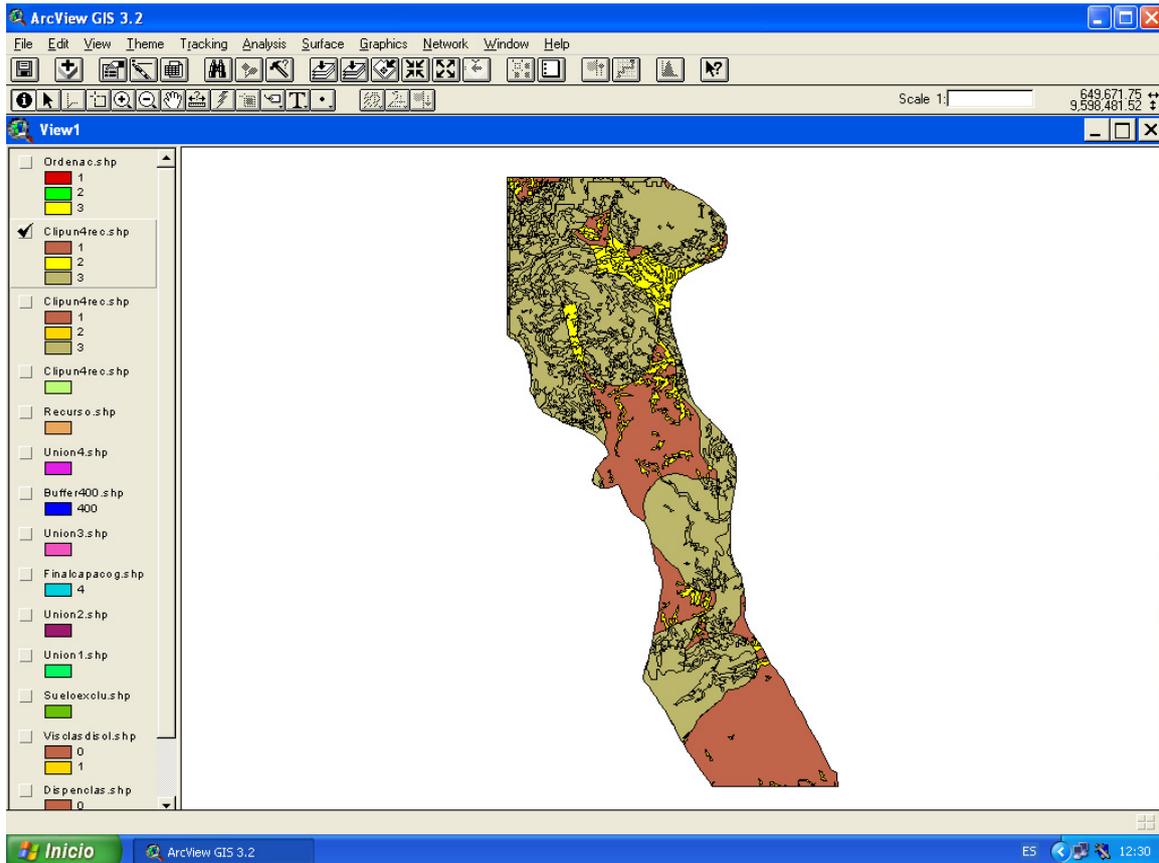


Fig. 3.20. Representación gráfica de la cobertura de Ordenación.

El Mapa de Ordenación Minero Ambiental representa el primer punto de partida para la elaboración de una propuesta de ordenación que sirva de base para la integración de la actividad minera en los Planes de Ordenación Territorial que afectan a la zona.

## **CAPÍTULO IV**

### **IV. ASPECTOS LEGALES DE LA MINERÍA EN ECUADOR**

#### **IV. ASPECTOS LEGALES**

Es importante mencionar que este capítulo se ha extraído del Informe: Aspectos Técnicos y Legales de la Minería No Metálica en las Provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos; elaborado por el Ing. Jorge Velasco Valarezo y la Ab. Leticia Cárdenas Zea [6], debido a la acertada manera de sintetizar los aspectos legales pertinentes a minería. Se presenta a continuación el informe mencionado.

Las normas fundamentales que amparan los derechos y libertades de los ciudadanos, organizan el Estado y sus Instituciones democráticas y además impulsan el desarrollo económico y social, están contenidas en el órgano jurídico que es la Constitución Política de la República del Ecuador.

En el caso de la Minería, la Constitución actual contiene normas claras respecto al trámite jurídico al que se someterán los recursos naturales no renovables y las áreas estratégicas del Estado.

El capítulo Primero, del Título XII, que hace referencia al “**Sistema Económico**”, en su artículo # 247, establece lo siguiente: ***“Son de propiedad inalienable e imprescriptible del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, los minerales y sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentran en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial.***

***Estos bienes serán explotados en función de los intereses nacionales. Su exploración y explotación racional podrían ser llevadas a cabo por empresas públicas, mixtas o privadas, de acuerdo con la Ley.....”***

De acuerdo a este artículo, queda establecido que es el Estado quien tiene el dominio absoluto, inalienable e imprescriptible de los recursos naturales no renovables, de los productos del subsuelo, de los minerales y sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo.

A partir de estos preceptos constitucionales, se han promulgado diversos compendios jurídicos que regulan la actividad minera y el ejercicio de la misma, así tenemos:

- **Ley de Minería**
- **Reglamento General a la Ley de Minería**
- **Reglamento Ambiental para las actividades mineras en la República del Ecuador.**
- **Reglamento de Seguridad Minera.**

Existen además ciertos preceptos de la Legislación minera que están en concordancia con la Legislación Ambiental y con otros cuerpos legales, tales como:

- **Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.**
- **Ley de Gestión Ambiental.**
- **Ley Reformatoria al Código Penal (R.O. N° 2, del 25 de Enero de 2005).**
- **Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.**
- **Reglamento a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y de Vida Silvestre.**
- **Ley de Aguas, y otras.**

#### **4.1. Marco Legal Minero**

Es el Estado quien confiere derechos sobre sus recursos minerales a través de los que se denomina **CONCESIÓN MINERA**, cuya definición, de conformidad a lo dispuesto en el artículo # 7 de la LEY DE MINERÍA, expedida mediante Decreto N° 126, publicada en el Registro Oficial N° 695, del 31 de Mayo de 1991, y sus correspondientes reformas es la siguiente: ***“Concesiones mineras.- La concesión minera es un derecho real e inmueble, distinto e independiente al de la propiedad de la tierra en que se encuentra aunque ambas pertenezcan***

***a una misma persona. El derecho real que emana de la concesión minera es oponible a terceros, transferible y transmisible; susceptible de hipoteca y, en general, de todo acto o contrato, excepto el de constitución de patrimonio familiar.***

***Se consideran inmuebles accesorios a la concesión las construcciones, instalaciones y demás objetos afectados permanentemente a su operación.***

***La concesión minera es susceptible de división material o acumulación, dentro del límite de una hectárea minera mínima y 5.000 hectáreas mineras máximas, por concesión”.***

Los derechos que confiere el Estado por intermedio de la Dirección Nacional de Minería y sus Direcciones Regionales, se expresan en la Concesión minera de la que el concesionario, sea éste persona natural o persona jurídica, nacional o extranjera, es su titular; ésta concesión se radica materialmente en una determinada extensión territorial sobre la cual se aprovecharán **racionalmente** los recursos en ella existentes.

La exploración o la explotación de los recursos minerales solo pueden efectuarse por concesiones mineras, amparadas en un TÍTULO MINERO, el cual reúne una serie de disposiciones a cumplir obligatoriamente por el titular minero y hacer cumplir a sus dependientes en caso de que los hubiere.

#### **4.2. Derechos y Obligaciones de los Titulares Mineros**

El otorgamiento de una concesión minera, plasmada en un título minero, sea para exploración o para explotación, confiere diversos derechos a su titular; pero, correlativamente, le impone también obligaciones que deberá ejercer y cumplir desde el momento que queda constituida la concesión minera, conforme sean sus intereses o así lo disponga la Ley.

**A) Derechos.-** El artículo # 6 de la Ley de Minería, define lo que son los Derechos Mineros y establece lo siguiente: *“Por derechos mineros se entienden aquellos que emanan tanto las concesiones de exploración y explotación, como de las autorizaciones para instalar y operar plantas de beneficio, fundición y refinación, y de las licencias de comercialización.....”*

Como se ha mencionado con antelación respecto a los preceptos constitucionales; es el Estado por medio de las Direcciones Regionales de Minería, quien confiere derechos sobre sus recursos minerales a través de la **Concesión Minera**.

En los dos capítulos del Título IV de la Ley de Minería constan los Derechos de los titulares mineros.

**B) Obligaciones.-** Las obligaciones del titular minero surgen desde el momento mismo en el cual queda constituida la concesión minera.

Cabe recalcar que con las reformas a la Ley de Minería, introducidas mediante la Ley para la Promoción de la Inversión y la Participación Ciudadana (Trole II), publicada en el Registro Oficial de 18 de Agosto del 2000, ciertas obligaciones han sido reemplazadas, en virtud de la creación del denominado Título Único.

La Ley de Minería destina el Título V a las Obligaciones de los Titulares mineros, y por otra parte, el capítulo VI del Reglamento Ambiental para actividades mineras en la República del Ecuador, establece en concordancia con la Ley de Minería las Obligaciones de los Titulares mineros.

**3B) Obligación de efectuar estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental.-** Esta obligación es fundamental, ya vincula a la Actividad Minera con el Medio Ambiente, ya que se trata de explotar racionalmente los recursos minerales no metálicos, pero evitando y controlando la contaminación ambiental. El artículo # 79 de la Ley de Minería establece al respecto: *“Los*

*titulares de concesiones mineras y de plantas de beneficio, fundición y refinación, deberán efectuar estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental para prevenir, mitigar, controlar, rehabilitar y compensar los impactos ambientales y sociales derivados de sus actividades, estudios que deberían ser aprobados por la Subsecretaría de Medio Ambiente del Ministerio de Energía y Minas”. Esto último, en concordancia con el artículo # 26 del Reglamento Ambiental para actividades mineras en la República del Ecuador.*

**4B)** Obligación de emplear métodos y tecnologías.- El artículo # 25 del Reglamento Ambiental para actividades mineras en la República del Ecuador, establece lo siguiente: *“Los concesionarios mineros están obligados a realizar sus actividades de exploración, explotación, beneficio, fundición y refinación empleando métodos que minimicen o eliminen los daños al suelo, al agua, al aire, a la biota y a las concesiones y poblaciones colindantes”*

Es así como la Ley de Minería, en su artículo # 67 expresa: *“Resarcimiento de daños y perjuicios.- Los titulares de concesiones mineras están obligados a ejecutar sus labores con métodos y técnicas que minimicen los daños al suelo y a las concesiones colindantes y, en todo caso, a resarcir cualquier daño o perjuicio que causen en la realización de sus trabajos. La reiterada inobservancia de los métodos y técnicas a que se refiere el inciso anterior, se considerará como causal de caducidad de las concesiones”*

Además la Ley de Minería establece lo relacionado al tratamiento de aguas, reforestación, acumulación de residuos, conservación de la flora y la fauna, el manejo de desechos y la protección del ecosistema; todo esto, con la finalidad de aprovechar los recursos mineros pero protegiendo el medio ambiente.

**5B)** Obligaciones respecto al tratamiento de aguas y a la Reforestación.- Los artículos # 81 y # 82 de la Ley de Minería, establecen disposiciones relacionadas a éstas obligaciones, los cuales expresan: *“Art. # 81.- Tratamiento de aguas.- Los titulares de derechos mineros que utilicen aguas*

*para sus trabajos deben devolverlas al cauce original del río o la cuenca del lago o laguna de donde fueron tomadas, libres de contaminación para que no se afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora y la fauna.*

*Art. # 82.- Reforestación.- Si la actividad minera requiere de trabajos a tajo abierto u otros que obliguen a la tala de árboles, será obligación del titular del derecho minero proceder a la reforestación con las especies propias de la zona”*

**6B)** Obligaciones respecto a la Acumulación de Residuos y al Manejo de Desechos.- Los artículos # 83 y # 85 establecen lo siguiente: “Art. # 83.- *Acumulación de residuos.- Los concesionarios, para acumular residuos minero-metalúrgicos deben tomar estrictas precauciones contra la contaminación del suelo o de la zona, construyendo los depósitos o represas necesarios.*

*Art. # 85.- Manejo de desechos.- El manejo de desechos y residuos sólidos,, líquidos y emisiones gaseosas que la actividad minera produzca dentro de los límites del territorio nacional deberá cumplir con los siguientes requisitos: a) Desechos con presencia de material radiactivo serán almacenados herméticamente conforme a las normas internacionales, para que sean trasladados al cementerio de desechos radiactivos, en coordinación con la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica; b) Los desechos que por su naturaleza no sean biodegradables como plásticos, vidrio, aluminio, hierro y otros serán trasladados a sitios preestablecidos para su disposición; y, c) Los desechos que por su naturaleza sean biodegradables; como basura y otros de uso doméstico, serán puestos en sitios preestablecidos y sometidos a su degradación a fin de obtener productos como el compostaje, que sirvan para los programas de rehabilitación de las áreas afectadas”.*

En concordancia con lo anterior, el Reglamento Ambiental para actividades mineras en la República del Ecuador en los artículos # 31 y # 32, también establecen disposiciones respecto al manejo de desechos biodegradables y al Manejo de desechos no biodegradables y residuos peligrosos.

**7B)** Obligaciones respecto a la Conservación de la flora y fauna, así como a la Protección del Ecosistema.- La Ley de minería dedica los artículos # 84 y # 86 respecto a este tema: *“Art. # 84.- Conservación de la flora y fauna.- Si dentro de las áreas concedidas existen especies de flora o fauna de comprobado valor científico o económico, serán objeto de un tratamiento especial que contribuya a su conservación por parte de los titulares mineros.*

*Art. # 86.- Protección del ecosistema.- La instalación de plantas de beneficio, fundición, refinación, de talleres y otras instalaciones debe constar con dispositivos de protección del ecosistema que eviten la contaminación ambiental, sujetándose en este caso y los previstos en los artículos anteriores a las Leyes Nacionales vigentes en la materia, así como a los Tratados, Acuerdos y Convenios internacionales de los que el Ecuador sea signatario, y a las disposiciones pertinentes del Reglamento General de esta Ley”.*

**8B)** Obligación respecto a la Seguridad e Higiene minera-industrial.- El artículo # 30 del Reglamento Ambiental para actividades mineras en la República del Ecuador, establece lo siguiente: *“Protección de la salud de los trabajadores.- Con el propósito de evitar impactos negativos sobre la salud de los trabajadores en actividades mineras, la Subsecretaría de Protección Ambiental del Ministerio de Energía y Minas, velará por aplicación de parte de los titulares de derechos mineros del Reglamento de Seguridad Minera y del Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente del Trabajo. Así mismo, las actividades que desarrollen los titulares de derechos mineros deberán enmarcarse en lo establecido en los convenios internacionales ratificados por la República del Ecuador, para la protección de la salud de los trabajadores en actividades mineras”.*

En concordancia con este artículo, tenemos el artículo # 66 de la Ley de Minería, el cual establece: *“Seguridad e Higiene minera-industrial.- Los titulares de derechos mineros tienen la obligación de preservar la salud y la vida de su personal técnico y de sus trabajadores, aplicando las normas de*

*seguridad e higiene minera-industrial previstas en las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes, dotándoles además, de condiciones higiénicas y cómodas de habitación en los campamentos estables de trabajo, según planos y especificaciones aprobadas por la Dirección Nacional de Minería”.*

**9B)** Obligación respecto al mantenimiento de registros y a facilitar el acceso a los mismos.- El artículo # 74 de la Ley de Minería, establece lo siguiente: *“Mantenimiento y acceso a registros.- Los titulares de derechos mineros deben: a) Mantener registros contables, financieros, técnicos, de empleo, datos estadísticos de producción, de avance de trabajo, consumo de materiales, energía y otros que reflejen adecuadamente el desarrollo de sus operaciones; y, b) Facilitar el acceso de funcionarios debidamente autorizados por la Dirección Nacional de Minería a los libros y registros referidos en el literal anterior, a efecto de evaluar la actividad minera realizada”.*

**10B)** Obligaciones respecto al empleo de personal nacional, y a la capacitación del mismo.- Los titulares de derechos mineros están obligados a mantener programas de información, capacitación y concientización ambiental permanentes de su personal a todo nivel, para incentivar acciones que minimicen el deterioro ambiental. Así, los artículos # 77 y # 78 de la Ley de Minería, disponen lo siguiente: *“Art. #77.- Empleo de personal nacional.- Los titulares de derechos mineros están obligados a emplear personal ecuatoriano, en una proporción no menor del 80%, para el desarrollo de sus operaciones mineras.*

*Art. # 78.- Capacitación de personal.- Los titulares de derechos mineros están obligados a mantener programas de entrenamiento y capacitación para su personal, a todo nivel. Dichos programas deben ser comunicados periódicamente a la Dirección Nacional de Minería. Así mismo, deben acoger en sus operaciones a estudiantes de educación superior que realicen prácticas en el campo de la minería y disciplinas afines, proporcionándoles las facilidades que fueran necesarias”.*

**15B)** Presentación de Informes Anuales.- Los titulares de las concesiones mineras deberán cumplir con la presentación de informes auditados respecto a su producción, hasta el 31 de marzo de cada año, en las respectivas Direcciones Regionales de acuerdo con las guías técnicas que elabore la Dirección Nacional de Minería.

Todo esto es un extracto de las actuales disposiciones legales pertinentes a la minería en Ecuador, las mismas que aplicadas en la forma correcta, contribuirán al ejercicio de una minería sustentable, con la finalidad de prevenir, controlar, mitigar, restaurar y contrarrestar los impactos negativos producidos por las actividades mineras.

Cabe mencionar un aspecto legal importante que atañe a la zona de Estudio, y es que según Decreto Ejecutivo 503, expedido por el Ab. Abdalá Bucarán Ortiz, Presidente Constitucional de la República del Ecuador, se promulgó el siguiente decreto: ***“Declárese en Estado de Emergencia y como Zona de Seguridad al Distrito Minero de Zaruma-Portovelo.*** [7]

## **CAPÍTULO V**

### **V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

## **V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

De manera general se puede determinar que la zona de Zaruma-Portovelo constituye un importante centro minero, cuya principal actividad, que es la minería, es una fuente de ingresos importante para los habitantes del sector. La puesta en explotación del recurso principal, que es el oro, resulta imprescindible para el desarrollo económico de la zona de Zaruma-Portovelo y sus sectores aledaños, aquejada de importantes problemas estructurales.

El Diagnóstico Territorial ha puesto de relieve:

- Respecto a la capacidad de acogida del territorio en relación con la actividad minera, ésta es *Alta* (localización aceptable, uso compatible) en las zonas habitadas que es donde se asientan actualmente la inmensa mayoría de las explotaciones existentes y en la parte baja del río Amarillo, mientras que en la ciudad de Zaruma y en la parte norte donde se encuentran los poblados de Salvias y Arcapamba es fundamentalmente *Media* (localización posible con alto impacto, uso compatible con limitaciones). La parte baja que corresponde al curso del río Amarillo tiene una capacidad de acogida *Media* (localización posible con bajo impacto, uso compatible sin limitaciones).
- La zona de Zaruma-Portovelo presenta una amplia superficie con una capacidad baja y/o excluyente (uso incompatible y/o excluyente).

El Mapa de Ordenación Minero-Ambiental muestra como hechos más significativos:

- La mayor parte de las zonas explotables son de prioridad 1, es decir, son zonas con recursos mineros que no tienen ningún factor que condicione o excluya el ejercicio de la actividad minera.

- Las zonas explotables de prioridad 2 adquieren una especial relevancia en parte norte de la zona de estudio. Estas zonas de prioridad 2 se refieren a las zonas con recursos mineros que no tengan ningún factor que excluya el ejercicio de la actividad minera, pero sí algún factor que lo condicione.
- La importancia relativa de las zonas de protección ambiental, es decir aquellas zonas con recursos que poseen algún factor que excluya el ejercicio de la actividad minera en ese sector.
- Estos incisos exponen los resultados de una documentación muy limitada, sin embargo existen trabajos de riesgos geodinámicos en la zona de estudio como es el Proyecto de XIII.3 de Riesgos Geodinámicos en la Actividad Minera, dirigido por el Dr. Roberto Blanco del Programa Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), cuyos datos no han sido incorporados en esta tesis, debido a que hasta esa fecha no estaban publicados los resultados. Posteriormente se puede integrar los datos geodinámicos para obtener mejores resultados.

Los Aspectos legales de la minería en la zona de Zaruma-Portovelo ponen de manifiesto lo siguiente:

- Las normativas legales de la zona de Zaruma-Portovelo están supeditadas a la Ley de Minería, reglamentos y leyes específicas, las cuales son de carácter general y no atienden de manera particular y concreta los diferentes aspectos de la minería en el sector de Zaruma-Portovelo.
- Falta de control por parte de los organismos encargados, en el cumplimiento de las obligaciones de los titulares mineros, lo cual ha permitido que en el sector se desarrolle una minería caótica sin prevención, mitigación y restauración de los terrenos afectados por el ejercicio de la minería.

## **CAPÍTULO VI**

### **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Como resultado de esta tesis se concluye lo siguiente:

- La puesta en explotación de los recursos mineros resulta imprescindible para el desarrollo económico de la zona de Zaruma-Portovelo, aquejada de importantes problemas estructurales (deslizamientos, hundimientos, contaminación ambiental, problemas de salud, entre otros).
- Los resultados de este tipo de estudios minero-ambientales, y muy especialmente el Mapa de Ordenación Minero-Ambiental de la zona de Zaruma-Portovelo, constituye un instrumento muy útil en la toma de decisiones para los organismos con competencia en Planificación Territorial, Medio Ambiente y Minería del sector.
- La metodología de Ordenación Minero-Ambiental con una amplia y suficiente base de datos ofrece una posibilidad excelente para la Minería y Ambiente, vinculando aspectos esenciales y modernos como el Patrimonio Geológico y Minero y las demás actividades principales.
- El Mapa de Ordenación Minero Ambiental se puede transcribir en una normativa legal que regule el ejercicio de la actividad minera con limitaciones y condicionantes en el territorio de Zaruma-Portovelo, lo cual apoyará al desarrollo sustentable de la zona y a la candidatura de Zaruma a Patrimonio Cultural de la Humanidad.
- El marco jurídico y ambiental pertinente a la minería es incompleto y muy generalizado, y por lo tanto carece de normas legales que abarquen aspectos

específicos para cada tipo de actividad minera, ya que el carácter de la misma así lo requiere.

- Existe una deficiente o escasa planificación territorial por parte de los organismos seccionales, que zonifiquen los lugares adecuados para extracción de minerales, considerando las zonas de protección, la aptitud del territorio y satisfacción de las necesidades de los pueblos.
- El uso de nuevas herramientas como los Sistemas de Información Geográfica, facilitan y aceleran la búsqueda, análisis, actualización y manejo de la información, haciendo más eficientes los trabajos inherentes a la planificación del territorio.

## **6.2. Recomendaciones**

Después de haber cumplido con los objetivos planteados en este trabajo, se recomienda lo siguiente:

- Todos los organismos o entidades de competencia inherente a la gestión del territorio deben desarrollar proyectos en la zona de estudio con una visión integradora y con criterios de Ordenación Territorial, lo cual les permitirá tener un mejor control y prever riesgos a futuro.
- Se debe exigir de alguna manera a los organismos pertinentes que cumplan con su función de inspección y control del cumplimiento de las normativas legales en la zona de Zaruma-Portovelo, que según el Decreto Ejecutivo 503 de la Ley de Minería, se ha declarado en estado de emergencia y como zona de seguridad al Distrito minero Zaruma-Portovelo cuya área contiene la zona de estudio. [7]
- Realizar una valoración de los recursos que existen en la zona de Zaruma-Portovelo, lo cual dará como resultado una serie de Mapas de Valoración para

la Conservación (Valor Ecológico, Valor Paisajístico, Valor Cultural, Valor de la Vegetación, Valor de la Fauna, entre otros.). Estos mapas son necesarios para la elaboración de los mapas de Ordenación del Territorio.

- Los estudios realizados en la zona de Zaruma-Portovelo son unilaterales y atienden a un sector específico ya sea minería, agricultura, ganadería, turismo, entre otros; por lo cual se recomienda que los encargados de llevar a cabo los trabajos técnicos trabajen con una visión integradora, debido a que todas las actividades se encuentran interactuando en el espacio y en el tiempo y por ende los impactos derivados de las mismas afectan a todas las áreas en particular.

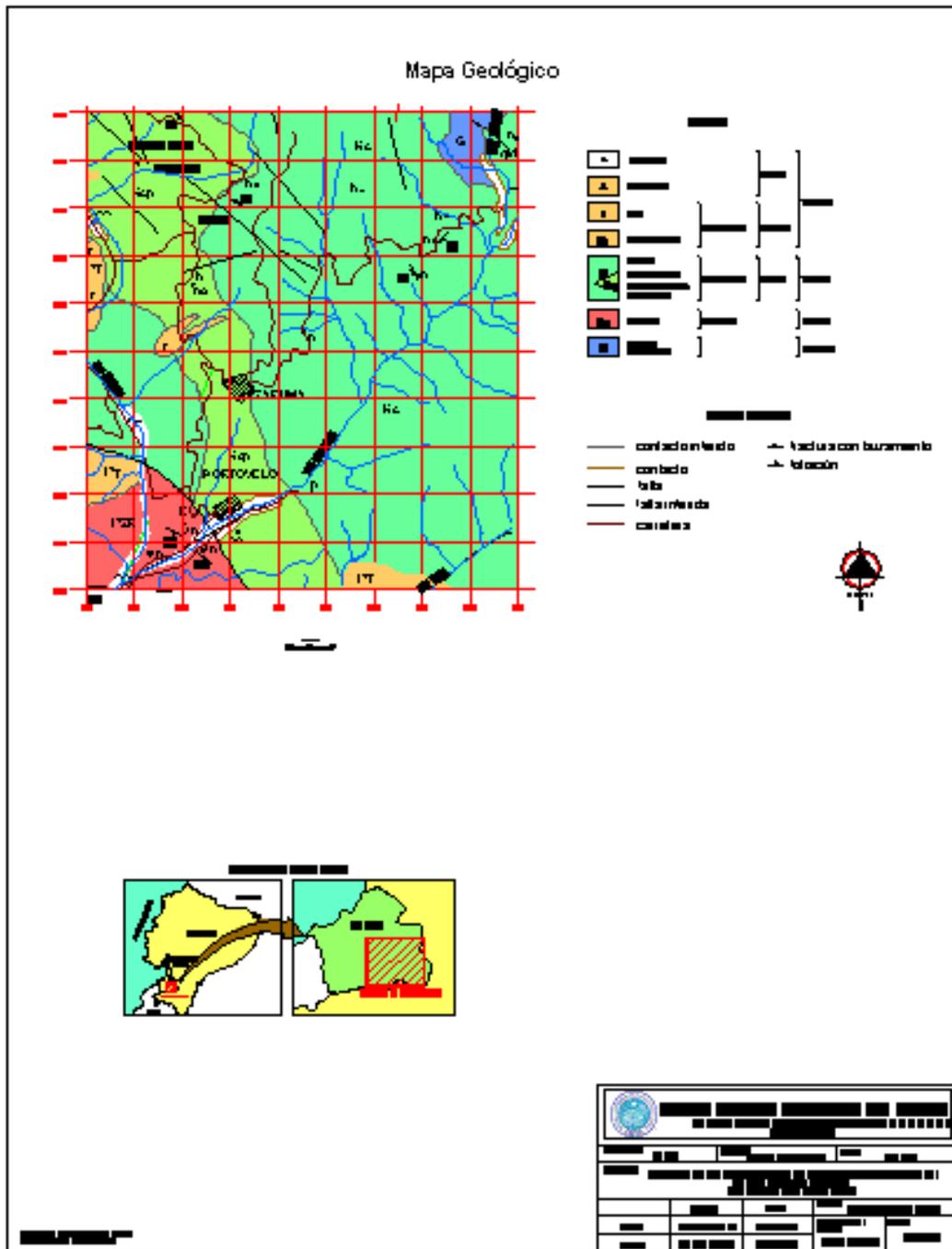
## **CAPÍTULO VII**

### **VII. ANEXOS**

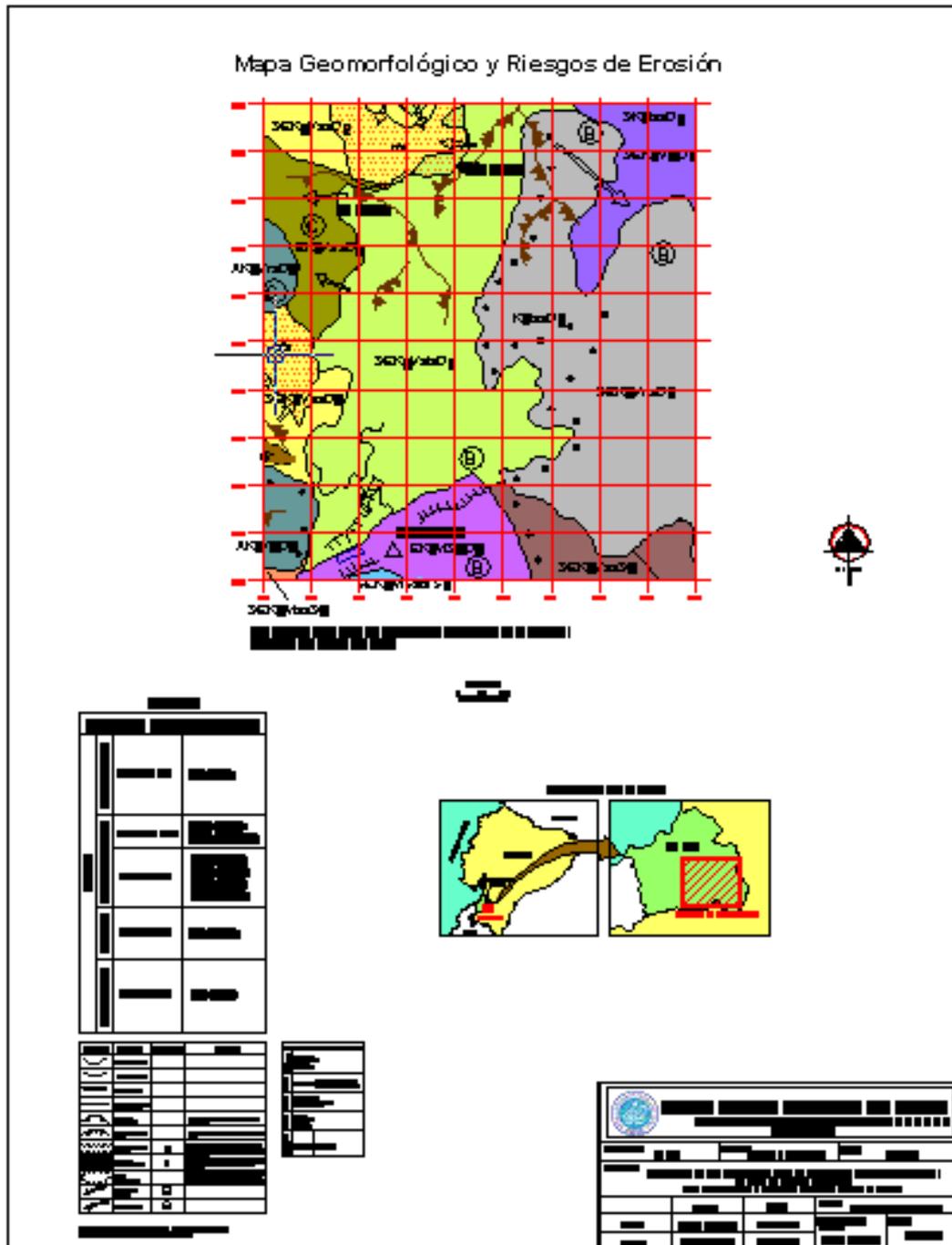
## **VII. ANEXOS**

### **7.1. Anexos**

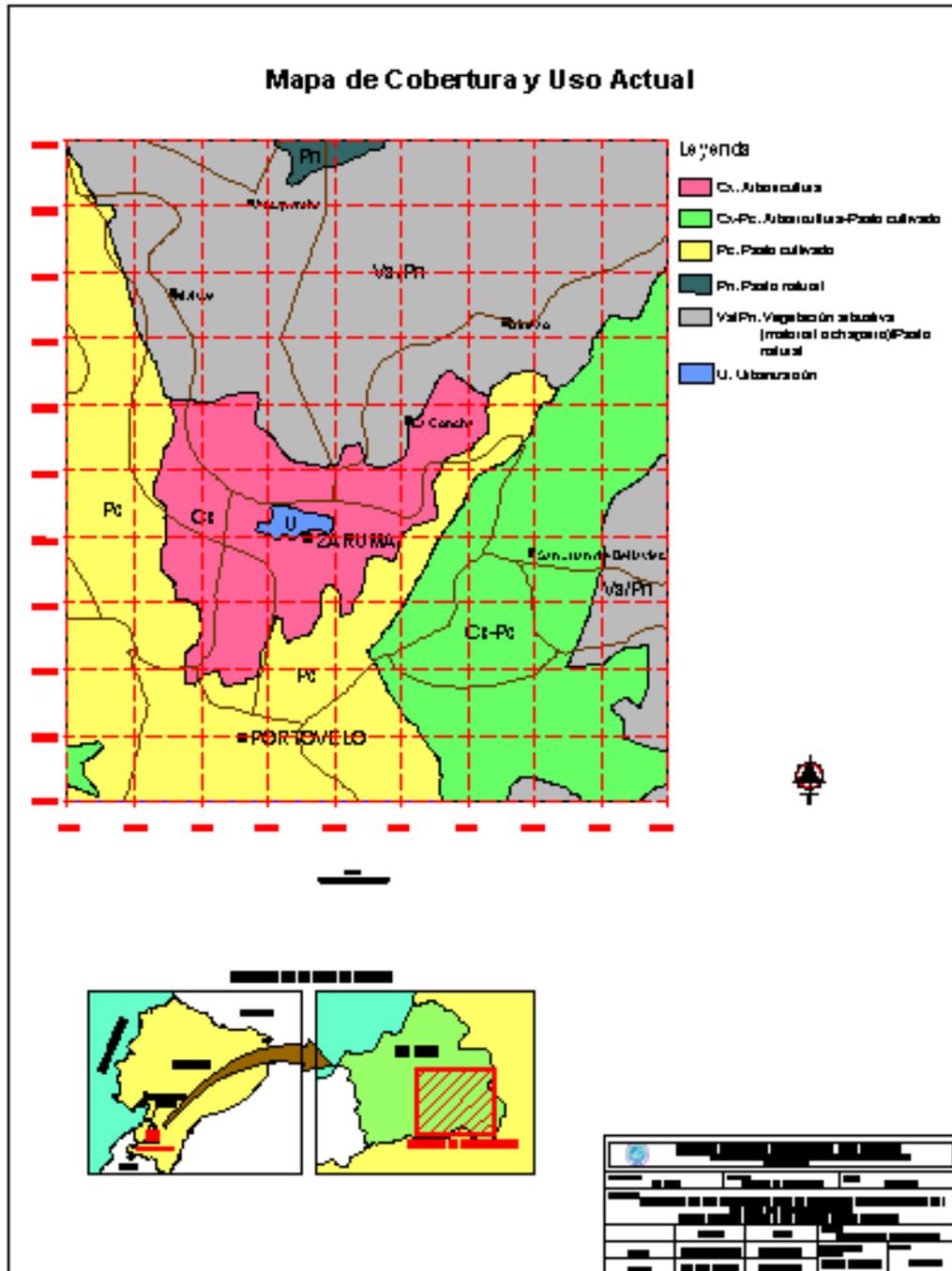




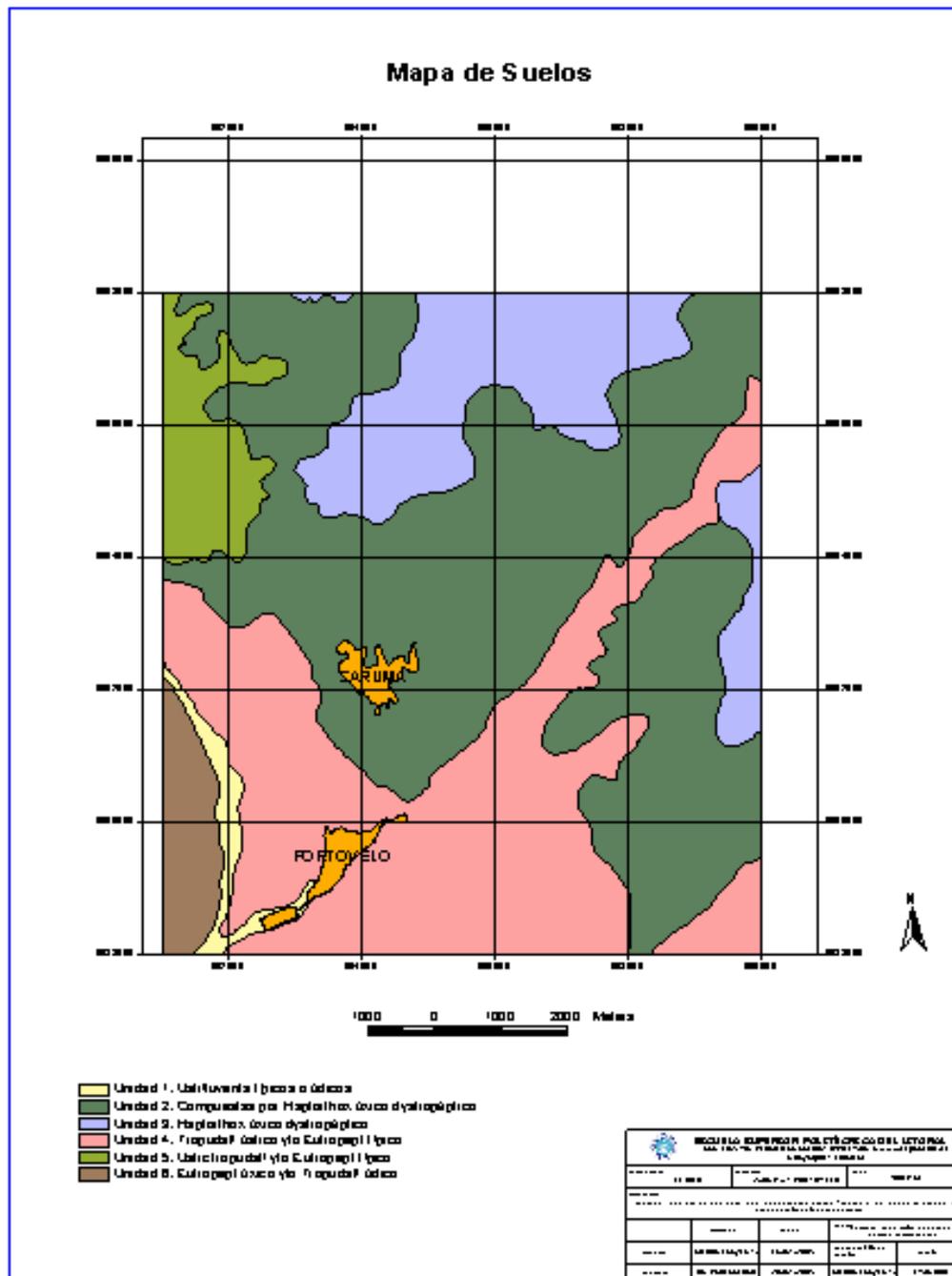
**Anexo 3.2.** Mapa Geológico de la Zona de Estudio. Escala 1:100.000  
**Fuente:** Misión Británica y Dirección General de Geología y Minas (1979 – 1980)



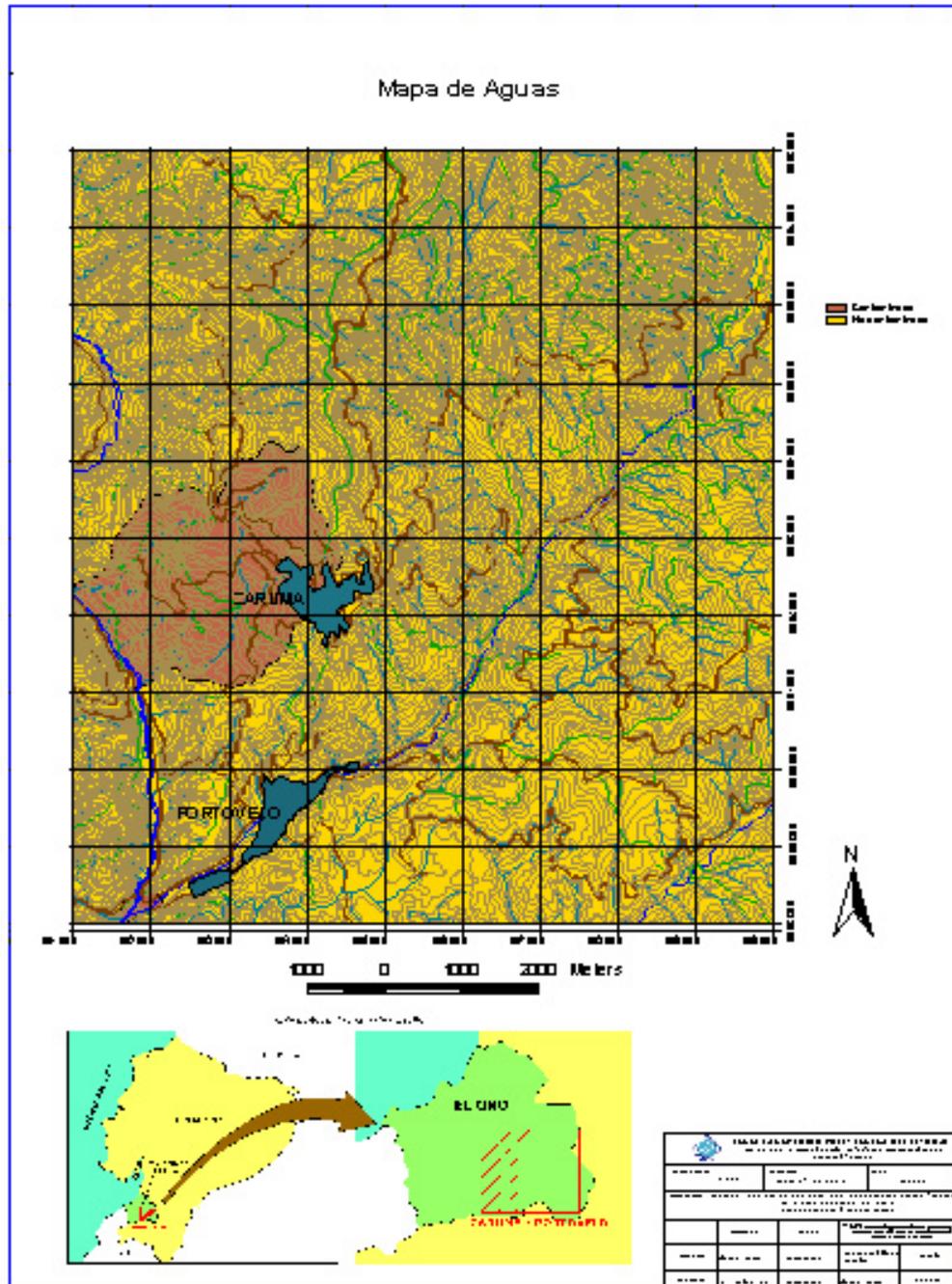
**Anexo 3.3.** Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión de la Zona de Estudio.  
**Fuente:** Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). Escala 1:100.000



**Anexo 3.4.** Mapa de Cobertura y Uso Actual de la Zona de Estudio.  
**Fuente:** Convenio de Cooperación Técnica MAG-IICA-CLIRSEN. Escala 1:50.000

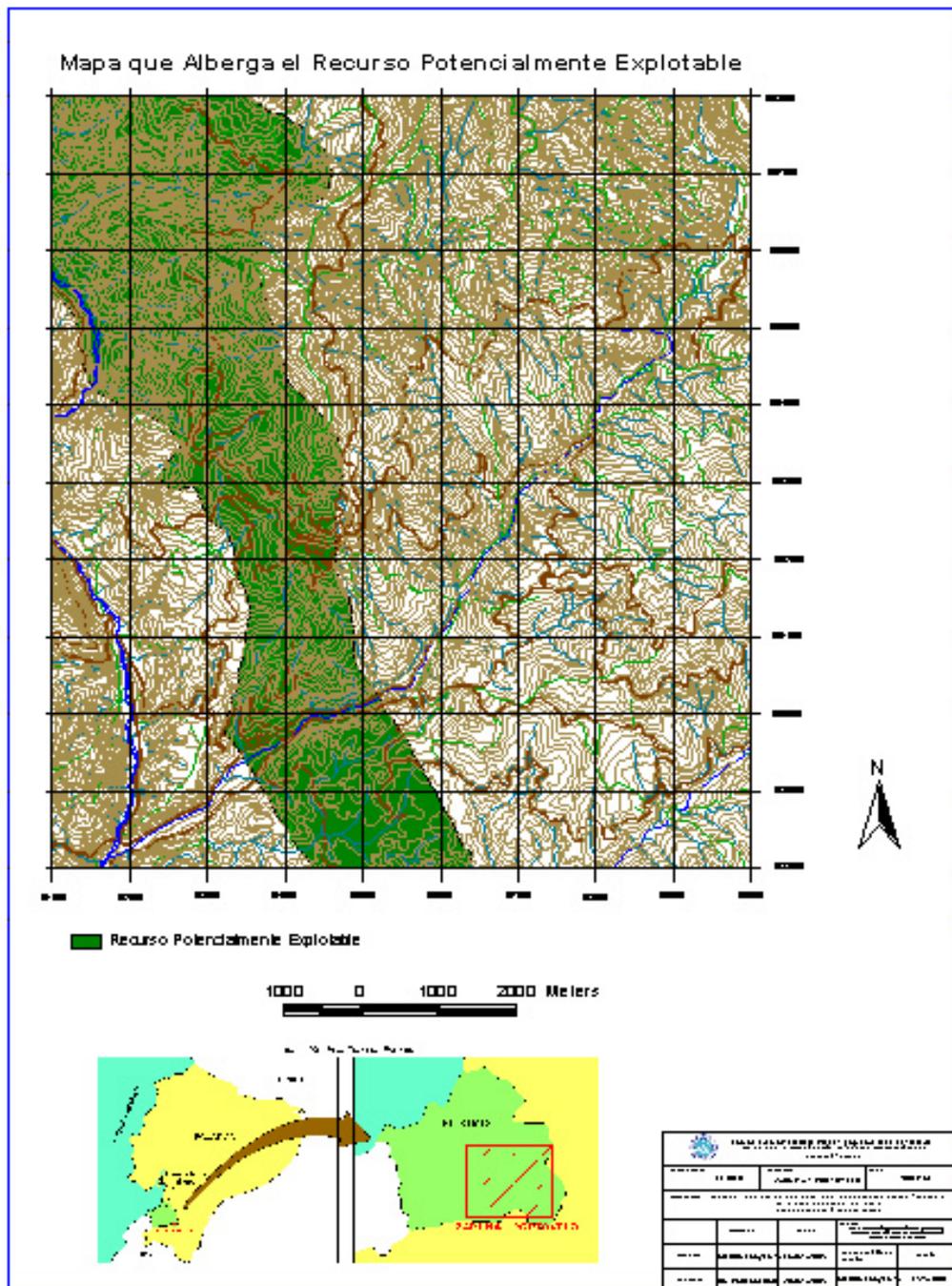


**Anexo 3.5.** Mapa de Suelos de la Zona de Estudio. Escala 1:50.000  
**Fuente:** Programa Nacional de Regionalización Agraria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (PRONAREG).

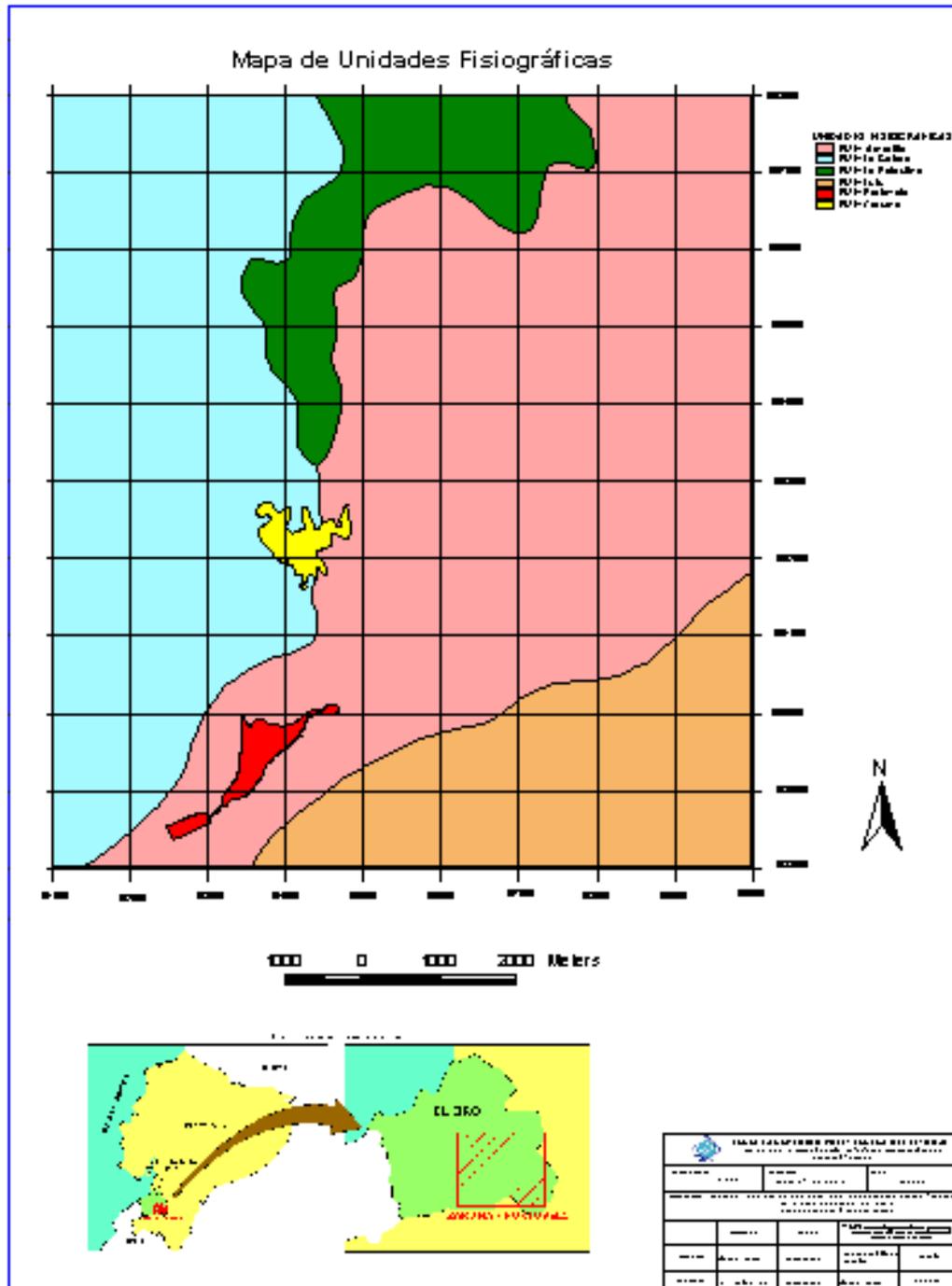


**Anexo 3.6.** Mapa de Aguas de la Zona de Estudio. Escala 1:25.000  
**Fuente:** Elaborado a partir de la interpretación de un estudio realizado por el Ministerio de Energía y Minas





**Anexo 3.8.** Mapa que Alberga el Recurso Potencialmente Explotable de la Zona de Estudio. Escala 1:25.000  
**Fuente:** Análisis en ArcView 3.2

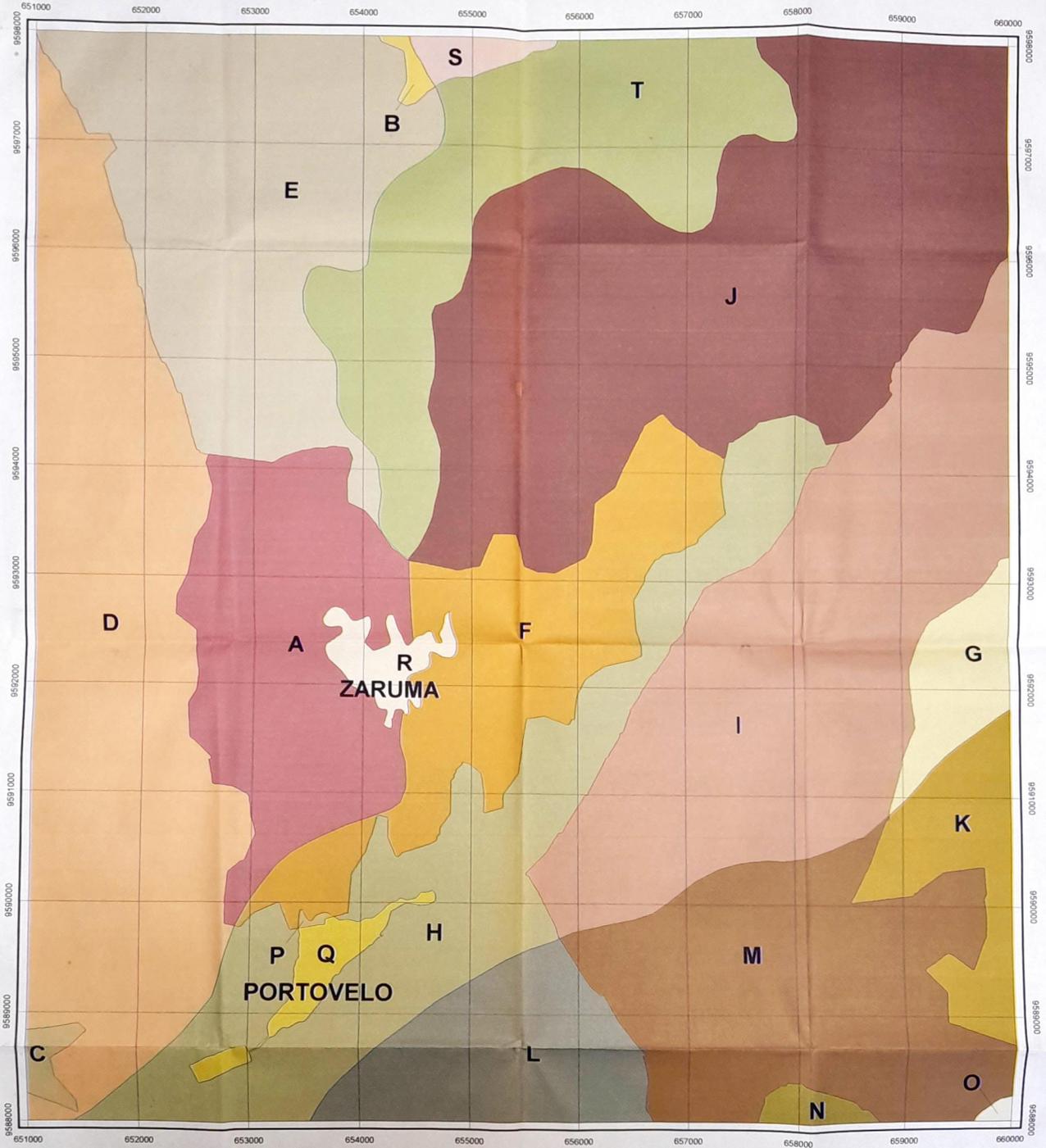


**Anexo 3.9.** Mapa de Unidades Fisiográficas de la Zona de Estudio.  
Escala 1:25.000  
**Fuente:** Análisis en ArcView 3.2



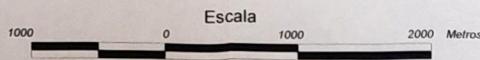
## **7.2. Cartografía Resultante**

# Mapa de Unidades Territoriales

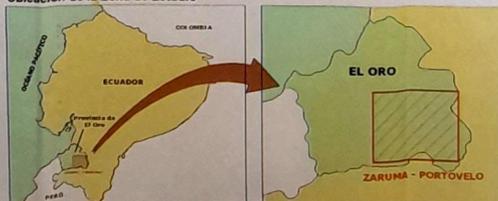


**Unidades Territoriales**

- Unidad A
- Unidad B
- Unidad C
- Unidad D
- Unidad E
- Unidad F
- Unidad G
- Unidad H
- Unidad I
- Unidad J
- Unidad K
- Unidad L
- Unidad M
- Unidad N
- Unidad O
- Unidad P
- Unidad Q
- Unidad R
- Unidad S
- Unidad T

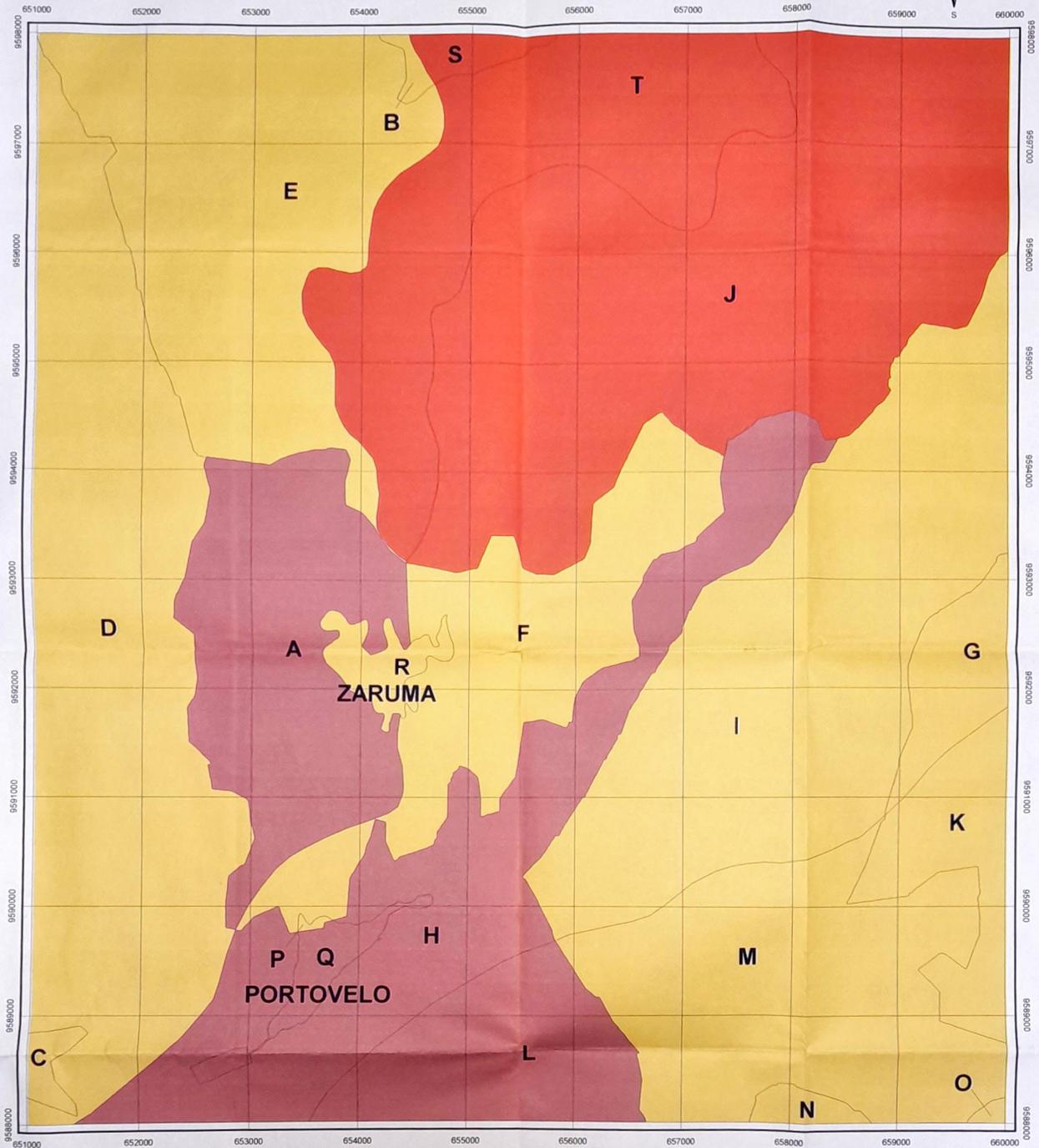


**Ubicación de la Zona de Estudio**

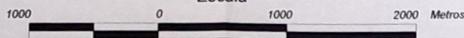


 <b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Km. 30.5 Vía Perimetral, Casilla 09-01-5863, www.espol.edu.ec Guayaquil - Ecuador					
PROVINCIA:	EL ORO	CANTÓN:	ZARUMA - PORTOVELO	ÁREA:	900 Has
CONTENIDO:	DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACIÓN MINERO - AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ZARUMA - PORTOVELO				
	Mapa de Unidades Territoriales de la Zona de Estudio				
NOMBRE:	FECHA:	FUENTE:	Análisis en ArcView 3.2		
OBJETO:	Glenda Loayza T.	25/07/2005	Responsabilidad Técnica:	Glenda Loayza T.	Escala:
APROBO:	Dr. Paul Carrión M.	27/07/2005			1:25.000

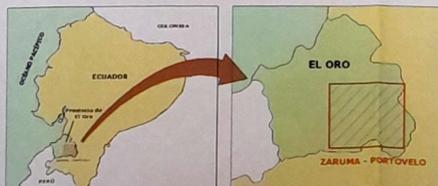
# Mapa de Valor Natural Para La Conservación



Escala



Ubicación de la Zona de Estudio

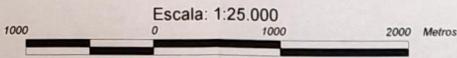
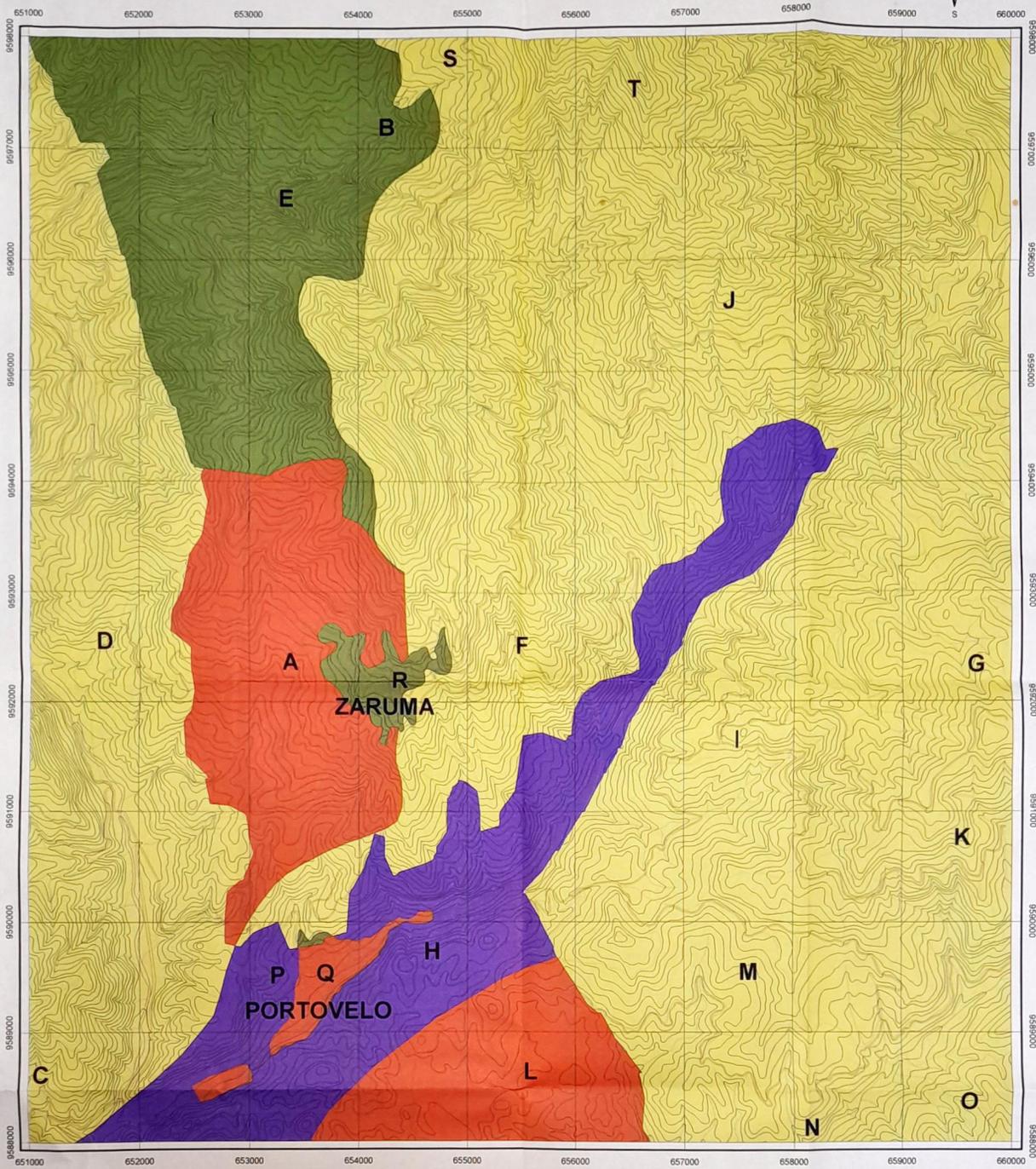


- Escala de Valoración**
- (1 < V < 2) Muy Bajo
  - (2 < V < 3) Bajo
  - (3 < V < 4) Medio
  - (4 < V < 5) Alto

<p><b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> Km. 30.5 Vía Perimetral Casilla 09-01-5663 www.espol.edu.ec Guayaquil - Ecuador</p>					
PROVINCIA:	EL ORO	CANTÓN:	ZARUMA - PORTOVELO	AREA:	900 Has.
CONTENIDO: DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACIÓN MINERO - AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ZARUMA - PORTOVELO					
Mapa de Valor Natural Para la Conservación en el Estado Actual de la Zona de Estudio					
NOMBRE:	FECHA:	FUENTE:	Análisis en ArcView 3.2		
DIBUJO:	Glenda Loayza T.	25/07/2005	Responsabilidad Técnica:	Glenda Loayza T.	Escala: 1:25 000
APROBO:	Dr. Paul Carrión M.	27/07/2005			

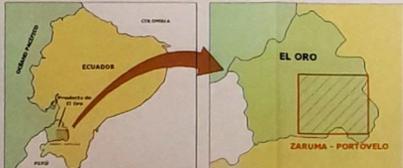


# Mapa de Capacidad de Acogida



Leyenda	
<span style="color: red;">■</span>	Clase I Capacidad de Acogida Alta. Localización Aceptable
<span style="color: blue;">■</span>	Clase II Capacidad de Acogida Media. Sin limitaciones
<span style="color: green;">■</span>	Clase III Capacidad de Acogida Media. Con Limitaciones
<span style="color: yellow;">■</span>	Clase IV Capacidad de Acogida Baja. Localización No Admisible

**Ubicación de la Zona de Estudio**

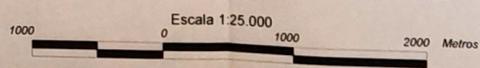
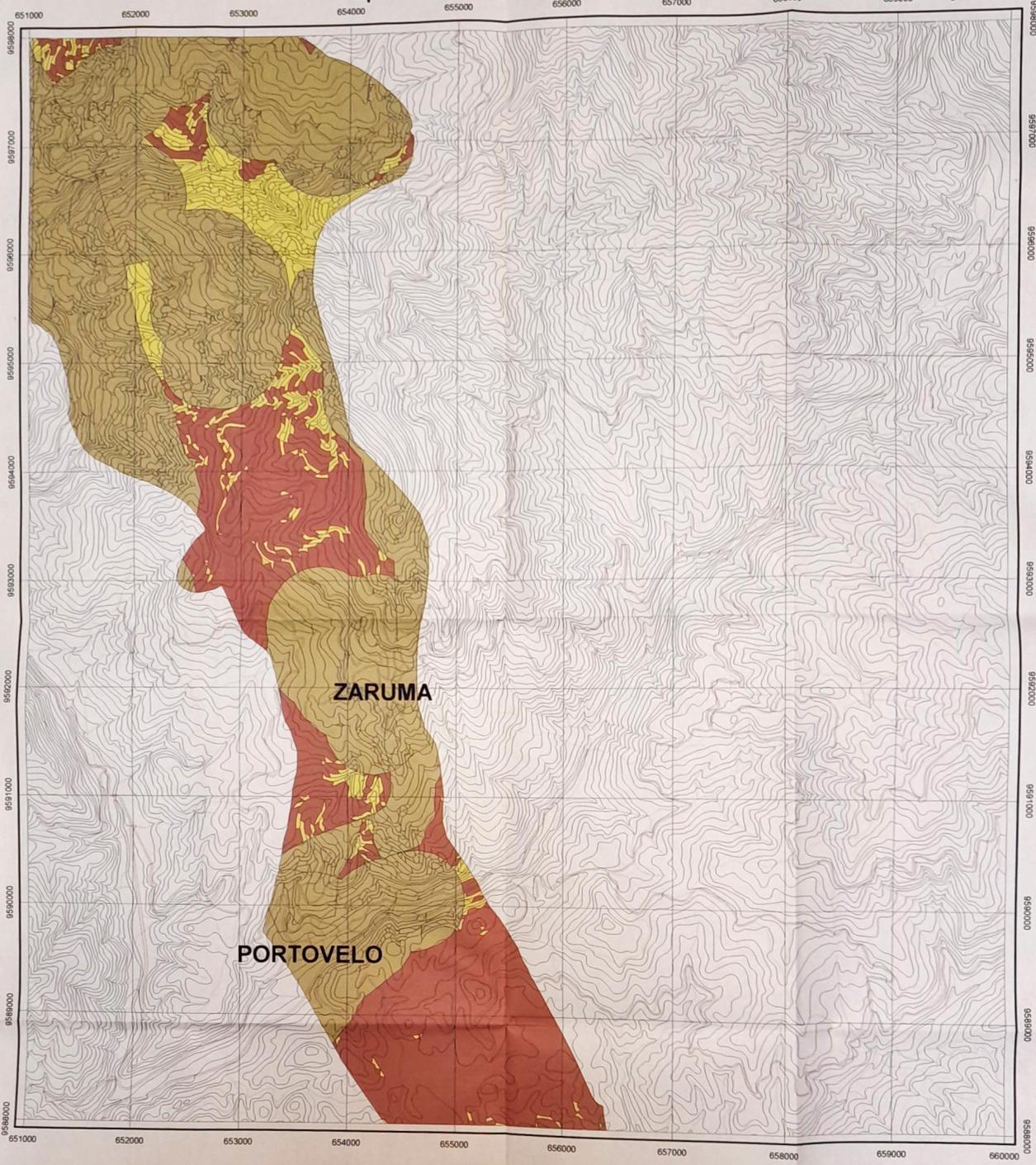


ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
Km. 30.5 Vía Perimetral, Casilla 09-01-5863 www.espol.edu.ec			
Guayaquil - Ecuador			
PROVINCIA:	EL ORO	CANTÓN:	ZARUMA - PORTOVELO
ÁREA:	900 Has		
CONTENIDO:	DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACIÓN MINERO - AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ZARUMA - PORTOVELO		
Mapa de Capacidad de Acogida para la Explotación en la Zona de Estudio			
NOMBRE:	FECHA:	FUENTE:	
Glenda Loayza T.	25/07/2005	Análisis en ArcView 3.2	
RESPONSABLE TÉCNICO:	FECHA:	ESCALA:	
Glenda Loayza T.	27/07/2005	1:25.000	





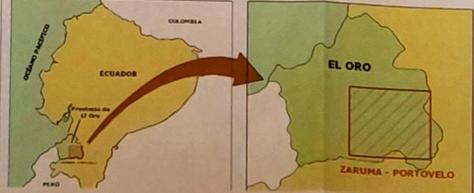
# Mapa de Ordenación Minero Ambiental



### Leyenda

- Zonas de Prioridad 1**  
Zonas con Recursos que no poseen ningún factor condicionante excluyente para la explotación.
- Zonas de Prioridad 2**  
Zonas con Recursos que no poseen ningún factor excluyente, pero sí alguno condicionante.
- Zonas de Protección Ambiental**  
Zonas con Recursos que poseen algún factor excluyente para la explotación.

### Ubicación de la Zona de Estudio



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
Km. 30.5 Vía Perimetral Casilla 09-01-5863 www.espol.edu.ec  
Guayaquil - Ecuador

PROVINCIA:	EL ORO	CANTÓN:	ZARUMA - PORTOVELO	AREA:	900 Has.
CONTENIDO:	DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA ORDENACIÓN MINERO - AMBIENTAL EN EL SECTOR DE ZARUMA - PORTOVELO Mapa de Ordenación de la Zona de Estudio				
NOMBRE:	FECHA:	FUENTE:	Análisis en ArcView 3.2		
DIBUJÓ:	Glenda Loyza T.	25/07/2005	Responsabilidad Técnica:	Glenda Loyza T.	
ESCALA:	1:25.000				

## **CAPÍTULO VIII**

### **VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] Instituto Geológico y Minero de España (IGME). *Ordenación Minero-Ambiental del Yacimiento de Pizarras Ornamentales de la Cabrera (León)*. Documento de Síntesis. Madrid, 1996. pps. 15, 25.

[2] Gómez Orea, Domingo. *Ordenación Territorial*. Editorial Agrícola Española. S.A. Madrid, 2001. pp. 29.

[3] Torres Vivas, Carolina. *Desarrollo de una Metodología para la Ordenación Minero-Ambiental de los Recursos de Roca Ornamental de la Región de Murcia*. Presentación Power Point. Sala de Video del Museo. Diapositiva 3 y 11. Noviembre 7 de 2002.

[4] Pindo, Juan Carlos. *Sistema de Información Geográfica Aplicado al Manejo de los Recursos Naturales en un Área de la Península de Santa Elena*. 26 – 28 de Octubre de 2005.

[5] Ministerio de Energía y Minas; Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA). *Depósitos Porfídicos y Epi-Mesotermiales Relacionados con Intrusiones de las Cordilleras Occidental y Real*. Quito, Junio del 2000. 1ª Edición. Capítulo II. pp. 53.

[6] Velasco Valarezo Jorge; Cárdenas Zea Leticia. *Aspectos Técnicos y Legales de la Minería No Metálica en las Provincias del Guayas, Manabí y Los Ríos*. Seminario: “La Minería y sus Perspectivas en el Desarrollo Sostenible en el Ecuador. Guayaquil, Octubre 20 al 25 del 2000. pp. 18,19, 22, 24-28

[7] Corporación de Estudios y Publicaciones. *LEY DE MINERÍA. Reglamento y Legislación conexas. Estado de Emergencia de Zaruma-Portovelo*. Actualizada a agosto de 2003. pp. 1,2,3.

- [8] Estudios Definitivos del Sistema de Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Zaruma, Provincia de El Oro. *Estudio Geológico-Geotécnico. Tomo II*. Marzo de 1996. pp 4.
- [9] Mapa de Cobertura Vegetal y Uso Actual. Sector Zaruma. Escala: 1:50.000. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Realizado por: Patricio de la Torre. Fuente: Convenio: MAG – IICA – CLIRSEN. Febrero. 2003.
- [10] Mapa de Suelos, sujeto a revisión. Hoja Paccha N° 129 y Hoja Zaruma N° 135. Escala: 1:50.000. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Office Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM). 1983.
- [11] Schreckinger, Ignacio; Núñez, Raúl; Navarro, Maximina; Silva, Danilo. *Exploración General de los Impactos Ambientales de la Actividad Minera en los Cantones de Zaruma y Portovelo. Informe Final*. pp. 10. Quito. Junio de 1990.
- [12] Instituto Geológico y Minero de España (IGME). *Ordenación Minero-Ambiental de la Explotación de Áridos en Alhuarín de la Torre (Málaga) (Documento de Síntesis)*. Madrid. Marzo de 2001.
- [13] Ministerio de Energía y Minas. Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA). *Medidas Ambientales Emergentes y el Establecimiento de un Plan Maestro Ambiental en el Distrito Minero Portovelo-Zaruma y la Cuenca del Río Puyango. Evaluación de Impactos*. Marzo 15, 2001.
- [14] Ríos Aragüés, Santiago. *El Medio Físico y su Peligrosidad en un Sector del Pirineo Central*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 2001.
- [15] Domínguez Cuesta, Ma. José; Berrezueta Alvarado, Edgar; Carrión Mero, Paúl. *Curso: Sistemas de Información Geográfica, Riesgos Naturales y Medio Ambiente. Aplicación de los S.I.G. en la Ordenación Territorial*. Presentación Power Point. Guayaquil, 17 – 19 de Diciembre de 2001.

[16] Blanco, R; Watson, R; Costa e Silva, Valdir; Tolentino, V; Carrión, P; Romero, J; Villacís, W; Morante, F; Peña, E; Eras, R; *Informe Preliminar de Diagnóstico sobre la Situación Geomecánica y de Contaminación de Zaruma y Portovelo*. Red CYTED XII-D Aplicada a la Minería Sostenible, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Cámara de Minería Zaruma. Proyecto Estudios y Soluciones a los Peligros y Riesgos Geodinámicos Ambientales y Problemas Sociales Vinculados con la Actividad Minera en la Región de Zaruma. Ecuador. 2000.

[17] Ministerio de Energía y Minas, Proyecto de Desarrollo Minero y Control Ambiental (PRODEMINCA). *Medidas Ambientales Emergentes y el Establecimiento de un Plan Maestro Ambiental en el Distrito Minero Portovelo-Zaruma y la Cuenca del Río Puyango. Recursos Existentes*. Enero 30, 2000.

[18] Laín Huerta, Luis. *Los Sistemas de Información Geográfica en los Riesgos Naturales y en el Medio Ambiente*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 1999.

[19] Proyecto de Desarrollo Minero y de Control Ambiental, PRODEMINCA; Swedish Environmental Systems, SES. *Monitoreo Ambiental de las Áreas Mineras en el Sur de Ecuador*. 1998.

[20] Martínez García J., Santos Español J. *Salud Ocupacional. Incidencia del Mercurio en la Región de Zaruma y Portovelo*. Proyecto Minería sin Contaminación. Ecuador. 1994.

[21] Von Trümping, W. *Monitoreo de Mercurio en agua, sedimentos y aire en Zaruma y Portovelo*. Ecuador. 1994.

[22] Fundación Natura Edunat III. *Los Problemas Ambientales desde el Punto de Vista de la Comunidad Educativa. Provincia de El Oro: Una Investigación*

*diagnóstica realizada por los establecimientos educativos*. Quito-Ecuador. Julio de 1993.

[23] Fundación Natura Edunat II. *Exploración General de los Impactos Ambientales de la Actividad Minera en los Cantones de Zaruma y Portovelo. Informe Final*. Quito. Junio de 1990.

[24] Schreckinger, Ignacio; Núñez, Raúl; Navarro, Maximina; Silva, Danilo. *Impacto Ambiental de la Minería en Zaruma y Portovelo. Fundación Natura*. Editor: Marco Encalada. Quito-Ecuador. Octubre de 1990.

[25] Mapa Geomorfológico y Riesgos de Erosión. Hoja Portovelo y Hoja Santa Rosa. Escala: 1:100.000. Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). Febrero. 1989.

[26] Mapa Geológico del Ecuador. Hoja Zaruma N° 38. Escala: 1:100.000. Preparado por: Misión Británica y la Dirección General de Geología y Minas. 1979 – 1980.

[27] Fotografía Aérea. Sector Zaruma. Escala Foto: 1:60.000. Escala de Amplificación: 1:30.000. Instituto Geográfico Militar. Fecha de Toma: 5 de Julio de 1989.