

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MINAS

**“Sistematización de los libres aprovechamientos vigentes en la
Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO EN MINAS

Nombre del Autor:

ÁNGEL ANDRÉS CASTILLO PALACIOS

Nombre del Director:

FERNANDO TULIO VALENCIA GUARICELA

CUENCA-ECUADOR

2020

DEDICATORIA

A mi querida madre Blanca, quien ha sido el soporte fundamental en todos éstos años de mi vida universitaria. A ella le debo lo que soy, porque sin su sacrificio no hubiese sido posible lo que vivo en el presente.

A mi hermana Viviana, quien me ha alentado a seguir en mi proceso formativo a pesar de mis fracasos.

A mis buenos amigos Pedro y Erick, quienes fueron un gran apoyo durante toda mi vida universitaria.

A mi amigo Jefferson, quien fue un hermano para mí, hoy no estás presente en este mundo pero algún día nos volveremos a encontrar.

A mi querida Gaby, quien descubrió en mí un ser especial en los primeros años de vida universitaria, gracias por todo tu apoyo incondicional en los momentos tristes y felices, gracias por las risas inolvidables, te quiero mucho.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Fernando Valencia por su apoyo brindado para la realización de la presente tesis.

Al Dr. Fernando León por su gentil apoyo en el desarrollo del marco legal aplicable al tema.

A mis estimados ex compañeros del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, por sus sabios consejos profesionales y aliento para el desarrollo del presente proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
ABREVIATURAS.....	xiv
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xv
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....	3
Antecedentes.....	3
1.1. Marco teórico.....	6
1.1.1. Libres aprovechamientos.....	6
1.1.1.1. Materiales de construcción.....	6
1.1.1.2. Requisitos para solicitar un libre aprovechamiento.....	7
1.1.1.3. Normativa aplicable a los libres aprovechamientos.....	7
1.1.2. Planeamiento minero.....	35
1.1.2.1. Horizontes de planificación.....	35
1.1.3. Método minero.....	36
1.1.3.1. Explotación a cielo abierto.....	37

1.1.3.1.1. Cantera.....	37
1.1.3.1.1.1. Clasificación de canteras.....	37
1.1.3.1.1.2. Clasificación de productos de las canteras.....	38
1.1.3.1.1.3. Lastre.....	39
1.1.3.1.1.4. Sistemas de explotación en canteras	39
1.1.3.1.1.4.1. Terminología en la explotación de canteras	40
1.1.3.1.1.5. Sistemas de explotación de depósitos aluviales.....	42
1.1.3.1.1.5.1. Diques transversales	43
1.1.3.1.1.5.2. Diques longitudinales	44
1.1.3.1.1.5.3. Extracción directa	45
1.1.3.1.1.5.4. Noques	45
1.1.4. Reservas.....	46
1.1.4.1. Métodos de estimación de reservas.....	47
1.1.4.1.1. Método de los perfiles	47
1.1.5. Base de datos	48
1.1.5.1. Sistemas de gestión de base de datos	49
1.1.5.2. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de bases de datos	49
1.1.5.2.1. Ventajas por la integración de datos.....	49
1.1.5.2.2. Ventajas por la existencia del SGBD	50
1.1.5.2.3. Desventajas de los sistemas de bases de datos	50
1.1.6. Sistemas de información geográfica.....	50
1.1.6.1. Funciones de un SIG	51
1.1.6.2. El dato geográfico en un SIG	52
1.1.6.3. Tipos de entidades geográficas	53
1.1.6.4. Georeferenciación de datos geográficos	53
1.1.6.4.1. Sistemas de coordenadas esféricas	53
1.1.6.4.2. Sistemas de coordenadas planas (proyectadas).....	54

1.1.6.4.2.1. UTM (Universal Transverse Mercator)	55
1.1.6.4.3. WGS 84 Y PSAD 56	56
1.1.6.5. Los metadatos.....	58
1.1.6.6. Los SIG, herramienta en el ordenamiento territorial.....	58
CAPITULO II MARCO METODOLÓGICO.....	60
2.1. Acceso a la información de carácter público	60
2.2. Diseño de la base de datos	60
2.3. Selección de expedientes de libres aprovechamientos vigentes	63
2.4. Levantamiento de información técnico-administrativa de los libres aprovechamientos vigentes para el alimento de la base de datos	64
2.5. Inspección in situ de los frentes de explotación de los libres aprovechamientos vigentes de la provincia del Azuay	65
2.6. Elaboración de base cartográfica	65
2.6.1. Transformación de coordenadas PSAD 56 UTM a WGS 84 UTM	65
2.6.2. Creación de shapes tipo polígono.....	71
2.6.3. Adición de información de la base de datos	73
CAPITULO III RESULTADOS	77
3.1. Resultados de los materiales que se explotan	77
3.2. Resultados de las hectáreas concesionadas por los libres aprovechamientos vigentes.	80
3.3. Resultados de los tipos de depósitos de donde se explotan los materiales de construcción	80
3.4. Resultados de los sistemas de explotación que aplican los libres aprovechamientos.	83
3.5. Resultados de los métodos para el cálculo de reservas en los libres aprovechamientos.	86

3.6. Resultados del volumen de material calculado por el método de estimación de recursos.	88
3.7. Resultados del volumen solicitado para el mantenimiento vial de los libres aprovechamientos.	88
3.8. Resultados de los volúmenes declarados en los informes semestrales de producción.	89
3.9. Resultados de formaciones geológicas influyentes.....	92
3.10. Resultados de la presentación del Acto Administrativo otorgado por el MAE. 93	
3.11. Resultados de la presentación del acto administrativo previo otorgado por la SENAGUA.	96
3.12. Resultados de la presentación del acto administrativo Declaración Juramentada de no afectación a bienes públicos.....	99
3.13. Resultados del análisis de la población de área y superficie de influencia de los proyectos de los libres aprovechamientos en la provincia del Azuay.....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
Conclusiones	106
Recomendaciones.....	110
BIBLIOGRAFÍA	112
ANEXOS	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Tipos de canteras	38
Tabla 1.2. Clasificación y denominación de áridos por su tamaño	38
Tabla 1.3. Parámetros de Transformación de PSAD56 a WGS84	58
Tabla 2.1. Libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay.	64
Tabla 3.1. Resumen de los materiales explotados de los libres aprovechamientos vigentes.....	77
Tabla 3.2. Tipos de depósitos donde explotan los libres aprovechamientos vigentes....	81
Tabla 3.3. Tipos de sistemas de explotación aplicados en los libres aprovechamientos.	83
Tabla 3.4. Métodos para el cálculo de reservas de materiales de construcción.	86
Tabla 3.5. Resultados de las formaciones geológicas de influencia.....	92
Tabla 3.6. Resultados de los libres aprovechamientos que cuentan o no con el Registro Ambiental	93
Tabla 3.7. Resultados generales de la presentación del acto administrativo emitido por la SENAGUA.....	96
Tabla 3.8. Resultados generales de la presentación de la Declaración Juramentada de no afectación a bienes públicos.	99
Tabla 3.9. Relación m ³ /km ² y m ³ /hab.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Jurisdicciones de las Coordinaciones Zonales.	3
Figura 1.2. Variables geométricas que conforman el diseño de una cantera.....	41
Figura 1.3. Esquema de un talud y banco de explotación.	41
Figura 1.4. Clasificación de los sistemas de explotación para depósitos aluviales.	43
Figura 1.5. Dique óptimo para caudales normales o medios.	44
Figura 1.6. Noques creados en ríos.....	45
Figura 1.7. Noque en el fondo del río.....	46
Figura 1.8. Secciones para el cálculo de reservas por el método de perfiles.....	48
Figura 1.9. Componentes de los datos geográficos.	52
Figura 1.10. Sistema de coordenadas esféricas o geográficas.....	54
Figura 1.11. Los modelos Esfera y Esferoide.....	54
Figura 1.12. Proyección de la retícula de un sistema de coordenadas esférico a un plano bidimensional.	55
Figura 1.13. La proyección UTM.....	56
Figura 1.14. Sistema de referencia geodésico.	57
Figura 1.15. Relación entre dos sistemas cartesianos.....	57
Figura 2.1. Departamento de archivo de los Libres Aprovechamientos.	64
Figura 2.2. Base de datos "Libres Aprovechamientos".	65
Figura 2.3. Herramienta ADD DATA para graficar puntos de coordenadas en el espacio geográfico.	66
Figura 2.4. Selección del archivo Excel que contienen las coordenadas.	66
Figura 2.5. Selección de la hoja en donde se encuentran las coordenadas del archivo Excel.	66
Figura 2.6. Selección del sistema de coordenadas en que se proyectarán las mismas. ...	67
Figura 2.7. Selección de los campos X, Y respectivos y verificación del sistema de proyección.	67
Figura 2.8. Graficación de los puntos de coordenadas en el sistema PSAD 56 UTM de los libres aprovechamientos.	67
Figura 2.9. Herramienta PROJECT en el ArcToolBox para la transformación de PSAD 56 UTM a PSAD 56 GEOGRÁFICAS.	68

Figura 2.10. INPUT (Coordenadas PSAD 56 UTM) y selección de OUTPUT COORDINATE SYSTEM	68
Figura 2.11. Selección del Sistema PSAD 56 Geográfica.....	69
Figura 2.12. Proyección de coordenadas PSAD 56 UTM y coordenadas WGS 84 UTM	69
Figura 2.13. Distancia de diferencia entre los sistemas PSAD 56 UTM y WGS 84 UTM	70
Figura 2.14. Procedimiento para la transformación de coordenadas PSAD 56 UTM a WGS 84 UTM en Arc Gis.	70
Figura 2.15. Adición de campos en la tabla de atributos para el cálculo de coordenadas WGS 84 UTM (X y Y).....	71
Figura 2.16. Creación de un Shape en Arc Gis.	71
Figura 2.17. Designación del polígono y georeferenciación.....	72
Figura 2.18. Creación de polígono para un área de libre aprovechamiento	72
Figura 2.19. Herramienta EXCEL TO TABLE.....	73
Figura 2.20. Base de datos transportada a ARC GIS.	74
Figura 2.21. Herramienta JOIN AND RELATES para añadir información desde la base de datos.	74
Figura 2.22. Selección de la base de contiene información específica de cada libre aprovechamiento.....	75
Figura 2.23. Tabla de atributos con información levantada de un libre aprovechamiento	75
Figura 2.24. Información de la base de datos de un libre aprovechamiento contenida en el shape tipo polígono.....	76
Figura 3.1.Resultados de los materiales de construcción explotados.....	78
Figura 3.2. Materiales explotados por cada libre aprovechamiento.	78
Figura 3.3. Clasificación de materiales explotados por cada libre aprovechamiento en la provincia del Azuay.....	79
Figura 3.4 Resultados de las hectáreas concesionadas por parte de los GADs de la provincia del Azuay.....	80
Figura 3.5.Tipos de depósitos.....	81
Figura 3.6. Tipos de canteras en los libres aprovechamientos.	81
Figura 3.7. Clasificación de los libres aprovechamientos por tipo de depósitos donde se extrae el material (cantera/aluvial).	82

Figura 3.8. Sistemas de explotación aplicados en los libres aprovechamientos.....	84
Figura 3.9. Sistemas de explotación por cada libre aprovechamiento.....	84
Figura 3.10. Clasificación de libres aprovechamientos por tipos de sistemas de explotación que aplican.	85
Figura 3.11. Resultados del método utilizado para el cálculo de reservas en los libres aprovechamientos.	86
Figura 3.12. Clasificación de libres aprovechamientos por tipos de métodos de cálculos de reservas.	87
Figura 3.13. Resultados de volúmenes calculados por el método de los perfiles por cada libre aprovechamiento.	88
Figura 3.14. Volumen requerido para la obra pública por cada libre aprovechamiento.	89
Figura 3.15. Volúmenes de producción de cada libre aprovechamiento constando desde sus inicios de actividad y prórroga.	90
Figura 3.16. IDW para análisis geo estadístico.	91
Figura 3.17. Formaciones geológicas donde se asientan los libres aprovechamientos. .	93
Figura 3.18. Resultados de presentación del A.A. (Registro Ambiental) por parte de los titulares de los libres aprovechamientos.....	94
Figura 3.19.Resultados detallados del Registro Ambiental por cada libre aprovechamiento.....	94
Figura 3.20.Clasificación de la presentación o no del registro ambiental otorgado por el MAE.	95
Figura 3.21.Resultados de presentación del A.A. (SENAGUA) por parte de los titulares de los libres aprovechamientos.....	96
Figura 3.22.Resultados detallados de la presentación del A.A. SENAGUA por cada libre aprovechamiento.	97
Figura 3.23. Clasificación de la presentación o no del acto administrativo otorgado por la SENAGUA	98
Figura 3.24.Resultados de la presentación de la Declaración Juramentada de NO afectación.....	99
Figura 3.25.Resultados detallados de la presentación de la Declaración Juramentada por cada libre aprovechamiento.....	100
Figura 3.26. Clasificación de la presentación o no de la declaración juramentada de no afectación a bienes públicos por parte de los titulares mineros.....	101

Figura 3.27. Población en los cantones de la provincia del Azuay según censo del INEC 2010.....	102
Figura 3.28. Resultados de la relación m^3/km^2	104
Figura 3.29. Resultados de la relación m^3/hab	105

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Solicitud de acceso a la información en la CZMCSZ6.....	116
Anexo 2. Procedimiento IDW con respecto a la relación m^3/km^2	117
Anexo 3. Procedimiento IDW con respecto a la relación $m^3/hab.$	118
Anexo 4. Formaciones geológicas donde se asientan los libres aprovechamientos en la provincia del Azuay.....	119
Anexo 5. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Cantagallo 10000803".	120
Anexo 6. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "MTOPE Río Chico 10000851".....	121
Anexo 7. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "MTOPE Río Zhumiral 10000774".....	122
Anexo 8. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Potrerillos 191535".	123
Anexo 9. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Monte Blanco 10000473".....	124
Anexo 10. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Naute 10000398".	125
Anexo 11. Área de Libre Aprovechamiento "GORRIÓN" Código 10000867	126
Anexo 12. Área de Libre Aprovechamiento "MINA PEÑA BLANCA" Código 10000824.....	126
Anexo 13. Área de Libre Aprovechamiento "GUAYMINCAY" Código 10000578....	127
Anexo 14. Área de Libre Aprovechamiento "CANTAGALLO" Código 10000803 ...	127
Anexo 15. Área de Libre Aprovechamiento "Chaquilcay" Código 10000807.	127
Anexo 16. Área de Libre Aprovechamiento "La Merced" Código 10000850.	128
Anexo 17. Área de Libre Aprovechamiento "San Gerardo" Código 10000455.	128
Anexo 18. Área de Libre Aprovechamiento "Pagan" Código 10000418.	128
Anexo 19. Área de Libre Aprovechamiento "Victoria" Código 10000158.	129
Anexo 20. Área de Libre Aprovechamiento "Potrerillos" Código 191535.	129
Anexo 21. Área de Libre Aprovechamiento "Gpa Tañiloma" Código 10000329.....	129

ABREVIATURAS

A.A.	Acto Administrativo
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
Art.	Artículo
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial de Autonomía y Desarrollo
CZMCSZ6	Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
EPP	Equipo de Protección Personal
GADs	Gobiernos Autónomos Descentralizados
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAE	Ministerio del Ambiente
PP	Punto de Partida
PMA	Plan de Manejo Ambiental
PSAD56	Datum Provisional para Sudamérica 1956
SIG	Sistema de Información Geográfica
SGBD	Sistema de Gestión de Base de Datos
SENAGUA	Secretaria Nacional del Agua
UTM	Universal Transverse Mercator
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Área.- Espacio de la Tierra comprendido entre ciertos límites.

Área de influencia.- Comprende el ámbito espacial en donde se manifiestan los posibles impactos socio-ambientales ocasionados por las actividades mineras.

Alinderación.- Delimitación topográfica de un área en el terreno.

Banqueo.- Acción de formar escalones ascendentes o descendentes en la explotación minera.

Base de datos.- Conjunto estructurado de datos para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático.

Botaderos.- Lugares destinados al depósito de desmontes o desechos sólidos.

Capacidad de producción.- Volumen (toneladas o metros cúbicos) que puede producir una mina en función a su régimen minero y en base a lo permitido por la Ley de Minería.

Cantera.- Entiéndase por cantera al depósito de materiales de construcción, o macizo constituido por una o más tipos de rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas, que pueden ser explotados a cielo abierto y que sean de empleo directo en la industria de la construcción.

Catastro minero.- Es el sistema de representación gráfica de áreas mineras geográficamente ubicadas, en donde se registra la información sobre las concesiones otorgadas por el Estado para actividades mineras legales.

Cartografía.- Ciencia que tiene por objeto la realización de mapas, y comprende el conjunto de estudios y técnicas que intervienen en su elaboración.

Clasificación de rocas.- Las rocas se clasifican en rocas de origen ígneo, resultantes de la cristalización de un material fundido o magma; rocas de origen sedimentario, formadas a partir de la acumulación de los productos de erosión, como de la precipitación de soluciones acuosas; y, rocas metamórficas, originadas en la modificación de rocas preexistentes sean estas sedimentarias o ígneas, u otras metamórficas, o por efectos de temperatura o presión, o de ambos a la vez.

Ciclo minero.- Diferentes etapas que ocurren durante el desarrollo de un proyecto minero.

Coordenadas.- Representan la localización de un objeto e la superficie de la Tierra.

Datum.- Sistema de referencia geográfico utilizado para describir la ubicación de puntos sobre el planeta Tierra.

Depósito aluvial.- Depósitos de minerales y/o materiales que han sido arrastrados por los ríos y se encuentran en los lechos.

Erosión.- Desgaste de la corteza terrestre causados por la acción del viento, agua y por la acción de los seres vivos.

Escala de un mapa.- Cantidad numérica que sirve como factor de corrección entre una medida graficada en el mapa y la medida real en el terreno.

Escombrera.- Lugar donde se disponen de manera ordenada los residuos no aprovechables procedentes de las labores de extracción minera.

Excavación.- Proceso de remoción de material de suelo o roca de un lugar y transportarlo a otro.

Formación geológica.- Conjunto de rocas que se han depositado en un lugar durante el mismo periodo geológico.

Frente de explotación.- Área de trabajo donde se ejecutan labores de extracción de material.

Impacto ambiental.- Alteración o cambio positivo o negativo en el medio ambiente.

In situ.- Expresión utilizada para referirse a características o actividades ejecutadas “en el sitio”.

Labor minera.- Actividades realizadas en una mina para la extracción de minerales o materiales.

Lecho o cauce de ríos.- Se entiende como lecho o cauce de un río, el canal natural por el que discurren las aguas del mismo en el que se encuentran materiales granulares resultantes de la disgregación y desgaste de rocas de origen ígneo, sedimentario o metamórfico.

Manifiestos e informes de producción.- Informe que los titulares de concesiones mineras deberán presentar hasta el 15 de enero y 15 de julio de cada año, debidamente auditados.

Material de construcción.- Se entiende como materiales de construcción a las rocas y derivados de las rocas, sean estas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica cuyo procesamiento no implique un proceso industrial diferente a la trituración y/o clasificación granulométrica.

Material árido y pétreo.- Se entenderá como materiales áridos a aquellos que resultan de la disgregación de las rocas y se caracteriza por su estabilidad química, resistencia mecánica y tamaño; y materiales pétreos aquellos cuyos agregados minerales son lo suficientemente consistentes y resistentes a agentes atmosféricos, provenientes de macizos rocosos y generalmente magmáticos. Tanto los materiales áridos como pétreos pueden ser utilizados como materia prima en actividades de construcción.

Meteorización.- Conjunto de procesos externos que provocan la alteración y disgregación de las rocas en contacto con la atmósfera.

Minería a cielo abierto (tajo abierto).- Método de explotación de minerales o rocas en superficie.

Ministerio sectorial.- Entidad del Estado, encargada de organizar, planificar y controlar el sector minero dentro de sus jurisdicciones.

Otorgamiento del título minero.- Acto final del proceso de calificación de una solicitud de concesión minera.

Recurso natural.- Es un bien, una sustancia o un objeto presente en la naturaleza, y explotado para satisfacer las necesidades y deseos de una sociedad humana.

Registro minero.- Sistema informático que contiene los principales datos referentes a concesiones mineras.

Resolución.- Es un dictamen emitido por una autoridad en representación del Estado, dentro del ámbito de sus competencias.

Sedimentos fluviales.- Conjunto de partículas de materiales procedentes de la erosión de las rocas, los cuales por efecto de la gravedad se depositan en el fondo del lecho de un río.

Suspensión.- Paralización temporal de las actividades mineras.

Tajo.- Escalón o unidad de explotación sobre la que se desarrolla el trabajo de extracción en las minas a cielo abierto.

Trituración.- Proceso para reducir el tamaño de las partículas de materiales.

Vía de acceso.- Caminos y carreteras construidas para acceder a las plantas, para ingreso de suministros y facilitar el acceso de los vehículos a la mina o la cantera.

Volúmenes de producción.- Es la cantidad de material extraído diariamente, producto de la explotación minera. Expresado en m³/día (yacimientos aluviales) o ton/día (roca dura).

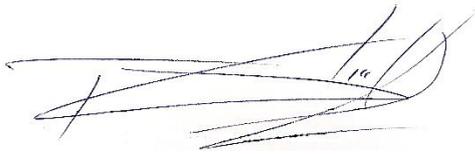
SISTEMATIZACIÓN DE LOS LIBRES APROVECHAMIENTOS VIGENTES EN LA COORDINACIÓN ZONAL DE MINERÍA CENTRO SUR ZONA 6

RESUMEN

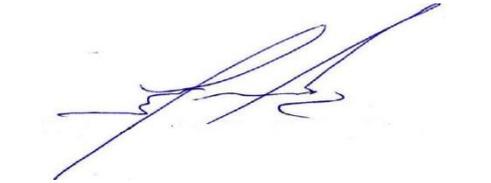
El presente trabajo de sistematización partió de la información registrada en la Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6 del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, donde se encuentran los expedientes administrativos de las autorizaciones de libre aprovechamiento de materiales áridos y pétreos para obra pública, que se encuentran vigentes en la provincia del Azuay, esta sistematización se realizó en hoja electrónica contemplando aspectos como: vigencia, denominación, código catastral, titular minero, tipo, provincia, cantón, parroquia, sector, coordenadas del polígono, formación geológica, litología, método de cálculo de reservas, volumen calculado, volumen total requerido, tipos de depósito y material, sistema de explotación, maquinaria utilizada, volúmenes declarados, entre otra información relevante.

A partir de la información sistematizada se estructuró una base de datos geo espacial en un software SIG, lo que facilita realizar consultas geo-referenciadas de los diferentes parámetros ingresados, tanto técnicos como administrativos de estos libres aprovechamientos ubicados en la provincia del Azuay.

Palabras clave: Libre aprovechamiento, materiales áridos y pétreos, sistema de explotación, SIG.



Fernando Tulio Valencia Guaricela
Director del Trabajo de Titulación



Leonardo Aníbal Núñez Rodas
Coordinador de Escuela



Ángel Andrés Castillo Palacios

Autor

SYSTEMATIZING OF THE EFFECTIVE FREE USES AT THE “COORDINACIÓN ZONAL DE MINERÍA CENTRO SUR ZONA 6”

ABSTRACT

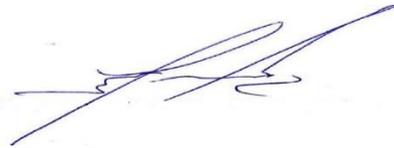
The present systematization was based on the information registered at the “Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6” of the Ministry of Energy and Non-Renewable Natural Resources, where the administrative files regarding the authorizations for free use of arid and stony materials for public works are located. This is valid in the province of Azuay. The systematization was carried out on an electronic sheet contemplating aspects such as: validity, name, cadastral code, mining holder, type, province, canton, parish, sector, polygon coordinates, geological formation, lithology, method of calculating reserves, calculated volume, total volume required, types of deposit and material, exploitation system, used machinery, declared volumes, among other relevant information. From the systematized information, a geospatial database was structured in a GIS software, which facilitates the use of geo-referenced queries of the different parameters entered, both technical and administrative, of these free uses located in the province of Azuay.

Keywords: Free use, arid and stony materials, exploitation system, GIS.



Fernando Tulio Valencia Guaricela

Thesis Director



Leonardo Aníbal Nuñez Rodas

School Coordinator



Ángel Andrés Castillo Palacios

Author

Translated by



Ángel Andrés Castillo

Castillo Palacios Ángel Andrés

Trabajo de Titulación

Ing. Fernando Tulio Valencia Guaricela

Noviembre, 2020

“SISTEMATIZACIÓN DE LOS LIBRES APROVECHAMIENTOS VIGENTES EN LA COORDINACIÓN ZONAL DE MINERÍA CENTRO SUR ZONA 6”

INTRODUCCIÓN

La industria minera en general aporta de manera directa o indirecta al desarrollo de la población, de tal manera que es donde la explotación de materiales no metálicos (materiales de construcción) juega un papel muy importante, dado que son destinados especialmente al mantenimiento vial y a las obras civiles en general.

El mantenimiento de las arterias viales es competencia directa de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, por lo tanto, tienen el derecho de usar libremente los materiales de construcción para luego ser utilizados en obras públicas, por medio de los llamados “Libres Aprovechamientos” establecidos en el Art. 144 de la Ley de Minería.

El desconocimiento de la situación actual por parte de las instituciones públicas en el manejo y gestión de los libres aprovechamientos ha llevado a múltiples falencias de índole legal en el sentido del no cumplimiento de formalismos como la no presentación de informes semestrales de producción o el no cumplimiento con el Art. 26 de la Ley de Minería que menciona sobre los actos administrativos previos al inicio de actividades mineras, lo que conlleva consigo inicios de procesos de caducidad o extinción del derecho previamente otorgado y esto acarrea en sí la paralización de la obra pública en beneficio de la ciudadanía.

Dentro de este contexto los Gobiernos Autónomos Descentralizados tienen como prioridad llevar a cabo una planificación y diseños de proyectos que contemplen parámetros técnicos, operacionales, económicos, sociales y de seguridad para que la

explotación de los libres aprovechamientos sea de la manera más factible en relación al constante mantenimiento vial; por lo que el presente estudio es integral y genera un precedente del estado actual de los libres aprovechamientos de la provincia del Azuay y de la gestión técnico administrativa de los titulares mineros en este caso los GADs o instituciones estatales. De la misma manera el presente proyecto aporta como insumo básico para el desarrollo de los planes de ordenamiento territorial que les compete a los GADs en sus respectivas jurisdicciones de acuerdo a lo contemplado en el COOTAD.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Antecedentes

En el organigrama institucional del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables presenta distintos niveles jerárquicos en donde se encuentra el Viceministerio de Minería y éste a su vez se encuentra subdividido en: Coordinación Zonal Norte (Zonas 1, 2 y 9), Coordinación Zonal Centro (Zona 3), Coordinación Zonal Litoral (Zonas 4, 5 y 8), Coordinación Zonal Centro Sur (Zona 6) y Coordinación Zonal Sur (Zona 7). Ver figura 1.1.

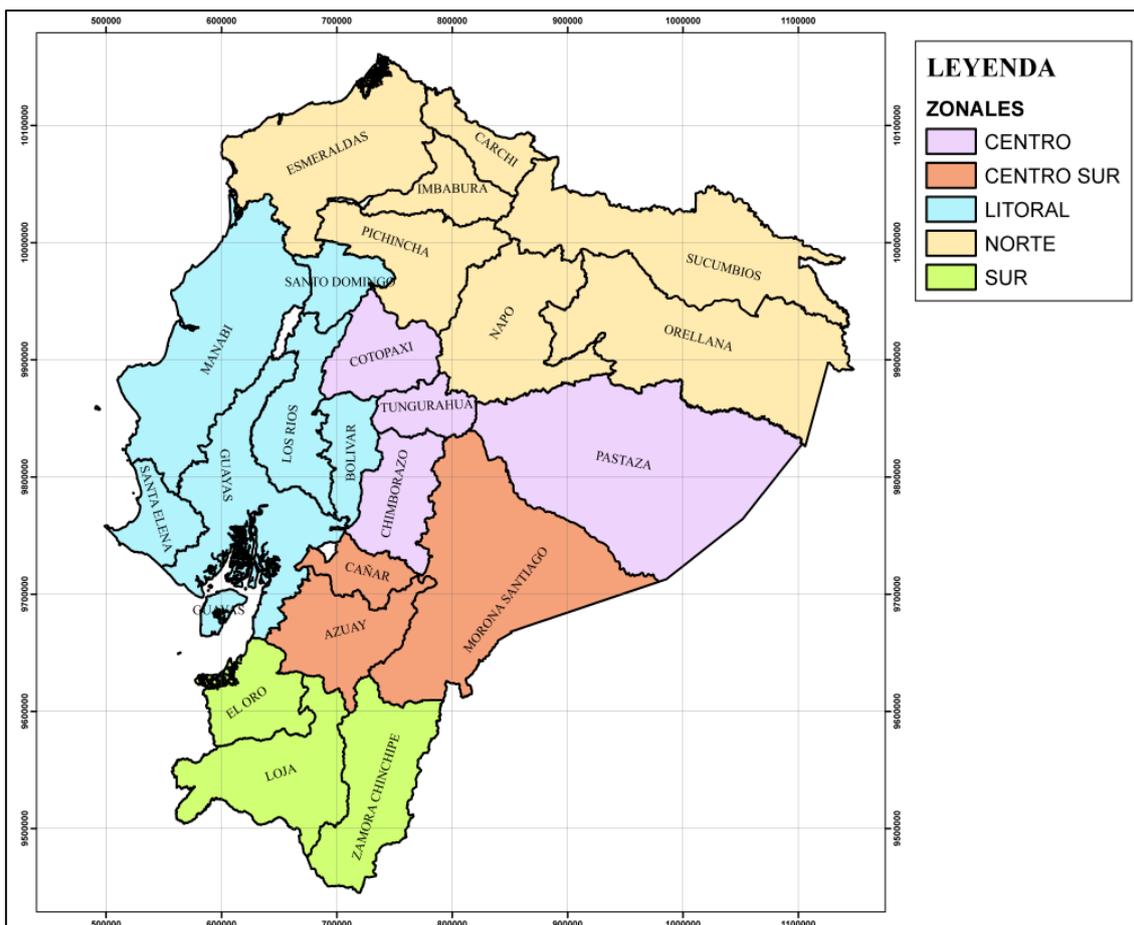


Figura 1.1. Jurisdicciones de las Coordinaciones Zonales.

La Coordinación Zonal Centro Sur Zona 6 conformada por las provincias de Azuay, Cañar y Morona Santiago, como ente rector en el sector minero tiene como misión: “Ejercer la rectoría, formulación, gestión, control y evacuación de la política pública minera en el territorio ecuatoriano, para impulsar y garantizar el desarrollo de la actividad minera, mediante al aprovechamiento responsable y soberano de los recursos minerales”.

Y su visión: “Consolidar la soberanía del Estado sobre el aprovechamiento responsable de los recursos mineros, con el uso eficiente de la ciencia y la tecnología y la efectiva participación social, contribución al cambio de la matriz productiva, en apoyo a la producción nacional de bienes y servicios agregados de valor provenientes de los recursos mineros”.

Es así es que la Coordinación Zonal Centro Sur tiene la competencia de otorgar derechos mineros a personas naturales y jurídicas que cumplan con todas las normas legales vigentes y de igual manera extinguir derechos a quienes hayan incumplido en lo antes mencionado.

Por otro lado la Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM) como ente de apoyo en el aspecto técnico a la Coordinación Zonal Centro Sur Zona 6, presenta como misión “Vigilar, inspeccionar, auditar, intervenir, sancionar y controlar a quienes realicen actividades mineras con la finalidad de alcanzar el aprovechamiento racional, técnico, con responsabilidad social y ambiental de los recursos naturales no renovables, enmarcados en la normativa legal vigente” y su visión: “Ser una institución líder caracterizada por altos niveles de calidad, efectividad y transparencia en la regulación y control del sector minero, propiciando una minería responsable en el Ecuador”.

Dentro de sus múltiples funciones de la ARCOM resalta el Catastro Minero el cual se podría considerar como un SIG donde coexiste información de las concesiones mineras que en términos generales y de acuerdo con el Art.11 del Reglamento General a la Ley de Minería en relación al Catastro Minero, éste deberá incluir por lo menos:

- a) La graficación e información de las áreas mineras especiales y de protección, vedadas o restringidas a la actividad minera;
- b) Los mapas catastrales de derechos mineros, de áreas mineras especiales y vedadas o restringidas para la actividad minera;

- c) La información de base en un sistema de cuadrículas por coordenadas UTM para el otorgamiento de derechos mineros, títulos mineros y contratación de explotación minera o bajo la forma que determine el Directorio de la Agencia de Regulación y Control Minero;
- d) La actualización de la base de datos alfanumérica y gráfica del catastro minero nacional o bajo la modalidad que determine el Directorio de la Agencia de Regulación y Control Minero;
- e) Los informes técnico - catastrales sobre la ubicación y límites de las concesiones mineras;
- f) La información catastral para determinar el uso del territorio, en la que se incluirá lugar, cantón, parroquia y provincia donde se encuentre ubicada el área minera; y,
- g) La información general del área: plazo, estado, fase de la actividad, código de la concesión, y los demás que la Agencia de Regulación y Control Minero considere necesarios.

Con este antecedente, mediante Resolución No. 001-DE-ARCOM-2018 a los 24 días del mes de enero de 2018 la DIRECTORA EJECUTIVA DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL MINERO, Resuelve: “Aprobar el cierre temporal del catastro minero nacional que administra la Agencia de Regulación y Control Minero, para el otorgamiento de concesiones mineras en los regímenes de minería artesanal, pequeña minería, mediana minería y minería a gran escala”.

Con este precedente desde la fecha en mención hasta la presente, la Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6, dentro de sus funciones únicamente ha otorgado autorizaciones para libres aprovechamientos de materiales de construcción y autorizaciones para la instalación y operación de plantas de beneficio.

1.1. Marco teórico

1.1.1. Libres aprovechamientos

En el Art. 144 de la (Ley de Minería, 2009) define a libres aprovechamientos como “áreas de donde se puede extraer materiales de construcción para utilizarlo exclusivamente en obra pública, dichas áreas pueden estar no concesionadas o concesionadas”.

Dicho material podrá emplearse, única y exclusivamente, en beneficio de la obra pública para la que se requirió el libre aprovechamiento.

La vigencia y los volúmenes de explotación se regirán y se extenderán única y exclusivamente por los requerimientos técnicos de producción y el tiempo que dure la ejecución de la obra pública.

Exclusivamente podrán solicitar libres aprovechamientos las entidades o instituciones del Estado llamese Prefecturas, Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales, MTOP, etc. (Ley de Minería, 2009, p. 52).

1.1.1.1. Materiales de construcción

De acuerdo con el Art. 45 del (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009): “Se entenderán como materiales de construcción a las rocas y derivados de las rocas, sean estas de naturaleza ígnea, sedimentaria o metamórfica, arenas de origen fluvial o marino, gravas, depósitos tipo aluviales, coluviales y en general todos los materiales cuyo procesamiento no implique un proceso industrial diferente a la trituración y/o clasificación granulométrica”. (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009, p. 14).

Los materiales de construcción tanto de cantera como de arrastre, juegan un papel muy importante en la industria de la construcción pues son materia principal en la producción de concretos, bases, sub bases, rellenos en vías, así como agregados para asfalto y en general en todo tipo de obra civil o pública. (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

1.1.1.2. Requisitos para solicitar un libre aprovechamiento

De acuerdo al Decreto Ejecutivo 797 (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011) en su Art. 5 señala: Para obtener la autorización de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas, la entidad o institución pública, paralelamente a la preparación de los pliegos contractuales, en función de la obra a contratarse y sin necesidad de que concluya el proceso de contratación de la misma, preparará los documentos necesarios y presentará en forma oportuna una solicitud al Ministerio Sectorial, con la siguiente información:

- a) Denominación de la institución del Estado que solicita el libre aprovechamiento, así como nombre del titular o representante legal y copia de su nombramiento;
- b) Ubicación del área a explotarse, señalando lugar, parroquia, cantón y provincia;
- c) Número de hectáreas mineras solicitadas y plazo de explotación, que deberá coincidir con el plazo de ejecución previsto de la obra pública y/o su mantenimiento;
- d) Coordenadas catastrales;
- e) Graficación del área solicitada escala 1:50.000, en mapa topográfico que llevará la firma del representante legal de la entidad o institución estatal;
- f) Copia certificada del contrato de ejecución de la obra para la cual se requiere el libre aprovechamiento. En caso de que el contrato estuviere en fase precontractual, se detallará el objeto del contrato y las demás características relevantes del mismo que permitan establecer el área y las condiciones de la explotación bajo el régimen de libre aprovechamiento;
- g) Volumen diario y total de extracción, maquinaria, equipos y métodos de explotación a utilizarse; y,
- h) Los demás requisitos establecidos en la Ley de Minería y su reglamento general.

1.1.1.3. Normativa aplicable a los libres aprovechamientos

El artículo 425 de la Constitución de la República, establece el orden jerárquico de aplicación de las normas, que será el siguiente: “La Constitución; los tratados y convenios internacionales; las leyes orgánicas; las leyes ordinarias; las normas regionales y las

ordenanzas distritales; los decretos y reglamentos; las ordenanzas; los acuerdos y las resoluciones; y los demás actos y decisiones de los poderes públicos”.

La normativa para el Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción aplicable al caso materia de estudio se sustenta en: La Constitución de la República, publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008 y sus reformas, Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, publicada en el Suplemento del Registro Oficial No. 790 de 05 de julio de 2016 y sus reformas, Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, publicada en el Registro Oficial No. 305 del 06 de agosto de 2014, Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, publicado en el Registro Oficial Suplemento 303 de 19 de octubre de 2010 y sus reformas, Código Orgánico del Ambiente, publicado en el Registro Oficial Suplemento 983 de 12 de abril de 2017 y sus reformas, Ley de Minería publicada en el Registro Oficial Suplemento 517 de 29 de enero de 2009 y sus reformas, Reglamento de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo expedido mediante Decreto Ejecutivo 680, publicado en el Registro Oficial No. 460 de 03 de abril de 2019, Reglamento General a la Ley de Minería publicada en el Registro Oficial No. 67 de 16 de noviembre del 2009 y sus reformas, Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 213 de 27 de marzo de 2014 y sus reformas, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, expedido mediante resolución 020-INS-DIR-ARCOM-2014, publicada en el Registro Oficial No. 247 de 16 de mayo de 2014, Reglamento Especial para la Explotación de Áridos y Pétreos, expedido mediante Decreto Ejecutivo 1279 de 23 de Agosto de 2012, publicado en el Registro Oficial No. 784 el 07 de septiembre de 2012, Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción expedido mediante Decreto Ejecutivo 797, publicado en el Registro Oficial No. 482 de 01 de julio de 2011 y sus reformas, Ordenanzas Municipales de cada cantón; y, la Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias, publicada en el Registro Oficial No. 411 de fecha 08 de enero de 2015.

Son aplicables también, la normativa: administrativa; tributaria; penal; de empresas públicas; societaria; civil; de patrimonio cultural; así como, las normas y procedimientos contenidos en el Código Orgánico General de Procesos, Código Orgánico Administrativo, Código Orgánico Integral Penal, Ley de Registro, Ley de datos Públicos; y más normativa de la legislación positiva ecuatoriana aplicable al sector geológico minero.

Constitución de la República:

Art. 262.- Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias:

1. Planificar el desarrollo regional y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, provincial, cantonal y parroquial.

4. Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito regional. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 85).

Art. 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo provincial y formular los correspondientes planes de ordenamiento

territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, cantonal y parroquial.

2. Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas

urbanas. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 86).

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

1. Planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural.

2. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón.

3. Planificar, construir y mantener la vialidad urbana.

12. Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 86).

Art. 407.- Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.

Se prohíbe todo tipo de minería metálica en cualquiera de sus fases en áreas protegidas, centros urbanos y zonas intangibles.

Nota: Segundo inciso agregado por reforma aprobada en el referéndum y consulta popular de 4 de Febrero del 2018, dada por Resolución del Consejo Nacional Electoral No. 1, publicada en Registro Oficial Suplemento 180 de 14 de Febrero del 2018. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 121).

Art. 408.- Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución.

El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota.

El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad. (Constitución de la República del Ecuador, 2008, p. 122).

Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo:

Artículo 9.- Ordenamiento territorial. El ordenamiento territorial es el proceso y resultado de organizar espacial y funcionalmente las actividades y recursos en el territorio, para viabilizar la aplicación y concreción de políticas públicas democráticas y participativas y facilitar el logro de los objetivos de desarrollo. La planificación del ordenamiento territorial constará en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de los

Gobiernos Autónomos Descentralizados. La planificación para el ordenamiento territorial es obligatoria para todos los niveles de gobierno.

La rectoría nacional del ordenamiento territorial será ejercida por el ente rector de la planificación nacional en su calidad de entidad estratégica. (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016, p. 8).

Artículo 10.- Objeto. El ordenamiento territorial tiene por objeto:

1. La utilización racional y sostenible de los recursos del territorio.
2. La protección del patrimonio natural y cultural del territorio.
3. La regulación de las intervenciones en el territorio proponiendo e implementando normas que orienten la formulación y ejecución de políticas públicas. (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016, p. 8).

Artículo 11.- Alcance del componente de ordenamiento territorial. Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios:

1. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados regionales delimitarán los ecosistemas de escala regional; las cuencas hidrográficas y localizarán las infraestructuras hidrológicas, de conformidad con las directrices de la Autoridad Única del Agua; la infraestructura de transporte y tránsito, así como el sistema vial de ámbito regional.
2. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales integrarán el componente de ordenamiento territorial de los cantones que forman parte de su territorio en función del modelo económico productivo, de infraestructura y de conectividad de la provincia.
3. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, fomentarán la calidad ambiental, la seguridad, la cohesión social y la accesibilidad del medio urbano y rural, y establecerán las debidas garantías para la movilidad y el acceso a los servicios básicos y a los espacios públicos de toda la población. Las decisiones de ordenamiento territorial, de uso

y ocupación del suelo de este nivel de gobierno racionalizarán las intervenciones en el territorio de los otros niveles de gobierno.

4. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados parroquiales rurales acogerán el diagnóstico y modelo territorial del nivel cantonal y provincial, y podrán, en el ámbito de su territorio, especificar el detalle de dicha información. Además, localizarán sus obras o intervenciones en su territorio.

Los planes de desarrollo y ordenamiento territorial deben contemplar el territorio que ordenan como un todo inescindible y, en consecuencia, considerarán todos los valores y todos los usos presentes en él, así como los previstos en cualquier otro plan o proyecto, aunque este sea de la competencia de otro nivel de gobierno, de manera articulada con el Plan Nacional de Desarrollo vigente. (Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2016, p. 8).

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua:

Art. 17. La autoridad única del agua. Es la entidad que dirige el Sistema Nacional Estratégico del Agua, es persona jurídica de derecho público. Su titular será designado por el Presidente de la República y tendrá rango de Ministra o Ministro de Estado.

Es responsable de la rectoría, planificación y gestión de los recursos hídricos. Su gestión será desconcentrada en el territorio. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 7).

Art. 21. Agencia de regulación y control del agua. La Agencia de Regulación y Control del Agua (ARCA), es un organismo de derecho público de carácter técnico-administrativo, adscrito a la Autoridad Única del Agua, con personalidad jurídica, autonomía administrativa y financiera, con patrimonio propio y jurisdicción nacional.

La Agencia de Regulación y Control del Agua, ejercerá la regulación y control de la gestión integral e integrada de los recursos hídricos, de la cantidad y calidad de agua en sus fuentes y zonas de recarga, calidad de los servicios públicos relacionados al sector agua y en todos los usos, aprovechamientos y destinos del agua.

La gestión de regulación y control de la Agencia serán evaluados periódicamente por la Autoridad Única del Agua. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 8).

Art. 87. Tipos y plazos de autorizaciones. El otorgamiento, suspensión o cancelación de las autorizaciones es competencia de la Autoridad Única del Agua. Las autorizaciones según la naturaleza de su destino se clasifican en:

1. Autorizaciones para uso de agua. Es el acto administrativo expedido por la Autoridad Única del Agua por medio del cual atiende favorablemente una solicitud presentada por personas naturales o jurídicas, para el uso de un caudal del agua, destinado al consumo humano o riego que garantice la soberanía alimentaria, incluyendo también el abrevadero de animales y actividades de producción acuícola en la forma y condiciones previstas en esta Ley.

2. Autorizaciones para el aprovechamiento productivo del agua. Es el acto administrativo expedido por la Autoridad Única del Agua, por medio del cual atiende favorablemente una solicitud presentada por personas naturales o jurídicas para el aprovechamiento productivo de un caudal de agua destinada a cualquiera de los aprovechamientos económicos en la forma y condiciones previstas en esta Ley. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 20).

Art. 110. Autorización de aprovechamiento. Las actividades mineras deberán contar con la autorización de aprovechamiento productivo de las aguas que se utilicen, que será otorgada por la Autoridad Única del Agua, de conformidad con los procedimientos y requisitos establecidos en esta Ley y su Reglamento, para lo que se respetará estrictamente el orden de prelación que establece la Constitución, es decir, consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas. Al efecto, coordinará con la Autoridad Ambiental Nacional.

Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

También deberá obtenerse la autorización de uso del agua para consumo humano en campamentos. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 23).

Art. 111. Protección en fuentes de agua. La Autoridad Única del Agua y la Autoridad Ambiental Nacional, emitirán las regulaciones necesarias para garantizar la conservación y el equilibrio de los ecosistemas, en especial de las fuentes y zonas de recarga de agua.

La Autoridad Ambiental Nacional coordinará con la Autoridad Única del Agua, el monitoreo del sistema de manejo ambiental previsto en la respectiva licencia ambiental, emitida por aquella. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 24).

Art. 112. Devolución de las aguas. El agua destinada para actividades mineras, se devolverá al cauce original de donde se la tomó o al cauce que sea más adecuado, con la obligación del usuario de tratarla antes de su descarga y vertido, de acuerdo con lo que establece el permiso ambiental y la Ley, la cual garantizará condiciones seguras que no afecten a los acuíferos de agua dulce en el subsuelo, fuentes de agua para consumo humano, riego, ni abrevadero. (Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, 2014, p. 24).

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización

Art. 41.- Funciones.- Son funciones del gobierno autónomo descentralizado provincial la siguiente:

e) Ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y en dicho marco prestar los servicios públicos, construir la obra pública provincial, fomentar las actividades provinciales productivas, así como las de vialidad, gestión ambiental, riego, desarrollo agropecuario y otras que le sean expresamente delegadas o descentralizadas, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010, p. 22).

Art. 55.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal.- Los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley;

a) Planificar, junto con otras instituciones del sector público y actores de la sociedad, el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural, en el marco de la interculturalidad y plurinacionalidad y el respeto a la diversidad;

b) Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón;

c) Planificar, construir y mantener la vialidad urbana;

g) Planificar, construir y mantener la infraestructura física y los equipamientos de los espacios públicos destinados al desarrollo social, cultural y deportivo, de acuerdo con la ley. Previa autorización del ente rector de la política pública, a través de convenio, los gobiernos autónomos descentralizados municipales podrán construir y mantener infraestructura física y los equipamientos de salud y educación, en su jurisdicción territorial.

j) Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley;

k) Preservar y garantizar el acceso efectivo de las personas al uso de las playas de mar, riberas de ríos, lagos y lagunas;

l) Regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y cantera. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010, p 29).

Art. 65.- Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado parroquial rural.- Los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales ejercerán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen:

b) Planificar, construir y mantener la infraestructura física, los equipamientos y los espacios públicos de la parroquia, contenidos en los planes de desarrollo e incluidos en los presupuestos participativos anuales;

c) Planificar y mantener, en coordinación con los gobiernos provinciales, la vialidad parroquial rural. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010, p. 35).

Art. 141.- Ejercicio de la competencia de explotación de materiales de construcción.-

De conformidad con lo dispuesto en la Constitución y la ley, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras de su circunscripción. Para el ejercicio de esta competencia dichos gobiernos deberán observar las limitaciones y procedimientos a seguir de conformidad con las leyes correspondientes. De igual manera, en lo relativo a la explotación de estos materiales en los lechos de ríos, lagos y playas de mar, los gobiernos responsables deberán observar las regulaciones y especificaciones técnicas contempladas en la ley. Establecerán y recaudarán la regalía que corresponda.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales deberán autorizar el acceso sin costo al aprovechamiento de los materiales pétreos necesarios para la obra pública de las instituciones del sector público y de los gobiernos autónomos descentralizados, de acuerdo a los planes de ordenamiento territorial, estudios ambientales y de explotación de los recursos aprobados según ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales en ejercicio de su capacidad normativa, deberán expedir ordenanzas en las que se contemplará de manera obligatoria la consulta previa y vigilancia ciudadana; remediación de los impactos ambientales, sociales y en la infraestructura vial, provocados por la actividad de explotación de áridos y pétreos; e implementarán mecanismos para su cumplimiento en coordinación con los gobiernos autónomos descentralizados parroquiales rurales, las organizaciones comunitarias y la ciudadanía. (Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, 2010, p. 61).

Código Orgánico del Ambiente

Art. 44.- Del Subsistema Autónomo Descentralizado. El subsistema autónomo descentralizado se compone de las áreas protegidas de los Gobiernos Autónomos

Descentralizados que la Autoridad Ambiental Nacional haya declarado como tales, las cuales se incorporarán al presente subsistema.

La Autoridad Ambiental Nacional determinará los criterios para la solicitud de declaratoria de un área como protegida por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

La administración y manejo de las áreas protegidas, así como la responsabilidad de su debido financiamiento, le corresponde al Gobierno Autónomo Descentralizado pertinente.

Las propiedades privadas cuya titularidad del dominio sea anterior a la declaratoria del área protegida tendrán las limitaciones al derecho de uso, goce y disposición de conformidad con el plan de manejo del área protegida. La Autoridad Ambiental Nacional podrá celebrar con sus propietarios acuerdos de uso y aprovechamiento compatibles con la categoría del área. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 24).

Art. 54.- De la prohibición de actividades extractivas en áreas protegidas y zonas intangibles.- Se prohíben las actividades extractivas de hidrocarburos y minería no metálica dentro del Sistema Nacional de Areas Protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal, salvo la excepción prevista en la Constitución, en cuyo caso se aplicarán las disposiciones pertinentes de este Código.

Se prohíbe todo tipo de minería metálica en cualquiera de sus fases en áreas protegidas, centros urbanos y zonas intangibles.

Nota: Artículo sustituido por reforma aprobada en el referéndum y consulta popular de 4 de Febrero del 2018, dada por Resolución del Consejo Nacional Electoral No. 1, publicada en Registro Oficial Suplemento 180 de 14 de Febrero del 2018 . (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 26).

Art. 57.- De las obras, proyectos, actividades y régimen de propiedad en las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad. La Autoridad Ambiental Nacional establecerá los criterios técnicos para las obras, proyectos o actividades que se realicen en las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad.

En las zonas especiales para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad no se afectará el derecho de propiedad de las propiedades de dominio público, privado o comunitario.

El aprovechamiento de los recursos naturales en las áreas especiales para la conservación de la biodiversidad deberá considerar los planes de ordenamiento territorial y los modelos de desarrollo. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 27).

Art. 164.- Prevención, control, seguimiento y reparación integral. En la planificación nacional, local y seccional, se incluirán obligatoriamente planes, programas o proyectos que prioricen la prevención, control y seguimiento de la contaminación, así como la reparación integral del daño ambiental, en concordancia con el Plan Nacional de Desarrollo, y las políticas y estrategias que expida la Autoridad Ambiental Nacional.

De manera coordinada, los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, incluirán prioritariamente en su planificación, la reparación integral de los daños y pasivos ambientales ocasionados en su circunscripción territorial, que no hayan sido reparados. Asimismo, llevarán un inventario actualizado de dichos daños, los que se registrarán en el Sistema Unico de Información Ambiental. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 49).

Art. 165.- Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Las competencias referentes al proceso de evaluación de impactos, control y seguimiento de la contaminación, así como de la reparación integral de los daños ambientales deberán ser ejercidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, a través de la acreditación otorgada por la Autoridad Ambiental Nacional, conforme a lo establecido en este Código. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 49).

Art. 167.- Reglas para el ejercicio de la competencia de los distintos niveles de gobierno. Para el ejercicio de las competencias ambientales se establecen las siguientes reglas:

1. Si el proyecto, obra o actividad es promovido por una o varias juntas parroquiales, la Autoridad Ambiental Competente será el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal o Metropolitano de estar acreditado; caso contrario, le corresponderá al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado o, en su defecto, a la Autoridad Ambiental Nacional;
2. Si el proyecto, obra o actividad es promovido por un Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal o Metropolitano, la Autoridad Ambiental Competente será el

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado; caso contrario, le corresponderá a la Autoridad Ambiental Nacional; y,

3. Si el proyecto, obra o actividad es promovido por un Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial, la Autoridad Ambiental Nacional será la competente para hacerse cargo del proceso.

Las empresas mixtas en las que exista participación del Estado, indistintamente del nivel accionario, se guiarán por las reglas de la competencia previstas para los distintos niveles de gobierno. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 50).

Art. 168.- Reglas según la circunscripción territorial. Las reglas para la regulación ambiental son las siguientes:

1. Si el proyecto, obra o actividad es promovido a nivel cantonal, la Autoridad Ambiental Competente será el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal o Metropolitano de estar acreditado; caso contrario, le corresponderá al Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado; o, en su defecto, a la Autoridad Ambiental Nacional;

2. En las zonas no delimitadas, la Autoridad Ambiental Competente será la que se encuentre más cercana al proyecto, obra o actividad, de estar acreditada; caso contrario, le corresponderá a la Autoridad Ambiental Nacional;

3. Cuando el proyecto, obra o actividad involucre a más de una circunscripción municipal, la Autoridad Ambiental Competente será el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial acreditado; caso contrario le corresponderá a la Autoridad Ambiental Nacional;

4. Cuando el proyecto, obra o actividad involucre a más de una circunscripción municipal y provincial, la Autoridad Ambiental Competente será la Autoridad Ambiental Nacional; y,

5. Cuando el proyecto, obra o actividad, involucre a más de una circunscripción provincial, la Autoridad Ambiental Competente será la Autoridad Ambiental Nacional. (Código Orgánico del Ambiente, 2017, p. 50).

Ley de Minería

Art. 26.- Actos administrativos previos.- Para ejecutar las actividades mineras se requieren, de manera obligatoria, actos administrativos motivados y favorables otorgados previamente por las siguientes instituciones dentro del ámbito de sus competencias:

- a) Del ministerio del ambiente, la respectiva licencia ambiental debidamente otorgada (para el caso de los libres aprovechamientos solo es necesario registro ambiental)
- b) De la Autoridad Única del agua, respecto de la eventual afectación a cuerpos de agua superficial y/o subterránea y del cumplimiento al orden de prelación sobre el derecho al acceso al agua

Adicionalmente, el concesionario minero presentará al Ministerio Sectorial una declaración juramentada realizada ante un notario en la que exprese conocer que las actividades mineras no afectan: caminos, infraestructura pública, puertos habilitados, playas de mar y fondos marinos; redes de telecomunicaciones; instalaciones militares; infraestructura petrolera; instalaciones aeronáuticas; redes o infraestructura eléctricas; o vestigios arqueológicos o de patrimonio natural y cultural.

Si la máxima autoridad del sector minero de oficio o a petición de parte advirtiere que las actividades del solicitante pudieren afectar a los referidos bienes o patrimonio, solicitará la respectiva autorización a la entidad competente, la que deberá emitir su pronunciamiento en el término de treinta días. De no hacerlo en ese lapso, se entenderá que no existe oposición ni impedimento para el inicio de las actividades mineras, y el funcionario responsable será destituido. Respecto de la emisión de los informes de tales actos administrativos se estará a la aplicación de las normas del procedimiento jurídico administrativo de la Función Ejecutiva

Los Gobiernos Municipales y Metropolitanos, en el ejercicio de sus competencias, mediante ordenanza, deberán regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos.

Nota: Artículo sustituido por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 37 de 16 de Julio del 2013. (Ley de Minería, 2009, p. 13).

Art. 42.- Informe semestral de producción.- A partir de la explotación del yacimiento, los titulares de las concesiones mineras deberán presentar al Ministerio Sectorial de

manera semestral con anterioridad al 15 de enero y al 15 de julio de cada año, informes auditados respecto de su producción en el semestre calendario anterior, de acuerdo con las guías técnicas que prepare la Agencia de Regulación y Control Minero.

Estos informes serán suscritos por el concesionario minero o su representante legal y por su asesor técnico, el que deberá acreditar su calidad de profesional en las ramas de geología y/o minería.

Las auditorías y verificaciones técnicas de tales informes serán realizadas por Universidades o Escuelas Politécnicas que cuenten con Facultades o Escuelas en Geología, Minas, Ciencias de la Tierra y/o Ambientales dotadas de suficiente capacidad técnica para realizar el informe, evaluación o comprobación; o profesionales y/o firmas certificados por la Agencia de Regulación y Control Minero.

Los costos que demande la intervención de las entidades que practiquen las evaluaciones serán de exclusiva cuenta del concesionario. (Ley de Minería, 2009, p. 24).

Art. 100.- Clases de servidumbres.- Desde el momento en que se constituye una concesión minera o se autoriza la instalación de plantas de beneficio, fundición y refinación, los predios superficiales están sujetos a las siguientes servidumbres:

- a) La de ser ocupados en toda la extensión requerida por las instalaciones y construcciones propias de la actividad minera. El concesionario minero, deberá de manera obligatoria cancelar al propietario del predio, un valor monetario por concepto de uso y goce de la servidumbre, así como el correspondiente pago por daños y perjuicios que le irrogare. En caso de no existir acuerdo, la Agencia de Regulación y Control determinará ese valor;
- b) Las de tránsito, acueducto, líneas férreas, aeródromos, andariveles, rampas, cintas transportadoras y todo otro sistema de transporte y comunicación;
- c) Las establecidas en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico para el caso de instalaciones de servicio eléctrico; y,
- d) Las demás necesarias para el desarrollo de las actividades mineras

Nota: Ver Sentencia de la Corte Constitucional, en la que declara la Constitucionalidad Condicionada de este artículo referente a la declaratoria de utilidad pública respecto de territorios de comunidades indígenas, afroecuatorianas y montubias, ver Registro Oficial Suplemento 176 de 21 de Abril de 2010, página 1. (Ley de Minería, 2009, p. 45).

Art. 144.- Libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas.- El Estado directamente o a través de sus contratistas podrá aprovechar libremente los materiales de construcción para obras públicas en áreas no concesionadas o concesionadas.

Considerando la finalidad social o pública del libre aprovechamiento, estos serán autorizados por el Ministerio Sectorial. La vigencia y los volúmenes de explotación se regirán y se extenderán única y exclusivamente por los requerimientos técnicos de producción y el tiempo que dure la ejecución de la obra pública.

Dicho material podrá emplearse, única y exclusivamente, en beneficio de la obra pública para la que se requirió el libre aprovechamiento. El uso para otros fines constituirá explotación ilegal que se someterá a lo determinado para este efecto en la presente ley.

El contratista del Estado, no podrá incluir en sus costos los valores correspondientes a los materiales de construcción aprovechados libremente. En caso de comprobarse la explotación de libre aprovechamiento para otros fines será sancionado con una multa equivalente a 200 remuneraciones básicas unificadas y en caso de reincidencia con la terminación del contrato para dicha obra pública.

Las autorizaciones de libre aprovechamiento, están sujetas al cumplimiento de todas las disposiciones de la presente ley, especialmente las de carácter ambiental.

Los contratistas que exploten los libres aprovechamientos, están obligados al cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental. (Ley de Minería, 2009, p. 63).

Reglamento de la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo:

Disposición general cuarta.- El Consejo Técnico de Uso y Gestión del Suelo emitirá los lineamientos generales para la delimitación de centros urbanos, previos informes obligatorios y vinculantes de las autoridades nacionales de agua, ambiente, agricultura y ganadería, riesgos, recursos naturales renovables y no renovables, economía y finanzas, patrimonio cultural; con los que los gobiernos autónomos descentralizados someterán a la decisión de sus concejos, la aprobación y delimitación final de cada centro urbano.

En caso de incumplimiento o inobservancia a los lineamientos por parte de los gobiernos autónomos descentralizados, la Superintendencia de Ordenamiento Territorial en el ámbito de sus funciones y atribuciones, analizará si existe incumplimiento y las acciones correctivas que se requieran, así como las sanciones respectivas.

Los gobiernos autónomos descentralizados que hayan declarado centro urbano mediante ordenanza previa a esta regulación, mantendrán esta declaratoria, no obstante, en caso de reforma a la misma, deberán contar con los requisitos que se describen en los criterios de declaración. (Reglamento Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo, 2019, p. 29).

Reglamento General a la Ley de Minería

Art. 48.- Explotación de materiales de construcción para obra pública.- Las entidades e instituciones del Estado, directamente o por intermedio de sus contratistas, podrán aprovechar los materiales de construcción para obra pública en áreas libres, concesionadas y aquellas autorizadas por los gobiernos municipales. (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009, p. 14).

Art. 49.- Autorización.- El Ministerio Sectorial podrá autorizar, mediante resolución, el libre aprovechamiento temporal de materiales de construcción para obras públicas, contando con el informe catastral y técnico emitido por la Agencia de Regulación y Control Minero. En la misma resolución se establecerá: la denominación de la entidad o institución, nombres y apellidos o razón social de la contratista, en caso de haberlo, sus obligaciones y responsabilidades conforme a lo prescrito en el artículo 144 de la Ley de Minería; el plazo de duración del libre aprovechamiento, la obra pública a la que se destinarán los materiales, el lugar donde se emplearán los materiales y los volúmenes, hectáreas y coordenadas UTM y cuando no fuere posible establecer el área bajo estos parámetros, se estará a las disposiciones del instructivo técnico expedido por el Ministerio Sectorial, respecto de los cuales se autoriza el libre aprovechamiento.

Toda resolución de libre aprovechamiento deberá además determinar que dicho material podrá única y exclusivamente utilizarse en beneficio de la obra pública para la que se requirió la misma. El uso para otros fines, constituirá explotación y

comercialización ilegal y estará sujeta al proceso de decomiso de la maquinaria empleada de conformidad con lo que contempla la Ley.

El libre aprovechamiento de materiales de construcción deberá sujetarse a lo establecido tanto en el Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador y el Reglamento de Seguridad Minera. (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009, p. 14).

Art. 50.- Requisitos de la solicitud.- La solicitud para libre aprovechamiento de materiales de construcción, deberá, además de los requisitos establecidos en el artículo 26 de la Ley de Minería, deberá contener o estar acompañada de lo siguiente:

- a) Denominación de la institución del Estado que solicita, así como nombre del titular o representante legal y su nombramiento;
- b) Ubicación del área a explotarse, señalando lugar, parroquia, cantón y provincia;
- c) Número de hectáreas mineras solicitadas y plazo de la explotación;
- d) Coordenadas catastrales;
- e) Graficación del área solicitada a escala 1: 50.000, en mapa topográfico que llevará la firma del representante legal de la institución;
- f) Copia certificada del contrato de la obra para la cual se requiere el libre aprovechamiento y de la licencia ambiental correspondiente;
- g) Volumen diario y total de extracción, maquinaria, equipos y métodos de explotación a utilizarse; y,
- h) Los demás requisitos establecidos en la Ley de Minería y este Reglamento.

Una vez otorgado el libre aprovechamiento, este será notificado al gobierno municipal respectivo. (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009, p. 14).

Art. 51.- Libres aprovechamientos en concesiones mineras.- En el evento de otorgarse autorizaciones de libre aprovechamiento en concesiones en las que se realicen actividades mineras, los beneficiarios de estas autorizaciones deberán atenerse a los condicionamientos establecidos en el informe técnico que emita la Agencia de Regulación y Control Minero.

El informe determinará el sistema de explotación del libre aprovechamiento que deberá ser compatible con las actividades mineras aprobadas en el Estudio de Impacto Ambiental del titular de la concesión.

Los beneficiarios de tales autorizaciones serán responsables de las afecciones ambientales resultantes de sus actividades. (Reglamento General a la Ley de Minería, 2009, p. 15).

Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador

Art. 138.- Responsabilidades ambientales en la ejecución de actividades de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas.- Para la realización de actividades de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas, éstas deberán contar con los respectivos permisos ambientales.

En lo que concierne a la evaluación ambiental en actividades de libre aprovechamiento de materiales de construcción de obras públicas se someterán al régimen general establecido en este Reglamento.

En materia de licenciamiento, la obra pública deberá someterse al catálogo de proyectos, obras o actividades nacionales previstas para tal efecto y a las disposiciones ambientales y técnicas establecidas en este Reglamento.

En materia de extracción deberá someterse a las disposiciones ambientales y técnicas establecidas en este Reglamento, y en el reglamento del régimen especial para el libre aprovechamiento de materiales de construcción para obra pública. (Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador, 2014, p. 26).

Art. 139. Sanciones por incumplimiento.- El Ministerio del Ambiente sin necesidad de coordinación ni aprobación del Ministerio Sectorial o Gobiernos Autónomos Descentralizados podrá ante la evidencia de daños ambientales o la verificación de la no obtención de licencias ambientales, abrir expedientes administrativos a los promotores del proyecto, contratistas de obra pública y sus subcontratistas, lo que dará lugar a las sanciones correspondientes contempladas en el Capítulo XIV de este Reglamento.

Si en los lugares de actividades de libre aprovechamiento estuvieran trabajando particulares no contratistas o subcontratistas de la obra pública serán considerados

mineros ilegales bajo las sanciones ambientales que correspondan; así como las acciones civiles o penales a las que hubiera lugar. (Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador, 2014, p. 26).

Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero.

Art. 8.- Obligaciones de los titulares de derecho minero.- Son obligaciones de los titulares de derechos mineros:

a. Preservar la vida, seguridad, salud, dignidad e integridad laboral de sus trabajadores y servidores mineros, contratistas permanentes o temporales, personal técnico, administrativo y operativo; así como de visitantes y toda persona que tenga acceso a las instalaciones y áreas de operación minera.

b. Implementar un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo establecido en la normativa legal vigente.

c. Implementar las condiciones adecuadas y saludables de hospedaje en los campamentos estables y/o temporales de trabajo.

d. Permitir las auditorías de trabajo en sus instalaciones administrativas y operativas, y en cada una de las fases de la actividad minera a los funcionarios de los organismos de control.

e. Contar con los profesionales especializados en ramas afines a la gestión de seguridad y salud en el trabajo bajo cuya responsabilidad se desarrolle el sistema de gestión.

f. Ejecutar sus labores mineras precautelando la seguridad y la salud de los concesionarios colindantes o terceros.

g. Las demás que le corresponden de acuerdo con la Ley de Minería, del presente Reglamento y además de todas las normas que sobre la materia se dicten. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 5).

Art. 11.- Obligaciones del personal minero.- Tanto el personal administrativo, trabajadores (as) permanentes o temporales, visitantes o contratistas, pasantes, estudiantes, personal técnico, autoridades de control, funcionarios de entidades estatales, etc.; que tengan acceso a las instalaciones y áreas de operación minera en sus distintas

fases, están obligados a acatar las medidas de seguridad y salud en el trabajo minero contempladas en este Reglamento y en el Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de cada Titular Minero. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 6).

Art. 15.- Procedimientos operativos básicos.- A más de lo establecido en la Resolución 957 de la CAN "Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo", para los Procedimientos y Programas Operativos Básicos los titulares de los Derechos Mineros, Contratistas u Operadores deberán elaborar procedimientos específicos de acuerdo a lo que se aplique en función de los factores de riesgo de sus actividades teniendo como base los siguientes:

- a. Procedimiento para control del ingreso y salida de todas las personas y equipos involucrados en todas las fases de la actividad minera.
- b. Procedimientos para la implementación de ingresos y salidas de seguridad en las labores mineras en caso de emergencia.
- c. Procedimiento para implementación y uso de sistemas de comunicación.
- d. Procedimiento para la implementación de sistemas de ventilación.
- e. Procedimiento para orden, limpieza y mantenimiento de zonas de trabajo.
- f. Procedimiento para la construcción, mantenimiento y estabilización de zanjas, taludes, cortes, trabajos subterráneos, relaveras, piscinas, etc. y todo movimiento de tierras necesario para la ejecución de las labores mineras.
- g. Procedimiento para manejo de explosivos durante el transporte, uso y almacenamiento incluido la construcción y medidas de seguridad en polvorines.
- h. Procedimiento para manejo de sustancias peligrosas durante el transporte, uso y almacenamiento incluido la construcción y medidas de seguridad en bodegas de almacenamiento y laboratorios.
- i. Procedimiento para la instalación, mantenimiento y operación de todo tipo de equipos livianos, pesados, rotativos, eléctricos, mecánicos, electromecánicos, neumáticos, etc.
- j. Procedimiento para permisos de trabajo de alto riesgo (trabajo en caliente, trabajo en alturas, trabajo en espacios confinados, izaje de cargas, etc.)

k. Procedimiento para bloqueo y etiquetado de equipos.

l. Procedimientos para la prevención de riesgos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

m. Procedimientos para la prevención y control de accidentes mayores.

n. Procedimientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores y/o servidores mineros. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 8).

Art. 20.- Señalización de seguridad.- En todas las labores mineras deberá existir la siguiente señalización de seguridad de acuerdo a la norma técnica nacional vigente:

a. Señalización de prevención: identifica los peligros a los que se está expuesto.

b. Señalización de obligación: identifica los comportamientos deseados y los Equipos de Protección Personal (EPP) a ser usados.

c. Señalización de prohibición: identifica los comportamientos no deseados y los prohíbe.

d. Señalización de información: proporciona indicaciones de actuación en caso de emergencia.

e. Señalización de sistemas contra incendio: proporciona información de los medios disponibles para la lucha contra incendios

f. Señalización de tuberías e instalaciones: proporciona información de los fluidos y los contenidos que se transportan y almacenan a través de las mismas. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 8).

Art. 36.- Planificación de la explotación.- Los titulares mineros, con el respaldo de los estudios técnicos correspondientes, deberán establecer la planificación considerando los riesgos identificados para la explotación de mina tanto a cielo abierto como subterránea la que será verificada y controlada por la autoridad competente del Ministerio Sectorial, además se deberá:

a) En las etapas preparatorias de la infraestructura minera cumplir lo concerniente al Reglamento de Seguridad y Salud para la construcción y obras públicas.

b) Cercar y señalizar todas las actividades de explotación, para evitar que personas ajenas a las labores accedan inadvertidamente al área de trabajo. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p 10).

Art. 38.- Diseño de la explotación.- Las labores mineras deben planificarse teniendo en cuenta las características físico-mecánicas y condiciones geotécnicas de las rocas, en lo relativo a los riesgos de desprendimientos y movimientos en masa. Para esto se debe:

a. Realizar un estudio geológico, geotécnico para definir los parámetros técnico mineros de estabilización de taludes y galerías en la explotación determinando el factor de seguridad y que permita definir, con carácter preventivo, la altura y la inclinación de los frentes; de desmonte y de explotación; atendiendo a la naturaleza y a la estabilidad de los terrenos, así como los métodos de explotación, incluyendo los trabajos específicos de desmonte.

b. Llevar a cabo un estudio hidrológico e hidrogeológico en las explotaciones que permita establecer un control del nivel freático en los sitios donde el agua pueda afectar a los sectores con labores mineras.

c. Proveer el mantenimiento periódico y la limpieza de los drenajes (cunetas) existentes para evitar represamientos, así mismo, se ejecutará la restauración de la superficie de las plataformas, accesos y vías. Se tendrán iguales precauciones con las operaciones de vertido, tanto de mineral como de estériles en general.

d. En la explotación por banqueo, se construirán bermas de seguridad intercaladas entre los bancos, con el fin de evitar que posibles desprendimientos de frentes activos o en receso caigan sobre las áreas de trabajo y/o vías de circulación situadas a niveles inferiores.

e. Las plataformas de trabajo deberán diseñarse en función de las características técnicas, tamaño de la maquinaria que garantice que los equipos mecánicos maniobren con seguridad, sin aproximarse innecesariamente al frente de arranque manteniendo una distancia de seguridad al borde del banco, en el desarrollo normal del trabajo.

f. En la construcción y mantenimiento de las vías de circulación tanto a cielo abierto como subterránea, se tendrá en cuenta sus características específicas, tales como pendiente, ancho, radio de curvatura, equipo empleado para el transporte e intensidad de circulación

y, en su caso, peatones, según su diseño técnico. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 11).

Art. 123.- Del cierre de minas.- Para cada una de las fases del cierre de minas se debe realizar una identificación, medición, evaluación y control de todos los factores de riesgo presentes. En minas subterráneas, a cielo abierto y labores de beneficio el plan de cierre deberá contener como mínimo los siguientes aspectos técnicos:

- a) Desmantelamiento de instalaciones.
- b) Cierre de accesos.
- c) Sellado de bocaminas y/o piques de levantamiento a superficie
- d) Estabilización de taludes
- e) Señalizaciones
- f) Cierre y polvorines de explosivos y accesorios de detonación
- g) Caracterización de efluentes.
- h) Identificación de pasivos ambientales
- i) Plan de remediación. (Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero, 2014, p. 23).

Reglamento Especial para la Explotación de Áridos y Pétreos.

Art. 9.- Competencia de los gobiernos municipales.- Los Gobiernos Municipales, otorgarán la autorización para el inicio de la explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, a favor de personas naturales o jurídicas que fueren suscriptores de los mismos y que se encontraren en pleno ejercicio de los derechos mineros respectivos.

Además de la competencia de los Gobiernos Municipales, para otorgar la autorización antes indicada, de acuerdo con lo establecido en el numeral 12 del artículo 264 de la Constitución de la República del Ecuador y en el artículo 142 de la Ley de Minería, corresponde a los Gobiernos Municipales la regulación de la explotación de dichos

materiales áridos y pétreos. De igual manera, asumirán la competencia de control en los términos que se establezcan en los respectivos convenios de competencia.

La autorización para explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, no podrá otorgarse en áreas protegidas y áreas mineras especiales declaradas por el Presidente de la República, salvo el caso de la excepción contemplado en el artículo 25 de la Ley de Minería y su reglamentación.

Respecto de los libres aprovechamientos de materiales para construcción de obras públicas en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, por ser parte del régimen especial minero, se observará la regulación establecida a través del reglamento expedido por el Presidente de la República. (Reglamento Especial para la Explotación de Áridos y Pétreos, 2012, p. 4).

Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción

Art. 2.- El Estado, directamente o a través de sus contratistas, podrá aprovechar libremente los materiales de construcción para obras públicas en áreas no concesionadas o concesionadas. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 2).

Art. 3.- El material que se extraiga mediante libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas, será empleado única y exclusivamente en la ejecución de las mismas; de usarse para otros fines, se sancionará de conformidad con lo establecido en los artículos 144 de la Ley de Minería y 49 del Reglamento General a la Ley de Minería. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 2).

Art. 4.- El Ministerio Sectorial, a pedido de una entidad o institución pública, otorgará la autorización de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obras públicas en estricta relación con el volumen y plazo de vigencia de la ejecución de la obra. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 2).

Art. 8.- El Ministerio Sectorial, mediante resolución motivada, otorgará la autorización de libre aprovechamiento temporal de materiales de construcción para obras públicas. La resolución deberá contener al menos, lo siguiente:

- a) Denominación de la entidad o institución del Estado;
- b) Nombres y apellidos o razón social de la contratista, en caso de haberlo;
- c) Obligaciones y responsabilidades del beneficiario del libre aprovechamiento;
- d) Plazo de duración del libre aprovechamiento;
- e) Identificación de la obra pública a la que se destinarán los materiales; y,
- f) Lugar en que se emplearán los materiales, volúmenes, hectáreas y coordenadas UTM.

Adicionalmente, la resolución determinará que el material extraído podrá utilizarse únicamente en beneficio de la obra pública para la que se solicitó el libre aprovechamiento.

En el caso de que los materiales del área otorgada fueren necesarios para otra obra pública, el titular del libre aprovechamiento procederá notificar al Ministerio Sectorial, indicando el nombre de la nueva obra pública y el de su operador. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 2).

Art. 9.- En el evento de otorgarse autorizaciones de libre aprovechamiento en áreas concesionadas en las que se realicen actividades mineras, los beneficiarios de estas deberán atenerse a los condicionamientos establecidos en el informe técnico que emita la Agencia de Regulación y Control Minero, de conformidad con el artículo 51 del Reglamento General a la Ley de Minería. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 3).

Art. 10.- Una vez obtenida la autorización de libre aprovechamiento, el titular tendrá el plazo de 30 días para solicitar la categorización del proyecto al Ministerio del Ambiente.

El Ministerio del Ambiente, emitirá las regulaciones necesarias con el fin de categorizar a los proyectos de libre aprovechamiento de materiales de construcción para obra pública. El Ministerio del Ambiente emitirá el certificado de categorización del proyecto en el término de 10 días. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 3).

Art. 11.- De conformidad con la categorización efectuada respecto del proyecto, el titular del libre aprovechamiento presentará al Ministerio del Ambiente la ficha ambiental y el correspondiente plan de manejo simplificado los mismos que serán expedidos

mediante acuerdo ministerial, o, se someterá al proceso de licenciamiento ambiental establecido en el Capítulo III del Reglamento Ambiental para Actividades Mineras. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 3).

Art. 12.- La entidad en función de la cual se establece el libre aprovechamiento, deberá contar con un consultor ambiental, contratado a través de sus propios procedimientos; sin embargo, para que el Estudio y/o Plan de Manejo sea aprobado, deberá necesariamente contratarse un consultor que conste en el Registro de Consultores Ambientales del Ministerio del Ambiente. (Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción, 2011, p. 3).

Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias, publicada en el Registro Oficial No. 411 de fecha 08 de enero de 2015.

Art. 7.- Control nacional.- En el marco de la competencia para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, corresponde al gobierno central, a través de sus diferentes entidades, la siguiente actividad de control:

3. Otorgar certificados de intersección para explotación de materiales áridos y pétreos, y para autorizaciones de libre aprovechamiento, en caso de que los gobiernos autónomos descentralizados provincial o municipal, no se hayan acreditado como autoridad ambiental de aplicación responsable ante el Sistema Único de Manejo Ambiental.

4. Otorgar libres aprovechamientos de materiales de construcción para la ejecución de obras públicas.

7. Otorgar licencias ambientales para libre aprovechamiento de materiales de construcción.

11. Ejercer el seguimiento, evaluación y monitoreo de las obligaciones que emanen de las autorizaciones de libres aprovechamientos de materiales de construcción. (Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias, 2015, p. 5).

Art. 9.- Facultades de los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales.- En el marco de la competencia para regular, autorizar y controlar la

explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados metropolitanos y municipales, el ejercicio de las facultades de regulación, control y gestión local, dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales, en los términos establecidos en esta resolución y la normativa vigente. (Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias, 2015, p. 6).

Art. 12.- Control local.- En el marco de la competencia para regular, autorizar y controlar la explotación de materiales áridos y pétreos, que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados y municipales ejercer las siguientes actividades de control, en articulación con las entidades del gobierno central:

3. Autorizar de manera inmediata el acceso sin costo al libre aprovechamiento de los materiales pétreos necesarios para la obra pública de las instituciones del sector público.

15. Controlar el cierre de minas de acuerdo con el plan de cierre debidamente aprobado por la autoridad ambiental competente.

16. Controlar que los contratistas y concesionarios mineros tomen las precauciones que eviten la contaminación, en el marco de su competencia.

17. Controlar el cumplimiento de las obligaciones de los concesionarios y contratistas minero de explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras a fin de que ejecuten sus labores con adecuados métodos y técnicas que minimicen daños al medio ambiente de acuerdo a la normativa vigente.

18. Controlar el cumplimiento de la obligación que tienen los concesionarios y contratistas minero de explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras, de realizar labores de revegetación y reforestación conforme lo establecido en la normativa ambiental y al plan de manejo ambiental en el ámbito de su competencia.

20. Controlar y realizar seguimiento orientado a mitigar, controlar y reparar los impactos y efectos ambientales y sociales derivados de las actividades de explotación de materiales áridos y pétreos, de conformidad con la normativa ambiental vigente.

23. Efectuar el control en la seguridad e higiene minera que los concesionarios y contratistas minero de explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras deben aplicar conforme a las disposiciones legales y reglamentarias pertinentes.

24. Controlar el cumplimiento de la obligación que tienen los concesionarios y contratistas mineros de explotación de materiales áridos y pétreos en los lechos de los ríos, lagos, lagunas, playas de mar y canteras de emplear personal ecuatoriano y mantener programas permanentes de formación y capacitación para su personal; además de acoger a estudiantes de segundo y tercer nivel de educación para que realicen prácticas y pasantías respecto a la materia, conforme la normativa vigente. (Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias, 2015, p. 7).

1.1.2. Planeamiento minero

Es la planificación minera la encargada de definir el plan minero de producción, dicho plan identifica el origen, la cantidad y la calidad de material a beneficiar, como también las estrategias, tiempos, y recursos requeridos para la materialización de lo programado.

La planeación minera tiene como finalidad la obtención de la mejor proyección del uso de los recursos minerales disponibles, y además que es una actividad capaz de ajustarse a eventuales cambios en el transcurrir del tiempo; se puede afirmar que la planeación minera es la gestora del presente y futuro de la actividad minera. (Sepúlveda, Branch, & Jaramillo, 2012).

1.1.2.1. Horizontes de planificación

De acuerdo con (Sotelo, 2013) los horizontes de planificación son 3:

- La planificación de **Largo Plazo** es básicamente una planificación conceptual donde se establece la estrategia global, para un horizonte superior a 5 años y que muchas veces va hasta el agotamiento del yacimiento. Otra de sus características es que la flexibilidad que presenta para la toma de decisiones es alta, vale decir es posible introducir cambios estructurales. Desde un punto de vista estrictamente económico el concepto de largo plazo, tiene implícito el cambio, es decir, en el caso extremo nada es fijo y permanente. (Sotelo, 2013, p.18).

- Como **Mediano Plazo** se entiende comúnmente aquella actividad de planificación cuyo horizonte abarca de uno a cinco años, dependiendo del tamaño de la operación. Esta actividad se inserta en la planificación de largo plazo, en el contexto de lograr cumplir con la estrategia allí delineada,, puesto que las decisiones que se adopten para este horizonte, tendrán una flexibilidad a los cambios limitada. (Sotelo, 2013, p.18).
- Es así como es común entender el **Corto Plazo**, como aquella actividad de planificación cuyo horizonte es un año o menos, por lo que su detalle y concepción está fuertemente condicionado por la realidad contingente de la faena o proyecto, y corresponde a un detalle de todas las actividades que se desarrollan en el año. Es frecuente que la revisión de estos planes sea trimestralmente. (Sotelo, 2013, p.19).

Para el caso de los libres aprovechamientos la planificación es a corto plazo dado el tiempo de 2 años que se les otorga en la resolución de autorización de los mismos por parte del ministerio sectorial, en el caso de que se solicite la prórroga del mismo necesariamente se tendría que realizar la planificación a corto plazo dado que la prórroga se les otorga para igual tiempo (2 años) de acuerdo a las reservas existentes y previamente identificadas.

1.1.3. Método minero

Para Herrera (2006) señala:

El método minero es un proceso iterativo tanto desde el punto de vista temporal como espacial, que permite llevar a cabo la explotación minera de un yacimiento por medio de un conjunto de sistemas, procesos y máquinas que operan de una forma ordenada, repetitiva y rutinaria. (p.4).

Entre los métodos más conocidos en nuestro medio están: el cielo abierto y el subterráneo. Para el caso de los libres aprovechamientos la explotación se la realiza a cielo abierto.

1.1.3.1. Explotación a cielo abierto

Las operaciones mineras a cielo abierto pueden ser empleadas en cualquier tipo de depósito mineral alojado en cualquier tipo de roca siempre y cuando dicho depósito se encuentre en la superficie del terreno o razonablemente cercano a él, de modo que la excavación quede abierta al cielo y expuesta a las condiciones atmosféricas y para el caso de los áridos y pétreos o materiales de construcción se denomina con el término de explotación en “Cantera”. (López , 1994, p. 13).

1.1.3.1.1. Cantera

Se puede decir que cantera se define como un espacio geográfico de donde se explotan agregados pétreos o materiales de construcción para obras civiles, utilizando diferentes procesos de extracción lo cual depende del tipo y el origen de dichos materiales.

En la explotación de canteras existe un factor importante como es el caso del material “estéril”, el cual puede ser reutilizado en la recuperación morfológica del terreno o zona de explotación, donde estaría involucrado como material de relleno, protección de taludes y como suelo orgánico. Al ser una actividad dinámica donde diariamente se están modificando sus condiciones de carga, es razonable realizar un estudio periódico con el fin de evitar problemas de inestabilidad de los terrenos y contaminación al medio. He ahí la importancia del depósito con anticipación de dicho material con el fin de prever los controles de mitigación ambiental que sean necesarios. (Universidad Nacional de Colombia, 2018).

1.1.3.1.1.1. Clasificación de canteras

Las canteras se pueden clasificar dependiendo del tipo de explotación, el material que se quiere explotar y su origen. Ver tabla 1.1.

CLASIFICACIÓN DE CANTERAS	
Según el tipo de explotación	Canteras a Cielo Abierto: En laderas, cuando la roca se arranca en la falda de un cerro. En corte, cuando la roca se extrae de cierta profundidad en el terreno (Pit). Canteras Subterráneas.
Según el material a explotar	De Materiales Consolidados o Roca. De Materiales no Consolidados como suelos, saprolito, agregados, terrazas aluviales y arcillas
Según su origen	Canteras Aluviales Canteras de roca o peña

Tabla 1.1. Tipos de canteras

Fuente: (Universidad Nacional de Colombia, 2018)

Para el presente caso de estudio sólo se tomarán en cuenta las canteras según su origen en apego a las condiciones semejantes a los libres aprovechamientos de materiales de construcción que generalmente se tramitan.

Entre estos dos tipos de depósitos se diferencian básicamente en dos factores: los tipos de materiales que se explotan y los sistemas de explotación que se aplican para extraerlos.

1.1.3.1.1.2. Clasificación de productos de las canteras

De acuerdo con (Herrera, 2006) la clasificación y valor económico de los materiales de construcción están condicionados por su granulometría y se pueden denominar de acuerdo con:

DENOMINACIÓN	TAMAÑO
Escollera	>200 mm
Cantos gruesos	100 mm - 200 mm
Cantos medios	20 mm – 100 mm
Grava	2 mm – 20 mm
Arena	0.02 mm – 2 mm
Limo	0.002 mm – 0.02 mm
Arcilla	< 0.002 mm

Tabla 1.2. Clasificación y denominación de áridos por su tamaño

Fuente: (Herrera, 2006)

1.1.3.1.1.3. Lastre

Dentro de los materiales de construcción, también se emplea el término “Lastre”, para designar a aquellos materiales resquebrajados, con presencia de diaclasas que se encuentran meteorizados expuestos a las condiciones medio ambientales, siendo aquellos una combinación de materiales granulares constituidos por grava, arena, limo, etc, de mala calidad para asfaltos.

Este tipo de material, por la combinación de materiales de diversa granulometría es usado generalmente en obra pública para el mantenimiento del sistema vial.

Para este tipo de aprovechamiento no es necesario un proceso de trituración y clasificación, y en la mayoría de los casos, el arranque del material de los frentes de explotación se lo lleva a cabo mediante extracción directa (mecánico) con tractores sobre orugas o excavadoras hidráulicas. (Almeida, 2018).

1.1.3.1.1.4. Sistemas de explotación en canteras

Es menester mencionar que no existe una clasificación exacta para la selección de los sistemas de explotación a cielo abierto, con lo que ha dependido de los diferentes autores y en el tiempo que fueron planteados.

En nuestro medio generalmente las extracciones para materiales de construcción, denominadas canteras aplican el sistema de explotación por banqueo, con uno o varios niveles. Las alternativas aplicables a este tipo de explotaciones son las siguientes:

- **Banco único.-** Una cantera con un banco, está constituido por un nivel individual de operación encima del cual los materiales en explotación están siendo excavados de la cara del banco. La altura máxima estable y la pendiente recomendada dependerán del tipo de material rocoso que forme el banco. La altura normal de un banco único puede variar entre 4 a 10 m para rocas que varíen de suaves a moderadamente resistentes, aunque en algunos casos muy especiales, la altura máxima puede llegar hasta los 70 m en rocas muy competentes. En cuanto al área de explotación del banco no existen limitaciones físicas.

Depósitos minados típicamente por este método son los mantos de arena y grava y rocas útiles para agregados de construcción. (López, 1994, p. 15).

- **Bancos escalonados descendentes.-** Este método de explotación permite iniciar la restauración con antelación y desde los bancos superiores hasta los de menor cota; desde el inicio de la explotación se tienen mayores rendimientos en el arranque, cargue y transporte, y mayor control en las condiciones de seguridad para el personal y la maquinaria. Se puede combinar con otros sistemas como es el caso por franjas longitudinales que se relaciona. Entre las desventajas de la aplicación de este método se cuenta la definición previa del talud final y consecuentemente, un proyecto a largo plazo, además, exige construir toda la infraestructura para acceder a los niveles superiores desde el principio y obliga a una mayor distancia de transporte en los primeros años de la cantera lo que requiere una fuerte inversión. (Contento & Pinto, 2014, p. 60).
- **Bancos escalonados ascendentes.-** Es la alternativa más frecuente por la facilidad de apertura de las canteras y la mínima distancia de transporte inicial hasta la planta de tratamiento; con este método de explotación el frente de trabajo está siempre activo, excepto en una pequeña zona. Debido a que el frente es progresivamente más alto, es inconveniente desarrollar la restauración ambiental de los taludes antes de finalizar toda la etapa de explotación. (Contento & Pinto, 2014, p. 60).

1.1.3.1.1.4.1. Terminología en la explotación de canteras

En el diseño de explotación de una cantera se tiene que tener en cuenta criterios técnicos tales como la producción proyectada, la geometría del depósito, el tipo de maquinaria, las condiciones de seguridad y estabilidad de la excavación, entre otras.

En la figura 1.2 se representan las variables y elementos que conforman una cantera de materiales de construcción que corresponde a los libres aprovechamientos.

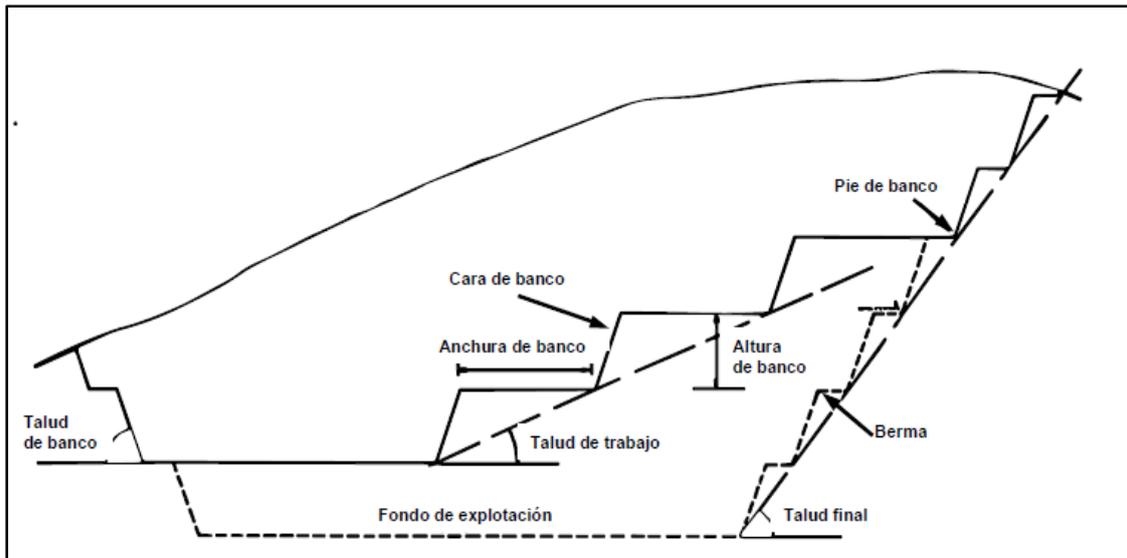


Figura 1.2. Variables geométricas que conforman el diseño de una cantera

Fuente: (Herrera, 2007)

Para (Herrera, 2007) aquellos elementos son:

- **Banco de explotación:** es el módulo o escalón comprendido entre dos niveles que constituyen la rebanada que se explota de estéril y/o mineral, y que es objeto de excavación desde un punto del espacio hasta una posición final preestablecida.
- **Altura de banco:** es la distancia vertical entre dos niveles o, lo que es lo mismo, desde el pie del banco hasta la parte más alta o cabeza del mismo.
- **Talud:** es una superficie inclinada por procesos geodinámicos o por la intervención antrópica. El talud corresponde a la inclinación de la cara del banco cuya pendiente corresponde a la línea media desde el pie o base del talud hasta la corona del mismo. Ver Figura 1.3.

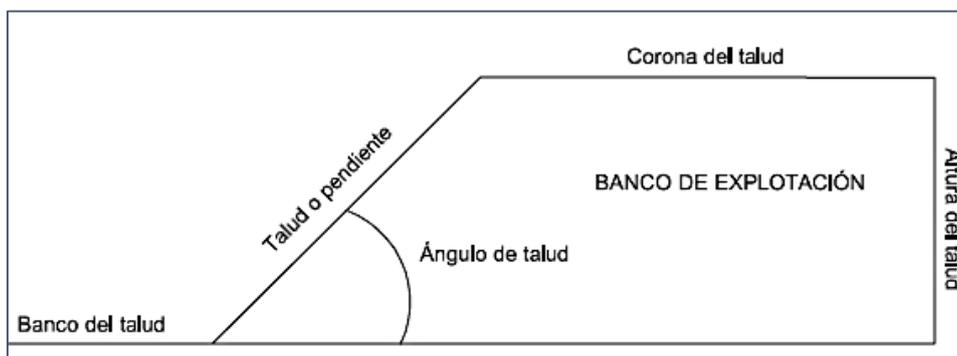


Figura 1.3. Esquema de un talud y banco de explotación.

Fuente: (Herrera, 2007)

- **Talud de trabajo:** es el ángulo determinado por los pies de los bancos entre los cuales se encuentra alguno de los tajos o plataformas de trabajo. Es, en consecuencia, una pendiente provisional de la excavación.
- **Límites finales de la explotación:** son aquellas situaciones espaciales hasta las que se realizan las excavaciones. El límite vertical determina el fondo final de la explotación y los límites laterales los taludes finales de la misma.
- **Talud final de explotación:** es el ángulo del talud estable delimitado por la horizontal y la línea que une el pie del banco inferior y la cabeza del superior.
- **Bermas:** son aquellas plataformas horizontales existentes en los límites de la excavación sobre los taludes finales, que coadyuvan a mejorar la estabilidad de un talud y las condiciones de seguridad frente a deslizamientos o caídas de piedras.
- **Pistas:** son las estructuras viarias dentro de una explotación a través de las cuales se extraen los materiales, o se efectúan los movimientos de equipos y servicios entre diferentes puntos de la misma. Se caracterizan por su anchura, su pendiente y su perfil.
- **Ángulo de reposo del material:** es el talud máximo para el que es estable sin deslizar el material suelto que lo constituye y en condiciones de drenaje total, después de vertido.

1.1.3.1.1.5. Sistemas de explotación de depósitos aluviales

De la misma manera como para los sistemas de explotación a cielo abierto para canteras antes descritos, existen algunos sistemas para depósitos aluviales que han sido propuestos por diferentes autores acorde a su época, con lo que se describirán algunos de ellos.

Para (Fonseca, 2015) los sistemas de explotación para materiales de arrastre se clasifican de acuerdo a la posición de los frentes de extracción (dentro o fuera del canal activo) y la interferencia con respecto a la lámina de agua (dentro o fuera del espejo de agua), ya que permiten visualizar los tipos de efectos ambientales derivados de cada uno de ellos.

Dentro de la clasificación de (Fonseca, 2015) los sistemas se pueden apreciar en la figura 1.4.

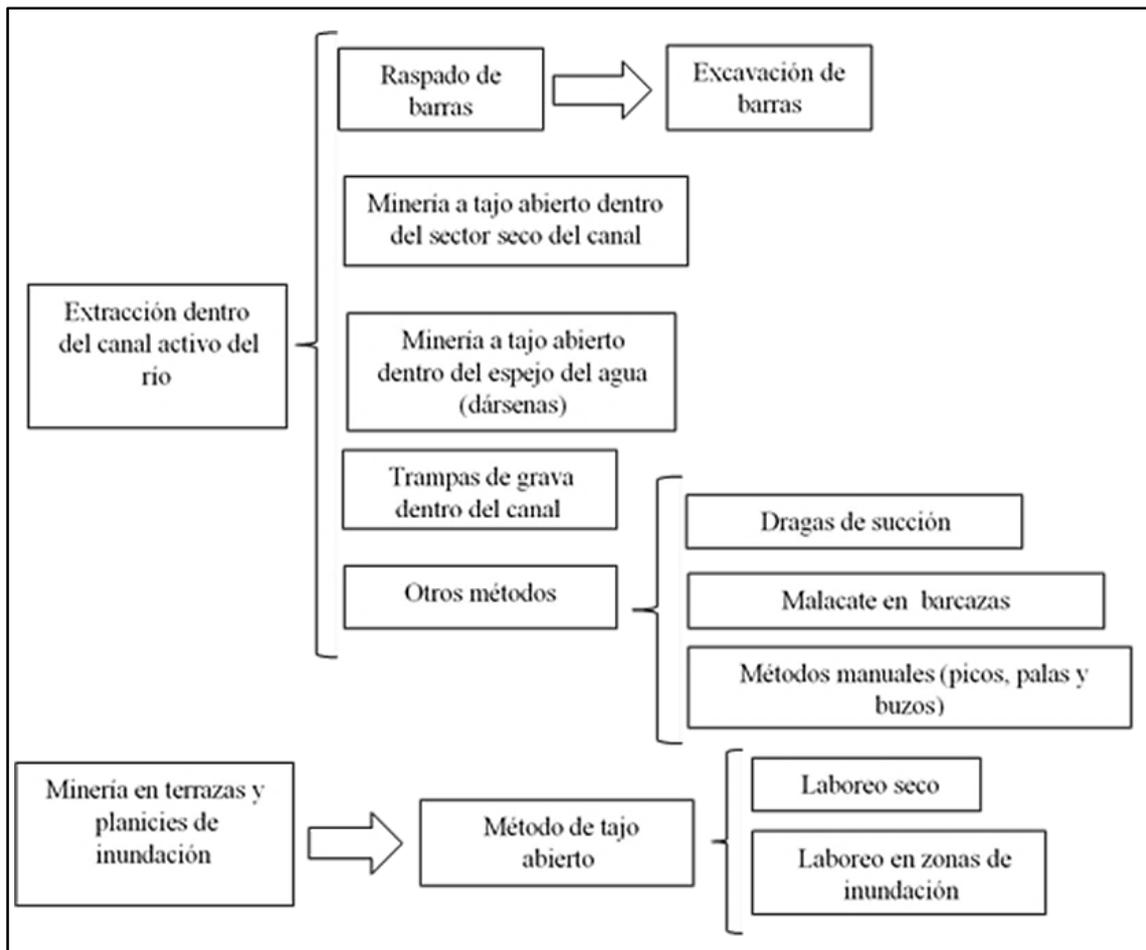


Figura 1.4. Clasificación de los sistemas de explotación para depósitos aluviales.

Fuente: (Fonseca, 2015)

1.1.3.1.1.5.1. Diques transversales

Para Mojica & Manrique (2008) “los diques transversales es un sistema de explotación utilizado en la extracción del material de arrastre, que utiliza lo mínimo en recursos económicos proporcionando una mejor producción y manteniendo siempre una armonía con el medio ambiente”. (p.1).

Los principales beneficios de éste sistema son:

- Aumento en la producción de material de arrastre (gravas, arena y cantos rodados).
- Disminución de los costos para la extracción del material
- Mitigación de los impactos ambientales en el lecho como en la ribera del río. (Mojica & Manrique, 2008).

El diseño de los diques transversales depende del caudal que presenta el río, con lo cual el diseño de diques consiste en la colocación de una línea de rocas de sobre tamaño, cajones de madera o bloques de concreto, perpendiculares a la corriente del río y distanciados cada 50 m, con el fin de retener el material arrastrado por la corriente, éste sistema es apropiado porque no altera el lecho ni las riberas del río. El diseño se puede observar en la figura 1.5.

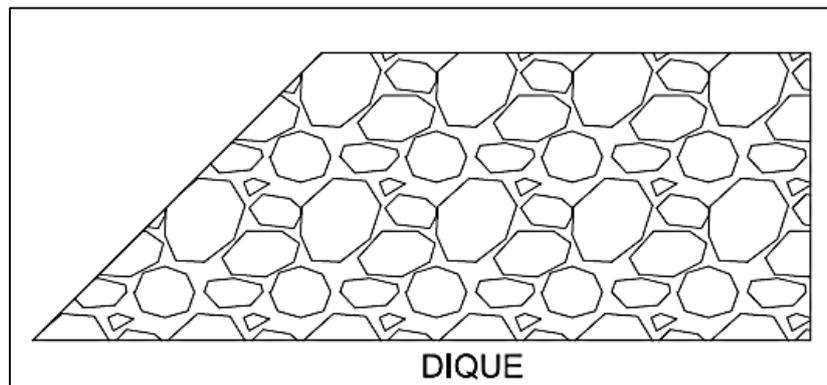


Figura 1.5. Dique óptimo para caudales normales o medios.

1.1.3.1.1.5.2. Diques longitudinales

Los diques longitudinales es un sistema muy conocido en el campo de los materiales de arrastre. El beneficio principal de este método es, de igual manera que en el caso anterior, se puede obtener una buena producción y la recaudación económica es alta. Pero existe una parte negativa que es la generación de impacto ambiental ya que el dique longitudinal debe seguir a lo largo del río como su propio nombre lo indica.

Diques longitudinales están constituidos por una serie de materiales que están compactados, según el caudal que pase el río, se diagnosticará el material con el que va a ser construido el mismo.

En este tipo de construcciones, se necesita materiales lo suficientemente resistentes para que pueda sostenerse por sí mismo con una carga fuerte como la del caudal. Además, deberá también sostener el peso de la maquinaria que se utilice, la cual ingresará al río por el dique para poder extraer el material mediante arranque y así crear pozos que con el tiempo se rellenarán por la capacidad de arrastre del río. (Gárate, 2016).

1.1.3.1.1.5.3. Extracción directa

Este sistema es el más utilizado en nuestro medio, no solo por su elevada producción sino por los excelentes beneficios económicos que trae.

Para este sistema no son necesarios los diques antes mencionados, basta con una vía que siga la ribera del río para extraer los materiales. Es necesario mencionar que la vía por la cual ingresa y sale la maquinaria debe estar en buenas condiciones, ya que los volquetes transportan el material desde el sitio de extracción hasta el lugar de clasificación del mismo.

El principal beneficio de este sistema es el bajo costo de extracción del material. Se debe contar con la maquinaria específica para poder realizar de la mejor manera los trabajos de arranque, carga, transporte y descarga. (Gárate, 2016).

1.1.3.1.1.5.4. Noques

La explotación mediante noques se realiza generalmente en ríos caudalosos que transportan durante extensos recorridos una gran cantidad de rocas, las mismas que a su vez durante su trayecto adquieren gran cantidad de energía cinética e impulso y forman distintos materiales pétreos, para ser depositadas en zonas donde se ha formado grandes depósitos, creados por el hombre (noques). Figura 1.6.



Figura 1.6. Noques creados en ríos.

Fuente: (Leon, 2017)

La explotación de material con éste método se lo realiza con la excavación de los noques en el fondo del río como se observa en la figura 1.7, cada noque debe estar separado una distancia de 5 a 50 metros, para la extracción del material se debe contar con maquinaria hidráulica como retroexcavadoras para sacar el material y volquetas para transportar y herramientas manuales como palas, picos, etc. (Leon, 2017).

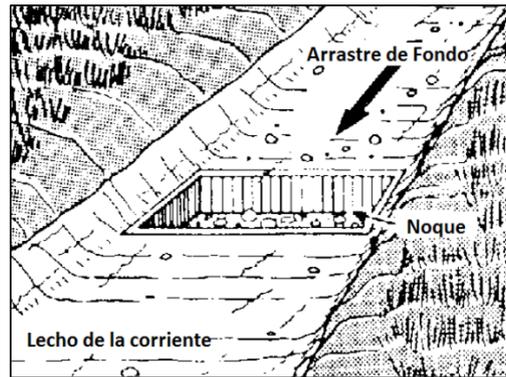


Figura 1.7. Noque en el fondo del río.

Fuente: (Leon, 2017)

1.1.4. Reservas

Por estimación de recursos entendemos la determinación de la cantidad de materia prima contenida en un yacimiento o en una de sus partes. La mayoría de los recursos y reservas se calculan en toneladas métricas, la de metales preciosos (oro, plata y platino) se calculan en kilogramos; los diamantes en quilates y las reservas de gas natural, arena, piedras para la construcción, agua subterráneas, se estiman en metros cúbicos. Esta cuantificación formal de las materias primas minerales y materiales, estimada por procedimientos empíricos o teóricos se denomina "Inventario Mineral", el cual se expresa en términos de recurso y de reservas; para el caso de las reservas de los materiales de construcción hay que tener en cuenta las propiedades físicas y químicas. (Ministerio de Minas y Energía, 2013, p.26).

La cantidad de reservas de un yacimiento, como factor principal que determina la viabilidad económica, posee una gran influencia en la vida útil del yacimiento, es decir, en la producción anual y en la decisión final de invertir en la explotación minera. (Ministerio de Minas y Energía, 2013, p.26).

Estos trabajos tienen como objetivo fundamental la mejor estimación de la ley (minerales metálicos) o las propiedades físicas y químicas (materiales de construcción) y el tonelaje de los bloques de un cuerpo mineral, así como determinar los errores probables de la estimación con cierto nivel de precisión. La relevancia de las estimaciones depende de la calidad, de la cantidad, de la distribución espacial de las muestras y del grado de continuidad de la mineralización. En el cálculo de las reservas para materiales de construcción se debe tener en cuenta las propiedades físicas. (Ministerio de Minas y Energía, 2013, p.26).

De acuerdo con (Ministerio de Minas y Energía, 2013) para definir las reservas de un depósito de mineral o material se deben tener en cuenta las siguientes variables:

- Delimitación del yacimiento según el área de la concesión.
- Determinación de la superficie del depósito (m^2).
- Determinación de la potencia o espesor (m).
- Definición del peso específico del mineral, material (ton/m^3).
- Determinación de las propiedades físico-mecánicas del material, mineral, macizo rocoso.
- Otras de las variables a considerar son la topografía del terreno, geología, economía, incluyendo aspectos ambientales, sociales, legales y/o políticos que pueden restringir la explotación de todo o parte del material.

1.1.4.1. Métodos de estimación de reservas

“Existen dos grandes grupos de métodos a la hora de llevar a cabo la estimación de las reservas de un yacimiento: los que suelen llamar métodos clásicos o geométricos y los denominados métodos geo estadísticos.” (López & Bustillo, 1997).

Para (Ministerio de Minas y Energía, 2013) existen varios métodos aplicables de acuerdo con el tipo de yacimiento, que se nombran a continuación como fuente de información:

- Método de la media aritmética.
- Método de los bloques geológicos.
- Método de los perfiles. Utilizado en material de arrastre y canteras
- Método de los polígonos. Utilizado en canteras.
- Método de los contornos topográficos.
- Método estadístico.
- Método de los bloques de explotación. Utilizado en canteras.

En nuestro medio, la mayoría de los casos utilizan el método de los perfiles por su versatilidad en minería a cielo abierto.

1.1.4.1.1. Método de los perfiles

Se usa cuando se tienen cuerpos mineralizados de desarrollo irregular y que han sido estudiados mediante sondeos distribuidos regularmente de forma que permiten establecer cortes o perfiles en los que se basa el cálculo de reservas. El área de la sección

del cuerpo mineralizado intercepta por cada perfil se puede calcular por varios métodos (planímetro, regla de Simpson, etc.). El volumen del bloque comprendido entre perfiles se puede obtener multiplicando el área de cada sección por la mitad de la distancia al perfil contiguo a cada lado (cada perfil genera un bloque): $V = (A2 \cdot d1/2) + (A2 \cdot d2/2)$. (Castillo, 2018).

Una vez obtenido el área media de dos perfiles consecutivos y multiplicando ésta por la distancia entre dichos perfiles se obtiene el volumen, tal cual la siguiente ecuación: $V1 = (A1 \cdot d1)/2$.

Fórmula prismoidal: se toman tres secciones para calcular el volumen comprendido entre dos extremos, dándole mayor peso al del centro: $V = (A1 + A2 + A3) \cdot (d1 + d2)/6$.

Este proceso se repetirá para A3, A4 y A6 y así sucesivamente, siendo necesaria una corrección para los extremos como en el caso anterior. Una vez calculados los volúmenes de cada bloque, se hallan las densidades aparentes medias y las leyes medias (considerando todos los valores obtenidos en los sondeos de cada bloque) para calcular el tonelaje de mineralización de cada bloque, siendo el tonelaje total del material en el yacimiento, la suma de los tonelajes parciales. (Castillo, 2018). Ver figura 1.8.

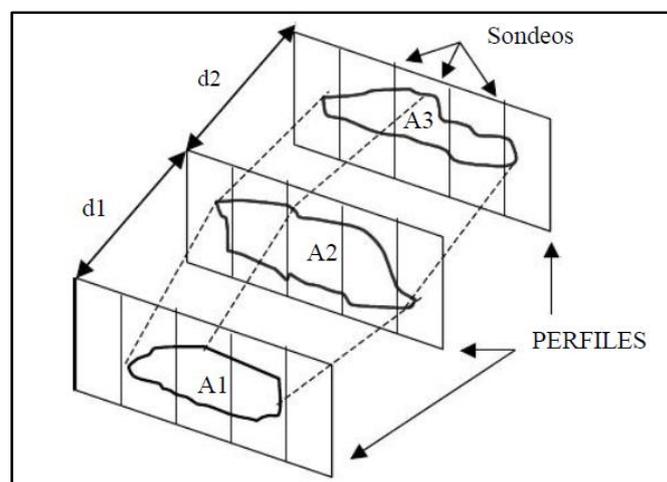


Figura 1.8. Secciones para el cálculo de reservas por el método de perfiles

Fuente: (López & Bustillo, 1997)

1.1.5. Base de datos

Una base de datos es un conjunto de datos almacenados que están organizados mediante una estructura previamente definida. Cada base de datos deber ser diseñada para satisfacer los requisitos de información de una organización. Una base de datos

se puede percibir como un gran almacén de datos que se define y se crea una sola vez, y que se utiliza al mismo tiempo por distintos usuarios. (Marqués, 2009).

La función principal de una base de datos es mantener la integridad y seguridad de los datos ante cualquier incidente, además es considerada como un sistema de datos integrados los cuales pueden ser manipulados directamente por una serie de aplicaciones. (Ordoñez, Tapia, & Asanza, 2015).

1.1.5.1. Sistemas de gestión de base de datos

El sistema de gestión de la base de datos conocido (SGBD) también por sus siglas en inglés como Data Base Management System (DBMS) es una aplicación que permite a los usuarios definir, crear y mantener la base de datos, además de proporcionar un acceso controlado a la misma. Se denomina sistema de bases de datos al conjunto formado por la base de datos, el SGBD y los programas de aplicación que dan servicio a la organización. (Marqués, 2009).

En general, un SGBD proporciona los siguientes servicios:

- Permite la definición de la base de datos mediante un lenguaje de definición de datos. Este lenguaje permite especificar la estructura y el tipo de los datos, así como las restricciones sobre los datos.
- Permite la inserción, actualización, eliminación y consulta de datos mediante un lenguaje de manejo de datos.
- Proporciona un acceso controlado a la base de datos. (Marqués, 2009).

Para la realización de la presente tesis se utilizará el software Excel 2013 como sistema de gestión de la base de datos a desarrollar.

1.1.5.2. Ventajas e inconvenientes de los sistemas de bases de datos

De acuerdo con (Marqués, 2009), de entre las ventajas se pueden dividir en dos grupos: las que se deben a la integración de datos y las que se deben a la interfaz común que proporciona el SGBD.

1.1.5.2.1. Ventajas por la integración de datos

- Control sobre la redundancia de datos.
- Consistencia de datos. Eliminando o controlando las redundancias de datos se reduce en gran medida el riesgo de que haya inconsistencias. Si un dato está almacenado una sola vez, cualquier actualización se debe realizar sólo una vez.

- Más información sobre la misma cantidad de datos. Al estar todos los datos integrados, se puede extraer información adicional sobre los mismos.
- Compartición de datos.
- Mantenimiento de estándares.

1.1.5.2.2. Ventajas por la existencia del SGBD

- Mejora en la integridad de datos. La integridad de la base de datos se refiere a la validez de los datos almacenados.
- Mejora en la seguridad. La seguridad de la base de datos es la protección de la base de datos frente a usuarios no autorizados.
- Mejora en la accesibilidad a los datos.
- Mejora en el mantenimiento gracias a la independencia de datos.
- Mejora la productividad.
- Aumento de la concurrencia.
- Mejora en los servicios de copias de seguridad y de recuperación ante fallos.

1.1.5.2.3. Desventajas de los sistemas de bases de datos

- Complejidad. Los SGBD son conjuntos de programas muy complejos con una gran funcionalidad. Es preciso comprender muy bien esta funcionalidad para poder sacar un buen partido de ellos.
- Tamaño. Los SGBD son programas complejos y muy extensos que requieren una gran cantidad de espacio en disco y de memoria para trabajar de forma eficiente.
- Coste económico del SGBD. El coste de un SGBD varía dependiendo del entorno y de la funcionalidad que ofrece.
- Vulnerable a los fallos. El hecho de que todo esté centralizado en el SGBD hace que el sistema sea más vulnerable ante los fallos que puedan producirse.

1.1.6. Sistemas de información geográfica

Un SIG, se puede definir como “un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos *espacialmente referenciados*, para resolver problemas de la planificación y gestión” (Nacional Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA de los Estados Unidos). (Ochoa, 2008, p. 7).

En un SIG se almacena información cartográfica y alfanumérica, con la información cartográfica es posible conocer la localización exacta de cada elemento en el espacio y con respecto a otros elementos (topología), con la alfanumérica, se obtienen datos sobre las características o atributos de cada elemento geográfico (tabla de atributos). (Ochoa, 2008, p. 7).

La información cartográfica se estructura normalmente en mapas temáticos, según los aspectos del espacio que se desee estudiar. De forma semejante, un SIG descompone la realidad en distintos temas, es decir, en distintas capas o estratos de información de la zona correspondiente: el relieve, los suelos, los ríos, las carreteras, los predios, las construcciones los límites administrativos, las redes eléctricas, redes telefónicas, las de agua potable, las de alcantarillado, etc. (Ochoa, 2008, p. 7).

1.1.6.1. Funciones de un SIG

Un SIG, tiene ciertas capacidades que pueden señalarse a partir de las siguientes funciones:

- **Funciones para la entrada de información**

Constituyen los procedimientos que permiten convertir la información geográfica del formato analógico, (el habitual en el mundo real) al formato digital que puede manejar el ordenador. Esta conversión se debe realizar manteniendo todas las características iniciales de los datos espaciales. Por ello, en este subsistema se incluyen no sólo los mecanismos de entrada propiamente dichos (digitalización y similares), sino también los procedimientos que permiten eliminar errores o redundancias en la información incorporada al Sistema de Información Geográfica. (Ochoa, 2008, p. 8).

- **Funciones para la salida, representación gráfica y cartografía de la información**

Se refiere a las actividades que sirven para mostrar al usuario los propios datos incorporados en la base de datos del S.I.G., y los resultados de las operaciones analíticas realizados sobre ellos. Permiten obtener mapas, gráficos, tablas numéricas y otros tipos de resultados en diferentes soportes: papel, pantallas gráficas u otros. (Ochoa, 2008, p. 8).

- **Funciones de gestión de la información espacial**

Con las cuales se extraen de la base de datos las porciones que interesan en cada momento, y es posible reorganizar todos los elementos integrados en ella de diversas maneras. (Ochoa, 2008, p. 8).

- **Funciones analíticas**

Son el elemento más característico de un Sistema de Información Geográfica, facilitan el procesamiento de los datos integrados en él, de modo que sea posible obtener mayor información, y con ella mayor conocimiento del que inicialmente se disponía. Estas funciones convierten a un S.I.G. en una máquina de simulación. (Ochoa, 2008, p. 8).

1.1.6.2. El dato geográfico en un SIG

Un Sistema de Información Geográfica integra en cada dato geográfico dos componentes caracterizados por ciertos aspectos y tipos de relaciones. Ver figura 1.9.

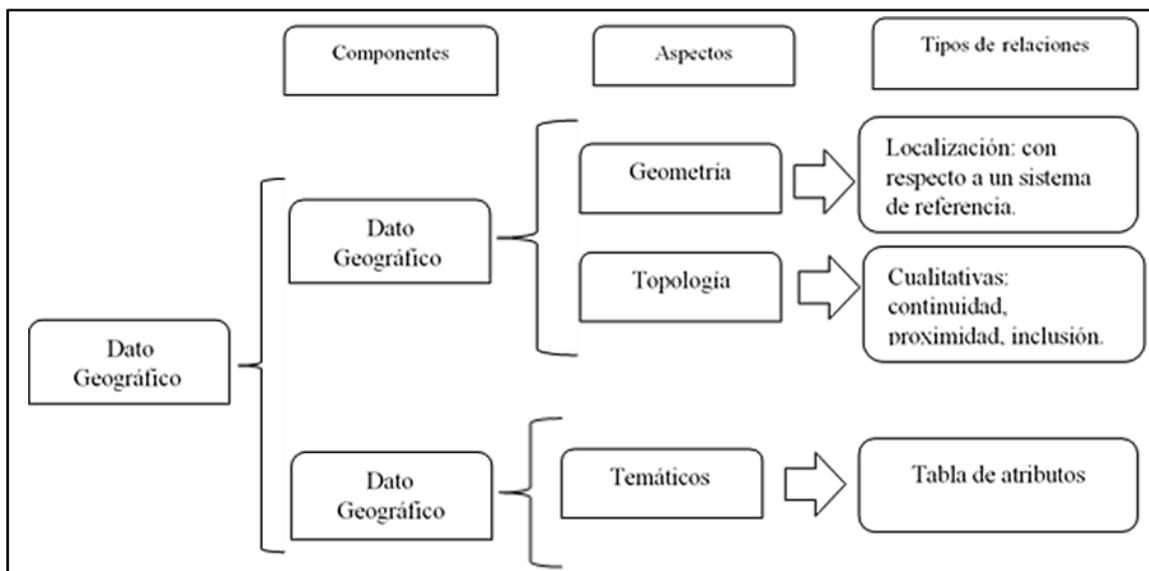


Figura 1.9. Componentes de los datos geográficos.

Fuente: (Ochoa, 2008)

La diferencia entre un Sistema de Información Geográfica y un programa de cartografía asistido por ordenador, estriba en la información topológica incluida en la base de datos de un Sistema de Información Geográfica que le permite desarrollar análisis y operaciones complejas con los datos espaciales, en tanto que un programa de

cartografía sólo emplea la referenciación absoluta para preparar los mapas. (Ochoa, 2008, p. 9).

1.1.6.3. Tipos de entidades geográficas

En cuanto a la observación de hechos o fenómenos, existen dos tipos de entidades geográficas: naturales y artificiales.

- Entidades geográficas naturales, son aquellas donde la referencia espacial es intrínseca al propio hecho o variable observado; ejemplo la delimitación de las construcciones, vías, ríos, etc.
- Entidades geográficas artificiales, son las impuestas por el hombre y la referencia espacial es extrínseca y ajena al fenómeno medido en ella; ejemplo: la división política administrativa del territorio: provincias, cantones y parroquias. (Ochoa, 2008, p. 9).

1.1.6.4. Georeferenciación de datos geográficos

Consiste en ubicar los datos geográficos en la superficie de la tierra asignándoles coordenadas de acuerdo a un determinado sistema de referencia. Por medio de este proceso, las entidades gráficas se convierten en *entidades geográficas*. (Ochoa, 2008).

Los sistemas de coordenadas terrestres se dividen en dos grandes grupos: esféricas y planas.

1.1.6.4.1. Sistemas de coordenadas esféricas

También se les conoce como Sistema de Coordenadas Geográficas (SCG). El sistema considera la referencia de un punto tanto con respecto a la Latitud como con la Longitud (ver figura 1.10), cada una de estas referencias se expresa en grados minutos y segundos. (Ochoa, 2008).

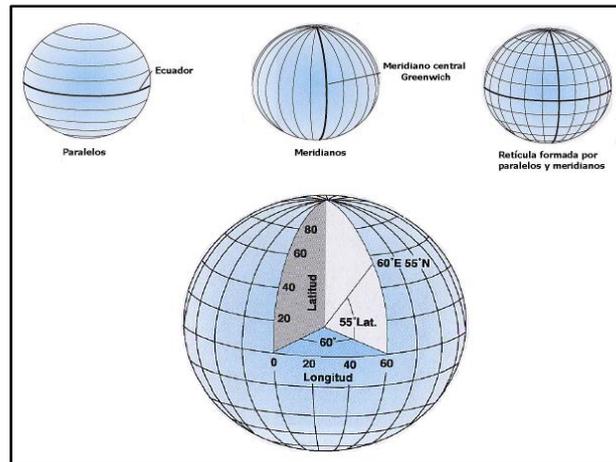


Figura 1.10. Sistema de coordenadas esféricas o geográficas

Fuente: (Ochoa, 2008)

La forma del modelo terrestre, en función de la aplicación del sistema de coordenadas geográficas, se puede definir por una esfera o por un esferoide (Ver figura 1.11).

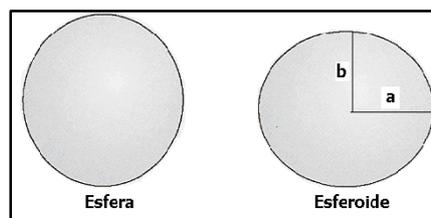


Figura 1.11. Los modelos Esfera y Esferoide.

Fuente: (Ochoa, 2008)

La forma esférica supone que la tierra se representa por la rotación (revolución) de una circunferencia, lo cual es aplicable cuando las escalas de representación son menores a 1:5'000.000, pues a estos niveles la diferencia entre esfera y esferoide no es detectable en un mapa. (Ochoa, 2008).

El esferoide o también denominado elipsoide, se ajusta mejor a la forma de la tierra (por su achatamiento polar), pues el modelo es generado por la revolución de una elipse. (Ochoa, 2008).

1.1.6.4.2. Sistemas de coordenadas planas (proyectadas)

Los sistemas de coordenadas Planas o Proyectadas (ver figura 1.12), se obtienen a partir de la proyección cartográfica de la esfera o el esferoide sobre una superficie plana (bidimensional). En cualquier caso, a partir de los meridianos y paralelos, y por medio de fórmulas matemáticas, se forman sistemas cartesianos, donde la georeferenciación se basa en el establecimiento de los ejes dotados de una escala, y en medir la distancia entre la

entidad geográfica y cada uno de los ejes determinando las coordenadas X,Y del punto. (Ochoa, 2008, p. 11).

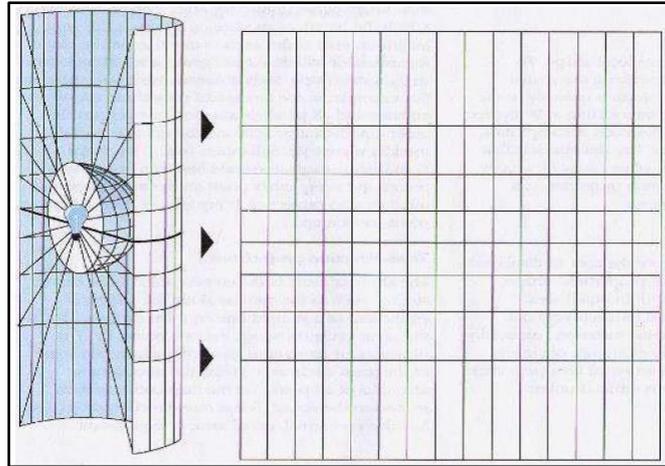


Figura 1.12. Proyección de la retícula de un sistema de coordenadas esférico a un plano bidimensional.

Fuente: (Ochoa, 2008)

1.1.6.4.2.1. UTM (Universal Transverse Mercator)

De entre los diferentes tipos de proyecciones, el sistema de coordenadas planas UTM (Universal Transverse de Mercator) es el más empleado en el SIG. Las coordenadas UTM se expresan en metros y tienen como ejes de referencia la línea del ecuador y la de una meridiana central. (Ochoa, 2008, p. 11).

Como cualquier otro sistema plano, las coordenadas UTM son una proyección de la esfera terrestre a un plano originando distorsiones y errores que no tienen gran significado en áreas pequeñas. (Ochoa, 2008, p. 11).

Esta proyección se genera a partir de un cilindro en revolución secante a la esfera terrestre en los 80° de latitud Sur y los 84° de latitud Norte. El eje del cilindro coincide con el eje ecuatorial y consecuentemente es normal a los polos. (Ochoa, 2008, p. 11).

Para reducir la distorsión, la proyección Transversa de Mercator, divide al globo terrestre en 60 zonas con extensión de 6° de longitud. (Ochoa, 2008, p. 11).

La numeración de las zonas del 1 al 60 se ha establecido de izquierda a derecha, e inicia desde los -180° . El territorio continental de nuestro país (ver figura 1.12) se encuentra en las zonas 17 y 18, la región insular en la 15. (Ochoa, 2008, p. 11). Ver figura 1.13.

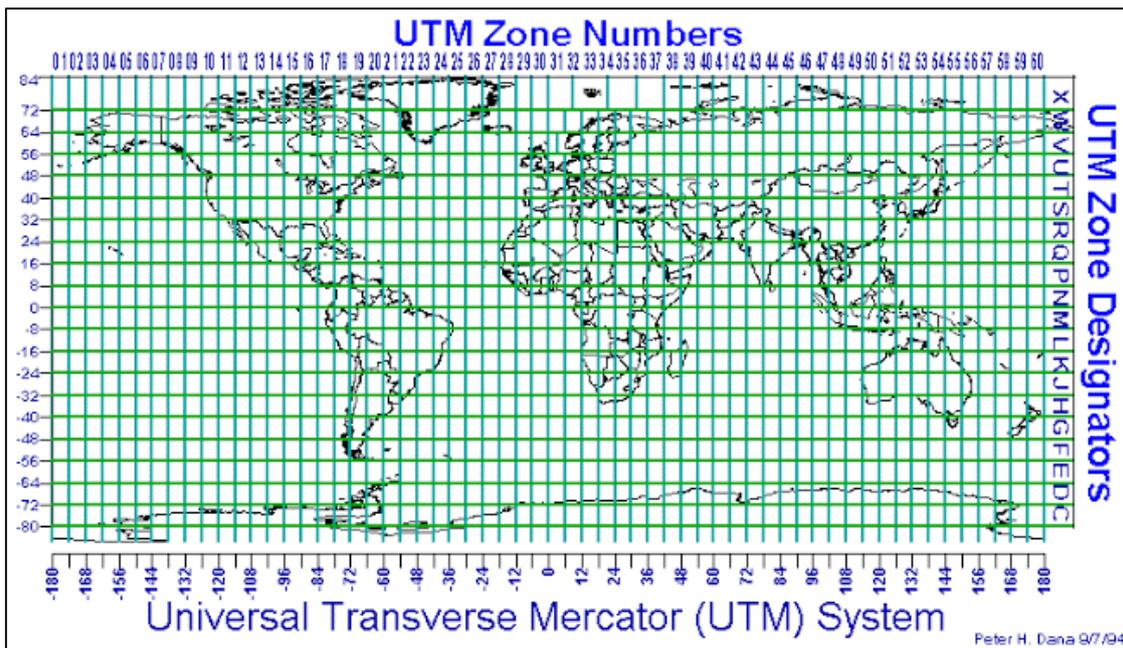


Figura 1.13. La proyección UTM

Fuente: (Ochoa, 2008)

1.1.6.4.3. WGS 84 Y PSAD 56

Datum es un modelo matemático que permite la representación de un punto en un mapa el cual está representado por un identificador estándar, como son los utilizados en nuestro país el WGS84 (World Geodesic System 1984) o PSAD56 (Provisional South American Datum 1956). (Alvarado, 2009, p. 16).

La mayoría de países utilizaban datums locales para poder buscar el elipsoide de referencia que mejor se acople a sus necesidades. En el caso de nuestro país Ecuador se definieron los sistemas de referencia sudamericanos el PSAD56, que tiene como elipsoide de referencia el Internacional de Hayford y como punto de origen la Canoa ubicado en la República de Venezuela. (Alvarado, 2009, p. 16).

En la actualidad el manejo del GPS ha llevado a la utilización de sistemas de referencia geocéntricos asociados a elipsoides globales tal es el caso de WGS84, por lo que nos vemos obligados a buscar mecanismos para la compatibilización de los antiguos datums locales con los modernos sistemas de referencia. (Alvarado, 2009, p. 16). Ver figura 1.14.

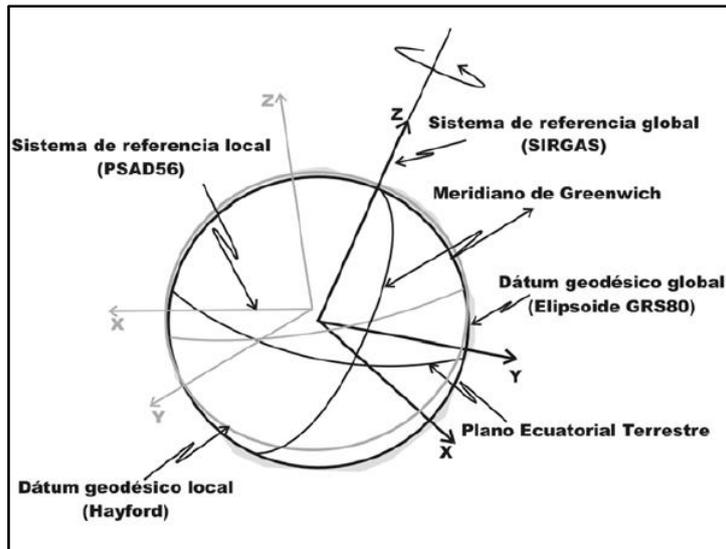


Figura 1.14. Sistema de referencia geodésico.

Fuente: (Alvarado, 2009)

Por lo que en vista de la incompatibilidad en los resultados encontrados con el uso del sistema GPS y el datum PSAD 56. El Instituto General Militar IGM, propuso una plataforma geodésica, basada en el proyecto SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) para unificar el tipo de texto, entonces emplear DMA (Defense Mapping Agency), actualmente NIMA (National Imagery & Mapping Agency), entregó unos parámetros de transformación entre los sistemas PSAD 56 y WGS 84 para el Ecuador, que los calculó mediante 11 puntos distribuidos en el Ecuador Continental y determinó solamente desplazamientos en (x,y,z) . (Alvarado, 2009, p. 17). Ver figura 1.15.

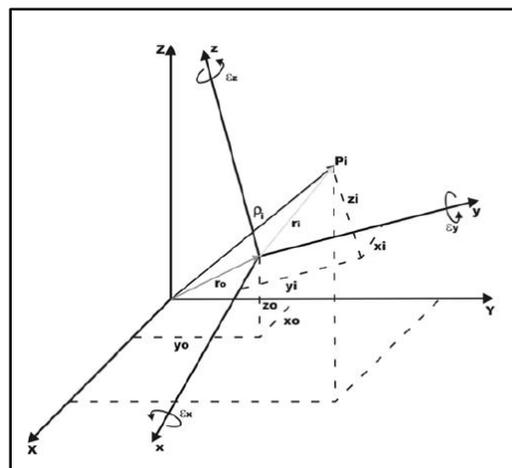


Figura 1.15. Relación entre dos sistemas cartesianos.

Fuente: (Alvarado, 2009)

A continuación podemos ver los parámetros de transformación entre PSAD56 y WGS84, el cual está basado en el modelo matemático de semejanza en espacio tridimensional, o también conocido como transformación de Helmert. (Alvarado, 2009, p. 18). Ver tabla 1.3.

Parámetros de Transformación del sistema PSAD56 al sistema WGS84							
Parámetros	X _o (m)	Y _o (m)	Z _o (m)	ε _x (seg)	ε _y (seg)	ε _z (seg)	ξ (ppm)
Valor	- 60 310	245 935	31 008	- 12 324	- 3 755	73.70	0.447
$\frac{1.96 \pm RMS}{\sqrt{N}}$	± 1900	± 1172	± 1.69E	± 0.055	± 0.0371	± 0.0632	

Tabla 1.3. Parámetros de Transformación de PSAD56 a WGS84

Fuente: (Alvarado, 2009)

1.1.6.5. Los metadatos

Los Metadatos describen las características de la información geográfica que es generada por los organismos productores de geoinformación, por la cual, a cada archivo de datos geográficos se le puede asociar información específica que detalla los aspectos importantes del mismo. (Ochoa, 2008, p. 73).

La importancia de los metadatos, radica en el hecho de que posibilita reconocer las características de la información y con ello tener más elementos de juicio para emplearla correctamente, por ejemplo, aspectos como: la escala, la fecha de elaboración, el sistema de referencia, la propiedad y disponibilidad de la información, son cruciales para cualquier trabajo de presentación y análisis de datos geográficos. (Ochoa, 2008, p. 73).

1.1.6.6. Los SIG, herramienta en el ordenamiento territorial

Los sistemas de información geográfica – SIG se han convertido en la base fundamental en la solución de problemas ambientales y territoriales, que facilitan en gran medida el análisis espacial, integral y holístico del territorio, a partir de la información que puede ser representada cartográficamente. (Rodríguez, 2012, p. 24).

En términos generales, los sistemas de información geográfica son el conjunto conformado por elementos informáticos convencionales (equipos, programas) y elementos de información geográfica; con los cuales pueden desarrollarse análisis, consultas, evaluaciones y estudios territoriales, ambientales, socioeconómicos, entre otros. (Rodríguez, 2012).

Teniendo en cuenta que se busca definir zonas ambiental, territorial y socioeconómicamente compatibles con la explotación minera, se requiere evaluar y analizar diferentes temas algunos opuestos otros similares entre sí; por ello se requiere de la aplicación del análisis multicriterio, metodología utilizada convencionalmente para la evaluación de más de un aspecto espacial tipo vector (formaciones geológicas superficiales, cobertura del suelo, clases agrologicas, pendientes, entre otros) con sobreposición y la ponderación de atributos, a partir de una matriz de comparación o valoración pareada; el análisis multicriterio se ha utilizado principalmente para estudios de impacto ambiental, de ordenamiento territorial, etc. (Rodríguez, 2012).

Teniendo como referencia según (Rodríguez, 2012) en Colombia la valoración de áreas propicias para la explotación minera, se ha desarrollado en términos de los impactos ambientales, los cuales se evalúan en los estudios de impacto ambiental, no obstante, los impactos ambientales se evalúan en términos de impactos ecosistémicos y según el sitio de la explotación. Sin embargo, la evaluación de impactos ambientales no es suficiente para identificar todos los impactos que puede generar la explotación minera, como la afectación en vías y redes de servicios públicos, en las áreas destinadas a la producción agropecuaria que se podrían sacrificar ante la nueva producción minera, entre otros aspectos que configuran el desarrollo socioeconómico y urbanístico de un municipio, ciudad, región y hasta al mismo país.

En este trabajo, se busca aplicar una metodología idónea utilizando el sistema de información geográfica (SIG) con la cartografía existente y algunos datos no espaciales para evaluar preliminarmente el beneficio con los resultados encontrados.

CAPITULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1. Acceso a la información de carácter público

Se solicitó acceso a la información de los archivos administrativos de los libres aprovechamientos en la CZMCSZ6 en apego al artículo 91 de nuestra Constitución de la República, actuando así conforme a la norma legal vigente, tal cual se muestra en el anexo 1.

2.2. Diseño de la base de datos

En este punto se diseñó una base de datos dinámica en Excel 2013, contemplando aspectos técnicos y legales de los libres aprovechamientos, teniendo como encabezados:

- Vigencia.- Se refiere a la condición de estado de vigencia del título minero, el campo es de carácter alfanumérico (vigente SI/NO)
- Código Catastral.- Es el identificador asignado al área de libre aprovechamiento, actualmente para la provincia del Azuay se asigna el código inicial de 4 dígitos 1000NNN, el carácter del campo es numérico. Este código se genera automáticamente el momento que el solicitante reserva el área en el Sistema de Gestión Minera.
- Denominación.- Se refiere a como se identifica el área de libre aprovechamiento (nombre), el campo es de carácter alfanumérico.
- Nombre del titular.- Es el/la institución pública solicitante del área de libre aprovechamiento, generalmente son los GADs, el campo es de índole alfanumérico.
- Tipo de título.- Es aquel régimen minero correspondiente, para nuestro caso es únicamente libre aprovechamiento, el campo es netamente alfanumérico.
- Provincia.- Corresponde en qué provincia de nuestro país se ubican los libres aprovechamientos, para el caso es únicamente en la provincia del Azuay, el campo es alfanumérico.
- Cantón.- Es en que cantón de la provincia del Azuay se ubican las áreas de libres aprovechamientos, el campo es alfanumérico.
- Parroquia.- Se refiere a la parroquia de la provincia del Azuay en donde se ubican las áreas de libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico.

- Sector.- Corresponde en sector más cercano se encuentran las áreas de libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico.
- Coordenadas UTM WGS 84 (X, Y).- Las coordenadas corresponden al Datum Geodésico Mundial 1984, para delimitar toda la superficie del área de libre aprovechamiento, el campo es numérico.
- Coordenadas del Frente de Explotación UTM WGS 84 (X, Y).- Corresponde únicamente a las coordenadas (X, Y) en el datum antes mencionado del frente de explotación de cada área de libre aprovechamiento, el campo es numérico.
- Hectáreas Mineras.- Se refiere a la superficie del área de cada concesión de libre aprovechamiento, el campo es numérico.
- Fecha Otorgamiento del Título.- Es la fecha en donde se emite la resolución de autorización de materiales de construcción para los libres aprovechamientos, el campo es alfanumérico.
- Fecha de Inscripción del Título.- Es la fecha en donde el titular inscribe la resolución de autorización del libre aprovechamiento en el Registro Minero en la Agencia de Regulación y Control Minero, constando desde esa fecha el plazo de 2 años de vigencia de cada área en mención, el campo es alfanumérico.
- Plazo (Meses).- Se refiere a que tiempo de vigencia tiene cada uno de los libres aprovechamientos, generalmente se da para 24 meses, es decir 2 años, el campo es numérico.
- Objeto de la Obra.- Se refiere a que proyecto de obra pública en específico desarrollará el titular minero, generalmente es de mantenimiento vial dentro de sus jurisdicciones respectivas, el campo es alfanumérico.
- Prórroga o Cambio de Objeto.- Corresponde a la solicitud de prórroga del libre aprovechamiento, es decir solicitan renovación por el mismo tiempo que se les otorgó (la solicitud se hace previo al vencimiento del plazo de 2 años) y el caso del cambio de objeto corresponde únicamente a que el proyecto de mantenimiento vial se realizará en otro espacio geográfico, el campo es alfanumérico.
- Fecha de Otorgamiento de la Prórroga.- La fecha en donde se les otorga a los titulares la resolución prórroga del libre aprovechamiento para un plazo igualmente de 24 meses, el campo es alfanumérico.
- Fecha de Inscripción de la Prórroga.- Es la fecha en donde el titular inscribe la resolución de prórroga del libre aprovechamiento en el Registro Minero en la

Agencia de Regulación y Control Minero, constando desde esa fecha, el plazo de 24 meses de vigencia de cada área en mención, el campo es alfanumérico.

- Geología.- Se refiere a la composición y estructura tanto interna como superficial de la Tierra, es decir señala en que formación geológica se encuentran ubicadas cada área de libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico.
- Litología.- Corresponde a una breve descripción de la composición y estructura de cada formación geológica en donde se encuentran ubicados los libres aprovechamientos, el campo es alfanumérico.
- Método de Explotación.- Se refiere a que método de explotación aplican los titulares de los libres aprovechamientos, en nuestro medio únicamente se aplican el método a Cielo Abierto, el campo es alfanumérico (Cielo Abierto).
- Tipo de depósito.- Se refiere a un tipo de clasificación del método a cielo abierto en donde bien pueden ser de depósitos tipo cantera o aluviales, el campo es alfanumérico.
- Sistema de Explotación.- Dentro de la clasificación del método a cielo abierto existen unos sistemas de explotación idóneos para cada libre aprovechamientos, el campo es alfanumérico (Bancos Ascendentes, Descendentes, Franjas Paralelas y Noques)
- Material Explotado.- Se refiere a que tipo de material de construcción explotan o tienen la intención de explotar los titulares mineros de cada libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico (Lastre, Cascajo y Pétreo).
- Método Cálculo de Reservas.- Corresponde a que método para calcular reservas de material utilizaron los titulares de los libres aprovechamientos, el campo es alfanumérico (Perfiles).
- Volumen Calculado.- Se refiere que volumen se calculó de acuerdo al método utilizado para calcular reservas de los materiales con interés de explotar por parte de los titulares mineros, el campo es numérico.
- Volumen diario de explotación.- Se refiere a que volumen diario se pretende explotar en cada libre aprovechamiento, esto corresponde a un análisis de la maquinaria a emplearse, el campo es numérico.
- Volumen anual de explotación.- Se refiere a que volumen anual se pretende extraer de cada libre aprovechamiento, de igual manera esto va en relación con la maquinaria utilizada, el campo es numérico.

- Volumen total requerido.- Corresponde al total de volumen que se pretende extraer, esto va en relación con las reservas calculadas y el tiempo que se les otorga el libre aprovechamiento, el campo es numérico.
- Maquinaria.- Se refiere a que maquinaria pesada se utilizará en la etapa de explotación de cada libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico.
- Volumen declarado en los informes semestrales de producción.- Corresponde a que volumen declaran los titulares mineros en los informes semestrales de producción de cada área de libre aprovechamiento, el campo es numérico.
- MAE.- Se refiere al A.A emitido por dicha institución, es decir con el Registro Ambiental cumpliendo así con el art. 26 de la Ley de Minería que habla sobre los Actos Administrativos previos, el campo es alfanumérico.
- SENAGUA.- Se refiere al A.A emitido por la mencionada institución para el uso y aprovechamiento del recurso agua en cada una de las áreas de libre aprovechamiento, el campo es alfanumérico.
- Declaración Juramentada.- Corresponde a una declaración juramentada frente a un notario público que los titulares mineros deben presentar a la CZMCSZ6 declarando la no afectación de bienes públicos en general, el campo es alfanumérico.

2.3. Selección de expedientes de libres aprovechamientos vigentes

Se proporcionó un listado de aquellos libres aprovechamientos de la provincia del Azuay que se encuentran vigentes, conforme la tabla 2.1.

Nro.	VIGENCIA	CÓDIGO CATASTRAL	DENOMINACIÓN (Libre Aprovechamiento)
1	VIGENTE	10000158	VICTORIA
2	VIGENTE	10000164	COCHAPAMBA
3	VIGENTE	10000311	CHOCARSI
4	VIGENTE	10000328	GPA LLANCON
5	VIGENTE	10000329	GPA TAÑILOMA
6	VIGENTE	10000493	PASHIGARAULOMA
7	VIGENTE	10000578	GUAYMINCAY
8	VIGENTE	10000774	MTOP RIO ZHUMIRAL
9	VIGENTE	10000781	MTOP RIO TENGUEL
10	VIGENTE	10000851	MTOP RIO CHICO
11	VIGENTE	10000803	CANTAGALLO
12	VIGENTE	10000806	SAN RAFAEL
13	VIGENTE	10000807	CHAQUILCAY
14	VIGENTE	10000592	CHORRO BLANCO
15	VIGENTE	10000812	MTOP RIO SIETE

16	VIGENTE	10000824	MINA PEÑA BLANCA
17	VIGENTE	191535	POTRERILLOS
18	VIGENTE	10000850	LA MERCED
19	VIGENTE	10000385	LA VIRGINIA
20	VIGENTE	10000492	CAZHAPATA
21	VIGENTE	10000397	SAN PABLO
22	VIGENTE	10000455	SAN GERARDO
23	VIGENTE	10000450	CHALLAYACU
24	VIGENTE	10000418	PAGRAN
25	VIGENTE	10000473	MONTE BLANCO
26	VIGENTE	191439	MTOP TIBURON
27	TRAMITE	10000398	NAUTE
28	TRAMITE	10000872	RURCAG
29	TRAMITE	10000867	GORRION

Tabla 2.1. Libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay.

Posteriormente en el departamento de archivo se accedió a los expedientes administrativos de los libres aprovechamientos, con forme a la figura 2.1.



Figura 2.1. Departamento de archivo de los Libres Aprovechamientos.

Fuente: Ángel Castillo

2.4. Levantamiento de información técnico-administrativa de los libres aprovechamientos vigentes para el alimento de la base de datos

Se llevó a cabo el alimento de todos los campos numéricos y alfanuméricos en la base de datos previamente diseñada para los libres aprovechamientos (ver figura 2.2) con el fin de realizar el análisis geoespacial en un SIG.

Nro.	VIGENCIA	CÓDIGO CATASTRAL	DENOMINACIÓN	NOMBRE DEL TITULAR	TIPO DE TÍTULO MINERO	PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	SECTOR	PUNTOS	X WGS 84 UTM ZONA 17 S	Y WGS 84 UTM ZONA 17 S	X WGS 84 UTM ZONA 17 SUR FRENTE DE EXPLOTACIÓN	Y WGS 84 UTM ZONA 17 S FRENTE DE EXPLOTACIÓN	HECTÁREAS MINERAS (Has)
1	VIGENTE	10000807	CHAQUILCAY	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUALACEO	LIBRE APROVECHAMIENTO	AZUAY	GUALACEO	JADAN	CHAQUILCAY	PP P1 P2 P3	740448.58 740748.58 740748.58 740448.58	9682634.85 9682634.85 9682334.85 9682334.85			9

Figura 2.2. Base de datos "Libres Aprovechamientos".

Fuente: Ángel Castillo.

2.5. Inspección in situ de los frentes de explotación de los libres aprovechamientos vigentes de la provincia del Azuay

Posteriormente de levantar la información técnico-administrativa de cada uno de los libres aprovechamientos vigentes de la provincia del Azuay, se visitó los frentes de explotación de los antes mencionados con el fin de recabar información técnica (sistema de explotación, geología local, maquinaria utilizada, etc) y así mismo tomar las respectivas coordenadas con un *GPS GARMIN* modelo *GPSmap 60 Csx*.

2.6. Elaboración de base cartográfica

2.6.1. Transformación de coordenadas PSAD 56 UTM a WGS 84 UTM

Luego de contar con la base de datos de todos los libres aprovechamientos vigentes de la provincia del Azuay, se realizó una transformación de coordenadas de todas las concesiones antes mencionadas ya que aún se registran coordenadas UTM PSAD 56 17S en el catastro minero con lo cual se procedió de acuerdo con (Secretaría Nacional del Agua, 2013) para la transformación a UTM WGS 84 17S.

Primeramente se recopiló todas las coordenadas UTM PSAD 56 17S de todos los libres aprovechamientos en un libro Excel en formato 97-2003 para que el SIG le reconozca.

Posteriormente ya en el SIG se procedió a añadir dichas coordenadas para su análisis, el procedimiento se muestra en las figuras 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7 y 2.8.

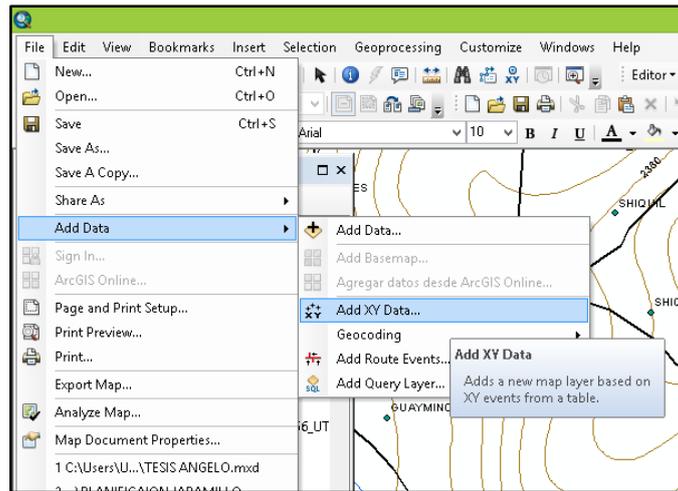


Figura 2.3. Herramienta ADD DATA para graficar puntos de coordenadas en el espacio geográfico.

Fuente: Ángel Castillo.

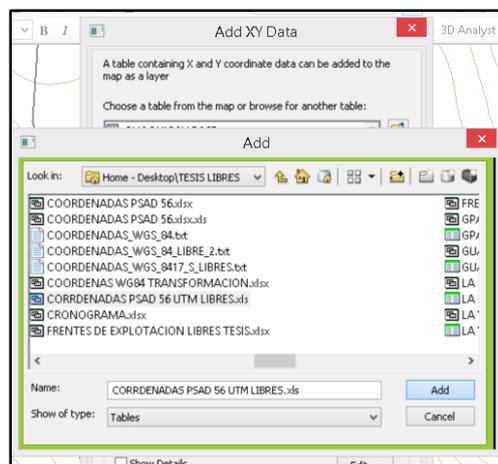


Figura 2.4. Selección del archivo Excel que contienen las coordenadas.

Fuente: Ángel Castillo

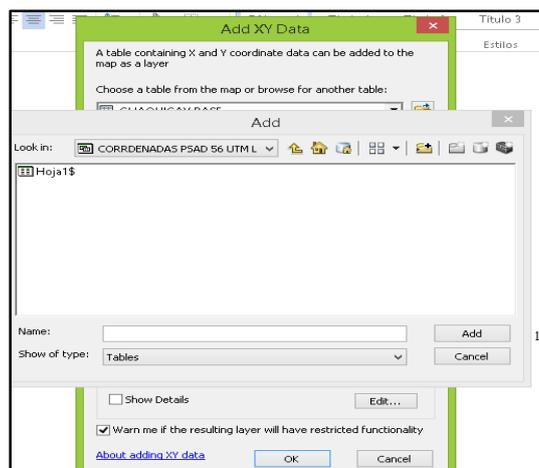


Figura 2.5. Selección de la hoja en donde se encuentran las coordenadas del archivo Excel.

Fuente: Ángel Castillo

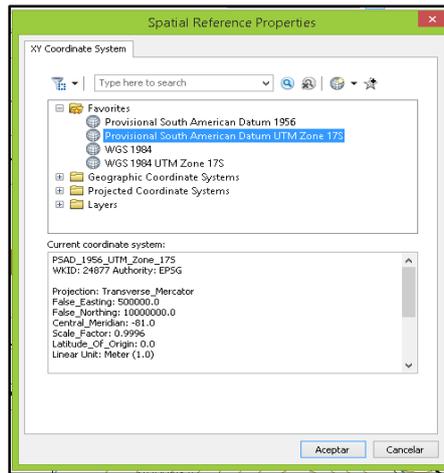


Figura 2.6. Selección del sistema de coordenadas en que se proyectarán las mismas.

Fuente: Ángel Castillo

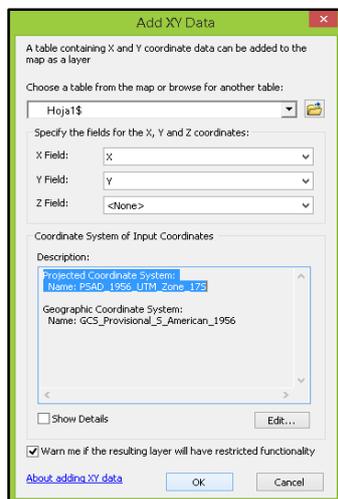


Figura 2.7. Selección de los campos X, Y respectivos y verificación del sistema de proyección.

Fuente: Ángel Castillo

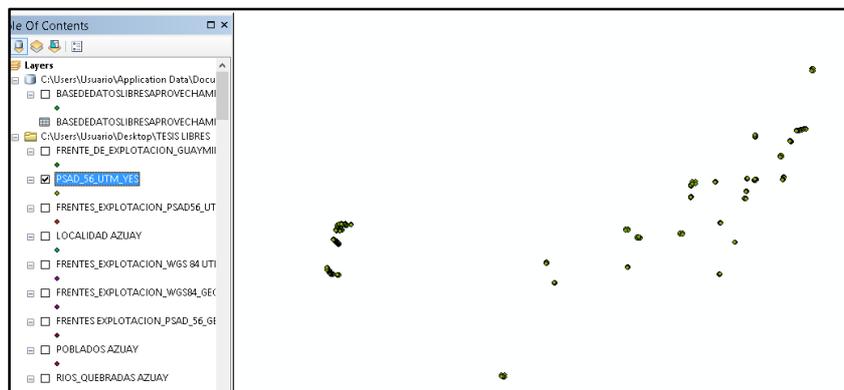


Figura 2.8. Graficación de los puntos de coordenadas en el sistema PSAD 56 UTM de los libres aprovechamientos.

Fuente: Ángel Castillo

Siguiendo el procedimiento del (Manual para transformación de coordenadas, 2013) se procedió a la transformación de las coordenadas PSAD 56 UTM a PSAD 56 Geográficas utilizando el ARCTOOLBOX - DATA MANAGEMENT TOOLS - PROJECTIONS AND TRANSFORMATION – PROJECT. Ver figuras 2.9, 2.10 y 2.11.

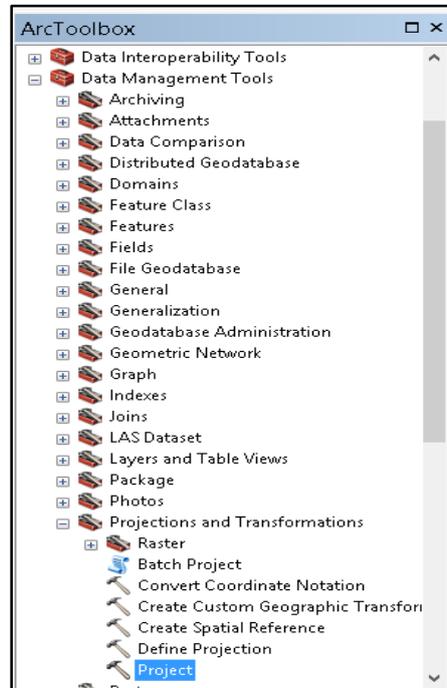


Figura 2.9. Herramienta PROJECT en el ArcToolBox para la transformación de PSAD 56 UTM a PSAD 56 GEOGRÁFICAS.

Fuente: Ángel Castillo

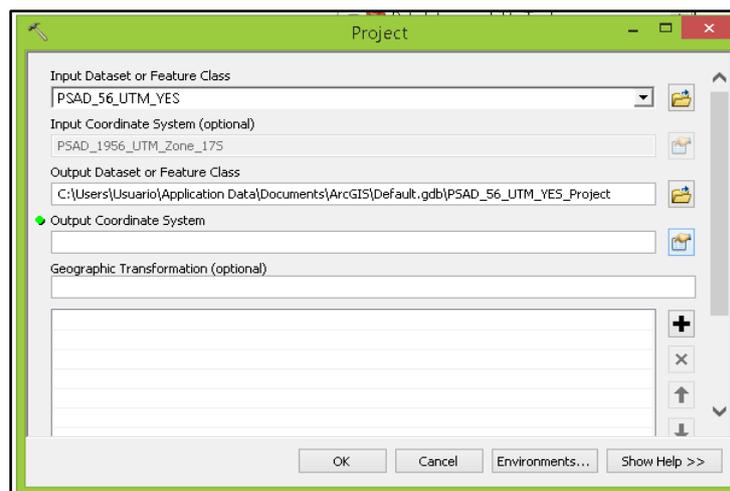


Figura 2.10. INPUT (Coordenadas PSAD 56 UTM) y selección de OUTPUT COORDINATE SYSTEM

Fuente: Ángel Castillo

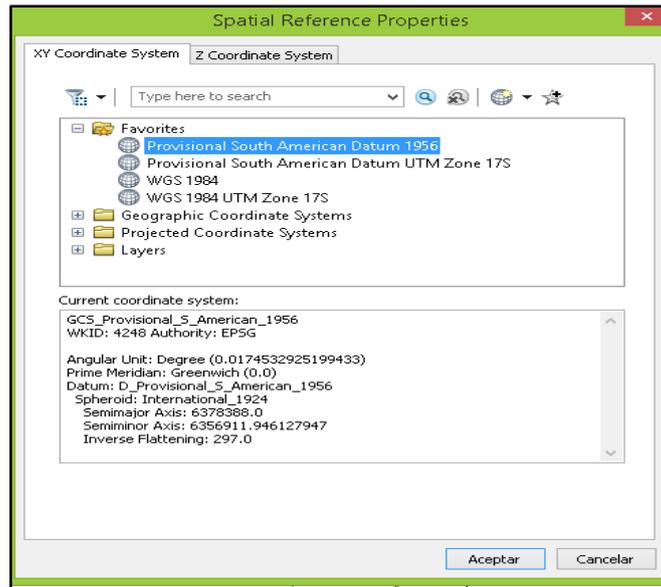


Figura 2.11. Selección del Sistema PSAD 56 Geográfica

Fuente: Ángel Castillo

Con lo que se obtuvo coordenadas PSAD 56 GEOGRÁFICAS y de la misma manera se siguió los pasos recomendados para luego transformar las coordenadas PSAD 56 Geográficas a coordenadas WGS 84 GEOGRÁFICAS y luego a WGS 84 UTM 17 S, conforme a la figura 2.12.

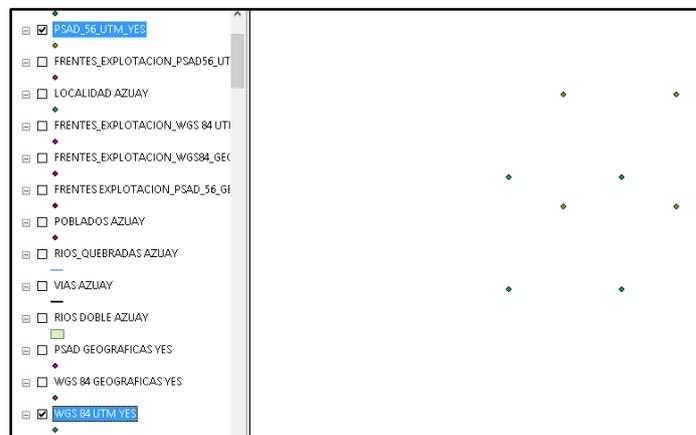


Figura 2.12. Proyección de coordenadas PSAD 56 UTM y coordenadas WGS 84 UTM

Fuente: Ángel Castillo

Se constató que existe una diferencia de **441.222 m** de distancia entre los mismos puntos pero con diferente datum es decir de PSAD 56 UTM y WGS 84 UTM. Ver figura 2.13

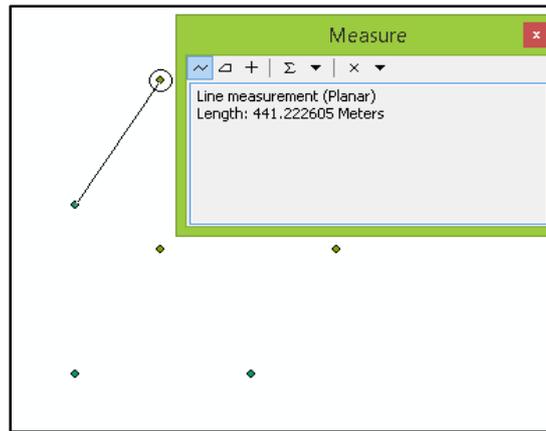


Figura 2.13. Distancia de diferencia entre los sistemas PSAD 56 UTM y WGS 84 UTM.

Fuente: Ángel Castillo

En resumen lo que se desarrolló se aprecia en la figura 2.14.

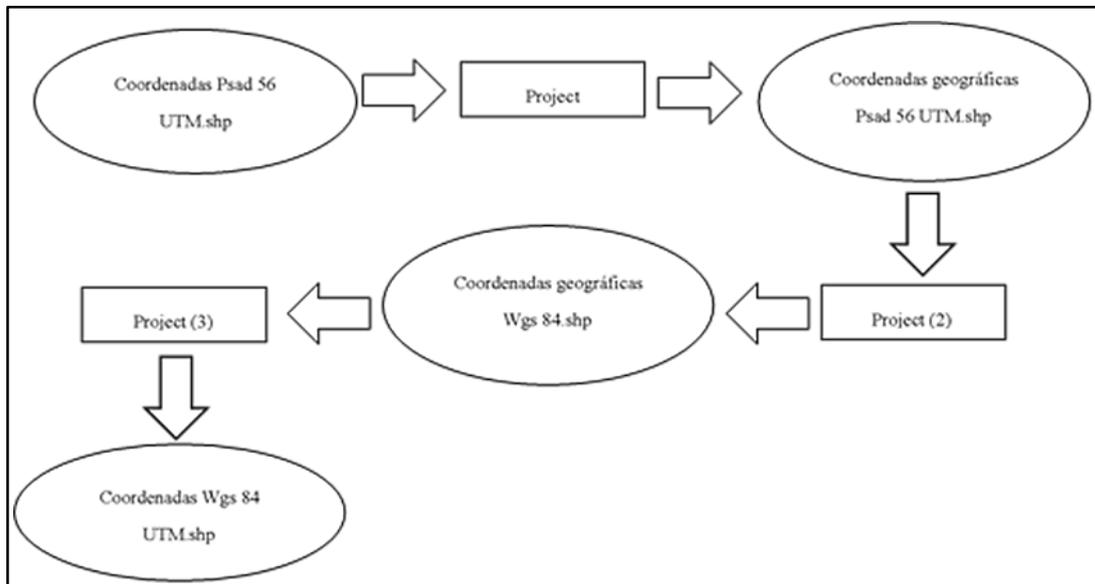


Figura 2.14. Procedimiento para la transformación de coordenadas PSAD 56 UTM a WGS 84 UTM en Arc Gis.

Fuente: (Secretaría Nacional del Agua, 2013)

Para finalizar el proceso se calculó los respectivos valores para las nuevas coordenadas WGS 84 UTM tanto para X como para Y, de acuerdo con la figura 2.15.

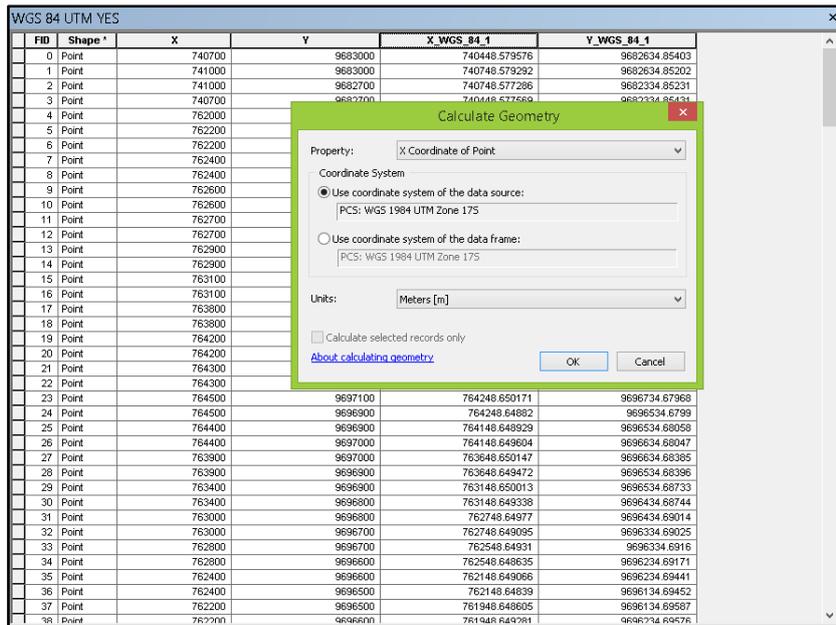


Figura 2.15. Adición de campos en la tabla de atributos para el cálculo de coordenadas WGS 84 UTM (X y Y)

Fuente: Ángel Castillo

Cabe recalcar que aquellas coordenadas se incluyeron en la base de datos.

2.6.2. Creación de shapes tipo polígono

Una vez ya completa la base de datos y con la obtención de las coordenadas WGS 84 UTM de cada punto de los libres aprovechamientos, se procedió en el ARC CATÁLOGO a la creación de SHAPES tipo polígono para cada uno de las áreas concesionadas de los libres aprovechamientos tal cual las figuras 2.16 y 2.17.

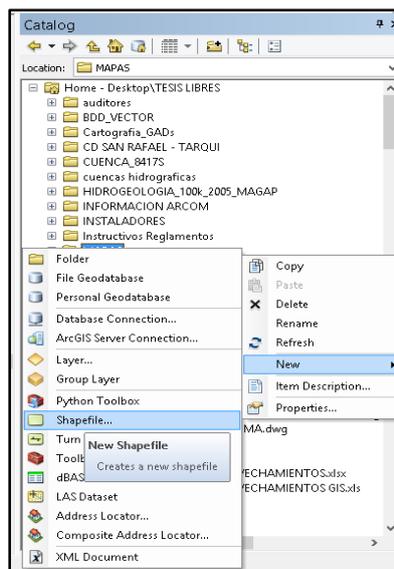


Figura 2.16. Creación de un Shape en Arc Gis.

Fuente: Ángel Castillo

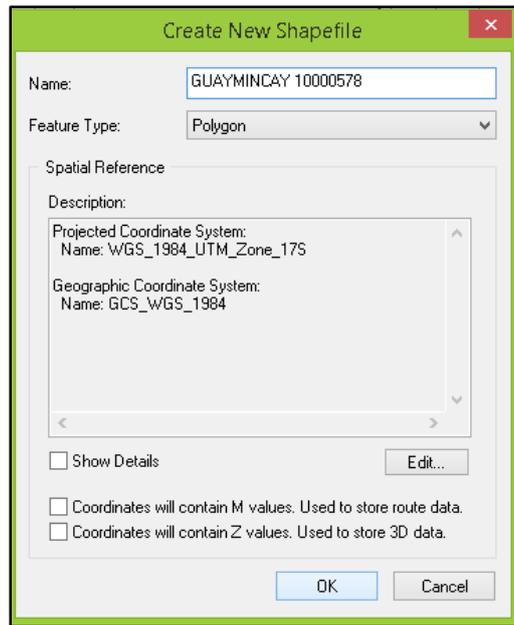


Figura 2.17. Designación del polígono y georeferenciación

Fuente: Ángel Castillo

Luego de crear los polígonos, con la herramienta EDITOR se fueron trazando en sentido horario los puntos correspondientes a cada área de los libres aprovechamientos comenzando por el PP hasta Pn, tal cual la figura 2.18.

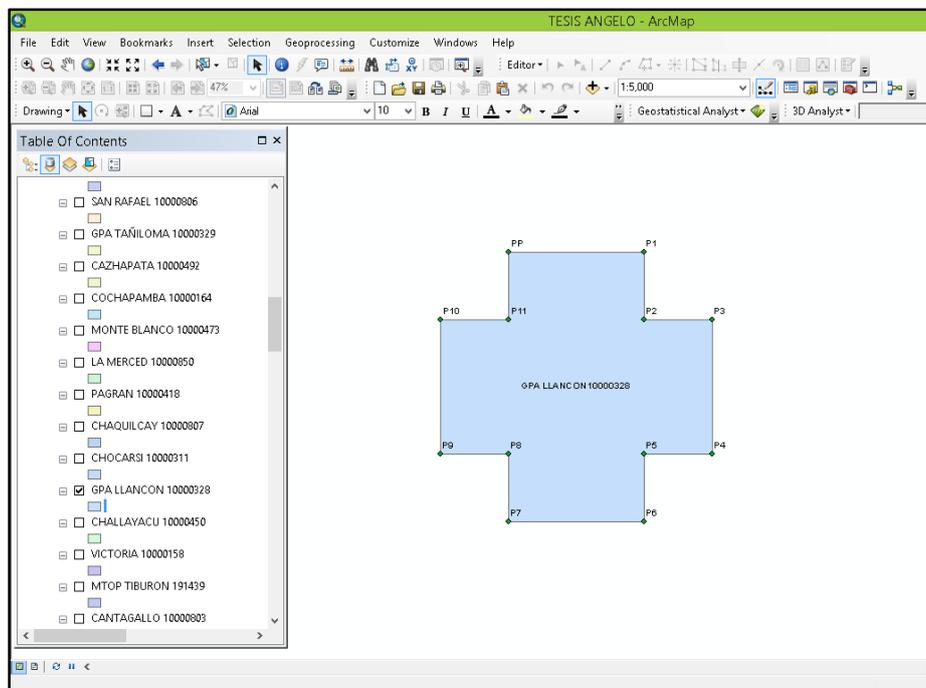


Figura 2.18. Creación de polígono para un área de libre aprovechamiento.

Fuente: Ángel Castillo

Al final se obtuvo polígonos para cada área de los antes mencionados geo referenciados y distinguibles.

2.6.3. Adición de información de la base de datos

Para añadir la base de datos levantada de cada uno de los libres aprovechamientos se utilizó la herramienta EXCEL TO TABLE de la pestaña CONVERSION TOOLS en el ARCTOOLBOX de acuerdo con la figura 2.19.

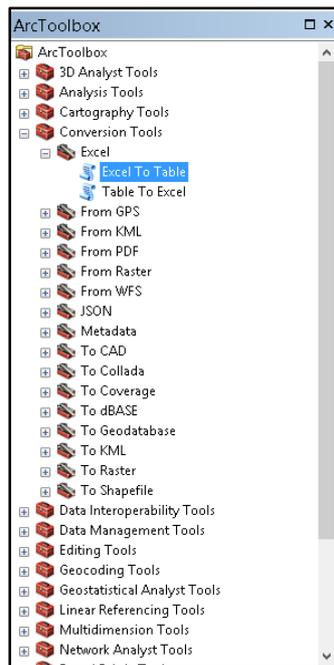


Figura 2.19. Herramienta EXCEL TO TABLE.

Fuente: Ángel Castillo

Con lo cual la base de datos se transformó de un formato xlsx de excel a una tabla en formato dbf, capaz de ser modificada en el SIG de acuerdo a los propios requerimientos. Ver figura 2.20.

OBJECTID *	Nro.	VIGENCIA *	CÓDIGO CATASTRAL	DEHOMINACIÓN	NOMBRE DEL TITULAR	TIPO DE TITULO MINERO
1	1	VIGENTE	10000807	CHAGUILCAY	GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUALACEO	LIBRE APROVECHAMIENTO
2	<Null>		<Null>	CHAGUILCAY		
3	<Null>		<Null>	CHAGUILCAY		
4	<Null>		<Null>	CHAGUILCAY		
5	2	VIGENTE	10000592	CHORRO BLANCO	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN SEVILLA DE ORO	LIBRE APROVECHAMIENTO
6	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
7	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
8	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
9	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
10	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
11	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
12	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
13	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
14	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
15	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
16	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
17	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		
18	<Null>		10000592	CHORRO BLANCO		

Figura 2.20. Base de datos transportada a ARC GIS.

Fuente: Ángel Castillo

Posteriormente con la herramienta JOIN se añadió lo antes mencionado a cada shape de polígono que representan los libres aprovechamientos, para poder así encontrar información específica para cada área concesionada, el proceso se muestra en las figuras 2.21, 2.22 y 2.23.

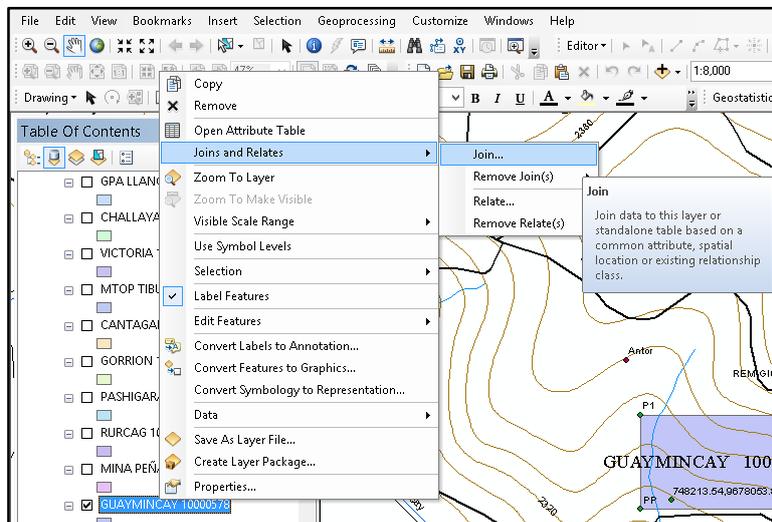


Figura 2.21. Herramienta JOIN AND RELATES para añadir información desde la base de datos.

Fuente: Ángel Castillo

Figura 2.22. Selección de la base de contiene información específica de cada libre aprovechamiento.

Fuente: Ángel Castillo

Table							
GUAYMINCAY 10000578							
Nro.	VIGENCIA	CÓDIGO_CATASTRAL	DENOMINACIÓN	NOMBRE_DEL TITULAR	TIPO_DE_TITULO	PROVINCIA	CANTÓN
5	VIGENTE	10000578	GUAYMINCAY	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL REMIGIO CRESPO TORAL	LIBRE APROVECHAMIENTO	AZUJAY	GUALACE

Figura 2.23. Tabla de atributos con información levantada de un libre aprovechamiento

Fuente: Ángel Castillo

Para finalizar con la herramienta información se constató lo correspondiente para cada libre aprovechamiento como se puede observar en la figura 2.24.

Identify	
Identify from:	<Top-most layer>
<input type="checkbox"/> GUAYMINCAY 10000578 ... 0	
Location:	748,227.106 9,678,194.090 Meters
Field	Value
CÓDIGO_CATASTRAL	10000578
DENOMINACIÓN	GUAYMINCAY
NOMBRE_DEL_TITULAR	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL REMIGIO CRESPO TORAL
TIPO_DE_TITULO	LIBRE APROVECHAMIENTO
PROVINCIA	AZUAY
CANTÓN	GUALACEO
PARROQUIA	REMIGIO CRESPO TORAL (GUALAG)
SECTOR	GUAYMINCAY
HECTAREAS	6
FECHA_DE_OTORGAMIENTO	20/10/2017
FECHA_DE_INSCRIPCIÓN EN ARCOM	11/12/2017
PLAZO__MESES	24
VIGENCIA	SI
OBJETO_DE_LA_OBRA	Mantenimiento vial de la parroquia
PRÓRROGA	11/09/2019
FECHA_DE_OTORGAMIENTO DE LA PRÓRROGA	
FECHA_DE_2	
AMPLIACION	
NUEVA_OBRA	
AMPLIACI_1	
FECHA_DE_3	
NUEVA_SOLI	
GEOLOGIA_R	SERIE PAUTE (METAVOLCANICOS SAN FRANCISCO), FORMACION TARQUI, DEPÓSITOS CUA
GEOLOGIA_L	
MÉTODO_DE EXPLOTACIÓN	CIELO ABIERTO
CANTERA (PEÑA/RÍO)	CANTERA
SISTEMA_DE EXPLOTACIÓN	BANCOS DESCENDENTES
MATERIAL_A EXPLOTAR	ANDESITAS METAMÓRFICAS (PÉTREO-LASTRE)
MÉTODO_CÁLCULO DE RESERVAS	PERFILES
VOLUMEN_CALCULADO M3	110060.15
VOLUMEN_DIARIO M3	220
VOLUMEN_ANUAL M3	58080
VOLUMEN_TOTAL A EXPLOTAR M3	110060.17
MAQUINARIA	1 BULLDOZER CATERPILLAR 1 EXCAVADORA CATERPILLAR 5 VOLQUETES VOLVO

Figura 2.24. Información de la base de datos de un libre aprovechamiento contenida en el shape tipo polígono.

Fuente: Ángel Castillo

La base temática-cartográfica se puede apreciar en el apartado de Anexos.

CAPITULO III

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de los datos obtenidos en la base de datos previamente desarrollada. Estos resultados muestran de forma resumida aspectos técnicos y administrativos de los 29 libres aprovechamientos vigentes en toda la provincia del Azuay.

3.1. Resultados de los materiales que se explotan

Realizando un breve resumen de la base de datos en el ítem de materiales explotados nos arroja la tabla 3.1 en donde se conoce que la gran parte explota lastre para el mantenimiento de la arteria vial de la provincia de Azuay.

TIPO DE MATERIAL EXPLOTADO	TOTAL
CASCAJO	3
LASTRE	18
PÉTREO	8

Tabla 3.1. Resumen de los materiales explotados de los libres aprovechamientos vigentes.

En lo referente a los resultados encontrados sobre los materiales que se explotan en los libres aprovechamientos se indica que el 62% es decir 18 libres aprovechamientos se dedican a la explotación de lastre dentro de las áreas mineras, mientras que el 26% se dedican a la explotación de material pétreo y únicamente el 10% se dedica a la explotación de cascajo que en sí tiene mucha relación con el lastre, estos resultados se puede observar en las figuras 3.1, 3.2 y 3.3.

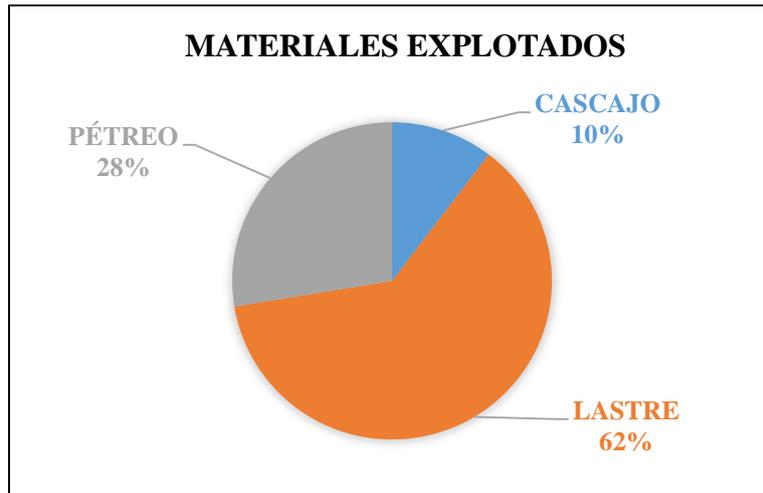


Figura 3.1. Resultados de los materiales de construcción explotados.

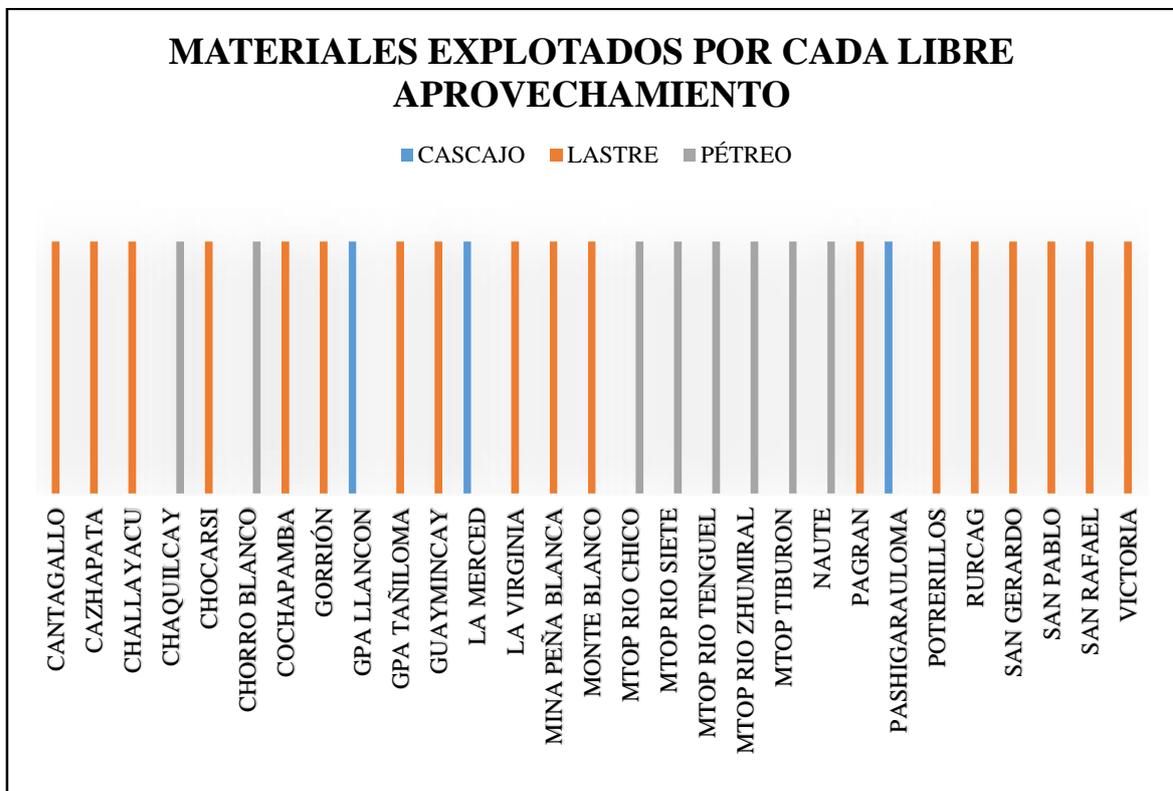


Figura 3.2. Materiales explotados por cada libre aprovechamiento.

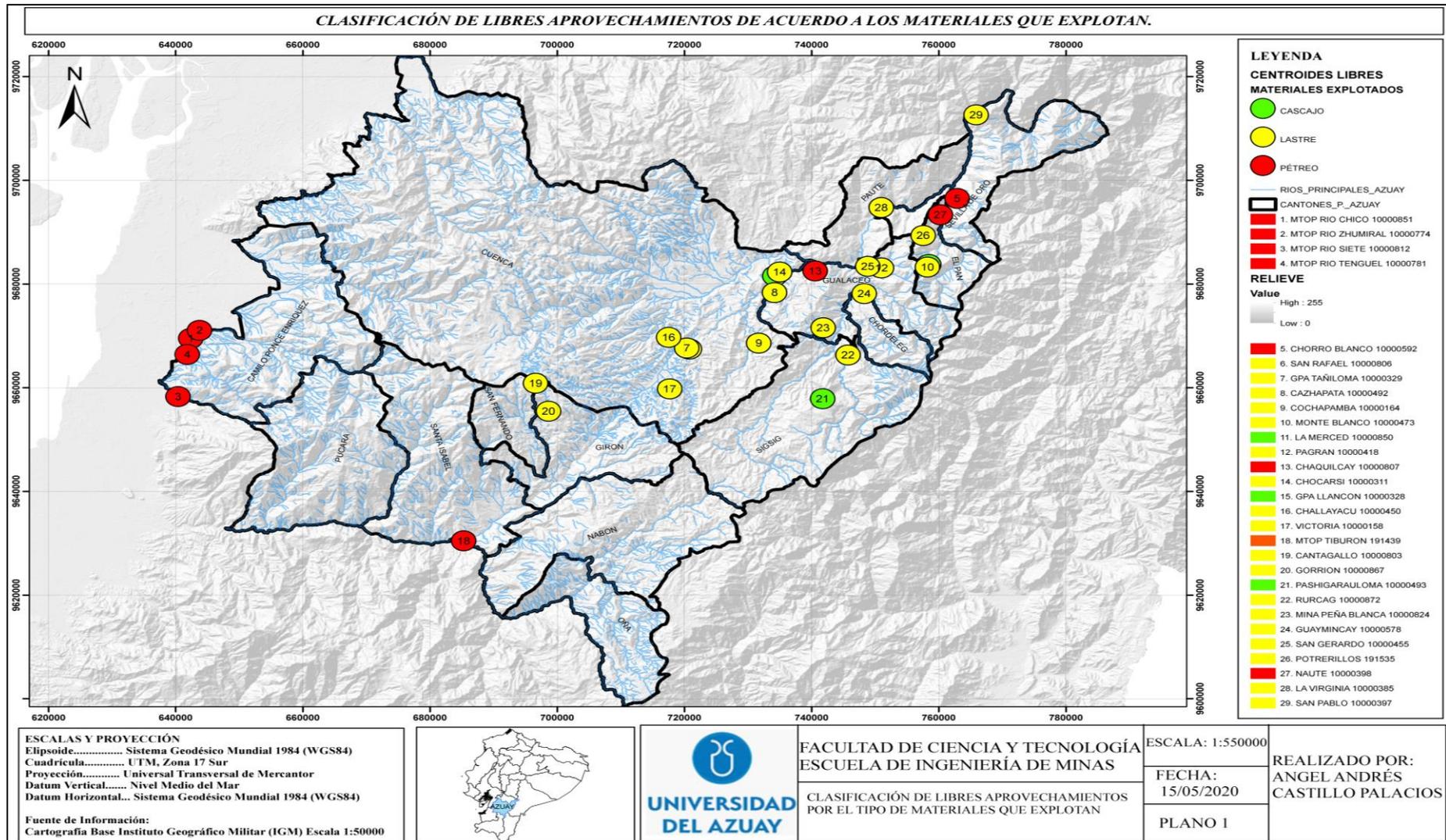


Figura 3.3. Clasificación de materiales explotados por cada libre aprovechamiento en la provincia del Azuay.

3.2. Resultados de las hectáreas concesionadas por los libres aprovechamientos vigentes.

En cuanto al hectareaje comprendido en todas las áreas de libre aprovechamiento dentro del territorio de la provincia de la Azuay, de acuerdo con la base de datos levantada se tiene un total de **641 has** mineras distribuidas en los 29 libres aprovechamientos vigentes, el detalle de lo antes mencionado se verifica en la figura 3.4.

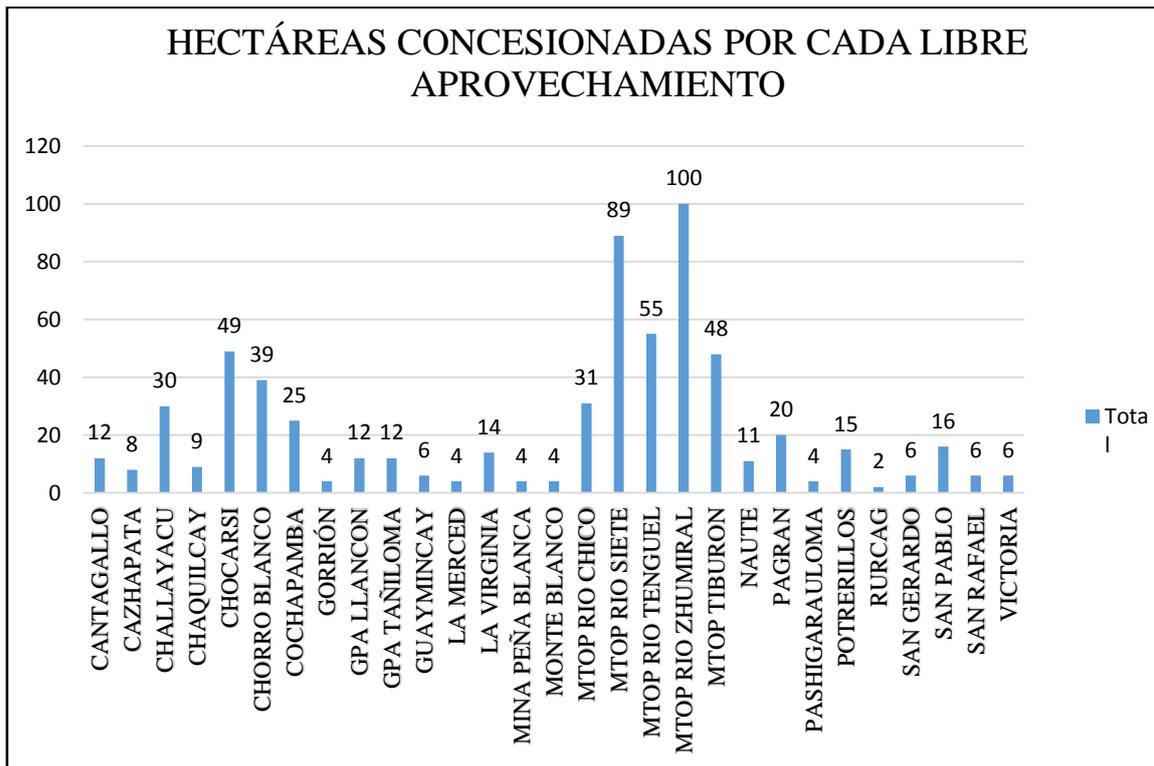


Figura 3.4 Resultados de las hectáreas concesionadas por parte de los GADs de la provincia del Azuay.

3.3. Resultados de los tipos de depósitos de donde se explotan los materiales de construcción

Realizando una síntesis de la base de datos en el ítem de tipos de depósitos nos arroja la tabla 3.2 en donde nos da a conocer que la gran parte explota en una cantera y en menor proporción están en un depósito aluvial.

TIPO DE DEPÓSITO DE MATERIAL	TOTAL
CANtera	22
ALUVIAL	7
TOTAL GENERAL	29

Tabla 3.2. Tipos de depósitos donde explotan los libres aprovechamientos vigentes.

En lo referente a los resultados encontrados sobre qué tipos de depósitos se explotan los libres aprovechamientos se señala que el 76%, es decir 22 libres aprovechamientos explotan materiales en un depósito de CANtera, mientras que el 24% es decir 7 libres aprovechamientos explotan en un depósito ALUVIAL donde se extrae material pétreo generalmente, estos resultados se puede observar en las figuras 3.5, 3.6 y 3.7.



Figura 3.5. Tipos de depósitos.

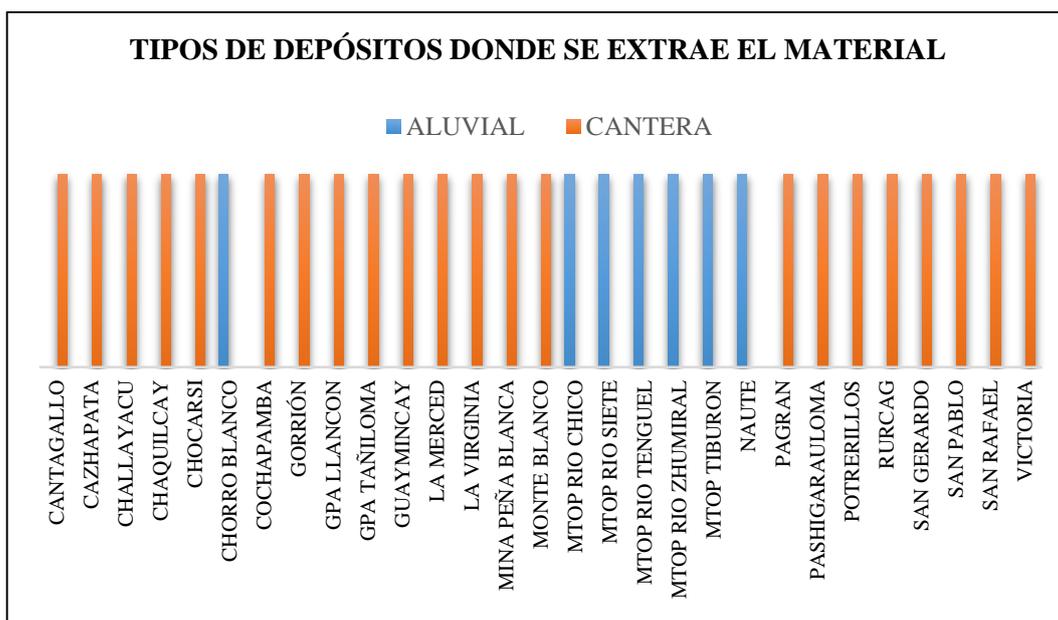


Figura 3.6. Tipos de canteras en los libres aprovechamientos.

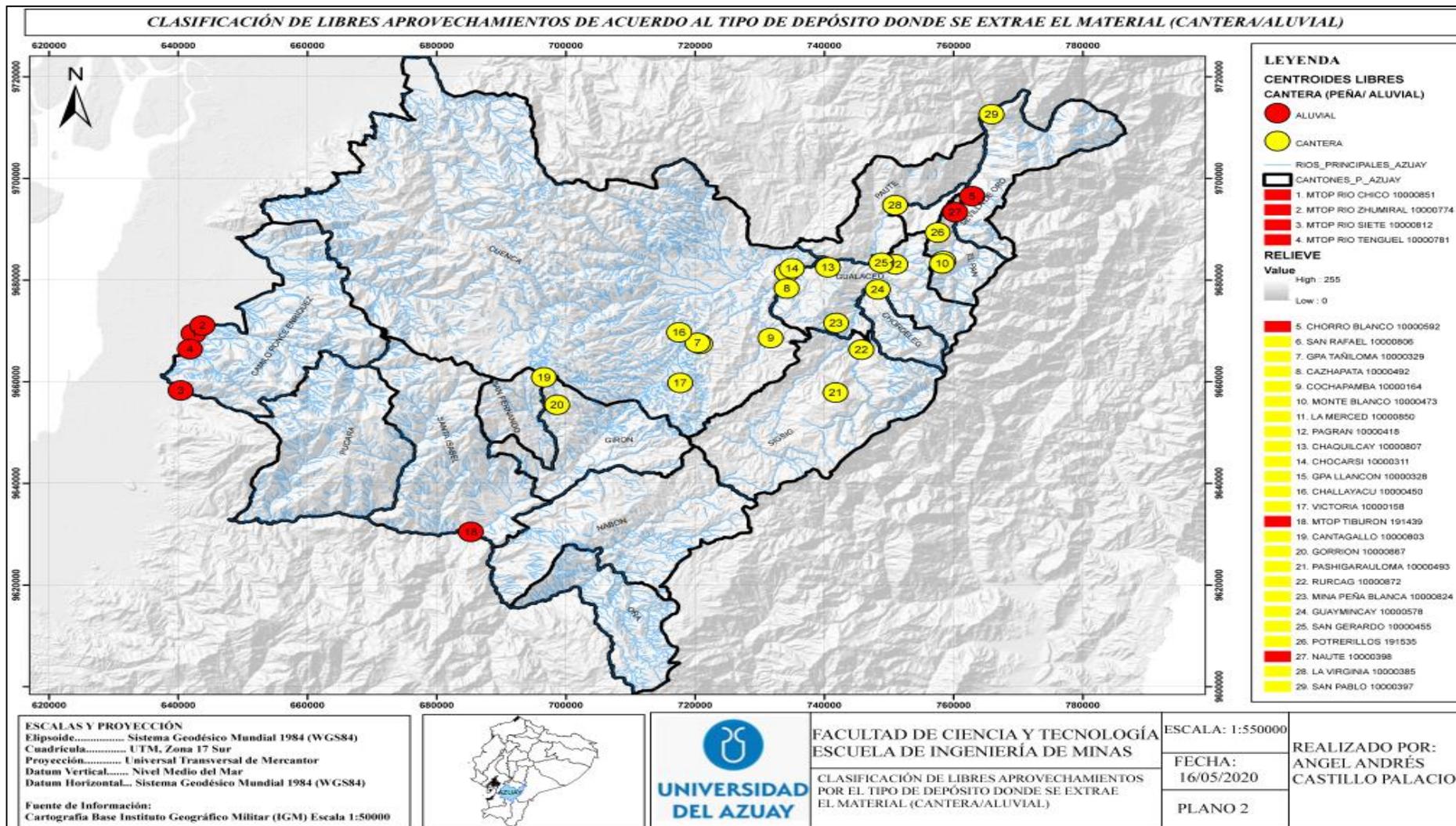


Figura 3.7. Clasificación de los libres aprovechamientos por tipo de depósitos donde se extrae el material (cantera/aluvial).

3.4. Resultados de los sistemas de explotación que aplican los libres aprovechamientos.

Realizando un breve resumen de la base de datos en el ítem de sistemas de explotación nos arroja la tabla 3.3 en donde nos da a conocer que la gran parte aplica un sistema de explotación de bancos descendentes por su flexibilidad, en menor proporción y no menos importante está el de las franjas paralelas que es aplicado directamente en depósitos aluviales, de igual manera es necesario mencionar la aplicación del sistema tipo noques que ha sido tomado en cuenta en nuestro medio para la explotación de material pétreo y finalmente está el sistema de bancos ascendentes que si bien es cierto es un sistema muy aplicado en el medio es necesario tomar muy en cuenta aspectos técnicos significativos para su implementación.

TIPO DE SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	TOTAL
BANCOS ASCENDENTES	1
BANCOS DESCENDENTES	21
FRANJAS PARALELAS	5
NOQUES	2
TOTAL GENERAL	29

Tabla 3.3. Tipos de sistemas de explotación aplicados en los libres aprovechamientos.

En lo referente a los resultados encontrados sobre qué sistemas de explotación con los cuales explotan los libres aprovechamientos se señala que el 72% es decir 21 libres aprovechamientos explotan materiales con un sistema tipo bancos descendentes, mientras que el 17% es decir 5 libres aprovechamientos explotan con un sistema tipo franjas paralelas con lo cual se extrae material pétreo, además que el 7% es decir 2 libres aprovechamientos explotan con un sistema de noques y finalmente el 4% explota con un sistema de bancos ascendentes, estos resultados se puede observar en las figuras 3.8, 3.9 y 3.10.

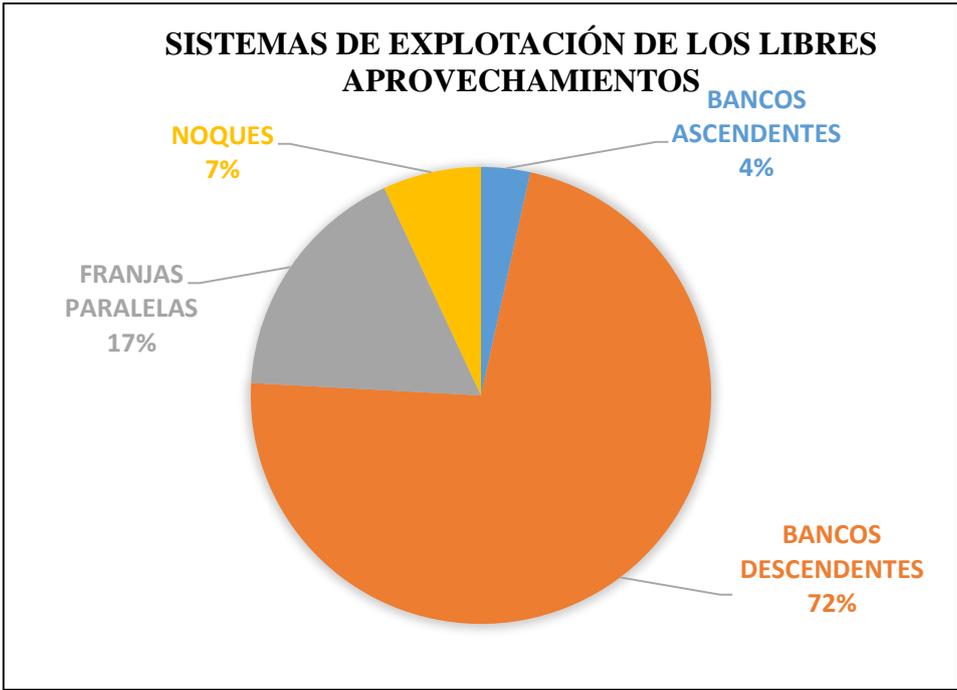


Figura 3.8. Sistemas de explotación aplicados en los libres aprovechamientos

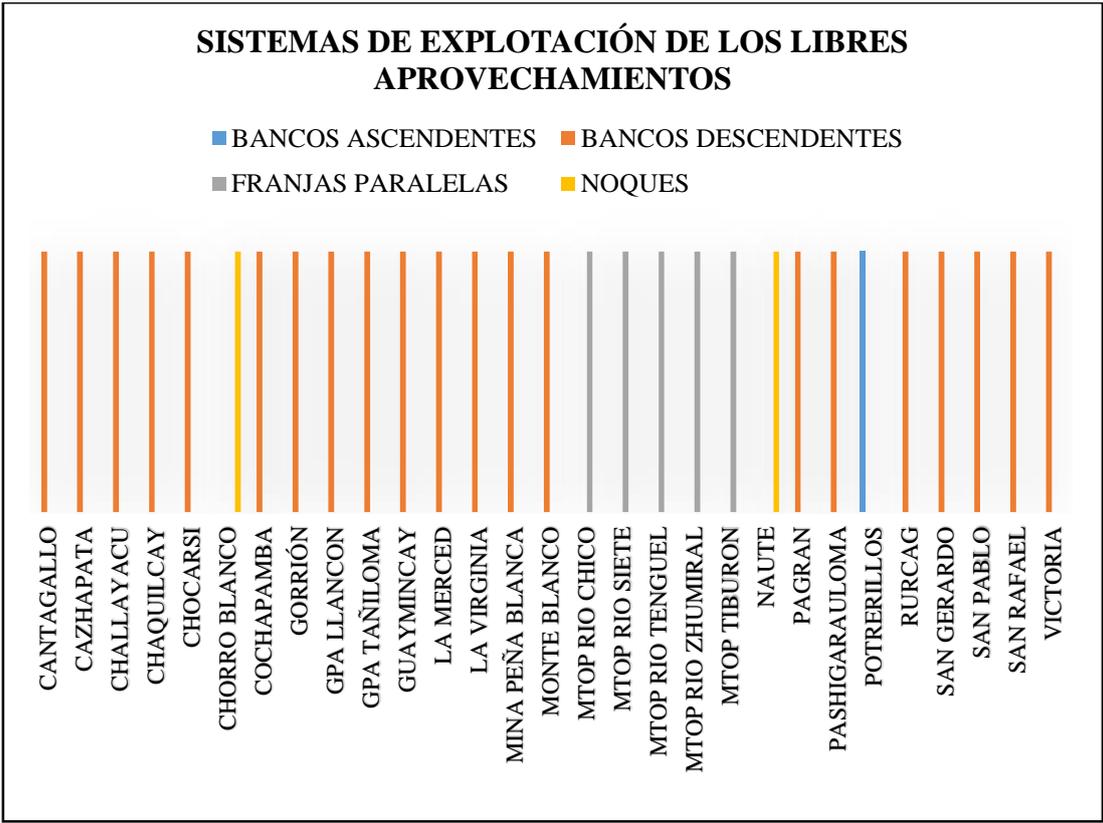


Figura 3.9. Sistemas de explotación por cada libre aprovechamiento.

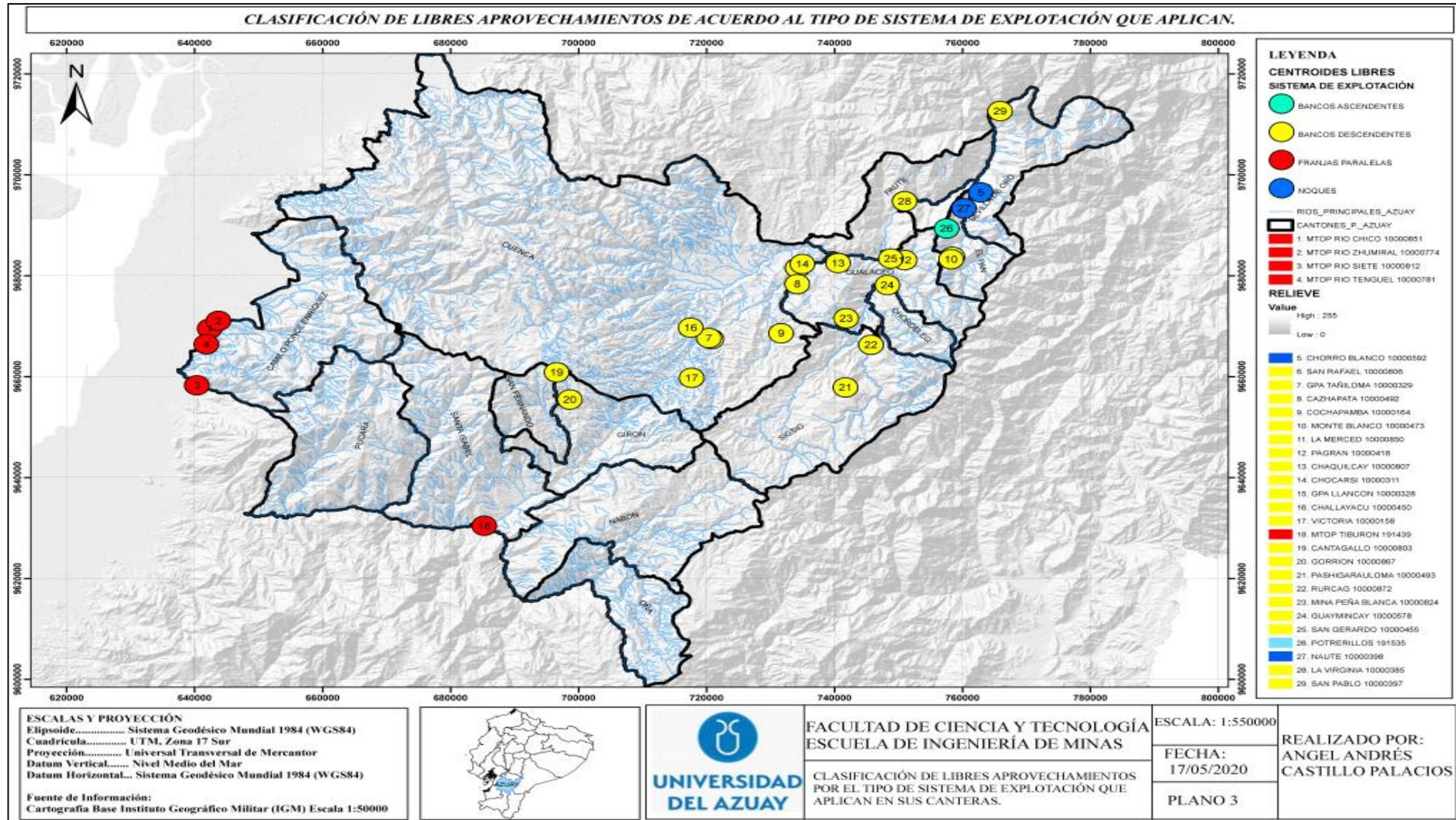


Figura 3.10. Clasificación de libres aprovechamientos por tipos de sistemas de explotación que aplican.

3.5. Resultados de los métodos para el cálculo de reservas en los libres aprovechamientos.

En cuanto a los métodos para el cálculo de reservas utilizados para obtener un volumen estimado de material, se encontró que el método más utilizado es el clásico, el de los PERFILES por su gran flexibilidad al demostrar resultados esperados, lo antes mencionado se muestran en la tabla 3.4.

MÉTODO PARA EL CALCULO DE RESERVAS	TOTAL
PERFILES	29

Tabla 3.4. Métodos para el cálculo de reservas de materiales de construcción.

Haciendo referencia a lo dicho, se puede decir que el método de los PERFILES abarca el 100% de aplicación es decir 29 de los libres aprovechamientos lo tomaron en cuenta. Los resultados se aprecian en las figuras 3.11 y 3.12.

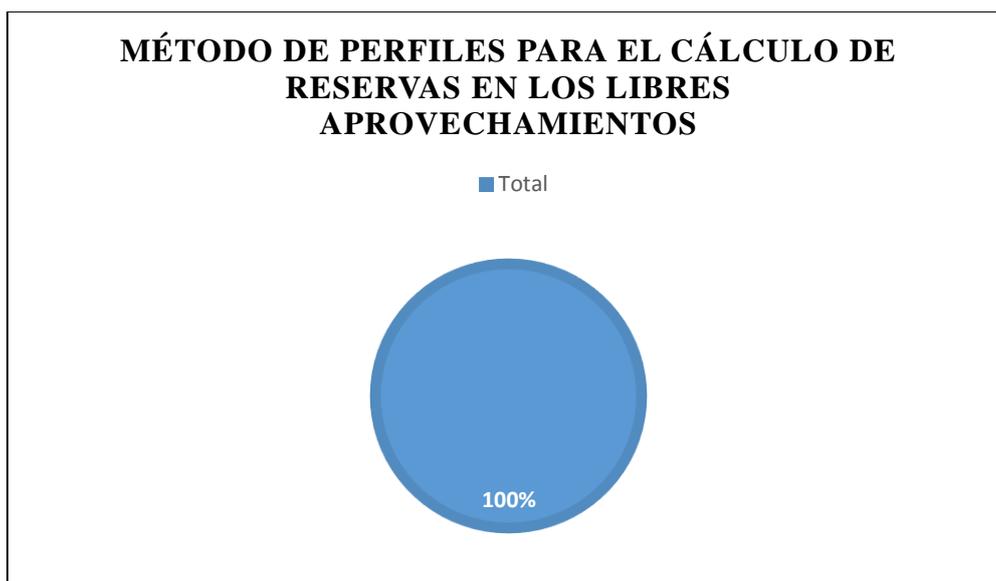


Figura 3.11. Resultados del método utilizado para el cálculo de reservas en los libres aprovechamientos.

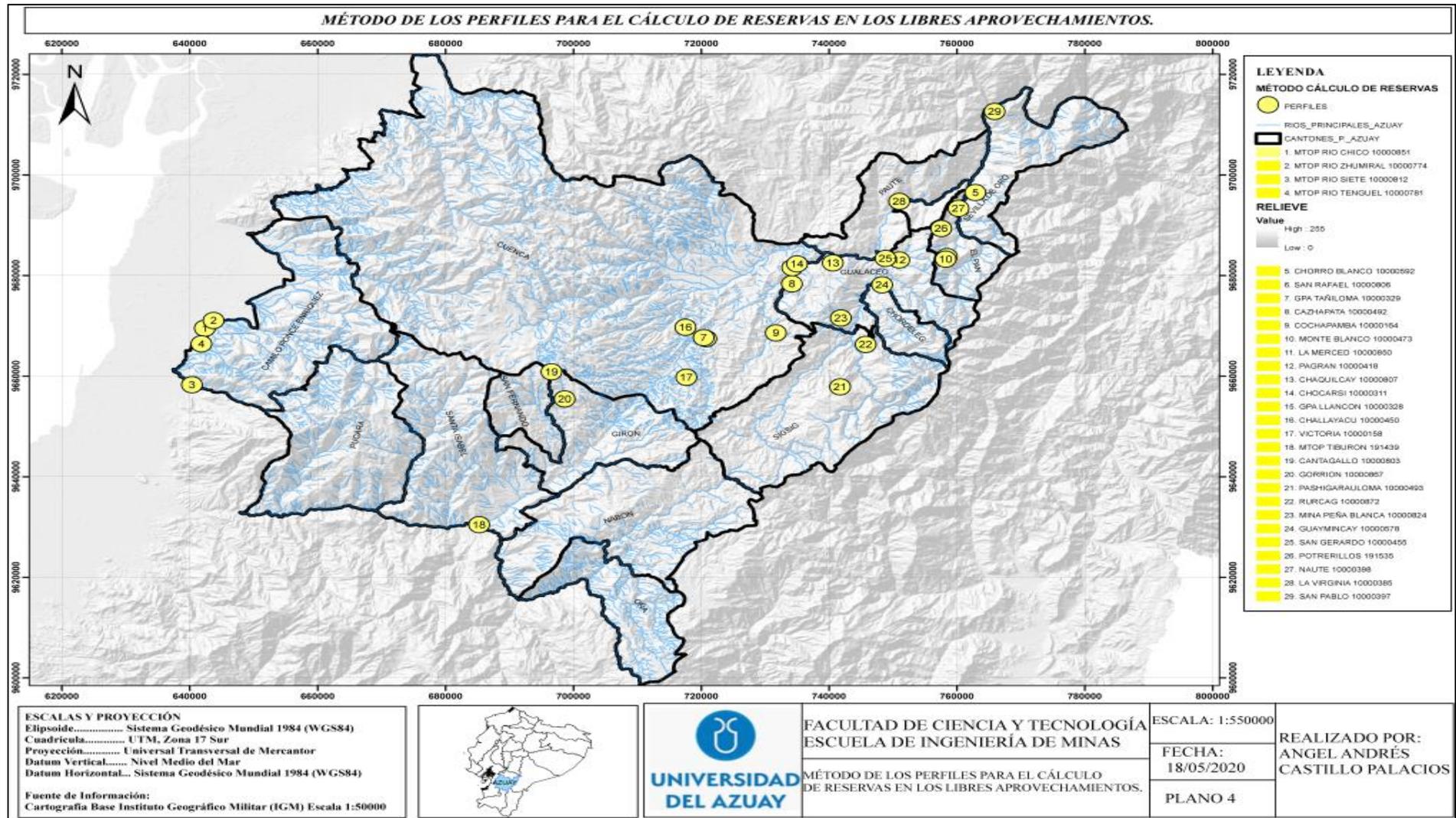


Figura 3.12. Clasificación de libres aprovechamientos por tipos de métodos de cálculos de reservas.

3.6. Resultados del volumen de material calculado por el método de estimación de recursos.

De acuerdo con el método utilizado (perfiles) para la estimación de recursos se calculó entre todos los 29 libres aprovechamientos un total de **7'873929.65 m³** distribuidos para materiales como son: lastre, cascajo y pétreo. Los resultados se muestran en la figura 3.13.

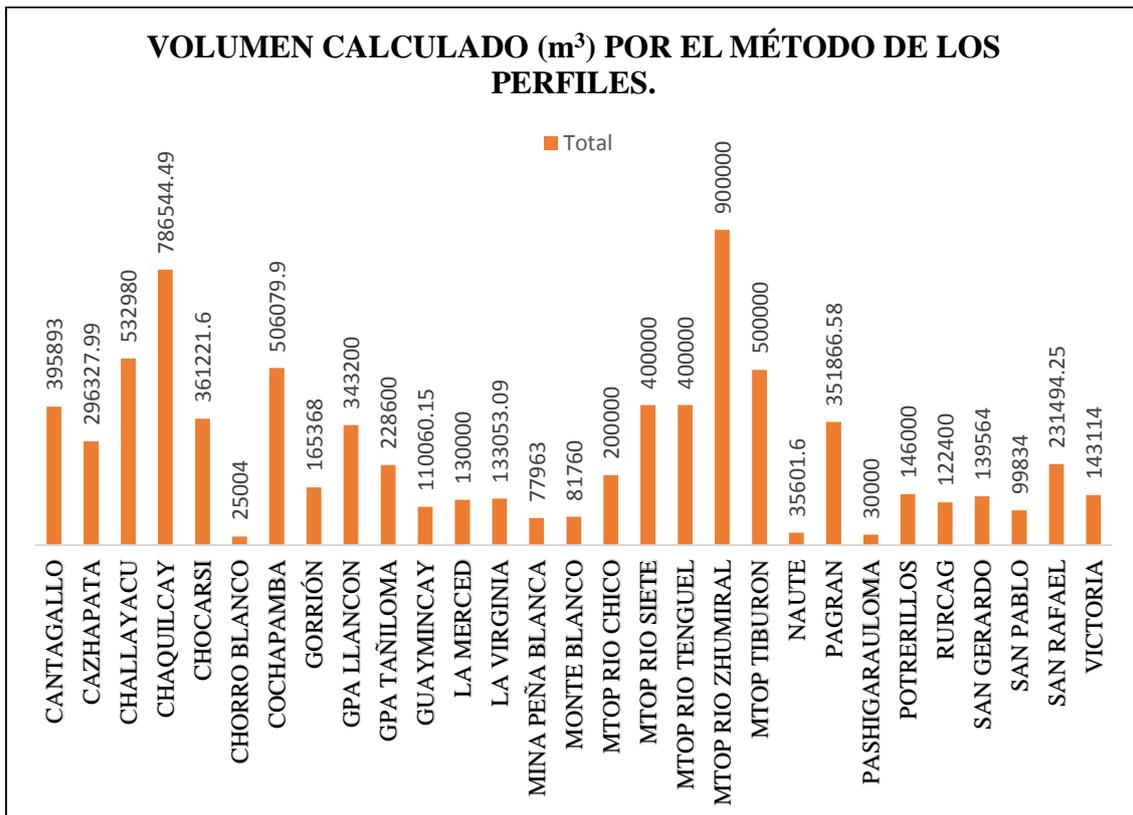


Figura 3.13. Resultados de volúmenes calculados por el método de los perfiles por cada libre aprovechamiento.

3.7. Resultados del volumen solicitado para el mantenimiento vial de los libres aprovechamientos.

En relación al volumen solicitado inicialmente en el trámite administrativo, las instituciones públicas (GADs) de acuerdo a una planificación en el departamento correspondiente y mediante un análisis técnico se presenta un desglose en donde se prevé el mantenimiento vial tomando en cuenta aspectos como: longitud, el ancho y el espesor, dando como resultado un volumen requerido para dicha obra, por lo tanto, en el trámite inicial cada uno de los peticionarios solicitan un volumen total que va de acuerdo al cálculo de reservas, en este sentido se contabilizó que con los 29 libres

aprovechamientos vigentes de la provincia del Azuay se requirieron alrededor de **5'806614.04 m³** de material distribuidos entre pétreo, cascajo y lastre. El volumen individual se muestra en la figura 3.14.

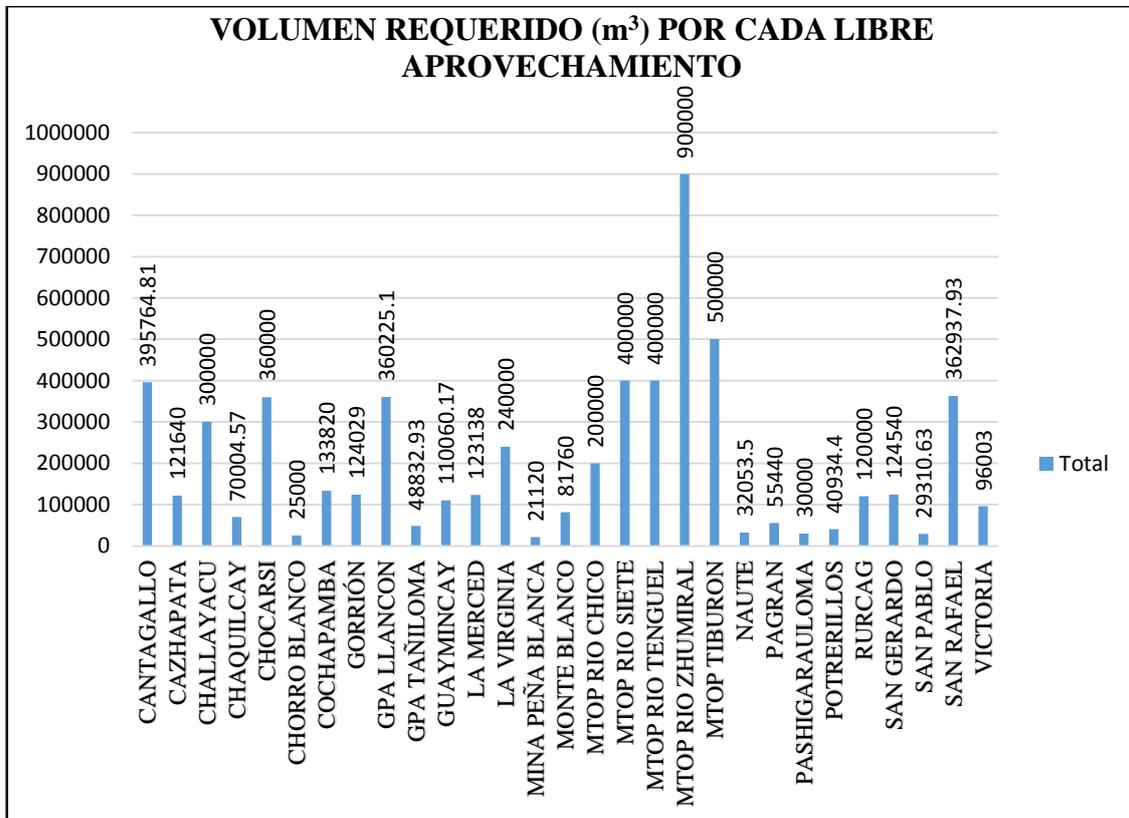


Figura 3.14. Volumen requerido para la obra pública por cada libre aprovechamiento.

3.8. Resultados de los volúmenes declarados en los informes semestrales de producción.

En cuanto a los resultados de los volúmenes declarados en los informes de producción semestrales que por ley los titulares mineros deben presentar, ya que la no presentación de los mismos trae consigo riesgo de caducidad del área minera.

Este punto fue uno de los más importantes ya que era necesario constatar la producción de cada libre aprovechamiento, con lo cual luego de recabar información en la base de datos se obtuvo un total de **1'936270.69 m³** de material declarado, es menester indicar que se encuentra dentro del rango del total del cálculo de reservas y el total de volumen requerido por todos los libres aprovechamientos vigentes. Los resultados de los volúmenes declarados por cada titular minero se muestran en la figura 3.15.



Figura 3.15. Volúmenes de producción de cada libre aprovechamiento constando desde sus inicios de actividad y prórroga.

Como se puede observar en la figura 3.15, alrededor de 16 libres aprovechamientos declararon su producción en 0 m³ ya que uno de los factores importantes previo al inicio de las actividades mineras es constar con los actos administrativos de acuerdo al art. 26 de la Ley de Minería y no están cumpliendo con este aspecto legal.

Además de la sistematización de aquel aspecto técnico se recurrió a verificar la tendencia que tienen dichos volúmenes declarados con respecto a la superficie de la provincia del Azuay, lo que realizó fue un análisis geo estadístico con la herramienta INVERSO DE LA DISTANCIA (IDW), como tal tiene que ver con la demanda de materiales de construcción para ser utilizados en la obra pública, específicamente en el mantenimiento de las redes viales, es decir aquellos con mayor tenuidad (GADs) son los que mayor explotación de dichos materiales han realizado, por lo tanto, aquellos titulares de los libres aprovechamientos si están declarando en sus informes semestrales lo que explotan en la realidad, lo que conlleva a decir que su gestión técnica como administrativa está llevada de excelente manera. Ver figura 3.16.

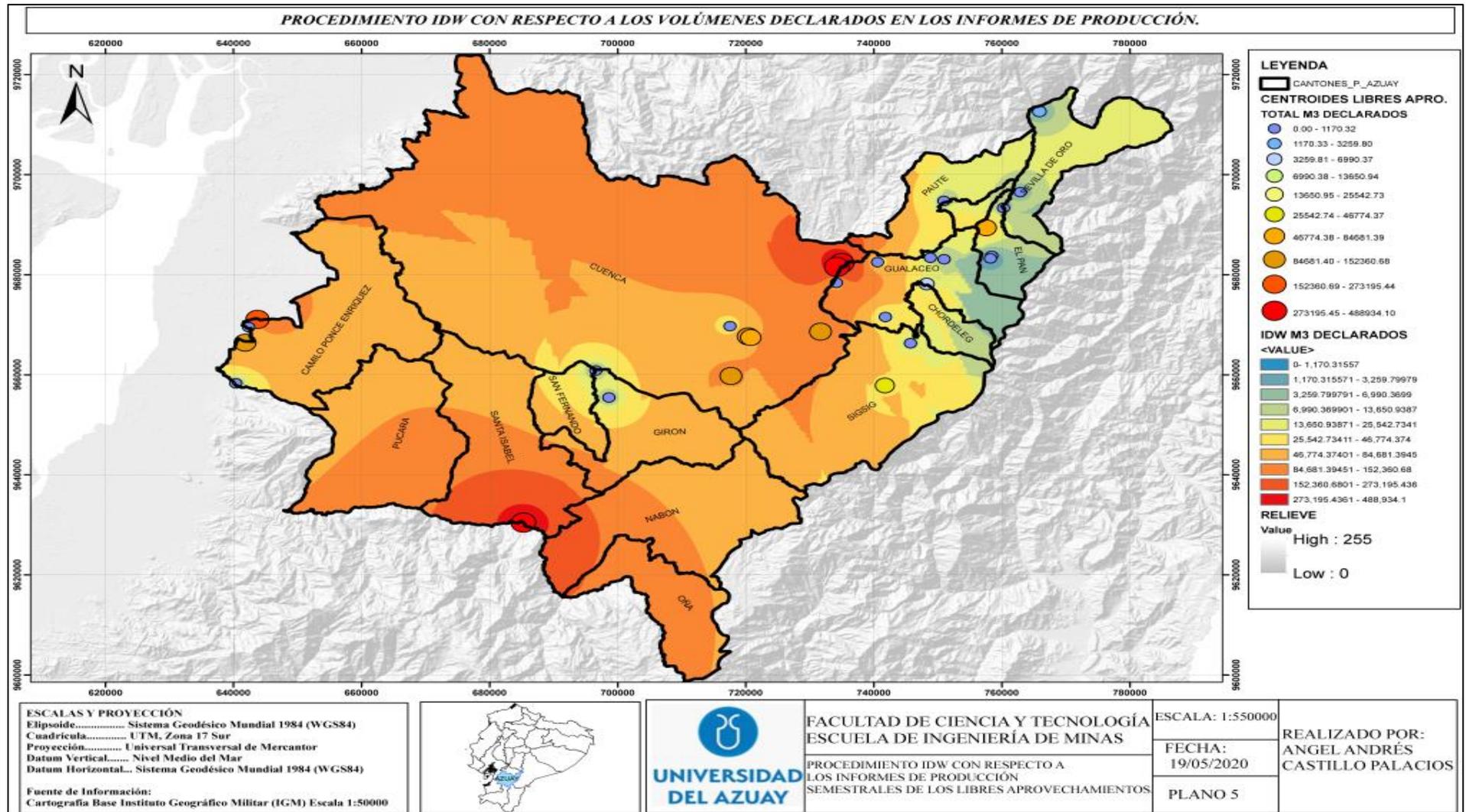


Figura 3.16. IDW para análisis geo estadístico.

3.9. Resultados de formaciones geológicas influyentes.

Las formaciones geológicas donde se asientan los libres aprovechamientos luego de levantar aquella información técnica se resumen en la tabla 3.5.

Esta información es muy importante ya que se puede decir que existe una mayor influencia sobre algunas formaciones de carácter sedimentario por lo que presentan materiales con reservas útiles para ser explotados y utilizados en la obra pública de nuestra provincia Ver figura 3.17 y anexo 4.

FORMACIONES	TOTAL
DEPÓSITOS ALUVIALES	4
FORMACIÓN LOYOLA	1
FORMACIÓN SARAGURO	2
FORMACIÓN TARQUI	4
FORMACIÓN TARQUI 1000 m	2
FORMACIÓN TURI	1
FORMACIÓN YUNGUILLA	2
SERIE PAUTE	11
TERRAZA FLUVIO GLACIAR 1	2
TOTAL GENERAL	29

Tabla 3.5. Resultados de las formaciones geológicas de influencia.

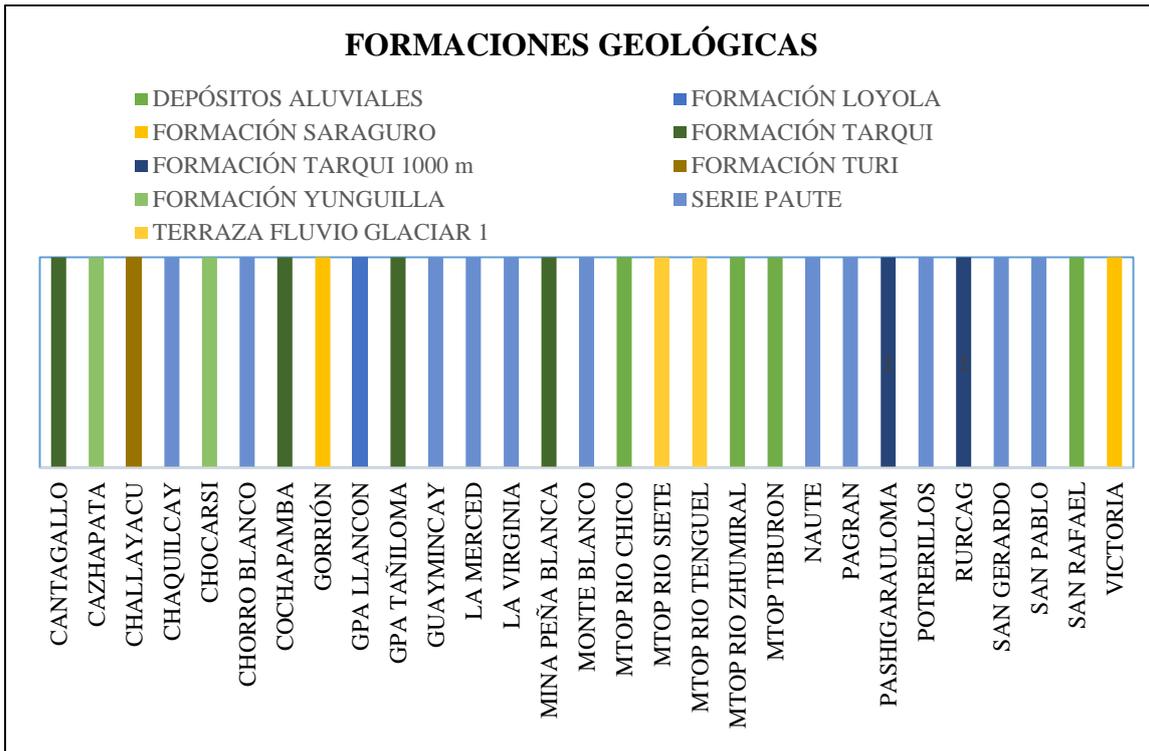


Figura 3.17. Formaciones geológicas donde se asientan los libres aprovechamientos.

3.10. Resultados de la presentación del Acto Administrativo otorgado por el MAE.

En cuestión del acto administrativo otorgado por parte del Ministerio del Ambiente (MAE), específicamente el Registro Ambiental que necesitan los libres aprovechamientos previo al inicio de actividades mineras, cabe mencionar que luego de realizar el levantamiento de información la mayoría no lo poseen tal cual la tabla 3.6.

MAE	TOTAL
NO	15
SI	14
TOTAL GENERAL	29

Tabla 3.6. Resultados de los libres aprovechamientos que cuentan o no con el Registro Ambiental

Teniendo en cuenta lo que se menciona en la tabla 3.6 se puede decir que del total de 29 libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay únicamente el 48% es decir 14 áreas cumplen con el requisito previo a explotar materiales de construcción mientras que el 52% que son 15 áreas mineras no cumplen con dicho requisito lo que conlleva a un retraso a lo planificado en obras públicas en beneficio para la ciudadanía de la provincia. Los resultados se pueden observar en las figuras 3.18, 3.19 y 3.20.



Figura 3.18. Resultados de presentación del A.A. (Registro Ambiental) por parte de los titulares de los libres aprovechamientos.

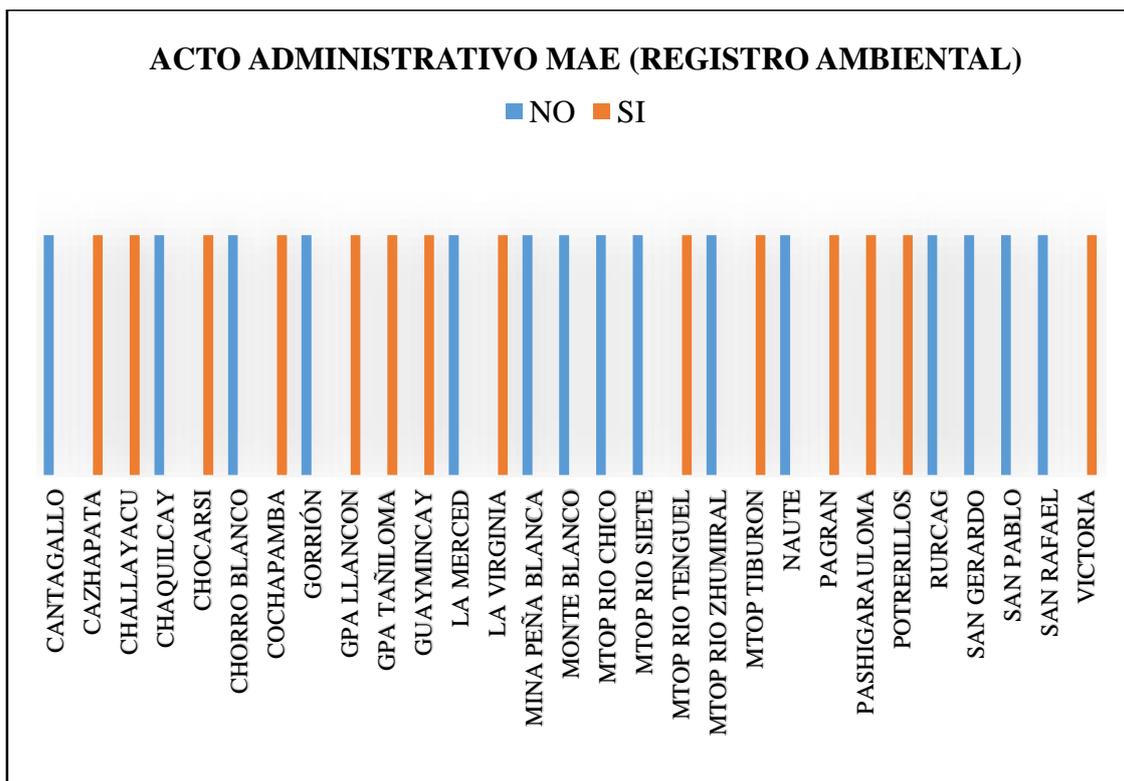


Figura 3.19. Resultados detallados del Registro Ambiental por cada libre aprovechamiento.

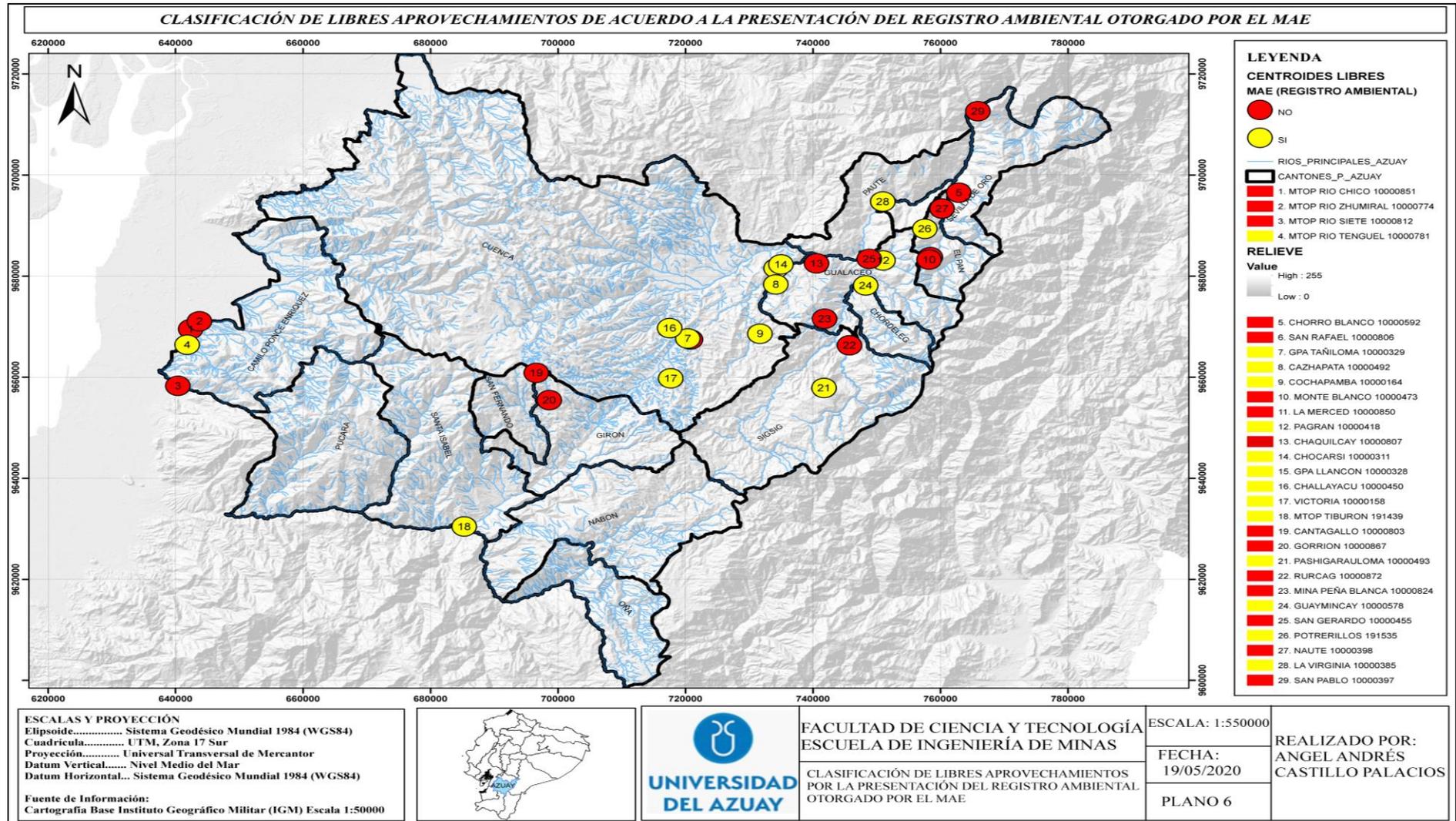


Figura 3.20. Clasificación de la presentación o no del registro ambiental otorgado por el MAE.

3.11. Resultados de la presentación del acto administrativo previo otorgado por la SENAGUA.

En cuestión del acto administrativo previo otorgado por parte de la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), que necesitan los libres aprovechamientos previo al inicio de sus actividades mineras, cabe mencionar que luego de realizar el levantamiento de información la gran parte no lo posee tal cual la tabla 3.7.

SENAGUA	TOTAL
NO	20
SI	9
TOTAL GENERAL	29

Tabla 3.7. Resultados generales de la presentación del acto administrativo emitido por la SENAGUA.

Haciendo referencia en lo plasmado en la tabla 3.7 se puede decir que del total de 29 libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay únicamente el 31% es decir 9 áreas cumplen con el requisito previo a explotar materiales de construcción emitido por la SENAGUA, mientras que el 69% que son 20 áreas mineras no cumplen con dicho requisito con lo cual habla mucho de la falta de gestión administrativa por parte de los titulares de los libres aprovechamientos. Los resultados se pueden observar en las figuras 3.21, 3.22 y 3.23.

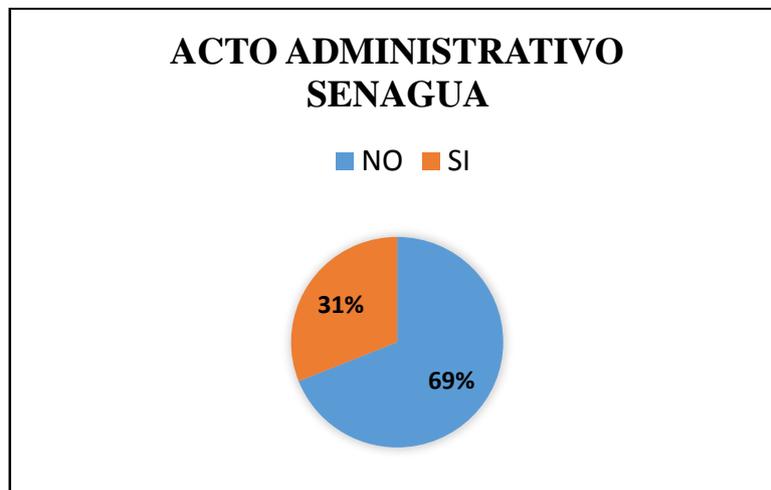


Figura 3.21. Resultados de presentación del A.A. (SENAGUA) por parte de los titulares de los libres aprovechamientos

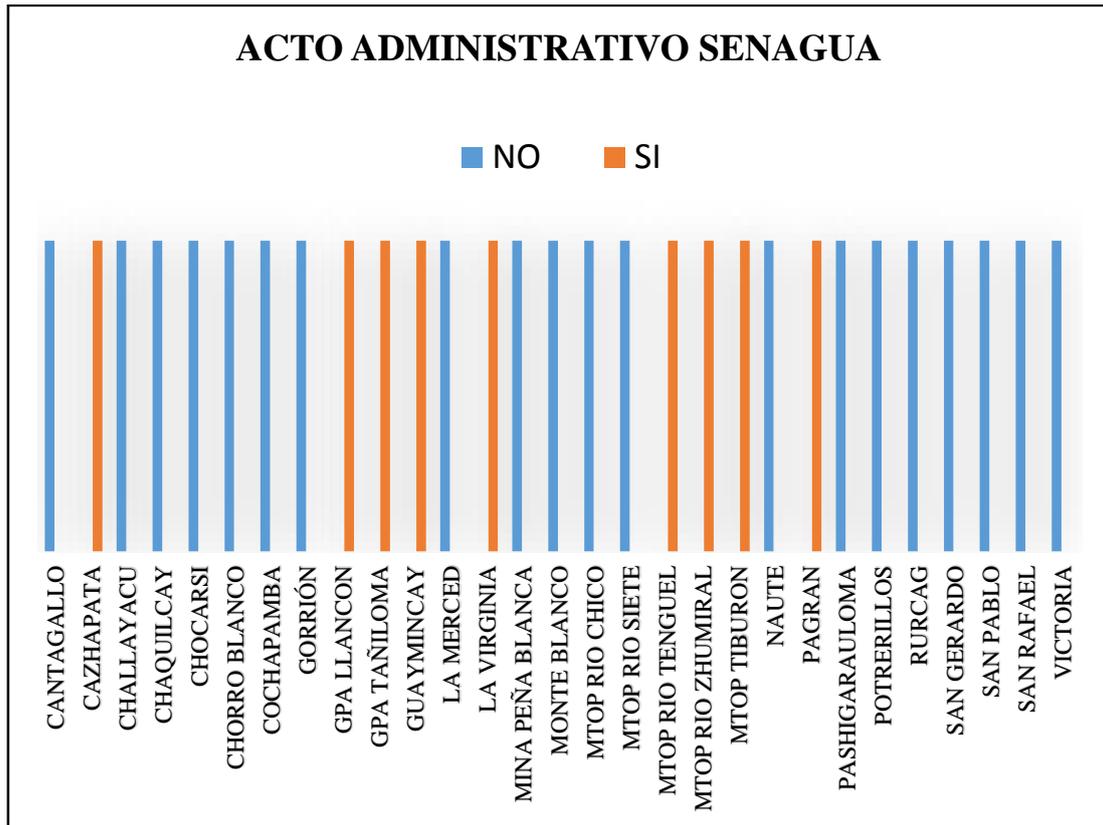


Figura 3.22. Resultados detallados de la presentación del A.A. SENAGUA por cada libre aprovechamiento.

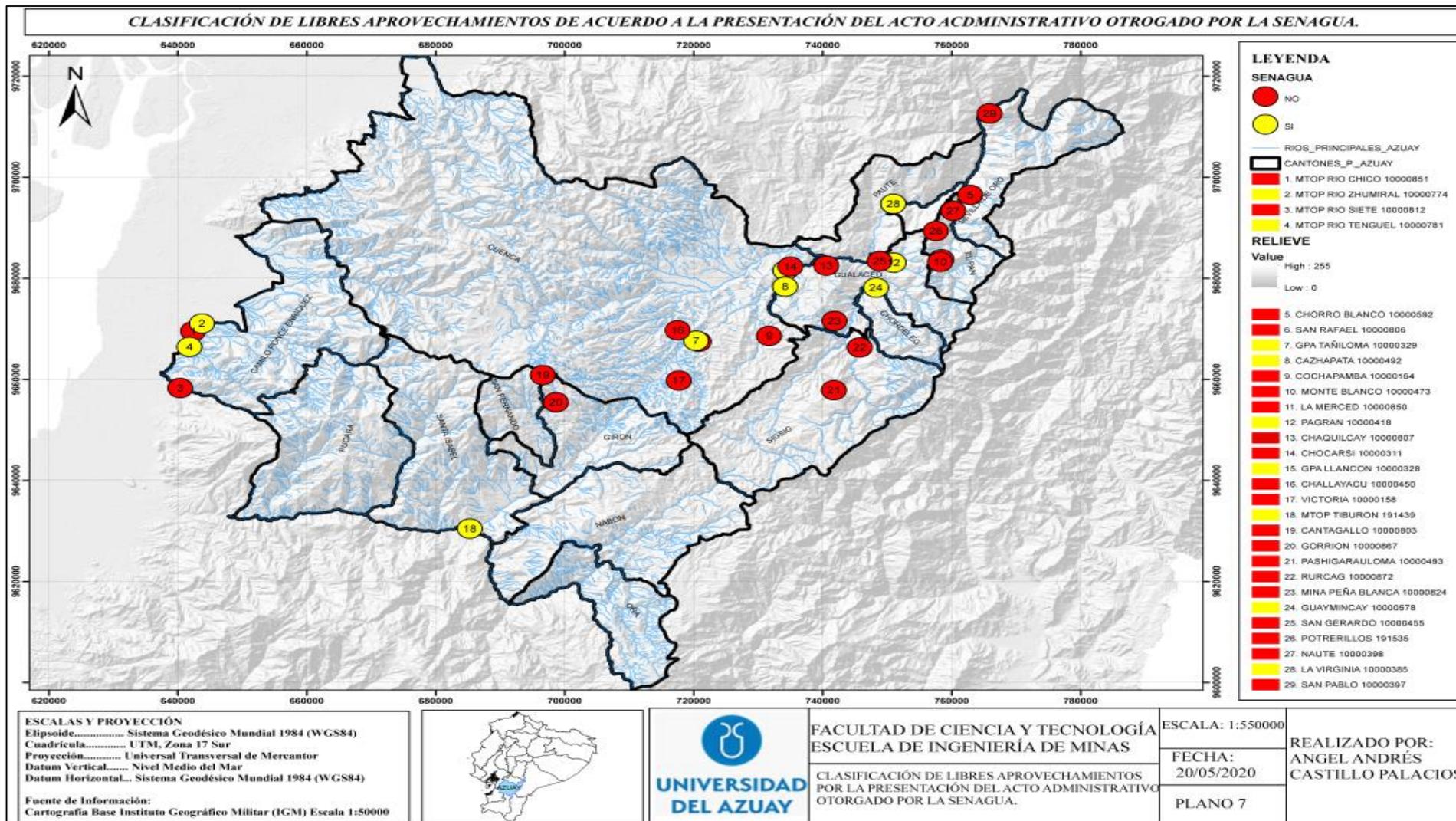


Figura 3.23. Clasificación de la presentación o no del acto administrativo otorgado por la SENAGUA

3.12. Resultados de la presentación del acto administrativo Declaración Juramentada de no afectación a bienes públicos.

En relación al acto administrativo denominado Declaración Juramentada donde se hace tomar en cuenta que las actividades mineras no afectan, en resumen, a bienes públicos en general, con lo que los titulares de los libres aprovechamientos deben hacerle ante un notario público, dejando constancia del compromiso adquirido para el desarrollo de buenas prácticas mineras previo al inicio de una fase de explotación, cabe mencionar que luego de realizar el levantamiento de información un considerado grupo no posee dicho acto administrativo, tal cual la tabla 3.8.

DECLARACIÓN JURAMENTADA	TOTAL
NO	16
SI	13
TOTALGENERAL	29

Tabla 3.8. Resultados generales de la presentación de la Declaración Juramentada de no afectación a bienes públicos.

Haciendo referencia a lo plasmado en la tabla 3.8 se puede decir que del total de 29 libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay únicamente el 45% es decir 13 áreas cumplen con la presentación de la Declaración Juramentada de No afectación a bienes públicos, mientras que el 55% es decir 16 áreas mineras no cumplen con dicho requisito con lo cual habla mucho de la falta de gestión administrativa por parte de los titulares de los libres aprovechamientos. Los resultados se pueden observar en las figuras 3.24, 3.25 y 3.26.

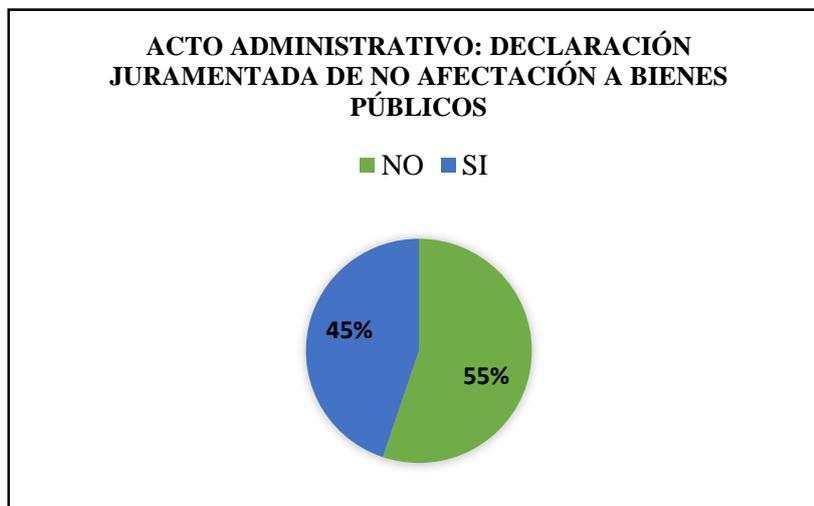


Figura 3.24. Resultados de la presentación de la Declaración Juramentada de NO afectación.

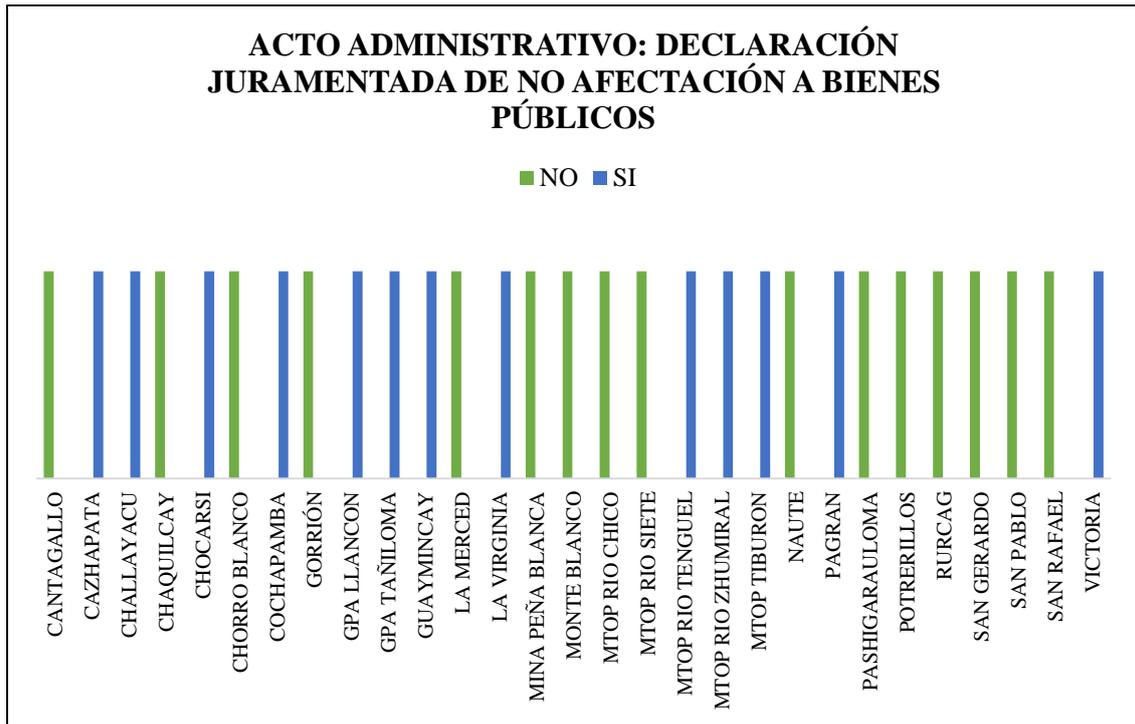


Figura 3.25. Resultados detallados de la presentación de la Declaración Juramentada por cada libre aprovechamiento.

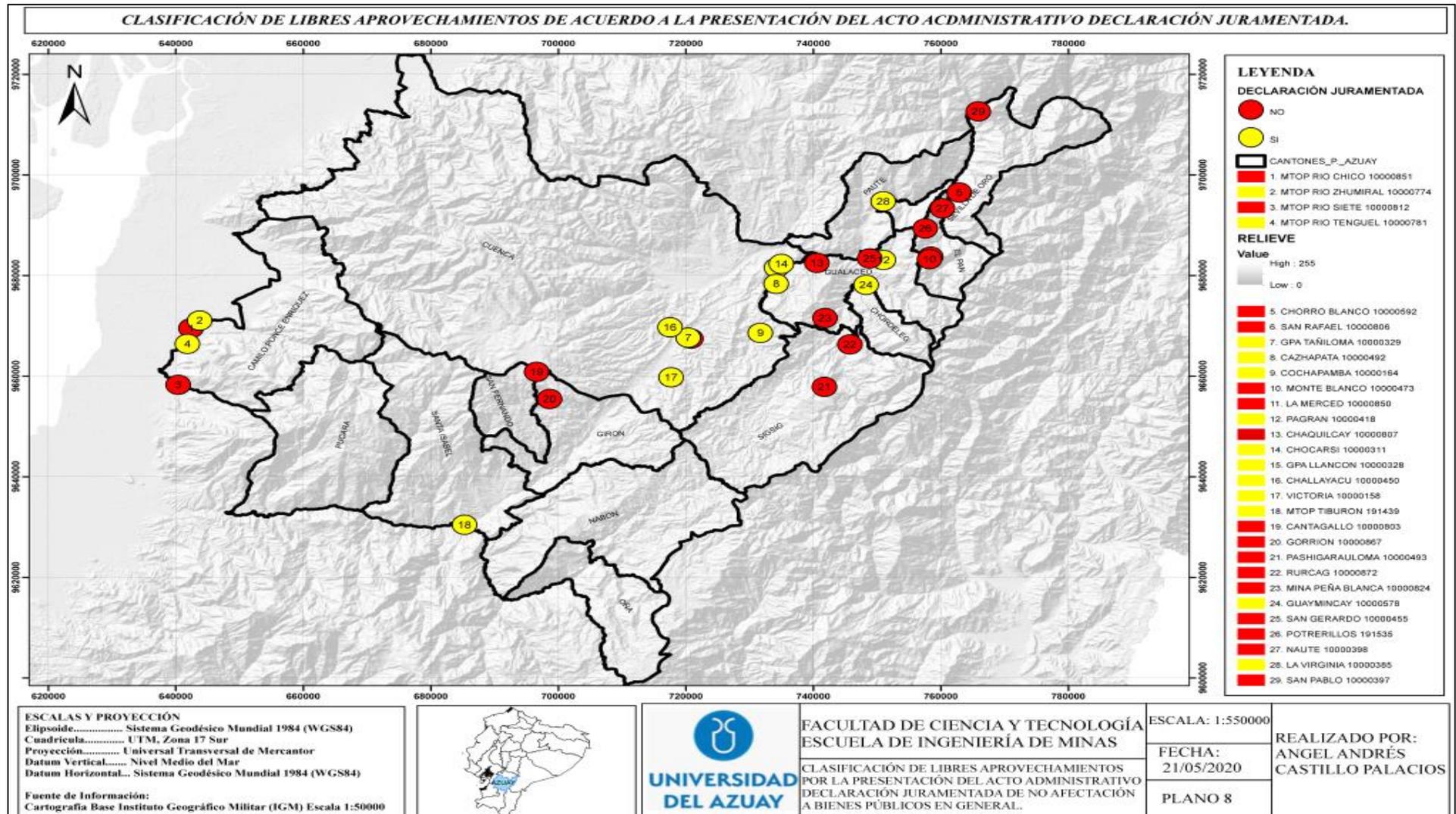


Figura 3.26. Clasificación de la presentación o no de la declaración juramentada de no afectación a bienes públicos por parte de los titulares mineros.

3.13. Resultados del análisis de la población de área y superficie de influencia de los proyectos de los libres aprovechamientos en la provincia del Azuay.

Dentro de este punto lo que se realizó fue relacionar la población directamente beneficiada principalmente en la aplicación de los materiales de construcción en obras públicas, con énfasis especial en el mantenimiento de las arterias vales en sus territorios por parte de los GADs, y por supuesto con los libres aprovechamientos, es decir, encontrar una relación que involucre tanto la población con el volumen explotado (base de datos) y de la misma manera hacerlo con la superficie (análisis espacial) de influencia en el marco del objeto de la obra de los libres aprovechamientos.

Para tal fin lo que se hizo fue analizar por cada uno de los cantones y parroquias correspondientes de los titulares mineros (base de datos de libres aprovechamientos) y con la base de datos obtenida en el INEC de la población del censo 2010, ya que aún no se cuenta con los datos actualizados del censo 2020; ver figura 3.27.

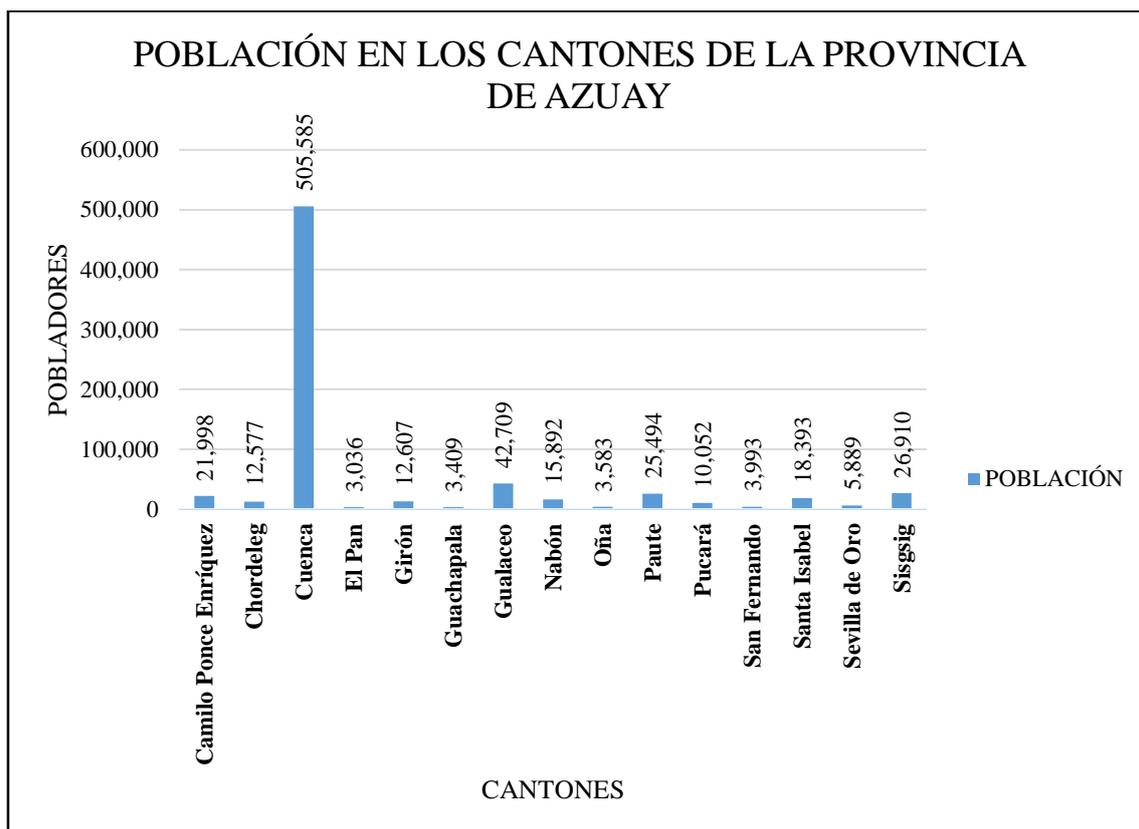


Figura 3.27. Población en los cantones de la provincia del Azuay según censo del INEC 2010.

Para el análisis de la relación del volumen explotado por habitantes y la relación de volumen explotado por superficie, se realizó primeramente un análisis espacial en un

SIG para corroborar la superficie de cada uno de los cantones y parroquias en donde los GADs son titulares mineros, posteriormente se realizaron los cálculos, los cuales se compilaron en una tabla para un mayor entendimiento, ver tabla 3.9 y anexos 2 y 3.

Libres Aprovechamientos	Nombre del titular	Superficie (km ²)	Población	m ³ Declarados	m ³ /km ²	m ³ /hab
RURCAG	GAD MUNICIPAL DE SIGSIG	676.1	26910	0	0	0
GPA LLANCON LA VIRGINIA GPA TAÑILOMA	GAD PROVINCIAL DEL AZUAY	8325.71	712127	475719.85	57.14	0.67
COCHAPAMBA VICTORIA CHALLAYACU CHOCARSI	GADM DEL CANTÓN CUENCA	3052.82	495095	683000	223.73	1.38
MONTE BLANCO POTRERILLOS	GADM DEL CANTÓN EL PAN	132.63	3036	56236.2	424.01	18.52
CHAQUILCAY	GADM DEL CANTÓN GUALAC EO	21443	43	0	0	0
SAN PABLO CHORRO BLANCO NAUTE	GADM DEL CANTÓN SEVILLA DE ORO	315	5889	1200	3.81	0.20
PAGRAN	GADP DANIEL CORDOVA TORAL	21	1702	0	0	0
PASHIGARAULO MA	GADP DE CUTCHIL	154.54	1688	32616	211.05	19.32
CANTAGALLO	GADP DE CHUMBLIN	23.55	749	0	0	0
GORRIÓN	GADP DE SAN GERARDO	51.89	1119	0	0	0
SAN RAFAEL	GADP DE TARQUI	137.4	10490	81990	596.72	7.82
CAZHAPATA	GADP DE ZHIDMAD	43	2745	0	0	0
SAN GERARDO	GADP MARIANO MORENO	34	2616	0	0	0

GUAYMINCAY	GADP REMIGIO CRESPO TORAL	30	1414	3538	117.9	2.5
MINA PEÑA BLANCA	GADP SAN JUAN	35	5305	0	0	0
LA MERCED	GADP SAN VICENTE	115.33	1840	0	0	0
MTOP RIO CHICO	MTOP	639.36	21998	263300	411.8	11.97
MTOP RIO ZHUMIRAL						
MTOP RIO TENGUEL						
MTOP RIO SIETE						
MTOP TIBURÓN						
		604.3	18393	338683.6	560.46	18.41

Tabla 3.9. Relación m^3/km^2 y $m^3/hab.$

Los valores más importantes se representan en la figuras 3.28 y 3.29.

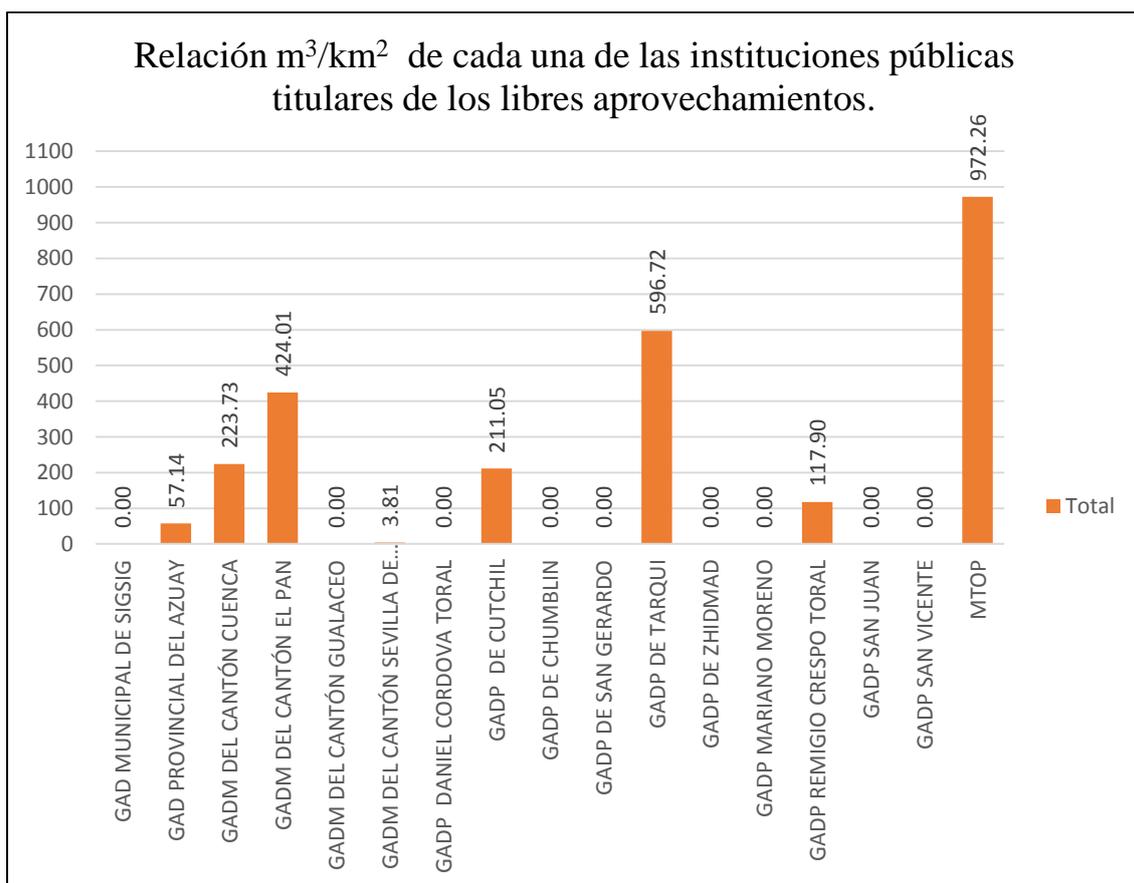


Figura 3.28. Resultados de la relación m^3/km^2 .

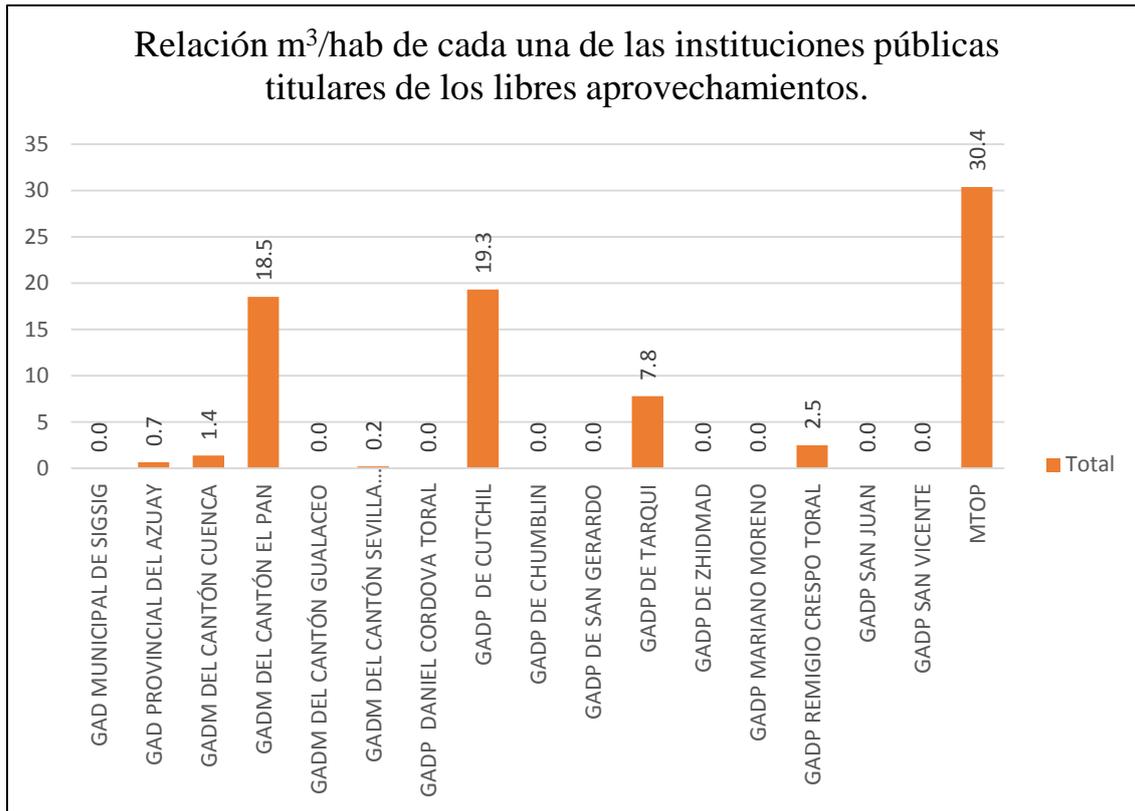


Figura 3.29. Resultados de la relación m³/hab

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Basándose en los resultados y los objetivos previamente planteados se puede concluir lo siguiente:

- Los libres aprovechamientos de acuerdo al material que explotan corresponden a lastre (18), pétreo (8) y cascajo (3). Teniendo en cuenta que tanto el lastre y el cascajo no necesitan un segundo proceso industrial (trituración) ya que se puede aplicar directamente en la obra pública luego de ser explotados, las obras principales en donde se utiliza material corresponden en especial al mantenimiento vial de carreteras de segundo y tercer orden para el caso del lastre y cascajo mientras que el material pétreo con la aplicación de una trituración primaria o secundaria para la obtención de una granulometría específica para ser utilizada como base o sub base para el caso de vías de primer orden en donde se aplica hormigón armado o asfalto, además este tipo de material se utiliza como relleno para la construcción de infraestructuras públicas que tiene competencia cada uno de los GADs.
- Existe un total de 641 hectáreas mineras concesionadas en toda la provincia del Azuay para libres aprovechamientos teniendo como titulares a los GADs en sus respectivas jurisdicciones. Cabe mencionar que únicamente el 0.077% de todo el espacio geográfico de la provincia del Azuay (832566.71 ha) esta concesionado para libres aprovechamientos lo cual representa un porcentaje muy bajo con respecto a otro régimen minero como por ejemplo metálico y no metálico dentro de la industria minera en general.
- Existen 22 libres aprovechamientos en donde los materiales se explotan en depósitos tipo cantera y 7 libres aprovechamientos explotan en depósitos aluviales, lo que conlleva a deducir que existe una gran demanda de materiales provenientes de formaciones de carácter sedimentario con mediana y alta meteorización para la aplicación directa (no es necesario un segundo proceso además de la extracción para el caso de las canteras mientras que sí para los materiales provenientes de depósitos aluviales dependiendo el requerimiento) en el mantenimiento de las arterias viales específicamente.

- Los materiales de tipo aluvial presentan mejores condiciones geo mecánicas por lo que son utilizados como agregados de construcción y también en la aplicación de base y sub base para asfaltar vías de primer orden mientras que los materiales de cantera por sus condiciones geológicas y de meteorización son utilizados principalmente en el mantenimiento vial de vías de segundo y tercer orden respectivamente y también son utilizados como material de relleno en construcciones civiles.
- Los sistemas de explotación aplicados por parte de los GADs en sus canteras corresponden: por bancos descendentes (21), mediante franjas paralelas (5), por noques (2) y un titular aplica el sistema por bancos ascendentes, con lo cual da lugar a que el sistema por bancos descendentes ha sido uno de los principales sistemas de explotación utilizado para materiales de construcción a cielo abierto, dada su aplicabilidad y experiencia en nuestro medio minero para dichos materiales, ya que resulta ser el que mejores condiciones de estabilidad genera al momento de la explotación.
- El método utilizado para la estimación de reservas de materiales de construcción corresponde a uno de los métodos tradicionales como es el método de los perfiles, en donde se aplica con mayor frecuencia a materiales con aspecto meteorizado como es el caso de lastre y el casajo que se encuentran en canteras, dicho método es muy flexible teniendo en cuenta únicamente un levantamiento topográfico del área de interés y el modelamiento en un software minero para el cálculo de volúmenes de acuerdo al sistema de explotación que se pretende aplicar, presenta cierto margen de error que resulta estar en los rangos aceptables para dichos materiales.
- Las reservas totales de materiales de construcción se estimaron en **7'873929.65 m³** que fueron calculados únicamente por el método de perfiles para los materiales antes mencionados del total de los 29 libres aprovechamientos, dicho volumen representa un gran potencial para el mantenimiento vial especialmente, ya que ayudan a que la vida útil de las carreteras de distinto índole se prolongue a

largo plazo con el fin de que cada GAD cumplan con sus competencias en mantenimiento integral de las vías, lo que garantiza una mejora continua de su gestión técnica y administrativa.

- Se estimó un total de **5'806614.04 m³** que fueron solicitados por parte de los titulares (GADs) en el inicio del trámite administrativo previo a la autorización de los 29 libres aprovechamientos vigentes, donde se justifica su fin de aplicación de dicho volumen específicamente en mantenimiento vial por parte del departamento de obras públicas de cada GAD correspondiente, corroborando con una tabla técnica del objeto de la obra señalando largo, ancho y espesor de la capa de material a ser utilizado en las distintas carreteras de nuestra provincia.
- Se ha estimado un total de **1'936270.69 m³** que fueron declarados en los informes semestrales de producción por parte de los titulares mineros de los 29 libres aprovechamientos vigentes en la provincia del Azuay desde el inicio de sus actividades, lo que viene siendo un 33.34% del total del volumen solicitado por parte de los titulares de los libres aprovechamientos con lo que se considera una gestión técnicamente buena ya que se ha venido realizando obras públicas por parte de los distintos GADs en sus jurisdicciones.
- Las formaciones geológicas donde se asientan la mayoría de libres aprovechamientos son aquellas en donde la litología se ve representada por materiales de origen volcánico de menor a mayor grado de meteorización, lo que conlleva a decir que ciertas formaciones son las idóneas para la explotación de materiales de construcción en la aplicación del mantenimiento vial principalmente, ya que se utilizan directamente luego de ser explotados y no se es necesario ningún proceso secundario como es la trituración primaria o secundaria, con excepción de los materiales pétreos que se requieren en una granulometría específica. Entre las formaciones geológicas más importantes están: Serie Paute, Formación Tarqui, Depósitos Aluviales, Formación Saraguro, Formación Loyola, etc.
- Respecto al registro ambiental emitido por el MAE se ha comprobado que 14 libres aprovechamientos constan con el acto administrativo y 15 de los mismos

no lo poseen para realizar sus actividades mineras de manera responsable ya que si bien es cierto que la autorización corresponde únicamente para dos años luego de la inscripción de la resolución en el registro minero de ARCOM resulta un tiempo sustancialmente corto dada la vasta tramitología que recae en dicha institución pública lo que conlleva a tomar decisiones para una planificación (obra pública) ya efectuada.

- Alrededor de 9 libres aprovechamientos constan con el acto administrativo de SENAGUA y 20 de los cuales no lo poseen, es necesario recalcar que ha sido uno de los actos administrativos más difíciles de obtener, lo que deja en claro la falta de gestión administrativa por parte de los titulares mineros (GADs) y las inconsistencias por parte de dicha institución (SENAGUA) ya que muchos libres aprovechamientos no afectan a cuerpos de agua dada su ubicación puntual geográfica, además de que no toda el área minera es susceptible a ser explotada lo que difiere en aspectos únicamente técnicos.
- De la presentación de la declaración juramentada de no afectación a bienes públicos en general, 13 libres aprovechamientos cumplen con la presentación y 16 no la presentan, lo que deja una vez más en claro la deficiente gestión administrativa por parte de los titulares mineros ya que su adquisición no demanda de mucho tiempo hábil, recayendo en sí en negligencia administrativa por parte de los titulares mineros.
- Coexisten 5 GADs cantonales (Cuenca, Sigsig, El Pan, Gualaceo y Sevilla de Oro) del total de 15 en la provincia del Azuay que son titulares de derechos mineros (libres aprovechamientos), es decir sólo un 33.33% de GADs municipales poseen canteras de extracción de materiales de construcción para la aplicación en obra pública, a pesar de que tanto instituciones públicas como el MTOP y el GAD provincial del Azuay también son titulares y llevan a cabo labores de mantenimiento vial en toda la provincia dadas sus competencias de acuerdo al COOTAD.
- Coexisten 10 GADs Parroquiales (Daniel Córdova Toral, Cutchil, Chumblin, San Gerardo, Tarqui, Zhidmad, Mariano Moreno, Remigio Crespo Toral, San Juan y San Vicente) del total de 75 en la provincia del Azuay que son titulares de

derechos mineros de libres aprovechamientos, es decir un 13.33% de todos los GADs parroquiales son titulares mineros lo que dejan muy en claro que desde los distintos niveles jerárquicos de gobierno se toman muy en serio su rol dentro de su gestión tanto técnica como administrativa.

- El GAD municipal del cantón Cuenca es el que más volumen declaró (683000 m³ aproximadamente) en sus informes de producción semestrales como titular de sus 4 áreas mineras de libre aprovechamiento, siendo pionero en gestión técnica y administrativa, ya que lleva una minería responsable en sus distintos índoles.
- En cuanto a la relación m³/km² y m³/hab la institución pública (MTOPE) alcanza un pico de 972.25 y 30.38 respectivamente, dado por el objeto puntual de la obra (superficie) y la población objetivo de influencia directa dentro de su aplicación de los materiales explotados, dichos valores se apegan a la realidad dado la gestión técnica que ha llevado a cabo y que se puede corroborar en sus distintos expedientes administrativos y de los informes semestrales de producción de aquellos libres aprovechamientos que es titular dicha institución estatal.
- Independientemente de la sistematización de la información revisada se evidencia un cierto descuido en el cumplimiento de trámites legales y administrativos por parte de los titulares de los GADs.

Recomendaciones

- Además de la sistematización en una base de datos con la geo referenciación espacial en el software Arc Gis puede llegar a ser un punto muy importante para llevar a cabo una buena gestión administrativa ya que proporciona indicadores, basándose por ejemplo en los volúmenes de explotación con el objeto de aplicación de la obra, con lo cual contribuye a una mejora continua, y en otro sentido también genera información para la planificación territorial minera en las distintas jurisdicciones de nuestro país, ya que con ello se puede predecir qué zonas son más susceptibles a labores mineras, de acuerdo a un análisis geo referenciado-espacial en el software antes mencionado.

- La Coordinación Zonal de Minería Centro Sur Zona 6 como representante del Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables en la zona 6, coordine capacitaciones permanentes a los técnicos de los departamentos de obras públicas de los GADs, con el fin de que la tramitología de los libres aprovechamientos se lleva a cabo de la mejor manera posible sin tener obstáculos en el camino, con lo que las obras públicas beneficiarán a toda la población de nuestra provincia.
- Los titulares mineros (GADs) deben cumplir con los requerimientos en el Art. 26 de la ley de minería previo al inicio de la explotación minera. Es menester mencionar que la gestión administrativa por parte de los GADs debe ser más ágil en el sentido de que la autorización de libres aprovechamientos por parte de la CZMCSZ6 se da para dos años, por lo tanto, se ven obligados a solicitar una prórroga por el mismo tiempo, con lo cual, se podría cumplir con la legislación vigente y con todas las fases que involucra la actividad minera, comenzando desde una prospección hasta el cierre de mina en donde finaliza dicha actividad.
- Se recomienda de que cada GAD cuente con un equipo técnico y legal adecuado en materia minera para que les solvante cuestiones relacionadas a los libres aprovechamientos en su administración, ya que se evidencia la deficiente calidad en la gestión técnica y por ende administrativa, lo que incurre en notables ocasiones a causales de caducidad de los derechos mineros y consecuentemente a la no realización de obras públicas en especial el mantenimiento vial.
- La Escuela de Ingeniería de Minas de la Universidad del Azuay como actores involucrados en materia minera y con la aplicación de programas de vinculación con la sociedad por parte de los estudiantes, deben tratar de contraer convenios interinstitucionales (UDA-GADs) con el fin de que se actúe como un asesor externo en cuanto al estudio de diseño de explotación de un área con posible reservas de materiales de construcción para su aplicación en obra pública por parte de los GADs.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, X. (2018). Planeamiento minero y diseño de explotación para materiales de construcción en el libre aprovechamiento San Gerardo de la parroquia Mariano Moreno. 34. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Alvarado, P. (2009). *Publicación de imágenes satelitales de la cuenca del río Paute en un servidor de mapas*. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Castillo, J. (2018). *Diseño de la planeación minera del libre aprovechamiento GPL Utana perteneciente al Gobierno Provincial de Loja*. Cuenca, Ecuador.
Recuperado el 11 de Noviembre de 2019
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. (19 de Octubre de 2010). Registro Oficial 303. Quito, Ecuador.
- Código Orgánico del Ambiente. (12 de Abril de 2017). Registro Oficial 983. Quito, Ecuador.
- Constitución de la República del Ecuador. (20 de Octubre de 2008). Registro Oficial 449. Quito, Ecuador.
- Contento, A., & Pinto, I. (2014). DISEÑO DEL MÉTODO DE EXPLOTACIÓN DEL YACIMIENTO DE CALIZA MODULO NORTE DE LA MINA LA ESPERANZA, MUNICIPIO LA CALERA - CUNDINAMARCA. Colombia.
Recuperado el 11 de Noviembre de 2019
- Fonseca, L. (Abril de 2015). ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO DE CARÁCTER TÉCNICO-AMBIENTAL QUE EVIDENCIE LOS DIFERENTES PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS NECESARIAS PARA LA EXTRACCIÓN DE MATERIALES DE ARRASTRE. Sogamoso. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019, de <https://bdigital.upme.gov.co/bitstream/001/974/2/INSTRUMENTO%20UPME-UPTC-xa%20VERSION%20DEFINITIVA.pdf>
- Gárate, J. (2016). *Diseño de explotación de los materiales de construcción del lecho del río Paute sector Caguazhún, mediante el método de diques transversales*. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Herrera, J. (2006). *Métodos de Minería a Cielo Abierto*. Madrid, España. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Herrera, J. (2007). *Diseño de explotaciones de cantera*. Madrid, España. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Leon, F. (2017). *Diseño de explotación para materiales pétreos en el río Jubones de la concesión minera Sánchez*. Cuenca, Ecuador. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Ley de Minería. (29 de Enero de 2009). Registro Oficial 517. Quito, Ecuador.

Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo. (5 de Julio de 2016). Registro Oficial 790. Quito, Ecuador.

Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua. (6 de Agosto de 2014). Registro Oficial 305. Quito, Ecuador.

López, C., & Bustillo, M. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid, España: Entorno Grafico S.I. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

López, M. (1994). *Manual para la Selección de Métodos de Explotación de Minas*. México. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Marqués, M. (2009). *Bases de Datos*. Recuperado el 4 de Enero de 2019, de http://www3.uji.es/~mmarques/apuntes_bbdd/apuntes.pdf

Ministerio de Minas y Energía. (Diciembre de 2013). Explotación de materiales de construcción. (1). Colombia. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019

Mojica, R., & Manrique, J. (2008). Diques Transversales: Método de Explotación Minero Ambiental. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019, de http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_sogamoso/pregrado/minas/documentos/DIQUES_TRANSVERSALES_METODO_DE_EXPLORACION_MINERO_x_AMBIENTAL.pdf

Ochoa, P. (2008). *Tutorial de prácticas ArcGIS Versión 9.2*. Cuenca, Azuay, Ecuador.

Ordoñez, M., Tapia, J., & Asanza, W. (2015). *Fundamentos de Bases de Datos* (Primer ed.). Machala, Ecuador: UTMACH.

- Reglamento Ambiental para Actividades Mineras en la República del Ecuador. (27 de Marzo de 2014). Registro Oficial 213. Quito, Ecuador.
- Reglamento de Libre Aprovechamiento de Materiales de Construcción. (1 de Julio de 2011). Registro Oficial 797. Quito, Ecuador.
- Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ámbito Minero. (16 de Mayo de 2014). Registro Oficial 247. Quito, Ecuador.
- Reglamento Especial para la Explotación de Áridos y Pétreos. (7 de Septiembre de 2012). Registro Oficial 784. Quito, Ecuador.
- Reglamento General a la Ley de Minería. (16 de Noviembre de 2009). Registro Oficial 67. Quito, Ecuador.
- Reglamento Ley de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo. (3 de Abril de 2019). Registro Oficial 460. Quito, Ecuador.
- Resolución 004 emitida por el Consejo Nacional de Competencias. (8 de Enero de 2015). Registro Oficial 411. Quito, Ecuador.
- Rodríguez, S. (2012). *LOCALIZACIÓN DE ÁREAS DE POTENCIAL EXPLOTACIÓN MINERA QUE NO AFECTEN LA DINÁMICA AMBIENTAL Y TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE MARMATO, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA*. Manizales, Colombia.
- Secretaría Nacional del Agua. (31 de Mayo de 2013). Manual para transformación de coordenadas. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 10 de Febrero de 2020, de https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/MANUAL_TRANSFORMACION_DE_COORDENADAS.pdf
- Sepúlveda, G., Branch, W., & Jaramillo, P. (10 de Junio de 2012). Planeamiento de minas a cielo abierto mediante optimización estocástica. Medellín, Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n31/n31a08.pdf>
- Sotelo, J. (2013). *Apuntes del curso de planificación minera de superficie y subterránea*. Santiago: Universidad de Antofagasta.

Universidad Nacional de Colombia. (2018). EXPLOTACION SUBTERRANEA DE
CANTERAS, UNA ALTERNATIVA ECONOMICA Y AMBIENTAL EN
ZONAS URBANAS, ANGELFIRE. Colombia. Recuperado el 11 de Noviembre
de 2019, de <http://www.angelfire.com/mi/cantera4/>

ANEXOS

Cuenca, 09 de enero de 2020

Señor Ingeniero
 Fernando Valencia Guaricela
 COORDINADOR ZONAL DE MINERÍA CENTRO SUR ZONA 6
 Su despacho.-

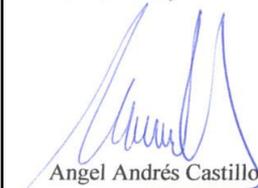
De mi consideración,

Yo, Angel Andrés Castillo Palacios, con código 74250, estudiante de la carrera de Ingeniería en Minas en la Universidad del Azuay, solicito de la manera más comedida se me brinde acceso a la información que reposa en los archivos administrativos de los libres aprovechamientos de la provincia del Azuay, con el fin de desarrollar mi trabajo de tesis denominado "SISTEMATIZACIÓN DE LOS LIBRES APROVECHAMIENTOS VIGENTES EN LA COORDINACIÓN ZONAL DE MINERÍA CENTRO SUR ZONA 6", todo esto lo requiero en apego al artículo 91 de la Constitución de la República: "*La acción de acceso a la información pública tendrá por objeto garantizar el acceso a ella cuando ha sido denegada expresa o tácitamente, o cuando la que se ha proporcionado no sea completa o fidedigna. Podrá ser interpuesta incluso si la negativa se sustenta en el carácter secreto, reservado, confidencial o cualquiera otra clasificación de la información. El carácter reservado de la información deberá ser declarado con anterioridad a la petición, por autoridad competente y de acuerdo con la ley*".

Actuando conforme a la norma legal vigente previamente sustentando dicho propósito.

Por la favorable acogida, anticipo mis agradecimientos.

Atentamente,



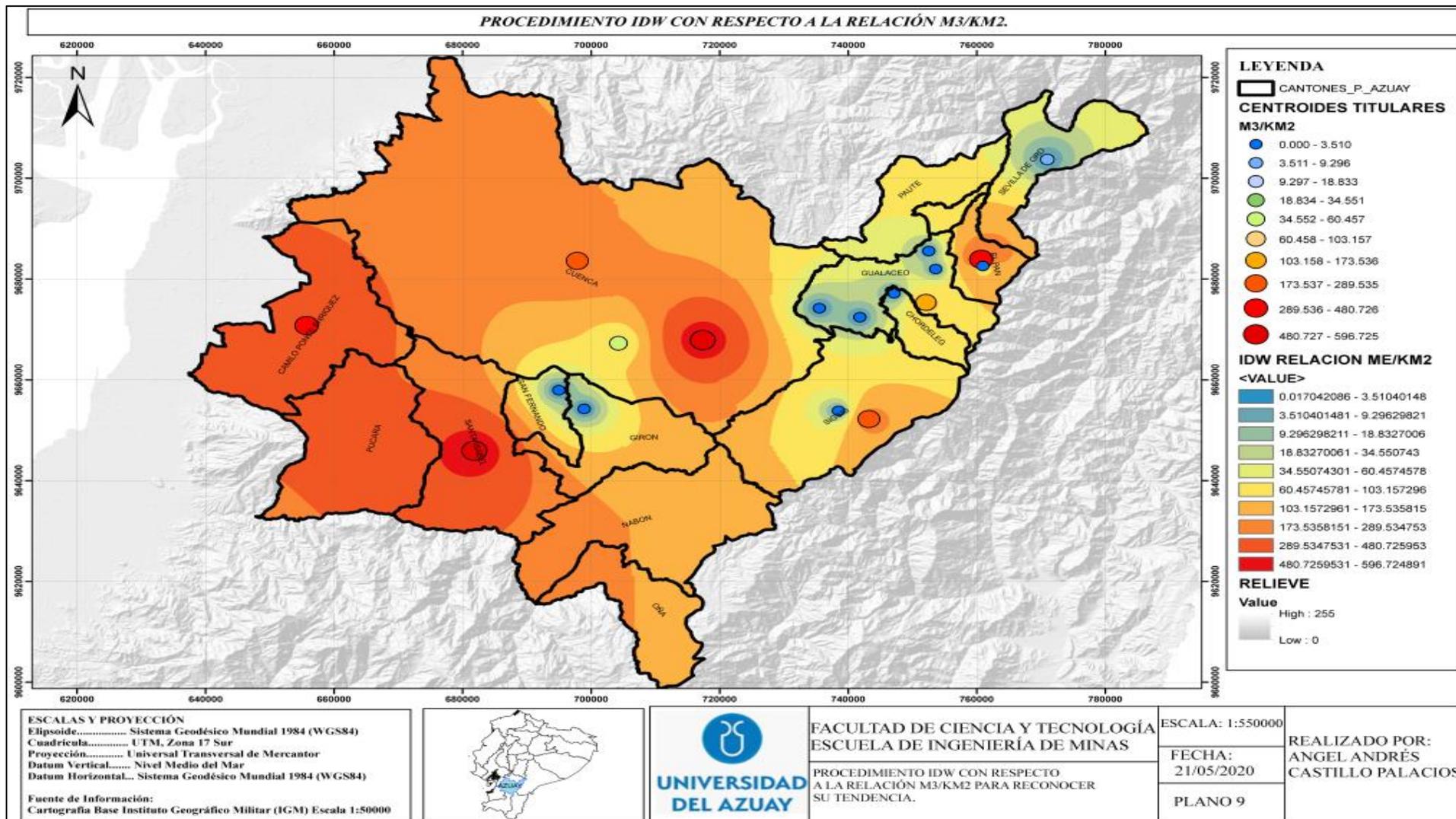
Angel Andrés Castillo

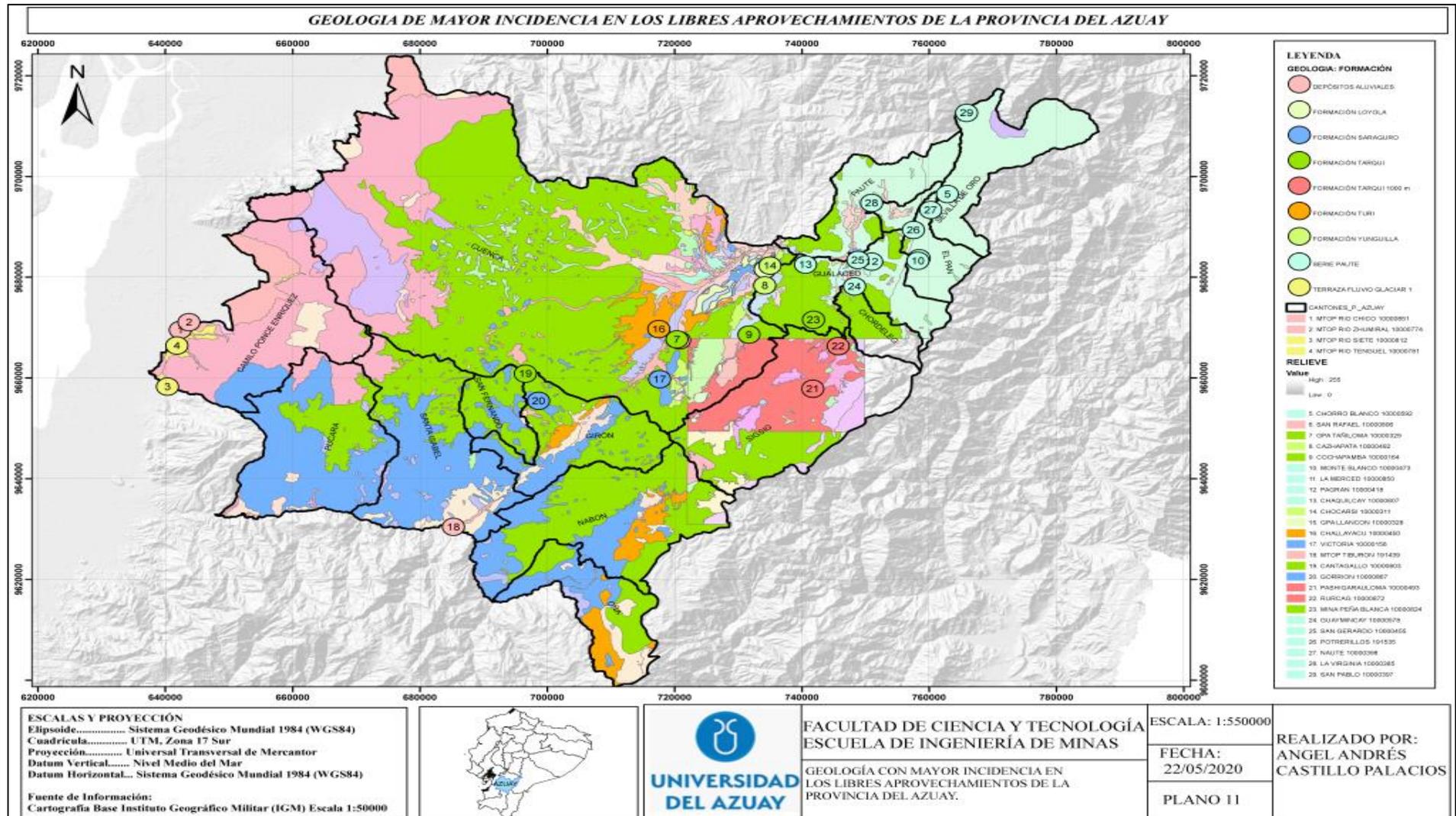
CC: 1900854363

Correo: andy16.es@gmail.com

 EL GOBIERNO DE TODOS	MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES
	COORDINACIÓN ZONAL CENTRO SUR ZONA 6 RECEPCIÓN DE DOCUMENTOS
FECHA: 09-01-2020. HORA: 11:59	
..... 0033 CON ANEXOS	
FIRMA:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	

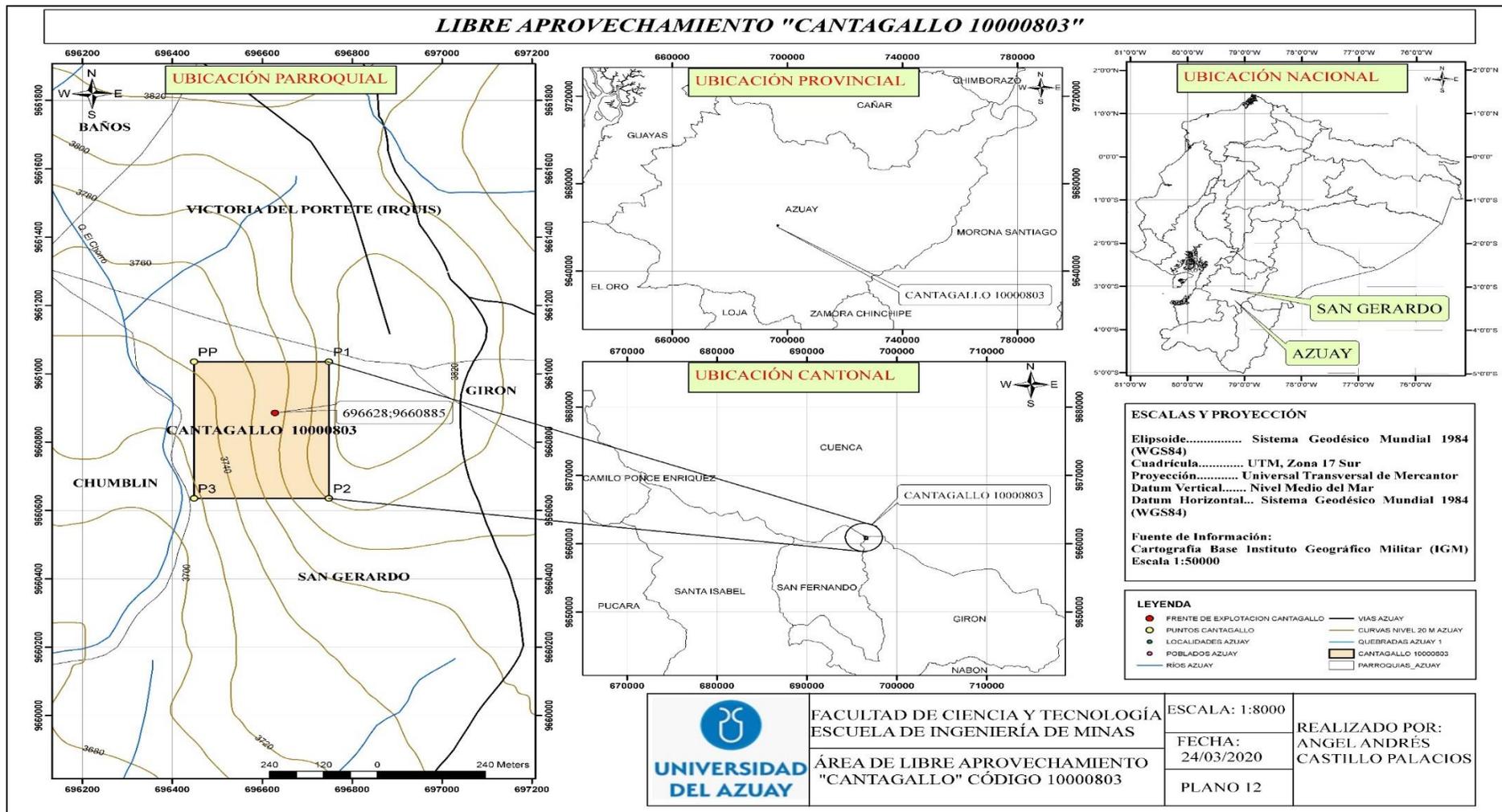
Anexo 1. Solicitud de acceso a la información en la CZMCSZ6



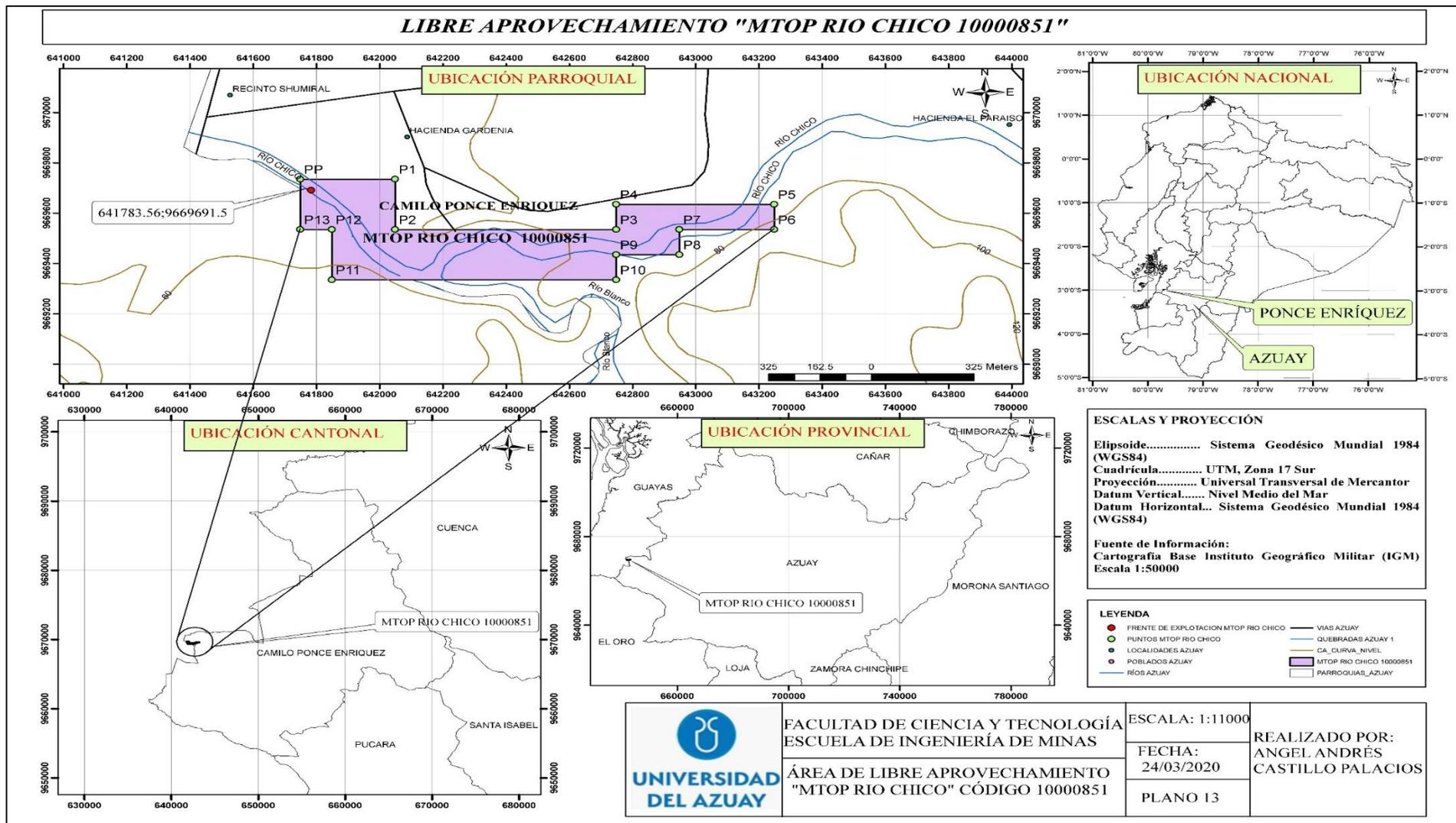


Anexo 4. Formaciones geológicas donde se asientan los libres aprovechamientos en la provincia del Azuay.

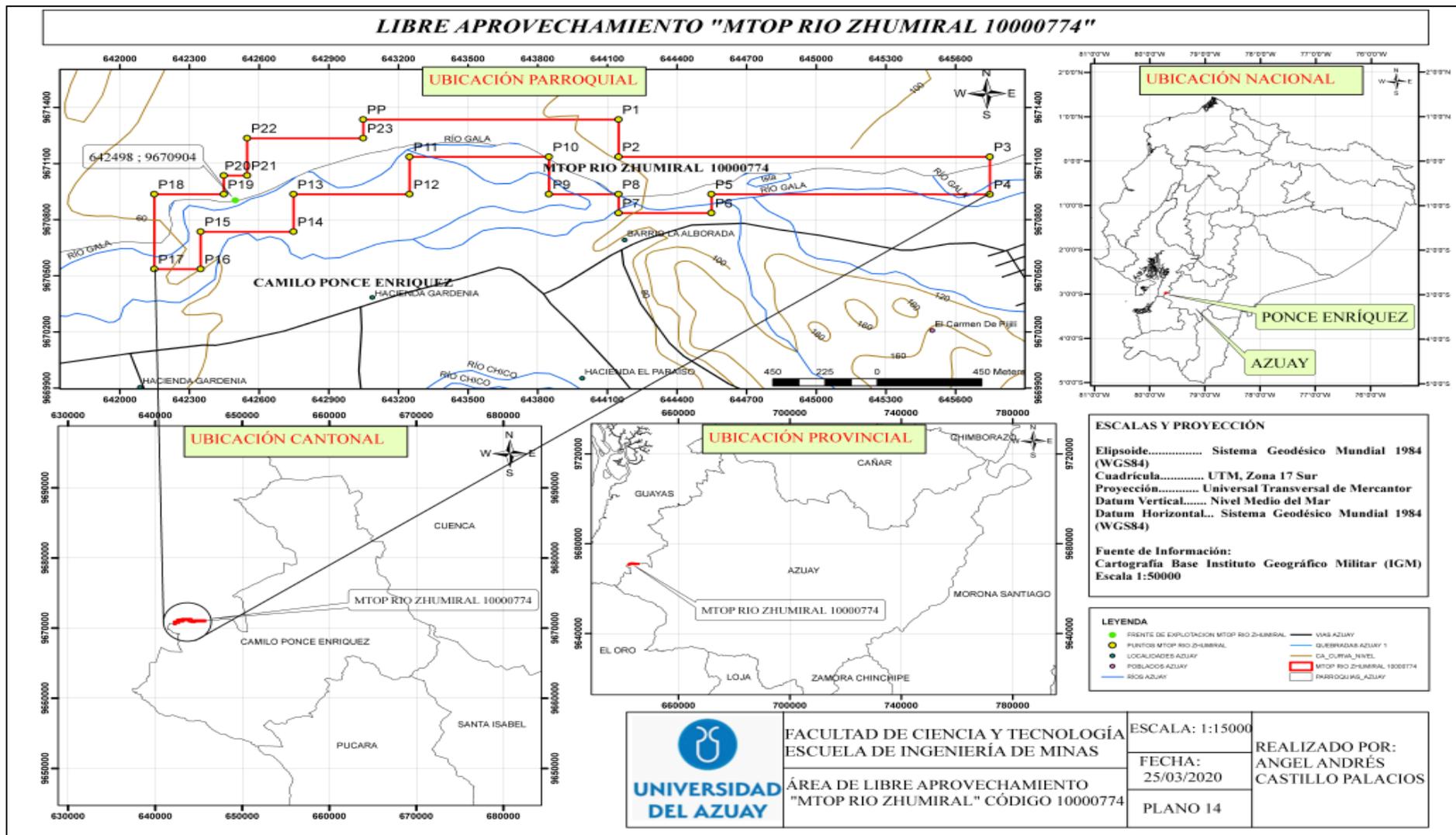
EJEMPLOS DE UBICACIÓN DE ÁREAS DE LIBRE APROVECHAMIENTO



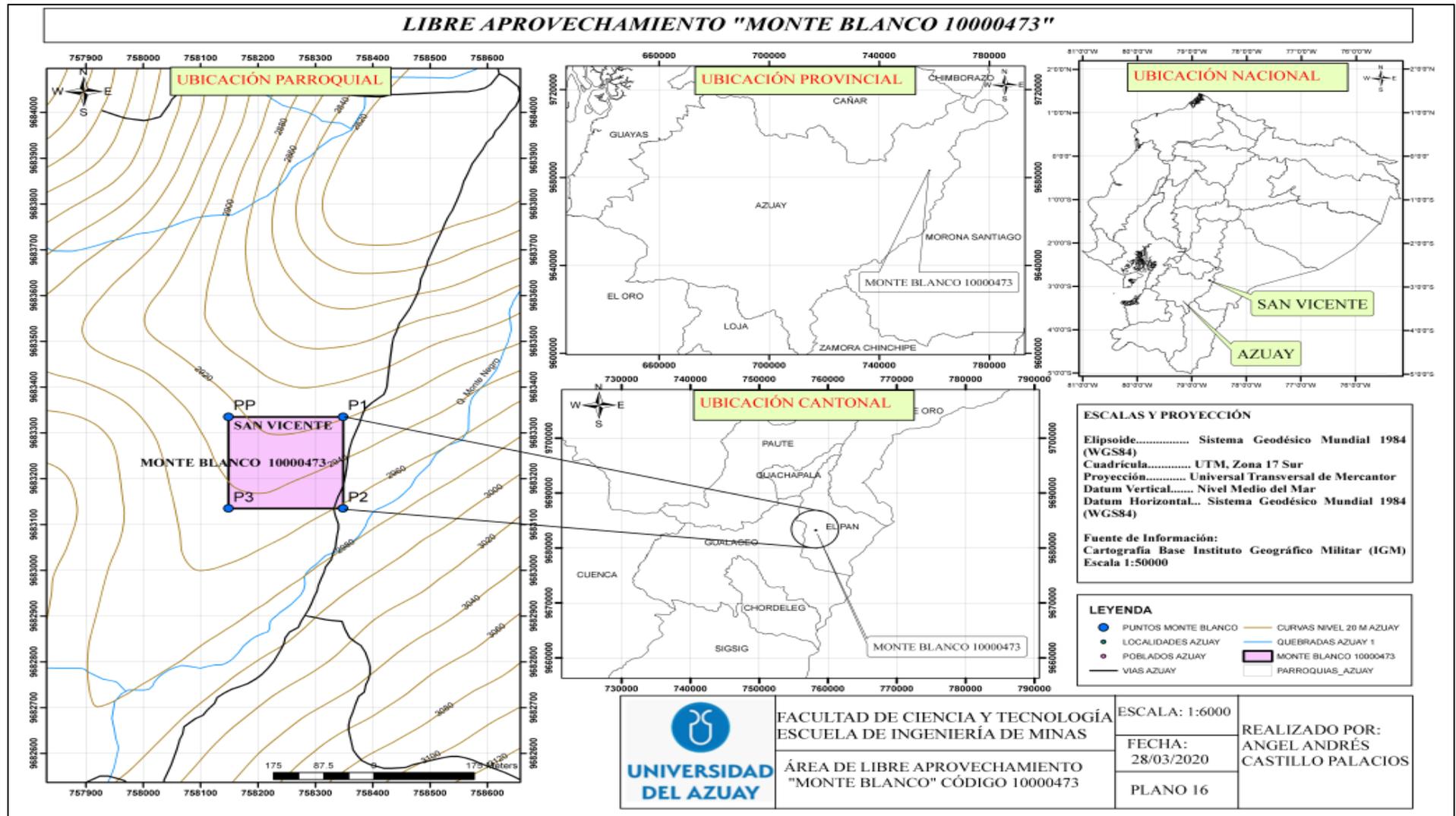
Anexo 5. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Cantagallo 10000803".



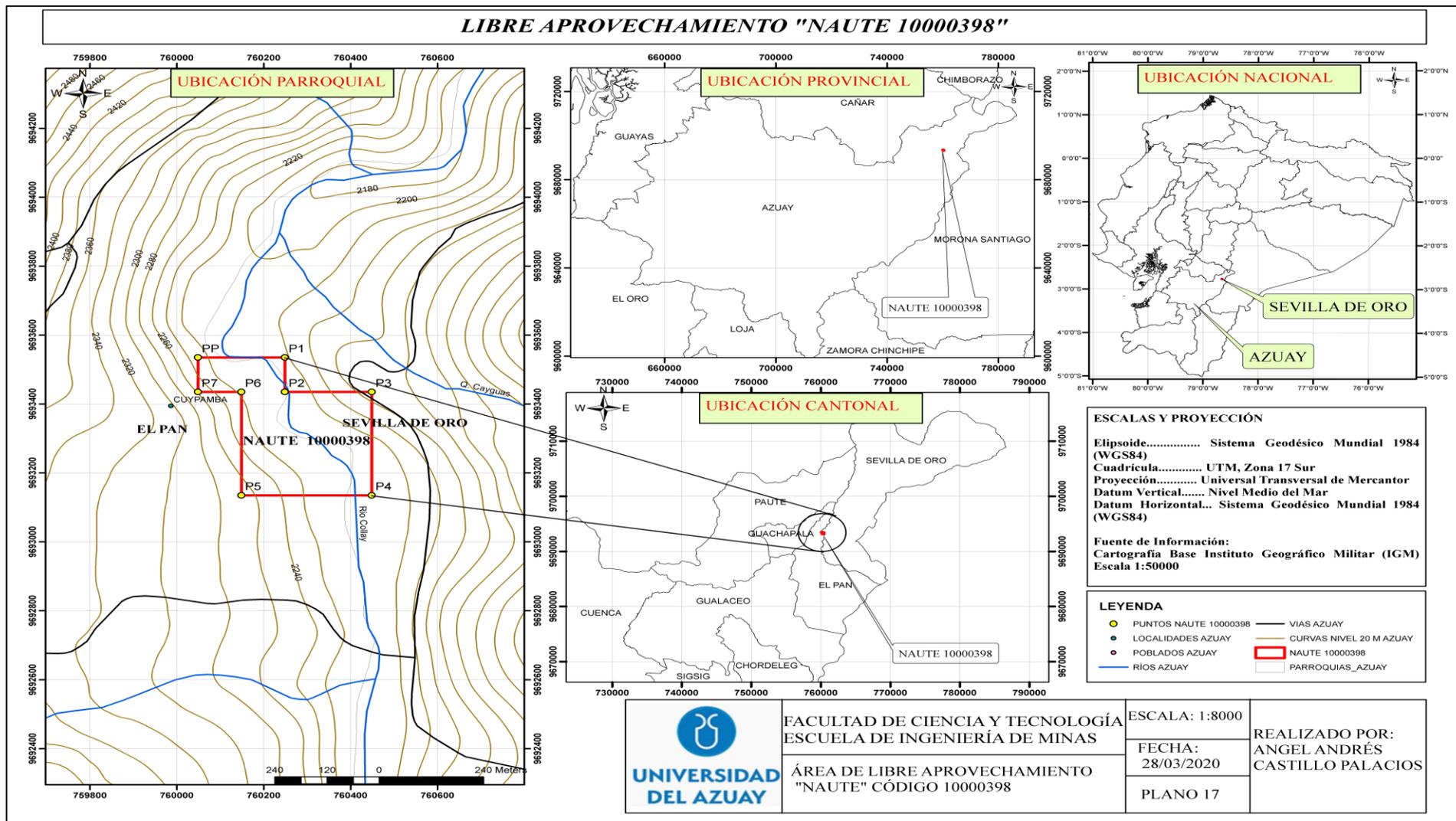
Anexo 6. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "MTOP Río Chico 10000851".



Anexo 7. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "MTOPO Río Zhumiral 10000774".



Anexo 9. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Monte Blanco 10000473".

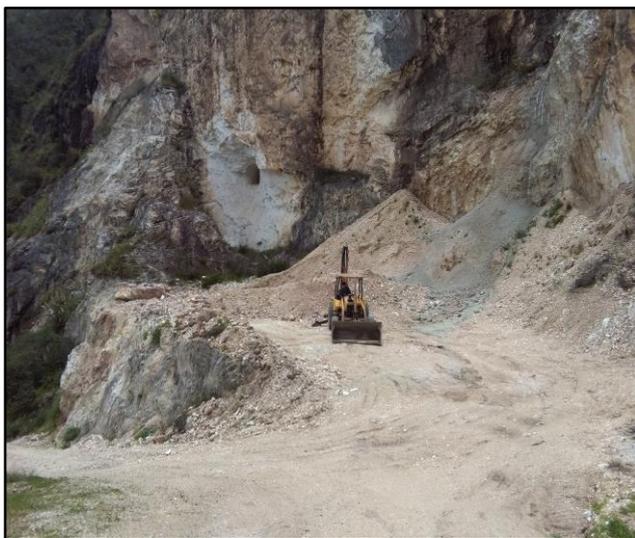


Anexo 10. Mapa de ubicación Área de Libre Aprovechamiento "Naute 10000398".

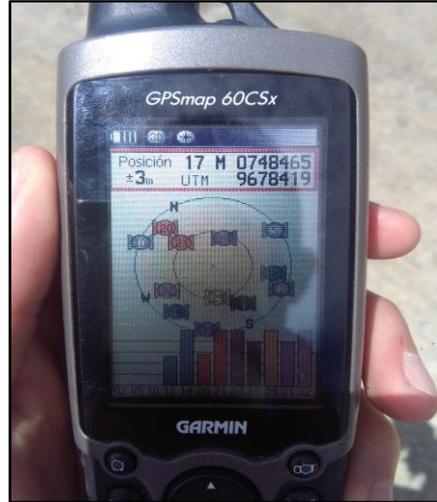
REGISTRO FOTOGRÁFICO DE ÁREAS DE LIBRE APROVECHAMIENTO



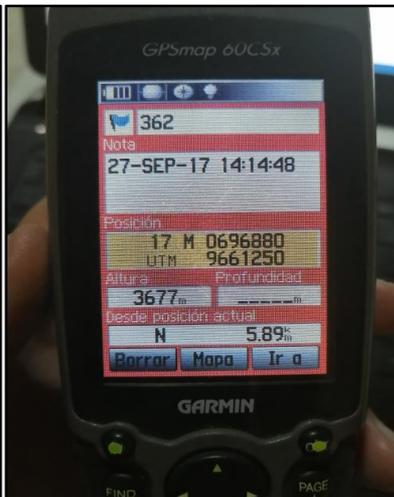
Anexo 11. Área de Libre Aprovechamiento "GORRIÓN" Código 10000867



Anexo 12. Área de Libre Aprovechamiento "MINA PEÑA BLANCA" Código 10000824



Anexo 13. Área de Libre Aprovechamiento "GUAYMINCAY" Código 10000578



Anexo 14. Área de Libre Aprovechamiento "CANTAGALLO" Código 10000803



Anexo 15. Área de Libre Aprovechamiento "Chaquilcay" Código 10000807.



Anexo 16. Área de Libre Aprovechamiento "La Merced" Código 10000850.



Anexo 17. Área de Libre Aprovechamiento "San Gerardo" Código 10000455.



Anexo 18. Área de Libre Aprovechamiento "Pagran" Código 10000418.



Anexo 19. Área de Libre Aprovechamiento "Victoria" Código 10000158.



Anexo 20. Área de Libre Aprovechamiento "Potrerillos" Código 191535.



Anexo 21. Área de Libre Aprovechamiento "Gpa Tañiloma" Código 10000329.