



## **Evaluación ambiental de la extracción de materiales de construcción en la cantera Km 34**

**Fernando Nsue Mongoro Andeme**

Carrera: Ingeniería Técnica en Geología.

Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial (Guinea Ecuatorial).

**Resumen:** Se caracterizó la cantera Km 34 de la empresa CAMIGESA de Malabo. Se identificaron seis de sus principales impactos y ocho factores susceptibles de ser impactados. La metodología empleada en esta investigación permitió evaluar los impactos generados por la actividad de la cantera en sus principales fases de explotación.

**Palabras clave:** Impactos ambientales; extracción de materiales.

## **Environmental evaluation of materials construction extractions in the Km 34**

**Abstract:** The investigation provides a characterization of the km 34 quarry owned by CAMIGESA in Malabo. It identifies six major environmental impacts and eight factors that are susceptible to be affected. The methodology used in this investigation allowed evaluating the impacts of the mining process in the deposit throughout its main stages.

**Key words:** Environmental impact; material extraction.

## Introducción

La cantera Km 34 de la empresa CAMIGESA, situada a esa misma distancia de la ciudad de Malabo, opera desde el 2007 con un volumen de producción no muy elevado pero importante, dedicado exclusivamente a las obras que demandan el desarrollo acelerado del país, sin embargo, no se han desarrollado trabajos para determinar y mitigar la incidencia ambiental que su explotación provoca al entorno.

En el trabajo se determinaron los efectos medioambientales provocados por la explotación de los materiales de construcción en la cantera Km 34 de la empresa CAMIGESA.

Las fases metodológicas desarrolladas para el cumplimiento de la investigación resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudios que hacen posible la evaluación de la influencia de la cantera objeto de estudio sobre el medio ambiente.

### 1ª Fase

Identificación de las acciones generadas por el sistema de explotación  
Personalización de los factores ambientales afectados.

### 2ª Fase

Identificación de impacto  
Evaluación del impacto ambiental  
Establecer los efectos provocados por la actividad  
Evaluación y valoración de los impactos ambientales  
Proponer un plan de medidas de protección y corrección.

## Importancia del impacto (I)

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante la fórmula siguiente descrita por Conesa (2007): el modelo propuesto [tabla (fórmula)], en función del valor asignado a los símbolos considerados.

$$I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + AC + EF + PR + MC]$$

Tabla 1. Indicadores de los impactos con la importancia

|   |   |
|---|---|
| <b>Naturaleza (N)</b><br>Ø Impacto beneficioso (+)<br>Ø Impacto perjudicial (-)   | <b>Intensidad (I)</b><br>Ø Baja.....1<br>Ø Media.....2<br>Ø Alta.....4<br>Ø Muy alta.....8<br>Ø Total.....12  |
| <b>Extensión (EX)</b> área de influencia:<br>Ø Puntual.....1<br>Ø Parcial.....2<br>Ø Extenso.....4<br>Ø Total.....8<br>Ø Crítico.....+4 | <b>Momento (MO)</b> plazo de manifestación:<br>Ø Largo plazo.....1<br>Ø Medio plazo.....2<br>Ø Inmediato.....4<br>Ø Crítico.....+4  |
| <b>Persiste (PE)</b> permanencia del efecto:<br>Ø Fugaz.....1<br>Ø Temporal.....2<br>Ø Permanente.....4                                 | <b>Reversibilidad (RV):</b><br>Ø Corto plazo.....1<br>Ø Medio plazo.....2<br>Ø Irreversible.....4   |
| <b>Acumulación (AC)</b> Incremento progresivo:<br>Ø Simple.....1<br>Ø Acumulativo.....4   | <b>Efecto(EF):</b><br>Ø Indirecto (secundario)...1<br>Ø Directo (primario).....4  |
| <b>Periodicidad (PR):</b><br>Ø Irregular o discontinuo.....1<br>Ø Periódico.....2<br>Ø Continuo.....4                                   | <b>Recuperabilidad (RB)</b> reconstrucción por medios humanos:<br>Ø Recuperable de forma inmediata...1<br>Ø Recuperable a medio plazo.....2<br>Ø Mitigable.....4<br>Ø Irrecuperable.....8 |
| <b>IMPORTANCIA (I):</b><br><b><math>I = \pm[3I+2EX+MO+PE+RV+AC+EF+PR+RB]</math></b>   |   |

Tras efectuar el cálculo de la importancia para la valoración cualitativa de cada impacto, se agrupan los mismos en tres categorías de valores expresados según la Tabla 2.

Tabla 2. Categorización de los impactos por su valor (Conesa, 2007)

| Valor | Significado  |
|-------|--------------|
| 13-25 | Débil (D)    |
| 25-50 | Moderado (M) |
| 50-75 | Fuerte (F)   |

## Caracterización general de la cantera

### Precisión geográfica y direcciones

La cantera Km 34 de la empresa CAMIGESA se ubica en el poblado de Long-Street, a 34 km, en el tramo que une a las ciudades Malabo-Luba, en dirección S-E. La vía principal de acceso al lugar de las extracciones está en muy malas condiciones.

### **Extensión de la cantera y solidez de producción**

La cantera Km 34 tiene una extensión superficial aproximada de 45 ha, equivalentes a 450 000 m<sup>2</sup>. Se pudo verificar que la cantera tiene un volumen de producción mensual de 15 000 m<sup>3</sup>, que anualmente son 180 000 m<sup>3</sup> de materiales utilizados para diferentes obras de edificación, asfalto, etc.

El cálculo del mineral se realiza con una enorme báscula que aproximadamente mide 12 m, el camión se coloca sobre la misma y la información se transmite directamente a la unidad. Ya conocida la información, se obtiene el promedio según el volumen del camión, que frecuentemente es de 16 m<sup>3</sup>.

### **Instalaciones**

Los aspectos que marcan la infraestructura de la cantera Km 34 son: Un taller con dos secciones: uno de mecánica, y otro para chapistas y soldadores; dos oficinas: una para los jefes y otra para el control de salida y entrada de los camiones; una sala de control para los equipos de la planta de trituración y un comedor.

A pesar de que la cantera cuenta con un cuarto de servicios se pudo comprobar que muchos de los trabajadores prefieren hacer sus necesidades en los alrededores de la cantera y muchos de los residuos que produce, tanto la cantera misma como sus trabajadores, son vertidos descontroladamente, lo cual provoca ciertas alteraciones en el paisaje y en la salud de los habitantes de la cercanía.

### **Empleo y cuerpo obrero disponible**

Gran parte de los trabajadores de la cantera proceden de la ciudad capital de Malabo y cada mañana son transportados por los autobuses de transporte del personal. Estos son de diferentes nacionalidades: árabes, europeos, africanos, etc. Por categoría ocupacional, la concurrencia de trabajadores de la cantera, que en su mayoría es masculina, está compuesta por 2 dirigentes, 3 técnicos especializados, 29 obreros, 2 administrativos, para un total de 36 trabajadores.

La cantera dispone de la maquinaria siguiente: Cuatro camiones dumpers, tres excavadoras, dos perforadoras neumáticas, un buldócer, dos cargadores y dos autobuses destinados a transportar el personal antes y después de la jornada laboral.

Cuenta con: tres cribas, tres machacadoras, varios molinos y cuatro grupos electrógenos para el funcionamiento de la misma.

### **Análisis del sistema de explotación y las acciones del mismo**

La roca que se explota en la cantera es basáltica de origen volcánico. La dureza de la misma ha permitido practicar la explotación metódica por partes, a través de la perforación de barrenos. Sus principales fases de explotación son: el destape, arranque del material a través de las voladuras, la carga del material y el transporte interno, la trituración y clasificación, la comercialización, el transporte externo, el almacenamiento, y la formación de escombreras. Estas fases engloban el conjunto de acciones impactantes sobre el medio.

El destape es la actividad que permite retirar todo el material de sobrecarga y dejar el material útil listo para que sea arrancado por cualquiera de los medios, sea por perforación o por voladura (rocas duras), o mediante una retroexcavadora.

El arranque consiste en la separación de la roca, por medio de la perforación de bancos descendentes con la ayuda de máquinas de perforación y luego la voladura con el uso de explosivos. Para la perforación se emplean las perforadoras neumáticas, muy útiles en esta fase de trabajo.

En la carga y el transporte interno el material heterogéneo dispuesto en la plataforma de trabajo, con la ayuda de la retro-cargadora o pala, es conducido a los camiones Dumpers para su posterior traslado a la trituradora mecánica.

En la trituración y clasificación, el material, que ha sido quebrado mediante voladura, puede ser llevado directamente a la trituradora, y mediante la clasificación, desde donde se obtienen los diferentes productos finales: grava y arena.

La comercialización consiste en la venta de los diferentes productos obtenidos en función de las necesidades de los consumidores. La mayor parte de sus comercializaciones las realizan en su sede de Potau.

El escombreción consiste en la deposición del material estéril o que no ha sido comercializable, según el caso, en un lugar en el cual se deposita de manera temporal o definitiva.

### **Parámetros principales de la cantera**

De la cantera Km 34 se han tomado los siguientes parámetros, según el tipo de roca y los equipos existentes para la extracción y transportación de la materia prima y del sistema de explotación:

1. Altura máxima de la fachada o frente de la extracción 7,5 m
2. Angulo del talud del frente activo 75°
3. Longitud del avance de la perforación 150 m-200 m.
4. El ancho del avance de perforación 15 m
5. Distancia de separación entre barrenos 2,5 m
6. Distancia de separación entre las hileras de barrenos 2,5 m.

Las operaciones productoras de impactos en el sistema de explotación de la cantera son:

- a. Desbroce
- b. Arranque del material
- c. Carga del material
- d. Transporte del material: interno y externo
- e. Trituración y molienda del material útil
- f. El escombreción del material no útil.

### **Descripción del entorno ambiental del proyecto y los factores susceptibles de recibir impactos**

La caracterización ambiental de la cantera permitió revelar inconvenientes, tanto en sus causas como los efectos, a través del análisis de los aspectos físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales del área de estudio.

Esta etapa posibilitó la descripción del área donde está ubicada la cantera Km 34, considerando la ubicación geográfica del área de influencia y la comprobación de las condiciones en que se encuentran los factores ambientales por la explotación del mismo proyecto. Los factores de mayor importancia a analizar son el medio físico y el biótico.

## Caracterización del medio físico

**Geología local:** Toda la zona de estudio responde a las características generales de la isla. Geológicamente, Bioko es un macizo volcánico que surge sobre la fractura que corta el Golfo de Guinea, en dirección SO. Por consiguiente, la isla está compuesta en su totalidad por rocas de origen volcánico, principalmente basálticas, pobres en feldespatos y ricas en compuesto de magnesio, provenientes de diferentes fases del vulcanismo. El material rocoso, que constituye el talud de explotación, está depositado en forma columnar y su estructura es homogénea, desde el punto de vista geológico. Es una estructura geológica muy simple, constituido por un solo cuerpo rocoso, representado por un potente manto de lava basáltica. Es un talud regular, por su potencia y composición litológica.

**Red hidrográfica:** Está condicionada por sus peculiares características, con una topografía muy abrupta y precipitaciones elevadas. Existen ríos y riachuelos muy torrentosos que corren por cañones. Muchos de sus ríos son de vital importancia para sus pobladores. Son evidentes las afectaciones que la extracción de materiales de construcción ha causado sobre los mismos, alterando así su estado natural y la calidad de las aguas.

**Geomorfología:** Las formaciones rocosas que constituyen el afloramiento están estructuradas en forma de coladas. En la zona no se observan grandes accidentes geográficos naturales. Los desniveles que allí se encuentran han sido originados por las operaciones realizadas en la apertura de la cantera y en las diferentes etapas de explotación de la misma.

El hecho de que el relieve actual conserve las formaciones volcánicas se debe a la resistencia a la erosión de las lavas basálticas, a pesar de la intensidad excepcional de la pluviosidad. Las diferentes coladas de lava están separadas por depósitos volcánicos más blandos que facilitan la incisión torrencial de la red hidrográfica.

**Suelos:** La homogeneidad de la roca madre, formada por lavas basálticas, explica la poca variedad en los tipos de suelos. Su pH es inferior a 6, por lo que pueden considerarse ligeramente ácidos o neutros. Son pobres en fósforo, potasio y calcio y ricos en materia orgánica. Los niveles de materia orgánica del suelo aumentan con la altitud; por tanto, los suelos se consideran muy fértiles, resultando importante su conservación y protección.



**Clima:** La climatología de la isla está determinada por su proximidad al Ecuador y regulada por el relieve, la altitud, la proximidad al mar y la influencia de los vientos monzónicos de componente sur. La temperatura media anual es de 25 °C en la costa, descendiendo en los meses de diciembre y enero.

Los niveles de humedad relativa ambiental son altos, con una media anual de 90 %. La humedad crece hacia el sur y en altitudes de 1 000 m a 1 500 m como consecuencia de la formación de un cinturón de nubes densas en las montañas. El acaloramiento es proporcionalmente bajo, transitando de un 30 % en marzo a menos de un 10 % en junio.

Existen dos estaciones muy marcadas debido, fundamentalmente, al régimen pluviométrico: la estación seca y la húmeda. La primera transcurre de diciembre a marzo, en la cual predominan los vientos secos de harmatán provenientes del continente. Las precipitaciones durante esta época son escasas. En la estación húmeda, de junio a octubre, ocurre la mayor cantidad de precipitaciones al año.

**Paisaje:** El poblado de Long-Street goza de especiales vistas paisajísticas. Las mismas están siendo alteradas y pueden llegar a disiparse totalmente. La formación de charcos y la destrucción del suelo, en el área de estudio, han provocado la transformación de este paisaje.

La actividad que se desarrolla en la cantera Km 34 no ha tenido en cuenta los elementos que poseen valores atrayentes, conservativos y utilizables, ni la fragilidad del paisaje. Todos estos aspectos están siendo destruidos, lo que significa que no hay ninguna condición para su conservación, ni se plantea el límite para la utilización de tales patrimonios.

### **Caracterización del medio biótico**

**Vegetación:** El sur de la isla de Bioko está en el dominio de la selva guineo-congoleña (White, 1983), pero es una variante semejante a las selvas próximas al sur de Camerún y Nigeria. Las principales formaciones vegetales son: pluvisilva tropical de componente monzónico y bosque secundario. La pluvisilva tropical, que todavía cubre toda la parte sur de la isla, llega a tener carácter propio debido a la influencia de los vientos y lluvias monzónicos que determinan el clima de la región.

Es característico la gran diversidad de especies que alberga y la abundancia de plantas trepadoras y epifitas. Entre las especies de gran aporte se pueden citar: el Dum o *Ceiba Pentandra*, Ilomba (*Picantus angolensis*), Bocapi (*Staulla gabonensis*), Abang (*Clorophora excelsa*). Se destaca, sin embargo, la ausencia de especies significativas como el Okume (*Aucoumea Klaineana*).

**Fauna:** Aunque es quizás la fauna la mejor estudiada hasta ahora, por el interés que despiertan sus especies en turistas de renombre internacional, todavía no se conocen inventarios faunísticos detallados, pero se pueden distinguir comunidades de especies animales directamente relacionadas con las distintas formaciones vegetales. Destacan en esta zona las cuatro especies de tortugas marinas que desovan en las playas del sur.

Se ha encontrado una de las más altas densidades de primates de África, con 23 especies, muchas de las cuales se están extinguiendo por la brutal caza que realizan los laceros de las zonas cercanas y así como por las actividades mineras.

Los invertebrados se exhiben en gran pluralidad de formas. Especialmente cuantiosas son las especies y poblaciones de insectos. Los tipos de insectos más numerosos que se observan son los mosquitos y las mariposas por ser los más abundantes. Debe destacarse que en la isla el número de predadores es relativamente bajo, por tanto, la extinción de muchas especies se debe, en gran medida, a la acción humana.

### **Componentes ambientales afectados por acciones impactantes del proyecto**

- I. Suelo
- II. Atmósfera
- III. Aguas superficiales
- IV. Vegetación
- V. Fauna/ambiente humano
- VI. Geomorfología
- VII. Paisaje
- VIII. Medio socioeconómico.

## Identificación y precisión de los impactos ambientales y sociales

Los efectos o impactos se identificaron y se estudiaron teniendo en cuenta el medio físico, el biótico y el antrópico. Entre los más característicos se destacan:

**1. Emisión de polvo a la atmósfera:** Es una de las mayores afectaciones que existen tanto en la zona de las operaciones como en los pueblos cercanos. Es producto de acciones como el transporte y la trituración de los materiales en la planta de trituración mecánica, así como de la perforación y la voladura que se producen en la cantera encargada de emplazar. Las partículas de polvos expulsadas son trasladadas por el viento a distancias variables, alterando así la calidad del aire, el microclima, la evapotranspiración, etc. Es un impacto directo, negativo y, con eventualidad, de introducción de medidas correctoras.

**2. Emisión de gases a la atmósfera:** La emisión de gases cambia las propiedades químicas del aire. Es el resultado de la voladura en el arranque de los materiales; los explosivos se descomponen y emiten gases que van directamente a la atmósfera. Además, incurren en la contaminación del aire los gases emitidos por los grupos electrógenos que mantienen en función la planta de trituración mecánica, gases emitidos por la combustión que producen los equipos diesel, los emitidos en la sección de mecánica, ejemplo de ello el monóxido de carbono, que al ser absorbido por los pulmones reacciona con la hemoglobina, lo cual reduce la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. Una prolongada exposición puede causar serios daños cerebrales e incluso la muerte. Es un impacto directo, negativo y con posibilidad de introducción de medidas.

**3. Emisión de vibraciones:** Debido al estallido de las cargas explosivas por acción de la voladura, en el macizo rocoso, se libera energía potencial muy grande, en un período de tiempo corto. Uno de los resultados es la energía liberada en el medio ambiente que se extiende a través del macizo rocoso y del aire, lo que produce vibraciones en la zona.

**4. Destrucción paisajística:** Tanto la apertura como las fases de explotación, en general, de una minería a cielo abierto, conllevan a la eliminación de la cubierta vegetal alterando su estado natural con la introducción de elementos dañinos en la misma, dando lugar a un paisaje totalmente alterado. Generalmente es un impacto de

carácter definitivo o irreversible ya que permanece, incluso, después de terminar las actividades, consecuencia de la modificación del ambiente de muchas.

**5. Eliminación de la capa fértil del suelo:** El destape de yacimiento provoca la pérdida de la capa fértil del suelo, la maquinaria de transporte va compactando los sectores de tránsito y los equipos en lugares donde están instalados, provocando la pérdida de la materia orgánica del suelo. Es un impacto acumulativo y de largo plazo, aunque de naturaleza reversible.

**6. Alteración del relieve:** Las labores de extracción del material producen depresiones que modifican el área donde se realizan los trabajos, conjuntamente la apertura de las vías de acceso a los vehículos, tanto en el frente de la extracción como en la trituración mecánica, alteran las formas de relieve descomponiendo la geomorfología del suelo.

**7. Emisiones y variables de ruido:** Se originan emisiones continuas de ruido, tanto en el aplastamiento de los materiales en la trituradora mecánica, en el movimiento de la maquinaria en el área del laboreo, como en la detonación de las voladuras. Las emisiones variables de ruido son generadas por el paso de los camiones y vehículos al servicio de la firma explotadora. Generalmente es un impacto inmediato pero pasajero.

**8. Pérdida de la vegetación:** Las operaciones mineras provocan la destrucción de la cubierta vegetal, dando lugar a la inestabilidad y pérdida de características en el suelo, lo que posiblemente puede destruir el hábitat de muchas especies.

**9. Migración de especies:** El ruido y la constante presencia humana registrados durante la explotación de una cantera, incluida la cantera Km 34, provocan afectaciones sobre muchas especies, dando lugar a la migración de las mismas.

**10 Aumento de empleo:** La explotación de la cantera Km 34 ha creado, además, ciertos impactos positivos como el acrecentamiento de nuevos empleos, registrado en la misma; por tanto, ha contribuido activamente en la disminución del desempleo en el país.

**11. Ampliación del número de servicios:** La comercialización de los diferentes productos obtenidos en la cantera Km 34, en función de las necesidades de los

compradores, ha sido de vital importancia en el incremento de las obras sociales registrado en el país desde su puesta en marcha.

**12. Impactos sobre la salud:** El polvo y los perturbadores ruidos producidos tanto en el desbroce, arranque, carga y transporte, perforación y voladura de los materiales lesionan la salud de los aldeanos y la de los trabajadores, ya que estos trabajan sin las medidas de seguridad suficientes.

### Evaluación de los impactos ambientales

La Tabla 3 muestra la evaluación de los impactos generados por la extracción de los materiales de construcción en la cantera Km 34, en relación con los factores afectados.

Tabla 3. Matriz causa-efecto

| Factores ambientales impactados | Acciones impactantes del proyecto |   |   |   |   |   |
|---------------------------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|
|                                 | A                                 | B | C | D | E | F |
| I                               | X                                 | X | X | X | X | X |
| II                              | X                                 | X | X | X | X |   |
| III                             | X                                 | X |   |   |   |   |
| IV                              | X                                 |   |   |   |   |   |
| V                               | X                                 | X | X | X | X |   |
| VI                              | X                                 | X |   |   |   |   |
| VII                             | X                                 | X | X | X | X | X |
| VIII                            | X                                 | X | X | X | X | X |

Tabla 4. Matriz de identificación de impactos

| Factores ambientales | Acciones impactantes del proyecto |              |       |              |              |       |
|----------------------|-----------------------------------|--------------|-------|--------------|--------------|-------|
|                      | A                                 | B            | C     | D            | E            | F     |
| I                    | 8                                 | 3,5,6        | 5     | 3,5          | 3,5          | 5     |
| II                   | 2                                 | 1,2          | 2     | 1,2          | 1,2          |       |
| III                  | 8                                 | 8            |       |              |              |       |
| IV                   | 4,8,9                             |              |       |              |              |       |
| V                    | 8,9                               | 3,7,9        | 7,9   | 3,7,9        | 3,7,9        |       |
| VI                   | 4,6,8                             | 4,6          |       |              |              |       |
| VII                  | 4,6                               | 4,6          | 4     | 4            | 4            | 4     |
| VIII                 | 7,10,11                           | 3,7,10,11,12 | 10,11 | 3,7,10,11,12 | 3,7,10,11,12 | 10,11 |

Tabla 5. Matriz de importancia de los impactos

| Impactos | N | I | EX | MO | PE | RV | AC | EF | PR | RB | Importancia | Significado |
|----------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|-------------|
| 1        | - | 8 | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 54          | Fuerte      |
| 2        | - | 2 | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 36          | Moderado    |
| 3        | - | 2 | 2  | 4  | 2  | 2  | 1  | 1  | 2  | 4  | 26          | Débil       |
| 4        | - | 4 | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 44          | Moderado    |
| 5        | - | 8 | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 1  | 2  | 4  | 49          | Moderado    |
| 6        | - | 8 | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 4  | 4  | 56          | Fuerte      |
| 7        | - | 4 | 4  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 42          | Moderado    |
| 8        | - | 4 | 2  | 4  | 2  | 2  | 4  | 4  | 2  | 4  | 38          | Moderado    |

|           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |          |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----------|
| <b>9</b>  | - | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 41 | Moderado |
| <b>10</b> | + | 4 | 8 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 8 | 56 | Fuerte   |
| <b>11</b> | + | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 58 | Fuerte   |
| <b>12</b> | - | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 4 | 33 | Moderado |

Tabla 6. Matriz de evaluación de impactos

| Factores ambientales | Acciones impactantes del proyecto |                     |             |                     |                     |         |       |       |  | Total<br>gral |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|---------------------|---------|-------|-------|--|---------------|
|                      | A                                 | B                   | C           | D                   | E                   | F       | T (-) | T (+) |  |               |
| <b>I</b>             | -38                               | -26,-49,-56         | -49         | -26,-49             | -26,-49             | -49     | -417  |       |  | <b>417</b>    |
| <b>II</b>            | -36                               | -54,-36             | -36         | -54,-32             | -54,-36             |         | -338  |       |  | <b>338</b>    |
| <b>III</b>           | -38                               | -38                 |             |                     |                     |         | -76   |       |  | <b>76</b>     |
| <b>IV</b>            | -44,-38,-41                       |                     |             |                     |                     |         | -123  |       |  | <b>123</b>    |
| <b>V</b>             | -38,-41                           | -26,-42,-41         | -42,-41     | -26,-42,-41         | -26,-42,-41         |         | -489  |       |  | <b>489</b>    |
| <b>VI</b>            | -44,-56,-38                       | -44,-56             |             |                     |                     |         | -238  |       |  | <b>238</b>    |
| <b>VII</b>           | -44,-56                           | -44,-56             | -44         | -44                 | -44                 | -44     | -376  |       |  | <b>376</b>    |
| <b>VIII</b>          | -42,+56,+58                       | -26,-42,+56,+58,-33 | -42,+56,+58 | -26,-42,+56,+58,-33 | -26,-42,+56,+58,-33 | +56,+58 | -387  | +684  |  | <b>1071</b>   |
| <b>T (-)</b>         | -594                              | -669                | -254        | -415                | -419                | -93     | -2444 |       |  |               |
| <b>T (+)</b>         | +114                              | +114                | +114        | +114                | +114                | +114    |       | +684  |  |               |
| <b>Total gral</b>    | 708                               | 783                 | 368         | 529                 | 533                 | 207     |       |       |  | 3128          |

### Medidas correctoras y de mitigación

Una vez identificados los impactos que la explotación de la cantera causa al entorno, corresponde considerar las medidas correctoras que mitiguen los efectos derivados de la actividad contemplada, teniendo en cuenta que dichas medidas no tengan a su vez repercusiones negativas en el entorno, ya que forman parte del proyecto de restauración. Las que se consideran necesarias para minimizar ciertos impactos:

-Para minimizar el nivel de ruido durante las operaciones deben usarse dispositivos silenciadores en los diversos equipos. Algunas máquinas pueden ser completamente aisladas con revestimiento antirruído, o bien ser dotadas de tubos de escape y silenciadores especiales.

-El uso óptimo de explosivos reduce considerablemente las emisiones de polvo provenientes de la voladura de las rocas. La planificación de las voladuras permite reducir la cantidad de explosivos, limitando de esta manera la potencia de las vibraciones, dispersión de partículas ultrafinas y el ruido causado por las detonaciones.

-Separar el suelo y almacenarlo en un depósito especial para las actividades de rehabilitación y revegetación.

-Crear sistemas de control y de almacenamiento seguros de todos los materiales susceptibles de contaminar las aguas superficiales, los combustibles sobre todo.

-Controlar las emisiones de polvo mediante regado con agua en los caminos de la cantera e instalar, si es posible, atomizadores en las zonas de generación de polvo.

-Minimizar la superficie deforestada mediante la revegetación de las zonas explotadas.

-Recuperar progresivamente las antiguas áreas de uso agrícola y darle otro uso a la zona. Debe tenerse en cuenta que las medidas de recuperación toman mucho tiempo y que su éxito no está garantizado ya que la revegetación de superficies, especialmente en zonas tropicales, no está lo suficientemente estudiada y desarrollada.

-Elaborar un plan de rehabilitación de las zonas utilizadas en forma continua minimizando, al mismo tiempo, la extensión de la zona de explotación.

-Dejar que la población afectada participe en las decisiones más importantes de planeamiento, a fin de tener la oportunidad de expresar sus puntos de vista, defender sus intereses y prevenir posibles tensiones sociales.

-Realizar campañas de capacitación y sensibilización ambiental, dirigidas tanto a los encargados de la toma de decisiones, como quienes se vean involucrados de una u otra forma en las actividades mineras que se realizan en la cantera objeto de estudio.

### **Discusión de los resultados**

Gracias a la metodología manejada durante el desarrollo de esta investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

Pese a la existencia de instrumentos jurídicos como la Ley No. 7 (2003) Reguladora del Medio Ambiente en Guinea Ecuatorial y la Ley de Minas (2006), que consideran necesaria la presentación del proyecto de explotación y la evaluación de impactos previa al inicio de las operaciones mineras, se pudo comprobar que en el área de estudio no se tuvo en cuenta lo convenido en dichas leyes al inicio de las operaciones.

La efectividad funcional de una ley se basa en sus reglamentos de aplicación y las normas reglamentarias. Por tanto, la falta de estos instrumentos jurídicos complementarios dificulta el desarrollo y la aplicabilidad de lo contemplado en estas leyes.

El sistema de explotación empleado que se practica en la extracción de los materiales de construcción en la cantera Km 34 a cielo abierto es el que produce más impactos negativos y crea mayor afectación al medio ambiente.

Los resultados obtenidos en el estudio no se diferencian de los que resultan de estudios similares en otros proyectos de explotación de canteras.

Los factores más impactados resultaron el medio socioeconómico, la fauna, el suelo, la atmósfera y el paisaje, donde el medio socioeconómico es el factor con más impactos positivos y el resto, los más afectados negativamente.

Las acciones más impactantes negativamente resultaron el desbroce y el arranque del material. La trituración y molienda resultó la acción con más impactos positivos.

## **Conclusiones**

La caracterización general de la cantera es de vital importancia para evidenciar la incidencia ambiental de la extracción de los materiales de construcción en el yacimiento Km 34 y permitió conocer las particularidades del sistema de explotación y la metodología manejada.

Al ser un sistema productor de impactos, se identificaron seis de sus principales acciones impactantes y ocho factores susceptibles de ser impactados.

Ciertos factores ambientales del entorno de las operaciones habían sido alterados antes del inicio de las explotaciones mineras.

La metodología empleada en esta investigación permitió evaluar los impactos generados por la actividad de la cantera en sus principales fases de explotación.

El cumplimiento de lo estipulado en el acuerdo firmado entre el Ministerio tutor y la firma explotadora permitirá minimizar algunas afectaciones negativas de la extracción de materiales de construcción de la cantera Km 34 y exigir la ejecución en su fase de la rehabilitación.



### Referencias bibliográficas

CONESA, V. 2007: *Guía metodológica para la evaluación de impacto ambiental*. 3ª edición. Editorial Mundi-Prensa, Madrid, 401 p.

LEY No. 7 2003 Reguladora del Medio Ambiente en Guinea Ecuatorial.

LEY NO 9. 2006. Ley de Minas de Guinea Ecuatorial [en línea]. Consultado: 10 nov 2012. Disponible en: [http://www.equatorialoil.com/pdfs/2006%20Ley%20de%20Minas\\_Spanish.pdf](http://www.equatorialoil.com/pdfs/2006%20Ley%20de%20Minas_Spanish.pdf).

WHITE, D. 1983: Vegetation map of Africa: a contrasting approach. Consultado: 10 nov 2012. Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/Madagasc/vegmad6.html>