

**TOMA DE DECISIONES GERENCIALES PARA SOLUCIONAR EL DEFICIT DE  
MATERIALES EN RELLENOS DE LAS ESTRUCTURAS DE UN PROYECTO  
HIDROELECTRICO**

Tesis de Grado para aspirar al título de

**Especialista en Alta Gerencia**

JAVIER NUÑEZ TORRES

Código: 4700256



**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA  
ESPECIALIZACION ALTA GERENCIA  
GIGANTE HUILA  
Enero de 2015

# **TOMA DE DECISIONES GERENCIALES PARA SOLUCIONAR EL DEFICIT DE MATERIALES EN TOMA DE DECISIONES GERENCIALES PARA SOLUCIONAR EL DEFICIT DE MATERIALES EN**

## **TOMA DE DECISIONES GERENCIALES PARA SOLUCIONAR EL DEFICIT DE MATERIALES EN RELLENOS DE LAS ESTRUCTURAS DE UN PROYECTO HIDROELECTRICO**

Javier Nuñez Torres, Universidad Militar nueva Granada

### **RESUMEN**

*En el presente trabajo de investigación se presentan los resultados y conclusiones obtenidas de una metodología gerencial combinada cualitativa y cuantitativa, aplicadas a una problemática técnica, identificada en la etapa de Construcción de un proyecto Hidroeléctrico.*

*La problemática surge en la identificación de un déficit importante de material apto para construir los rellenos de las estructuras principales que funcionarían como contención del embalse de agua, el cual simultáneamente servirá para generar energía Eléctrica.*

*La metodología se basa en tomar una serie de decisiones gerenciales necesarias para contrarrestar el déficit de material apto para el relleno de las mencionadas estructuras.*

**PALABRAS CLAVE:** Material aluvial, Presa, Dique, Balance de materiales, Rellenos.

### **MAKING MANAGERIAL DECISIONS TO SOLVE THE DEFICIT OF FILLING MATERIALS DURING THE CONSTRUCTION OF STRUCTURES AT A HYDROELECTRIC PROJECT**

### **ABSTRACT**

*This research report presents the results and conclusions obtained from a qualitative and quantitative analysis applied to a technical problem, which was identified throughout the construction process of a hydroelectric project.*

*The problem arises with the detection of a significant shortage of suitable materials for the construction of water containment structures, which are designed to create an embankment of water used for electricity generation.*

*The methodology applied consists of taking a series of management decisions needed to counteract the shortage of suitable materials for the completion of the aforementioned structures.*

**JEL:** C06,C08,J01,J04,L01,L07,L09.

**KEYWORDS:** Alluvium material, Dam, Dike, Balance of materials, Filling materials.

## INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de una determinada Región, Ciudad, Departamento, País, es necesario conocer la infraestructura que posee un mencionado sector, porque de allí se deriva un abanico de posibilidades que permite entre otras cosas generar industria, abrir nuevos mercados, suplir necesidades básicas a una comunidad, acceder a nuevas tecnologías, generar competitividad entre los mercados, comercialización de productos, etc....

Específicamente para Colombia, Las políticas actuales van a la vanguardia de la globalización, en donde competir con las economías vecinas, lograr una comercialización de productos de manera económica y rentable, es necesario la inversión en infraestructura a todo nivel. Para el caso puntual de este trabajo de investigación no es la excepción la energía eléctrica.

La energía eléctrica en Colombia está regida bajo unos parámetros y entes reguladores los cuales legislan y reglamentan la normatividad aplicable a las actividades relacionadas con la generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica. (sector energetico en Colombia, 2014).

Dentro de la normatividad de la regulación de energía (Ministerio de minas y energia, 2.014), se abre la posibilidad de subastar la energía, en donde existe el compromiso empresarial de participar en este tipo de actividades; lo que implica en que cada empresa dedicada a la generación de energía pueda seguir compitiendo y creciendo en el mercado energético.

Para la generación de energía hidráulica es necesario cumplir una serie de requisitos ambientales, sociales, programáticos, económicos y técnicos; el cumplimiento de estos requisitos llevan al entorno empresarial a enfocar sus recursos a la consecución de los compromisos adquiridos para garantizar energía en una fecha determinada.

Durante el desarrollo del proyecto energético encontramos una problemática técnica bastante marcada, que al no poderse superar imposibilitaría la generación de energía hidráulica ; la cual identificamos como déficit de material para rellenos en las estructuras del proyecto , esto implicaría que no podríamos embalsar las aguas de los afluentes de la zona y por consiguiente no podríamos alimentar las turbinas generadoras de energía eléctrica.

El primer propósito es implementar una metodología mediante un sistema de herramientas técnicas que nos dislumbren la magnitud de la problemática a resolver, específicamente determinando el déficit de materiales aluviales para los rellenos de las estructuras y fabricación de hormigones en el proyecto.

Una vez cuantificada la problemática, se desarrollan varias posibles alternativas de solución, las cuales van de la mano de un análisis de mercados en los sectores que podrían brindar posibles soluciones parciales o definitivas, teniendo en cuenta los diversos impactos sociales, ambientales, programáticos y económicos de cada alternativa; finalmente mediante una serie de toma de decisiones gerenciales se mitigue esta problemática de manera eficiente.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

En la literatura para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos se distinguen específicamente la construcción de presas de acuerdo a la necesidad energética; a partir de esta necesidad se determinan las condiciones físicas de la presa, su tipología, las clases de acciones estructurales sobre las mismas y aplicación del desarrollo de los materiales en este tipo de estructuras. (Diéz-Cascón, 2001),

La gran finalidad del proyecto Hidroeléctrico es la generación de energía Eléctrica; la cual de acuerdo con la normatividad vigente se establece la necesidad de que esta energía sea entregada en la capacidad y tiempos pactados (Ministerio de minas y energía, 2014), adicionalmente en Colombia, existe la Obligación de Energía Firme (OEF), este es un producto diseñado para garantizar la confiabilidad en el suministro de energía en el largo plazo a precios eficientes (CREG Comisión reguladora de energía y gas, 2006), en este punto es donde el sector empresarial interactúa en el mercado energético.

Teniendo en cuenta los elementos literarios enunciados anteriormente, se tienen herramientas suficientes para integrar algunos aspectos técnicos de construcción de un proyecto hidroeléctrico con el compromiso empresarial de entregas de energía eléctrica en firme en una fecha determinada.

## **METODOLOGIA**

En el contexto empresarial, para las empresas energéticas es muy importante la generación de energía hidroeléctrica; bajo estándares de calidad, con políticas de vanguardia que garantizan el bienestar de sus usuarios y sus trabajadores.

Dentro del crecimiento empresarial de las empresas generadoras de energía eléctrica es necesario contar con una infraestructura existente en óptimas condiciones de operación y la construcción de nuevos proyectos de expansión para suplir la demanda energética del país; actualmente el crecimiento de la demanda energética a obligado al gobierno nacional a subastar la energía con las empresas generadoras (CREG Comisión reguladora de energía y gas, 2006), en donde se establecen serios compromisos empresariales de entrega de Energía Eléctrica al sistema de interconexión eléctrica Nacional en fechas establecidas.

Para la construcción del proyecto hidroeléctrico, a nivel empresarial ; Su construcción se divide en dos grandes áreas; La primera denominada Obras principales y la segunda denominada Unidad de gestión socio ambiental e infraestructura.

Específicamente para las obras principales, se enfoca al desarrollo ingenieril (tanto en la parte de diseño, como de ejecución de la obra) , las cuales incluyen las siguientes estructuras: 4 túneles, 4 galerías de consolidación, 4 posos de compuertas, 1 casa de maquinas, 1 vertedero, 1 presa, 1 dique auxiliar y obras complementarias como campamentos de viviendas, vías de acceso, etc....

Puntualmente desarrollaremos la temática del documento en una problemática técnica proveniente de la construcción de la estructura principal más grande del proyecto, la cual se denomina Presa; esta estructura técnicamente se denomina CFRD Presa de enrocado con cara de concreto (Cruz, Materon, & Freitas, 2010); (Carniglia, Marcus F. ;Grossi, Jorge H., 2013).

El proyecto energético se desarrolla en el Departamento del Huila Colombia , En la etapa de Ingeniería básica, se realizaron estudios exploratorios en donde se identificaron fuentes de materiales propias con un potencial de material determinado el cual era suficiente para cubrir con las demandas de relleno de la presa; sin embargo en la etapa de ingeniería de detalle se identifico en un estudio más detallado un déficit de material aluvial para los rellenos de esta estructura principal.

Como hipótesis de trabajo, se establece La necesidad de conseguir materiales de relleno para la Presa que cumplan con las especificaciones técnicas (Diéz-Cascón, 2001); y de acuerdo a un estudio de mercado las posibles soluciones sean provenientes de fuentes de materiales propias adicionales, fuentes de materiales externas al proyecto y/o un proveedor externo, que nos garanticen el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas, con costos y tiempos adecuados para el proyecto.

La hipótesis de la presente investigación de mercados está enmarcada en el núcleo temático de Toma de Decisiones, convirtiéndose así en una investigación para la Alta Gerencia.

La actividad de rellenos en la Presa, teniendo en cuenta el déficit de material, es una actividad a nivel macro que generara actividades adicionales, a nivel de generación de empleo para la gente de la región, Se resalta la importancia de la investigación de mercados, porque de allí se determinaran variables definitivas que nos permitirán tomar decisiones, generando el menor impacto para la región y mayor beneficio para el proyecto a nivel programático, económico y social.

Es necesario iniciar con la investigación de mercados para conocer el estado del arte con respecto a la posible existencia de material, para identificar posibles proveedores, posibles zonas de fuentes de materiales externas y propias, que cumplan con las características técnicas requeridas para los rellenos de la presa.

Dentro de esta investigación de mercados se generan algunas variables importantes para e la toma de decisiones gerenciales, dentro de las cuales se determinaran longitudes de acarreo del material, vías de acceso existentes o por construir, vías de acarreo, trafico del sector, tipo de explotación minera, tiempos

para expedición de licencias mineras, tiempos para la expedición de licencias ambientales, problemas sociales, tiempos de suministros, rendimientos diarios de explotación y colocación.

Dentro del proceso metodológico ejecutado se presentan dos etapas:

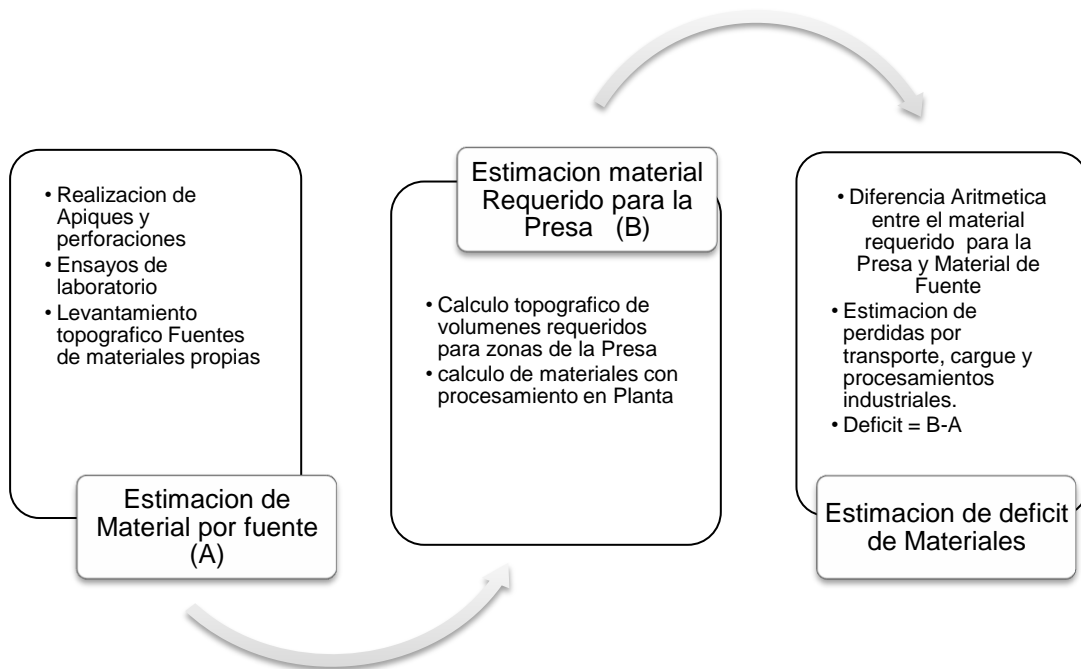
La primer etapa consistió en realizar las actividades necesarias para cuantificar el déficit faltante de materiales necesarios para los rellenos de la Presa.

La segunda etapa consiste en proyectar las actividades que podrían determinar una posible alternativa de solución.

### **Primer Etapa:** Determinación del déficit de materiales

Esta etapa consiste en realizar un balance de materiales detallado, que permita determinar el déficit de material real actualizado; el cual debe tener en cuenta el Volumen del material existente en cada fuente propia Vs. El volumen de material requerido en la colocación de la Presa, en la figura siguiente se presenta el proceso de cálculo de la estimación del déficit de materiales:

Figura 1: Flujo grama determinación déficit de materiales



*En esta figura se muestra el diagrama de flujo para establecer el déficit de materiales necesarios para terminar los rellenos de la Presa en el Proyecto, El cual inicia con la estimación del material existente por fuente, posteriormente se determina la cantidad necesaria para los rellenos de la Presa y finalmente teniendo en cuenta las pérdidas porcentuales por actividades de extracción, cargue, transporte, y colocación se determina el déficit de material.*

**Segunda Etapa:** Actividades que podrían determinar una posible solución en nuestra línea de investigación:

Dentro de las actividades se han determinado tres posibles actividades que mediante un estudio de mercados nos pueden dar posibles soluciones, las cuales son:

Investigación de fuentes internas

Investigación de fuentes externas

Investigación de posibles proveedores.

Actividades para consecución de fuentes internas:

Para el proyecto se ha determinado un área de influencia directa, la cual está delimitada por un polígono correspondiente al título minero del proyecto, en el cual se tiene permitido realizar actividades mineras exclusivas para la extracción de material y posterior aprovechamiento en las diferentes estructuras de las obras principales:

Se debe iniciar una campaña de exploración en los predios propios del proyecto, para tratar de identificar posibles áreas aprovechables fuentes de material adicionales a las ya existentes, dentro de esta campaña exploratoria se hace necesario identificar geológicamente los posibles sectores aprovechables, adicionalmente mediante la realización de sondeos y/o perforaciones se obtiene parte de la información técnica necesaria para evaluar el material, finalmente mediante ensayos de laboratorio se determina si el material es apto para los rellenos de la Presa; el cual debe cumplir las especificaciones técnicas para su respectiva aprobación técnica.

Se debe verificar si cada nuevo sector identificado si cuenta con los permisos y licencias ambientales vigentes; para su respectiva explotación, y en caso de que no se cuente con estos requisitos tratar de estimar los tiempos de consecución de estos.

Se debe identificar la forma de explotación de cada fuente y el volumen potencial de material.

Se debe realizar un análisis de masas para determinar distancias de acarreo entre el eje de la posible fuente de material y el eje de la presa; se debe analizar el estado de las vías de acceso y longitud de las mismas.

Con la investigación evidenciada líneas arriba, se trata de determinar los precios por m<sup>3</sup> y el ajuste programático en su consecución.

Actividades para consecución de fuentes externas:

Se realiza una investigación de las condiciones geomorfológicas, geográficas, en los sectores externos al área de influencia delimitadas por el polígono minero aprobado para el proyecto, en esta campaña exploratoria se debe realizar una investigación de predios, propietarios, tramitar los correspondientes permisos de ingresos, vías de acceso fluviales y marítimas.

Se debe iniciar una campaña de exploración en la región (Bustillo Revuelta & Lopez Jimeno, 1997); (Annels, 1991), para tratar de identificar posibles fuentes externas de material, dentro de esta campaña exploratoria se hace necesario identificar geológicamente los posibles sectores aprovechables, adicionalmente mediante la realización de sondeos y/o perforaciones se obtiene parte de la información técnica necesaria para evaluar el material, finalmente mediante ensayos de laboratorio se determina si el material es apto para los rellenos de la Presa; el cual debe cumplir las especificaciones técnicas para su respectiva aprobación técnica.

Se debe verificar si cada fuente externa identificada cuenta con los permisos y licencias ambientales y mineros; para su respectiva explotación, y en caso de que no se cuente con estos requisitos tratar de estimar los tiempos de consecución de estos.

Se debe identificar la forma de explotación de cada fuente, el valor predial de las posibles fuentes potenciales de material, y el volumen potencial de material.

Se debe realizar un análisis de masas (García Orche, 1999) para determinar distancias de acarreo entre el eje de la posible fuente de material y el eje de la presa; se debe analizar el estado de las vías de acceso y tráfico de las mismas.

Se debe tener en cuenta el componente social; consultando a las comunidades del sitio y negociar las compensaciones debido al impacto que se causarán las actividades de explotación con las actividades de acarreo de material.

Con la investigación evidenciada líneas arriba, se trata de determinar los precios por m<sup>3</sup> y el impacto programático en su consecución.

Actividades para consecución de posibles proveedores:

Se debe iniciar una campaña de exploración en las canteras de río de la región (Bustillo Revuelta & Lopez Jimeno, 1997) (Annels, 1991), de la mano con pruebas de laboratorio para verificar el cumplimiento de las especificaciones para su respectiva aprobación técnica.

Se debe verificar si cada sector identificado cuenta con los permisos y licencias ambientales vigentes; para su respectiva explotación y comercialización.

Se debe realizar un análisis de masas (García Orche, 1999) para determinar distancias de acarreo entre el eje de la posible fuente de material suministrada por el proveedor y el eje de la presa; se debe analizar el estado de las vías de acceso y longitud de las mismas.

Con la investigación evidenciada líneas arriba, se trata de determinar los precios por m<sup>3</sup> y el impacto programático en su consecución.

Finalmente, con toda la baraja de posibilidades para la solución de la problemática planteada, iniciamos una etapa administrativa gerencial, que es la de evaluar cada alternativa, teniendo en cuenta los posibles impactos sociales, económicos, programáticos y técnicos.



Cuyos resultados darán posibles soluciones parciales o definitivas a nuestra problemática de déficit de material.

Esta metodología propuesta se basa en dos tipos de análisis, el cuantitativo y el cualitativo debido a que cada una de las variables identificadas arrojan resultados de diferentes índoles, las cuales nos arrojan valores tangibles en costos, distancias, volúmenes, rendimientos, generación de empleo, desarrollo en la región, etc...

## RESULTADOS

Aplicando la metodología descrita anteriormente se determino el déficit de materiales aluviales, para lo cual se analizaron cada una de las variables intervinientes para la cuantificación del volumen potencial a extraer por cada fuente de material propia, y los volúmenes requeridos para conformar cada una de las estructuras principales; la diferencia de estos dos parámetros nos indica el Déficit de material que tiene el proyecto.

### Primer Etapa. Cuantificación del Déficit.

Material Disponible en el Proyecto:

El Volumen potencial extraíble por cada fuente de material propia del proyecto se determino de acuerdo con la procedencia del mismo, se calculo mediante la metodología de extrapolación de área y espesores aprovechables, los resultados consolidados se observan en la tabla siguiente:

Tabla 1: Cantidad Aprovechable de fuentes de material Según su Procedencia ( Valores en m3)

| PROCEDENCIA  | Aluvial          | Cantera          | Arcilla        |
|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Fuente A     |                  |                  | 600.000        |
| Fuente B     |                  | 2.000.000        |                |
| Fuente C     |                  | 963.500          |                |
| Fuente D     | 1.400.000        |                  |                |
| Fuente E     | 1.200.000        |                  |                |
| Fuente F     | 580.000          |                  |                |
| Fuente G     | 690.000          |                  |                |
| Fuente H     | 2.150.000        |                  |                |
| Fuente I     | 980.000          |                  |                |
| Fuente K     |                  | 2.449.810        |                |
| <b>TOTAL</b> | <b>7.000.000</b> | <b>5.413.310</b> | <b>600.000</b> |

*La presente tabla muestra la cantidad de material aprovechables en las fuentes de materiales del Proyecto cuyos valores están dados en metros cúbicos (m3), estos materiales se discriminan por tipo de material de acuerdo con su procedencia ( Aluvial , De Cantera con la formación Geológica Gualanday y Arcillas). Fuente: Elaboración Propia*

Material requerido en el proyecto:

Para determinar el material requerido en el proyecto, se cuantifico mediante la metodología de comparación de superficies topográficas ( correspondientes al terreno natural encontrado vs el diseño final de cada estructura), posteriormente se especifico cada tipo de material requerido de acuerdo con su procedencia, resultados consolidados se observan en la tabla siguiente:

Tabla 2: Cantidad Requerida de Materiales en el Proyecto Según su Procedencia ( valores en m3)

| <b>ESTRUCTURA</b>           | <b>Aluvial</b>   | <b>Cantera</b>   | <b>Arcilla</b> |
|-----------------------------|------------------|------------------|----------------|
| <b>Presa</b>                | 7.500.000        | 1.500.000        |                |
| <b>Dique</b>                | 850.000          | 3.480.000        | 540.000        |
| <b>Ataguía</b>              | 200.000          | 380.000          | 25.000         |
| <b>Áridos para hormigón</b> | 750.000          | 28.000           |                |
| <b>TOTAL</b>                | <b>9.300.000</b> | <b>5.388.000</b> | <b>565.000</b> |

*La presente tabla muestra la cantidad de material requerido para completar los rellenos de las estructuras para el Proyecto cuyos valores están dados en metros cúbicos (m3), estos requerimientos se discriminan por tipo de material de acuerdo con su procedencia ( Aluvial , De Cantera con la formación Geológica Gualanday y Arcillas). Fuente: Elaboración propia.*

Determinación de déficit de materiales para el proyecto:

Mediante la diferencia aritmética entre los volúmenes disponibles y los volúmenes requeridos por tipo de material según su procedencia se pudo determinar el déficit o superávit de cada uno de ellos, resultados obtenidos se observan en la tabla siguiente:

Tabla 3. Déficit de Materiales según su procedencia ( valores en m3)

| <b>TOTALES</b>           | <b>Aluvial</b>    | <b>Cantera</b> | <b>Arcilla</b> |
|--------------------------|-------------------|----------------|----------------|
| <b>Disponibles</b>       | 7.000.000         | 5.413.310      | 600.000        |
| <b>Requeridos</b>        | 9.300.000         | 5.388.000      | 565.000        |
| <b>DEFICIT/SUPERAVIT</b> | <b>-2.300.000</b> | <b>253.310</b> | <b>35.000</b>  |

*La presente tabla muestra el déficit o superávit de cada uno de los materiales requeridos en el proyecto (valores en m3) de acuerdo al tipo de procedencia de material. Los valores en negativo se refieren al déficit de material calculado. Fuente: Elaboración propia.*

Mediante la investigación realizada se pudo determinar que para culminar con la totalidad de los rellenos en el proyecto es necesario mitigar el déficit de materiales aluviales en su totalidad. El cual se encuentra en 2.300.000 m3

**Segunda Etapa: Posibles alternativas de solución.**

Mediante una investigación de mercados (Trespacios & Casiellez, 2005), cuyo objetivo fue ubicar posibles soluciones como fuentes de material de procedencia Aluvial para mitigar el déficit de materiales, se realizaron campañas de exploración en ríos y terrenos adyacentes a las riveras de los ríos de la región en donde se identificaron Islas, playas y barras con depósitos de material aluvial.

En esta campaña de exploración se pudieron determinar tres características de acuerdo con la ubicación de los terrenos; si los predios que contienen propiedad del proyecto, o de una persona ajena al mismo. Las cuales se clasificaron de la siguiente manera:

Explotación de Fuentes externas.

Explotación de Fuentes Internas.

Exploración de Posibles proveedores externos.

Las posibles fuentes de material, tuvieron un filtro inicial en el cual cada fuente de material identificada fuera analizada desde el punto de vista técnico y de esta manera verificar el cumplimiento de los requisitos para los rellenos de las estructuras del proyecto..

#### Exploración de Fuentes Externas

En el proceso de exploración de fuentes externas se identificaron dos tipos de acceso a la fuente de material; medio fluvial y medio terrestre, las posibles fuentes de acceso fluvial se encontraban aguas abajo del sitio de Presa, y las posibles fuentes terrestres se encontraban distribuidas en los ramales del corredor de dos vías principales del departamento del Huila; Como resultado de las exploraciones se identificaron 10 posibles fuentes de materiales, en la tabla 4. Posibles fuentes de material se consolida la información indicada.

#### Exploración de Fuentes Internas

En el proceso de exploración de fuentes internas se identificaron do tipos de acceso fluvial y terrestre, las posibles fuentes de acceso fluvial se encontraban aguas arriba del sitio de Presa, y la posible fuente terrestre se encontraban adyacente a la Fuente “ propia D” ; , en la tabla 4. Posibles fuentes de material se consolida la información indicada. tabla 4. Posibles fuentes de material se consolida la información indicada.

#### Exploración de posibles proveedores Externos.

En el proceso de exploración de fuentes internas se identificaron do tipos de acceso fluvial y terrestre, las posibles fuentes de acceso fluvial se encontraban aguas arriba del sitio de Presa, y la posible fuente terrestre se encontraban adyacente a la Fuente “ propia D” ; , en la tabla 4. Posibles fuentes de material se consolida la información indicada. tabla 4. Posibles fuentes de material se consolida la información indicada.

En la tabla siguiente se resumen los hallazgos y las variables encontradas:

Tabla 4. Posibles Fuentes de Material (Valores en m3)

| <b>POSIBLE FUENTE</b> | <b>Tipo de Acceso</b> | <b>Nombre acceso</b> | <b>Longitud de acarreo</b> | <b>Potencial Yacimiento</b> |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Fuente 1</b>       | Fluvial               | Magdalena            | 8 Km                       | 450.000                     |
| <b>Fuente 2</b>       | Fluvial               | Guacimilla           | 16 Km                      | 180.000                     |
| <b>Fuente 3</b>       | Terrestre             | Al Norte             | 9 Km                       | 540.000                     |
| <b>Fuente 4</b>       | Terrestre             | Al Norte             | 18 Km                      | 680.000                     |
| <b>Fuente 5</b>       | Terrestre             | Al Norte             | 13 Km                      | 100.000                     |
| <b>Fuente 6</b>       | Terrestre             | Al Oriente           | 4 Km                       | 280.000                     |
| <b>Fuente 7</b>       | Terrestre             | Al Oriente           | 12 Km                      | 980.000                     |
| <b>Fuente 8</b>       | Terrestre             | Al oriente           | 17 Km                      | 1.240.000                   |
| <b>Fuente 9</b>       | Fluvial               | Las vueltas          | 10 Km                      | 250.000                     |
| <b>Fuente 10</b>      | Fluvial               | Pescador             | 18 Km                      | 1.350.000                   |
| <b>Fuente 11</b>      | Fluvial               | Magdalena            | 5 Km                       | 150.000                     |
| <b>Fuente 12</b>      | Fluvial               | Magdalena            | 9 Km                       | 80.000                      |
| <b>Fuente 13</b>      | Terrestre             | Fuente D             | 3 Km                       | 340.000                     |
| <b>Proveedor 1</b>    | Terrestre             | Páez                 | 18 Km                      | 1.300.000                   |
| <b>Proveedor 2</b>    | Terrestre             | Magdalena            | 17 Km                      | 3.000.000                   |

*La presente tabla muestra el resultado Consolidado de la investigación y exploraciones realizadas a las Fuentes Externas (INGETEC Ingeniería y Diseño, 2013), Internas del proyecto (INGETEC, Ingeniería y Diseño, 2013), y la investigación de posibles proveedores en la región. Las fuentes encontradas cumplen técnicamente. Fuente: Elaboración propia.*

Identificadas las posibles Alternativas de solución que cumplen técnicamente, se procede al análisis de mercados (Bateson & Hoffman, 2011); (Klother & Keller, 2012), en donde se tiene en cuenta para cada una de estas alternativas, la viabilidad de aprovechamiento de material teniendo en cuenta el impacto en los siguientes aspectos:

- Aspectos Sociales
- Aspectos Ambientales
- Aspectos de licenciamiento Ambiental
- Aspectos de licenciamiento Minero
- Aspectos programáticos
- Aspectos económicos.

## Investigación de Mercados

Se obtuvieron 15 Alternativas de posibles soluciones técnicas a la problemática planteada; sin embargo para determinar cuáles de ellas generan los menores impactos (Merino & Yaguez, 2012), fue necesario evaluar cada una de ellas desde el punto de vista social, ambiental, licenciamientos, programático y económico.

#### Aspectos Sociales:

Dentro de los Aspectos sociales (Herrera & Blanco, 2013), Se realizaron actividades de socialización a cada una de las comunidades, en las que se les informo acerca de la posible intervención a realizar en las zonas identificadas como posibles fuentes de materiales, en donde se les presento el proyecto como una alternativa de empleo para el sector, la importancia de la intervención para el proyecto , y se puntualizo en qué consistía el proceso constructivo de la explotación de la fuente de material, posibles accesos a la fuente, vehículos que transitarían, posible compra de predios para la explotación y carreteras a construir en su zona de influencia, (INGETEC, Ingeniería y Diseño, 2014). En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos consolidados con respecto al tema social.

El aspecto a evaluar en esta investigación fue la receptividad de la comunidad frente al proyecto, se realizo un análisis Cualitativo en donde se establecieron tres tipos de conducta; buena, regular o mala, de acuerdo con la disposición de la comunidad para colaborar, aportar y trabajar de la mano con el proyecto de explotación.

Bueno: Comunidad receptiva con buena disposición a colaborar en el proceso de explotación de material , este indicador permite hacer viable la posible alternativa desde el punto de vista social.

Regular: Comunidad atenta, pero con bastantes dudas, con algún temor de algún impacto negativo, sin embargo están dispuestos a colaborar; este indicador permite hacer viable la posible alternativa desde el punto de vista social, sin embargo es necesario realizar un trabajo social mas agudo, demandando mas tiempo y recursos.

Malo: Comunidad con indisposición, Agresivos y con negativas al cambio en el momento de socializar el posible proyecto para la explotación de material; este indicador no permite que sea viable esta posible Alternativa de solución.

#### Aspectos Ambientales:

Dentro de los aspectos ambientales, se analizaron cada uno de los posibles impactos al Medio Ambiente (Ceron, 2005), entre los cuales se evaluaron: Medio Aire, Agua, Suelo, contaminación audiovisual, Impactos a los individuos arbóreos, hallazgos Arqueológicos, Fauna, Flor (Salazar, 1998)a, etc...

Con estos aspectos, determinamos que la dificultad para mitigar impactos que generaremos al medio ambiente (Buendía, 2002).

Cuando la mitigación del aspecto se considera Alta, La posible Alternativa de solución se considerara inviable para el proyecto; Cuando se considera el recurso mitigado parcialmente, la viabilidad de la posible Alternativa de solución dependerá del impacto que generara su mitigación (económico y programático), Cuando se considera la mitigación del recurso como baja será viable lea posible alternativa de solución (INGETEC, Ingeniería y Diseño, 2014).

Aire: La dificultad de mitigación a este impacto se puede determinar cómo Alta, Media o Baja; Y se refiere específicamente a garantizar que la calidad de aire existente, no se vea desmejorado por la intervención a realizar producto del paso de volquetas y operación de maquinaria.

Agua: La dificultad de mitigación a este impacto se puede determinar cómo Alta, Media o baja; Y se refiere específicamente a que la calidad de agua existente no se vea desmejorada por intervención en las zonas de las riveras de los ríos y quebradas de los sectores en que la maquinaria interviene.

Suelo: La dificultad de mitigación a este impacto se puede determinar cómo Alta, Media o baja; y se refiere específicamente a que la calidad del suelo existente no se vea desmejorado por la intervención a realizar por medio de las volquetas y maquinaria que transitan en el área de influencia y zona de explotación.

Contaminación audiovisual: La dificultad de mitigación a este impacto se puede determinar como Alta, Media, Baja; Y se refiere específicamente a minimizar el ruido y el choque visual hacia la comunidad y fauna del sector, producto de las emisiones generadas por la maquinaria y volquetas en operación.

Individuos arbóreos: La viabilidad de aprovechamiento forestal a este impacto se puede determinar cómo Alta, Media o baja; Es un impacto muy marcado dentro del proyecto teniendo en cuenta que se realizara una tala de árboles sobre los sectores proyectados como accesos y las áreas de cobertura de las fuentes de materiales. Sin embargo se puede mitigar sembrando especies arbóreas adicionales a las taladas.

Hallazgos Arqueológicos: Viabilidad de intervención por potencial Arqueológico (Patiño, 2007) se puede determinar cómo Alta, Media o baja. Este impacto consiste en recuperar el patrimonio Arqueológico existente en las áreas de intervención; cuya mitigación se dará con la implementación de su recuperación mediante un equipo de Arqueólogos monitoreando las zonas para rescatar este patrimonio hallado en el momento en que la maquinaria se encuentre operando..

En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos consolidados con respecto a los aspectos ambientales.

Aspectos de licenciamiento Ambiental:

La entidad del gobierno encargada de regularizar y otorgar la licencia ambiental, o una ampliación a la existente es el agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), la cual evalúa los impactos que se generan en cada una de las áreas de influencia y otorga el permiso de explotación o no.

Para este caso; los resultados se plasman con la viabilidad de aprobación y se calificaran como un Sí o un No.

La aprobación de licenciamiento depende de los Impactos Ambientales a Mitigar y sus respectivas medidas a implementar o compensación; En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos consolidados con respecto a los aspectos ambientales.

Aspectos de Licenciamiento Minero:

La entidad encargada de regularizar y otorgar el permiso minero, es la Agencia Nacional Minera (ANM), la cual evalúa los aspectos técnicos de la explotación de cada una de las fuentes y aspectos concernientes al titular del permiso de concesión minera.

Para nuestra evaluación, los resultados se plasman con la viabilidad de aprobación minera y se califican como un Sí o un No; En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos consolidados con respecto a los aspectos de licenciamiento minero.

En la tabla siguiente se presenta el consolidado de los resultados obtenidos desde los aspectos sociales, aspectos ambientales, viabilidad en el licenciamiento minero y licenciamiento ambiental:

Tabla 5. Resultados Obtenidos Análisis De Mercados Para Los Aspectos Sociales y Ambientales.

| <b>POSIBLE FUENTE</b> | <b>Temática Social</b> | <b>Viabilidad Social</b> | <b>Impacto Ambiental</b>                         | <b>Dificultad de Mitigación</b> | <b>Viabilidad Ambiental</b> | <b>Viabilidad Minera</b> |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>Fuente 1</b>       | Fuente de empleo       | Buena                    | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media                           | No                          | No                       |
| <b>Fuente 2</b>       | Fuente de empleo       | Regular                  | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media                           | Sí                          | Sí                       |
| <b>Fuente 3</b>       | Fuente de empleo.      | Buena                    | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media                           | Sí                          | Sí                       |
| <b>Fuente 4</b>       | Fuente de empleo       | Buena                    | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media                           | Sí                          | Sí                       |
| <b>Fuente 5</b>       | Fuente de empleo       | Mala                     | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media                           | Sí                          | Sí                       |
| <b>Fuente 6</b>       | Fuente de empleo       | Buena                    | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media                           | Sí                          | Sí                       |

|                    |                             |           |  |       |    |    |
|--------------------|-----------------------------|-----------|--|-------|----|----|
| <b>Fuente 7</b>    | Fuente de empleo            | Buena     | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media | Sí | Sí |
| <b>Fuente 8</b>    | Fuente de empleo.           | Buena     | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media | Sí | Sí |
| <b>Fuente 9</b>    | Fuente de empleo            | Regular   | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media | Sí | Sí |
| <b>Fuente 10</b>   | Fuente de empleo            | Buena     | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media | Sí | Sí |
| <b>Fuente 11</b>   | No aplica                   | No aplica | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media | Sí | Sí |
| <b>Fuente 12</b>   | No aplica                   | No aplica | Aire, Agua, Suelo, Audiovisual                   | Media | No | Sí |
| <b>Fuente 13</b>   | No aplica                   | No aplica | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media | Sí | Sí |
| <b>Proveedor 1</b> | Fuente de empleo adicional. | Buena     | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media | No | No |
| <b>Proveedor 2</b> | Fuente de empleo adicional. | Buena     | Aire, Suelo, Audiovisual, Forestal, Arqueológico | Media | Sí | Sí |

*La presente tabla muestra el resultado consolidado del análisis de mercado teniendo en cuenta los Aspectos sociales, aspectos ambientales, Aspectos de licenciamiento Ambiental y minero de las 15 posibles alternativas de solución; Con respecto a la temática social se identificó buena receptividad para el proyecto en 9 comunidades, regular receptividad en 2 comunidades, mala receptividad en 1 comunidad, y en 3 posibles alternativas no fue necesario socializar el proyecto teniendo en cuenta que los predios se ubican en sectores ya comprados por el proyecto. (INGETEC, Ingeniería y Diseño, 2014), Con respecto a la temática Ambiental y su licenciamiento se identificaron los impactos más relevantes que se generaran en el momento de la intervención de la posible fuente (INGETEC, Ingeniería y Diseño, 2014); a pesar de que en cada fuente mínimo se generan 4 impactos, su mitigación es posible tomando medidas ambientales preventivas y de compensación. Por lo que se determino para las 15 posibles alternativas una dificultad de compensación media; Fuente: Elaboración propia*

#### Aspectos Programáticos:

En los aspectos programáticos se tiene como referencia la fecha comprometida para la entrega de energía a la red de interconexión nacional eléctrica.

Para cada alternativa se analizaron los diversos aspectos que impactan en la programación, entre los factores tenidos en cuenta se estimaron los tiempos requeridos para las actividades más relevantes en el proceso de explotación de cada fuente.



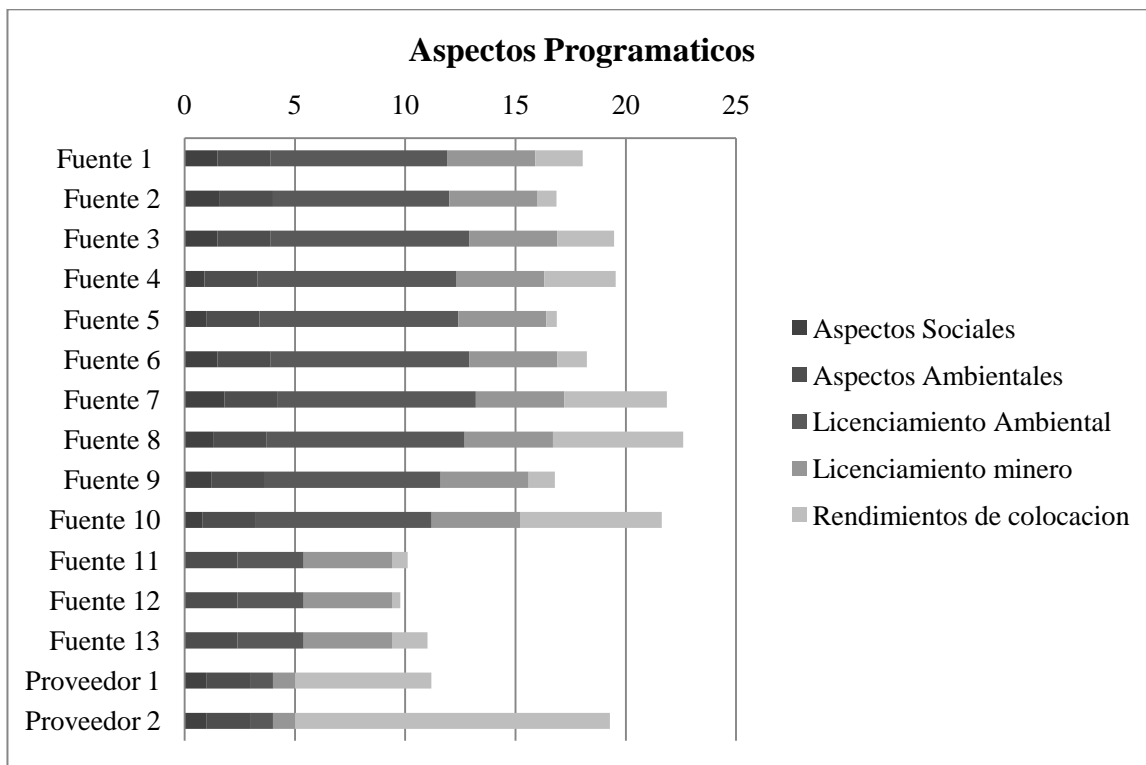
Entre estas actividades se encuentran las relacionadas con:

Actividades preliminares: la reubicación de personal del sector a intervenir, monitoreos y recolección de información preliminar para licenciamiento ambiental y licenciamiento minero, tiempos estimados para extraer la cantidad aprovechable a explotar, tiempos para actividades de prospección y monitoreo arqueológico, ahuyentamiento de fauna, aprovechamiento forestal, construcción de accesos

Actividades en etapa de producción: rendimientos diarios de entrega de material ( Incluye los tiempos de acarreo en vía terciaria, vía nacional, tiempos por operatividad de la maquinaria, tiempos en los cargues y descargues del material), para la parte productiva se estimaron los tiempos para el descapote de material con materia orgánica descapote de material inerte no aprovechable, disponibilidad de equipos, estimativos en los inicios de explotación, rendimiento de equipos, movimientos y conformación de acopios temporales, para los rendimientos de colocación se establecieron tiempos dependiendo de las reservas de material de cada posible fuente con promedio de 7.000 metros cúbicos diarios. etc...

Vale la pena resaltar que los tiempos estimados se establecieron en meses, en el grafico presentado a continuación se consolidan los tiempos estimados para inicio de las actividades de explotación de cada posible fuente de material.

**Figura 2. Estimación Programática por Posible Fuente De material**



la presente tabla muestra el resultado Consolidado de los tiempos estimados en (meses) de las posibles alternativas de solución,

*en donde por programación para el inicio de las actividades de explotación (Estimación de tiempos en gestionar Aspectos Sociales, aspectos ambientales, Licenciamientos mineros y Ambientales); En donde se pudo establecer que las opciones menos impactantes a nivel programático son las de contactar a proveedores externos ( 5 meses), en la segunda opción de la licenciar y explotar fuentes propias (9 meses) y las mas dispendiosas son las fuentes externas ( entre 16 y 18 meses). y Finalmente se evalúan los tiempos de Colocación de material en el sitio de Presa para lo cual se han estimado una relación de 7.000 m3/diarios. Fuente: Elaboración propia.*

Aspectos económicos:

Dentro de los aspectos económicos se tiene en cuenta, todos los costos asociados a la puesta del material en el sitio de Presa; Iniciando desde la etapa de exploración, estudios, licenciamientos ambientales y licenciamientos mineros, actividades ambientales como aprovechamiento, tasa de movilización de la madera, recursos requeridos para realizar actividades arqueológicas, compra de predios, adecuación de accesos, combustibles, maquinaria, equipo, personal, alojamientos, construcción de campamentos, transportes en general, etc....

Adicionalmente los costos establecidos para los proveedores, fueron determinados de acuerdo a un análisis propio de cada proveedor, en donde deben tener en cuenta sus costos administrativos, ambientales, costos de licenciamiento ambiental y minero, costos de pago de regalías, transporte al sitio de obra, peajes, etc...

Para este caso en particular el aspecto económico se evalúa mediante el costo por metro cubico puesto en el sitio de Presa: \$/m3.

En los resultados en la estimación de costos por cada fuente de material, se logro establecer que los costos asociados a las fuentes propias son los más bajos para el proyecto en promedio 15.175 \$/m3, el costo promedio para las fuentes externas es de 15.270 \$/m3 y el costo promedio de los proveedores es de 18.250 \$/m3.

Evaluación De Posibles Fuentes De Materiales

En nuestro estudio de mercados (Gracia, 2011) consolidamos los Aspectos Cualitativos y cuantitativos;

Los Aspectos Cualitativos son los correspondientes a la viabilidad Social, viabilidad Ambiental, Licenciamiento Ambiental y Licenciamiento Minero

Los Aspectos Cuantitativos son los correspondientes a las cantidades aprovechables por posible fuente de material, costos y factores programáticos, los cuales corresponden a los valores del Volumen explotable (m3), estimación de tiempos para inicios de explotación, tiempos de entregas de material y costos por m3; En una matriz que genera una herramienta Gerencial para la toma de decisiones, a continuación se presenta el análisis.

En la siguiente tabla “ Matriz De Evaluación Para Posible Fuentes De Materiales” se descartan las posibles alternativas de solución por algún aspecto relevante que pueda impactar el proyecto de manera negativa en temas programáticos y presupuestales. Las alternativas descartadas se observan subrayadas en color gris.

Tabla 6. Matriz De Evaluación Para Posible Fuentes De Materiales.

| FUENTE         | Volumen Explota. (m3) | Viab. Social | Viab. Amb. | Licencia Amb. | Licencia Minera | Inicio a explotar (meses) | Entrega material (meses) | Costos Totales \$/m3 |
|----------------|-----------------------|--------------|------------|---------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|
| <b>1</b>       | 450.000               | Sí           | Sí         | No            | No              | 15,9                      | 2,1                      | 15.111               |
| <b>2</b>       | 180.000               | Sí*          | Sí         | Sí            | Sí              | 16                        | 0,9                      | 15.722               |
| <b>3</b>       | 540.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 16,9                      | 2,6                      | 15.221               |
| <b>4</b>       | 680.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 16,3                      | 3,2                      | 15.160               |
| <b>5</b>       | 100.000               | No           | Sí         | Sí            | Sí              | 16,4                      | 0,5                      | 16.310               |
| <b>6</b>       | 280.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 16,9                      | 1,3                      | 15.354               |
| <b>7</b>       | 980.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 17,2                      | 4,7                      | 14.682               |
| <b>8</b>       | 1.240.000             | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 16,7                      | 5,9                      | 14.837               |
| <b>9</b>       | 250.000               | Sí*          | Sí         | Sí            | Sí              | 15,6                      | 1,2                      | 15.431               |
| <b>10</b>      | 1.350.000             | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 15,2                      | 6,4                      | 14.874               |
| <b>11</b>      | 150.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 9,4                       | 0,7                      | 15.207               |
| <b>12</b>      | 80.000                | Sí           | No         | Sí            | Sí              | 9,4                       | 0,4                      | 15.465               |
| <b>13</b>      | 340.000               | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 9,4                       | 1,6                      | 14.854               |
| <b>Prov. 1</b> | 1.300.000             | Sí           | Sí         | Sí            | Sí              | 5                         | 6,2                      | 18.500               |
| <b>Prov. 2</b> | 3.000.000             | Sí           | Sí         | No            | No              | 5                         | 14,3                     | 18.000               |

En la presente matriz se consolida todos los Aspectos evaluados de las 15 posibles alternativas de solución, en donde tenemos todo el Panorama de viabilidad social, viabilidad ambiental, licenciamiento minero, tiempos de inicio de explotación, tiempos de entrega de material y la asociación de costos por metro cubico (\$/m3) de cada alternativa; \*Se refiere a que se tiene una viabilidad social, aunque debe ser manejada con mayores recursos debido a un grado de dificultad social mayor al identificado en comunidades similares; las alternativas sombreadas(texto) se descartan por Aspectos Cualitativos inmersos altos impactos sociales como es el caso de la Fuente 5, impactos ambientales específicamente hallazgos Arqueológicos como es el caso de la Fuente 12 e impactos de licenciamientos mineros y ambientales como el caso de las Alternativas Fuente 1 y Proveedor 1. Fuente: Elaboración propia.

#### Evaluación Gerencial Para Toma De Decisiones:

Con la información obtenida en nuestro estudio de mercados, se descartaron 4 posibles alternativas de solución equivalentes al 27 % del total de las alternativas planteadas; con las alternativas restantes, se realiza una evaluación gerencial la cual nos permitirá determinar mediante una toma de decisiones la escogencia de las alternativas que generen menor impacto para el proyecto.

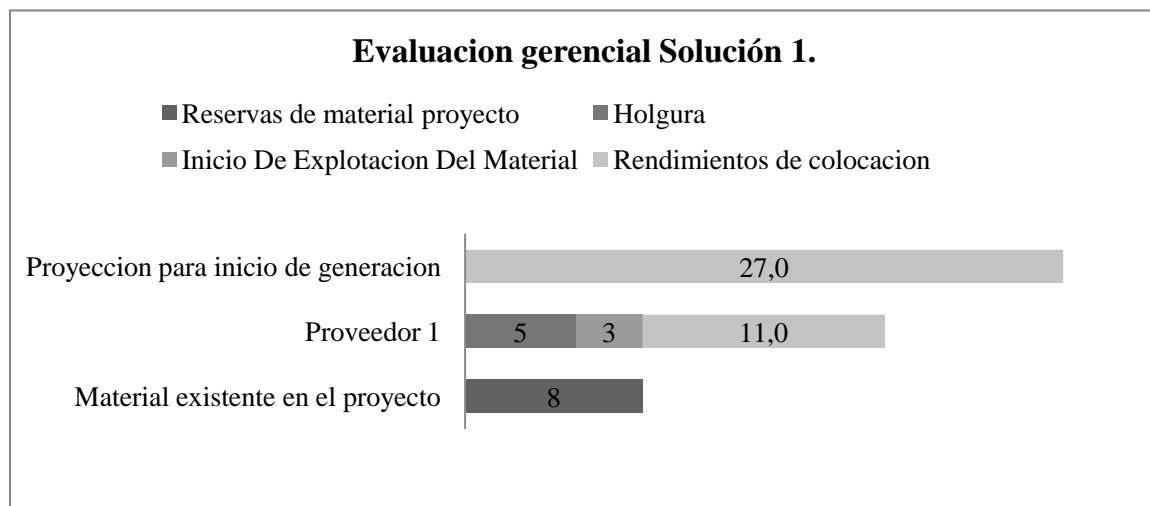
Posible Solución 1.

Esta solución, radica en la contratación del proveedor 1, teniendo en cuenta que cuenta con las reservas suficientes para suplir el déficit de material existente en el proyecto.

Evaluación programática Solución 1

Esta posible solución a nivel gerencial puede garantizar la solución del problema de manera rápida, dentro de los tiempos establecidos, pero económicamente se evidencia que es la condición mas desfavorable.

Figura 3. Evaluación programática Solución 1.



*Esta solución supera la problemática de colocación de la totalidad del déficit de material en el Proyecto, con tiempo total de colocación en el sitio de Presa*

de 19 meses, es decir que permite entregar la estructura 8 meses antes de la fecha límite para generar energía. Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de Costos solución 1.

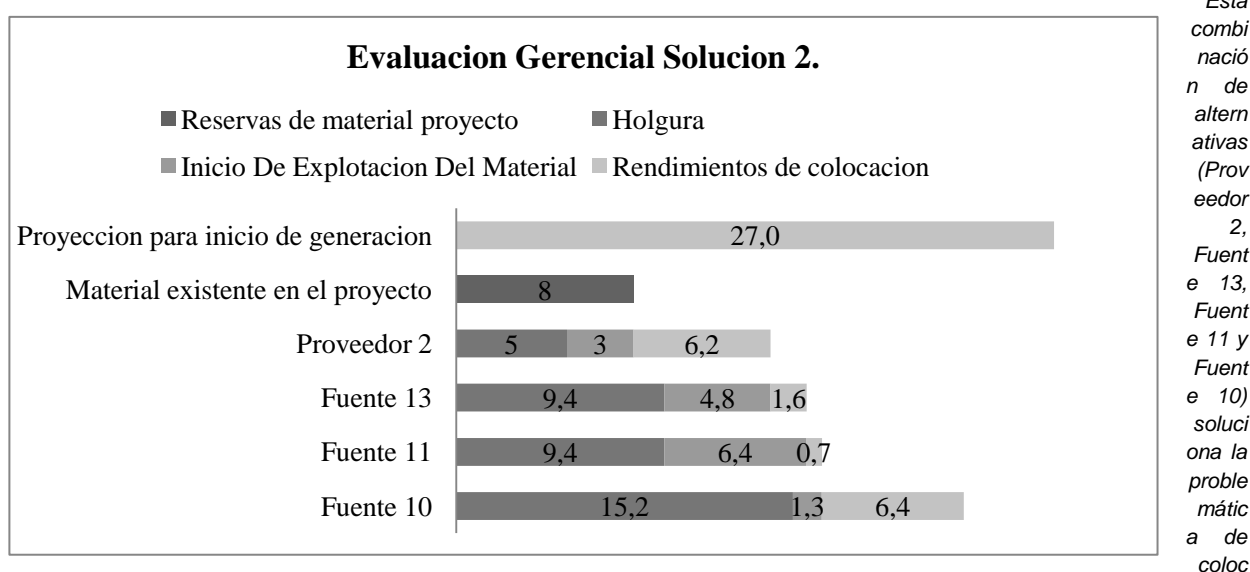
En esta solución se contempla la alternativa proporcionada por el Proveedor 1, con la compra de los 2.300.000 m3 siendo el costo unitario de 18.500 \$/m3 con un costo total de 42.550 millones. Estos costos impactan directamente sobre el presupuesto del proyecto de manera negativa.

## Posible Solución 2

Esta solución, radica en la combinación de las siguientes Alternativas en orden cronológico contratación del Proveedor 2, fuente 13, Fuente 11 y Fuente 10.

Evaluación programática Solución 2.

Figura 4. Evaluación programática Solución 2.



Evaluación de Costos solución 2.

Esta solución determina los costos teniendo en cuenta la cantidad a suministrar con el precio unitario por metro cubico.

Esta solución contempla la combinación de cuatro (4) alternativas de solución, la cual contempla los siguientes proveedores y cantidades:

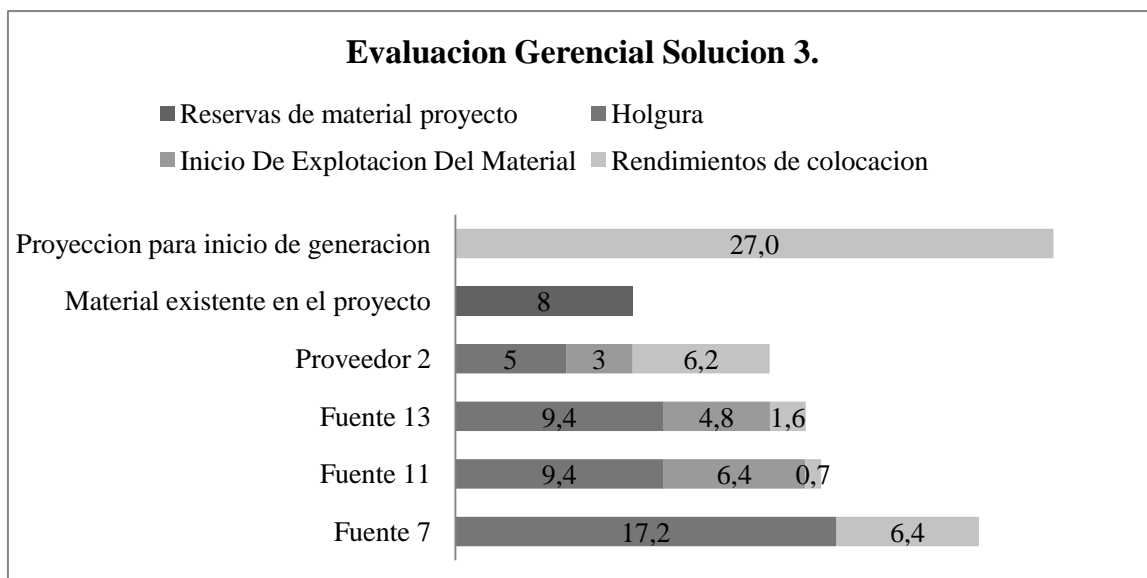
Proveedor 1 con cantidad de 1.300.000 m<sup>3</sup> con valor unitario de 18.500 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 24.050 millones; Fuente 13 con cantidad de 340.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 14.854 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 5.050 millones; Fuente 11 con cantidad de 150.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 15.207 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 2.281 millones y finalmente fuente 10 con cantidad de 510.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 14.874 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 7.585 millones; esta combinación cubrirá la totalidad del déficit (2.300.000 m<sup>3</sup>) a un costo de 38.967 millones.

### Posible Solución 3

Esta solución, radica en la combinación de las siguientes Alternativas en orden cronológico contratación del Proveedor 2, fuente 13, Fuente 11 y Fuente 10.

Evaluación programática Solución 3.

Figura 5. Evaluación programática Solución 3.



*Esta combinación de alternativas (Proveedor 2, Fuente 13, Fuente 11 y Fuente 7) soluciona la problemática de colocación de la totalidad del déficit de material en el Proyecto, con tiempo total de colocación en el sitio de Presa de 23,6 meses, es decir que permite entregar la estructura 3,4 meses antes de la fecha límite para generar energía. Fuente: Elaboración propia.*

Evaluación de Costos solución 3.

Esta solución determina los costos teniendo en cuenta la cantidad a suministrar con el precio unitario por metro cubico.

Proveedor 1 con cantidad de 1.300.000 m<sup>3</sup> con valor unitario de 18.500 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 24.050 millones; Fuente 13 con cantidad de 340.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 14.854 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 5.050 millones; Fuente 11 con cantidad de 150.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 15.207 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 2.281 millones y finalmente fuente 7 con cantidad de 510.000 m<sup>3</sup> con un valor unitario de 14.682 \$/m<sup>3</sup> costo parcial de 7.487 millones; esta combinación cubrirá la totalidad del déficit (2.300.000 m<sup>3</sup>) a un costo de 38.869 millones.

## CONCLUSIONES

La complejidad para desarrollar las posibles alternativas de solución al déficit de material, se mitigó gracias al engranaje que proporcionó el análisis de mercados en los sectores que podrían brindar posibles soluciones parciales o definitivas, teniendo en cuenta los diversos impactos sociales, ambientales, programáticos y económicos de cada alternativa.

De acuerdo con la experiencia evidenciada, para una evaluación futura de proyectos la toma de decisiones gerenciales deben enfocarse en aumentar los recursos de inversión en las etapas de Prefactibilidad y factibilidad del proyecto, logrando minimizar la incertidumbre en los riesgos propios del proyecto; de esta manera se pueden prever sobrecostos en las etapas de ejecución. Para este caso puntual se evidenció que el no hacer un minucioso estudio de Yacimientos desde la génesis del proyecto, generó un déficit casi del 25% de los materiales Aluviales requeridos para el Proyecto.

Como resultado de la evaluación gerencial, se obtuvo tres soluciones a la mitigación del déficit de materiales aluviales para el proyecto, cuyos resultados se presentan a continuación:

| <b>SOLUCION</b> | <b>Cantidad (m3)</b> | <b>Costo (miles de \$)</b> | <b>Tiempo de entrega (meses)</b> | <b>Tiempo previo antes de la fecha límite para generar energía (meses)</b> |
|-----------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|--|
| <b>1</b>        | 2.300.000            | 42.550.000                 | 19                               | 8  |
| <b>2</b>        | 2.300.000            | 38.967.150                 | 22,9                             | 4,1  |
| <b>3</b>        | 2.300.000            | 38.869.230                 | 23,6                             | 3,4  |

Las tres soluciones planteadas cumplen con los requerimientos de entrega de material en los tiempos establecidos antes de la fecha límite de para generar energía (27 meses), sin embargo los costos de las tres alternativas distan entre ellas significativamente.

Adicionalmente con los resultados obtenidos, se concluye que entre mayor sea el costo de la solución, mayor es el tiempo de holgura, es decir menor es el riesgo asumido por la gerencia.

Para este caso en particular la decisión gerencial para solucionar la problemática del déficit de materiales en tiempos adecuados es la solución 3, lo que evita un sobrecosto de 98 millones con respecto a la solución 2 y 3.681 millones con respecto a la solución 1. A pesar de que esta solución presenta el nivel de riesgo más alto por el menor tiempo de holgura con respecto a la fecha límite para generar energía, se considera que 3,4 meses es suficiente tiempo para mitigar algún factor no previsto.

La toma de decisiones para lograr las soluciones más eficientes a la problemática del déficit de material; se basó finalmente en aquellas alternativas que lograron impactar en menor medida los requerimientos

programáticos comprometidos con el compromiso de generar energía en una fecha determinada, generando menores sobrecostos para el proyecto, minimizando al máximo el impacto social y el impacto ambiental.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Annels, A. (1991). Mineral deposit evaluation. A practical approach. Londres: Chapman & Hall.

Bateson, J., & Hoffman, D. (2011). Services Marketing. *Concepts, Strategies & cases* . U.S.A: Editorial Cengege.

Buendía, M. P. (2002). La Evaluación Del Impacto Ambiental Y Social Para El Siglo XXI. *Teorías, Proceso Y Metodología* . Madrid, España: Editorial fundamentos.

Bustillo Revuelta, M., & Lopez Jimeno, C. (1997). *Manual de evaluación y diseño de explotaciones mineras*. Madrid.

Carniglia, Marcus F. ;Grossi, Jorge H. (2013). *Diseño de caras de Hormigon en Presas CFRD de Gran Altura. Analisis y Tendencias*. San Juan, Argentina: Techint Ingenieria y Construccion.

Ceron, G. C. (2005, Noviembre). *Economia Aplicada A La Valoracion De Impactos Ambientales*. Manizales, Caldas, Colombia: Editorial universidad de Caldas.

CREG Comision reguladora de energia y gas. (2006, Octubre 3). RESOLUCION CREG 071 DE 2006. *Cargo por Confiabilidad del mercado mayorista de energia* . Bogota, Colombia.

Cruz, P., Materon, B., & Freitas, M. (2010). *"Concrete Face Rockfill Dams" Proceedings*. Brasil: Oficina de textos. 1 Edicion.



Diéz-Cascón, J. (2001). Ingeniería de Presas, presas de fabrica. In F. B. Hernandez, *Presas de fabrica* (p. 471). Cantabria: Srevicio de publicaciones de la Universidad de Cantabria.

García Orche, E. (1999). Manual de evaluación de Yacimientos. madrid.

Gracia, V. B. (2011, Noviembre). Fundamentos de Marketing. *Entorno, Consumidor, Estrategia e Investigacion Comercial*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Herrera, J. S., & Blanco, T. P. (2013). Estrategias De Marketing Para Grupos Sociales. Madrid, España: ESIC.

INGETEC Ingeniería y Diseño. (2013). *Exploracion de Fuentes Aluviales Externas*. Gigante, Huila: Ingetec S.A.

INGETEC, Ingeniería y Diseño. (2014). *Estudio de Impacto Social y Ambiental para Fuentes Aluviales Externas*. Bogota: Ingetec S.A.

INGETEC, Ingeniería y Diseño. (2013). *Exploracion de Fuentes Aluviuales Internas*. Gigante, Huila: Ingetec S.A.

Klother, P., & Keller, K. J. (2012). Marketing Management. Pearson.

Merino, M. J., & Yaguez, E. (2012, Septiembre). Nuevas Tendencias En Investigacion Y Marketing. Madrid, España: Editorial ESIC.

Ministerio de minas y energia. (2.014, Octubre 13). [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co). Retrieved Octubre 13, 2.014, from <http://www.creg.gov.co/index.php/regulacion>:  
<http://www.creg.gov.co/index.php/regulacion/resoluciones>

Patiño, D. (2007, Agosto 15). Arqueología, patrimonio y sociedad. Cauca, Colombia: Universidad Del Cauca.

PTO. (2014). *Plan de Trabajo y Obras Proyecto Hidroelectrico El Quimbo*. Gigante, Huila.

Salazar, R. C. (1998). Evaluacion De Impacto Ambiental Y Sosotenibilidad Del desarrollo. Costa Rica: Ministerio De Ambiente Y Energía.

Trespacios, J. A., & Casiellez, R. V. (2005). Investigacion De Mercados. *Metodos De Recogida Y Analisis De La Informacion Para La Toma De Desiciones En Marketing* . Madrid , España: Paraninfo.

[www.eeb.com.co/transmision-de-electricidad/sector-energetico-en-colombia](http://www.eeb.com.co/transmision-de-electricidad/sector-energetico-en-colombia). (2014).

Retrieved septiembre 2014, 2014, from empresa de energia de bogota: [www.eeb.com](http://www.eeb.com)