

Evaluación de las canteras de materiales de la construcción de la empresa Habana a través de indicadores económicos

Miguel Ángel González Oliva

magonzalez@fh.ismm.edu.cu

Dailén González Martín

dgonzalezm@ismm.edu.cu

Universidad de Moa (Cuba).

Resumen: Se evaluó el desempeño de los indicadores económicos en las canteras de materiales de la construcción de la Empresa de Canteras de La Habana. La investigación se desarrolló a través de tres etapas metodológicas que posibilitaron evaluar los principales indicadores de la actividad económica de una cantera a través de la identificación de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras, selección de los indicadores económicos aplicables a las canteras de materiales de construcción a través de criterio de expertos y caracterización de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras de materiales de construcción. A pesar de que los resultados económicos fueron deficientes en el periodo productivo, la cantera genera utilidades.

Palabras clave: cantera; construcción; indicador económico.

Evaluating construction materials quarries of Havana Company based on economic indicators

Abstract: The performance of economic indicators in the quarries of construction materials at Canteras de la Habana Company was evaluated. The research was carried out through three methodological stages that made it possible to evaluate the main indicators of the economic activity of a quarry by identifying economic indicators for evaluating its performance, by selecting economic indicators applicable to construction materials quarries based on expert criteria and a characterization of economic indicators to evaluate the performance of construction materials quarries. Although the economic results were not efficient, the quarry generates profits.

Key words: quarry; construction; economic indicator.

Introducción

Los Materiales de la Construcción representan aproximadamente la mitad de todos los recursos consumidos en el planeta. Son utilizados en la construcción, tienen un gran impacto medio ambiental, debido a su extracción, procesamiento, transporte y empleo. Estos impactos se producen en el ámbito mundial, regional y personal, afectando al clima, la biodiversidad y a la salud de las personas (Mota, 2017).

En Cuba se explotan alrededor de 147 canteras de materiales de la construcción, cuya producción aporta la materia prima necesaria a todo el territorio nacional, para garantizar las tareas planteadas por la revolución para el desarrollo del país.

Se hace necesario determinar los indicadores económicos para la evaluación integral de las empresas. Permiten describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad a través de la evolución de una variable o el establecimiento de una relación entre variables, la que, comparada con periodos anteriores, productos similares o una meta o compromiso, permite evaluar el desempeño y su evolución en el tiempo.

La Empresa de Canteras de La Habana tiene como actividad fundamental la producción de áridos y de cal y sus derivados, con procesos tecnológicos, industriales y minerales flexibles y competitivos. Su objeto social es producir, transportar y comercializar materias primas, materiales y productos para la construcción (áridos, cal y sus derivados).

Para sus producciones cuenta con seis UEB productivas radicadas en San José de las Lajas, Guanabacoa, Marianao-Caimito, Mariel y Unión de Reyes, además de una UEB de Servicios Técnicos como apoyo a la producción radicada en Cuatro Caminos, municipio Cotorro; UEB de transportación radicada en el municipio Arroyo Naranjo, UEB de Aseguramiento a la producción y a la Oficina Central de la Empresa, radicadas estas dos últimas en el municipio Cerro.

Este estudio consiste en determinar el sistema de indicadores económicos para la evaluación integral del desempeño de las UEB mineras de la Empresa de Canteras de La Habana a través de una investigación exhaustiva de los documentos que están vigentes en la empresa y entrevistas a especialistas.

Para ello se aplica un instrumento desarrollado por Martínez (2009) que evalúa los aspectos técnicos, ambientales, de seguridad, económicos y sociales del desempeño de una cantera o una empresa, en general, a través de variables e indicadores.

Metodología

La investigación se desarrolló a través de tres etapas metodológicas que se exponen a continuación:

Primera etapa: Identificación de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras

Para llevar a cabo esta etapa primeramente se analizaron diferentes fuentes bibliográficas y se intercambió con especialistas de las empresas de materiales de construcción, lo que permitió elaborar el listado preliminar de los indicadores económicos para las canteras de materiales de construcción de Cuba que se someterían a criterio de expertos.

Segunda etapa: Selección de los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de criterio de expertos

En esta fase se recogerá, mediante una tormenta de idea, la lista de todos los procesos y actividades que se desarrollan en la empresa. Posteriormente se realiza la consulta de experto que permite obtener una visión colectiva sobre un tema a partir de rondas repetidas de preguntas.

El método Delphi es una técnica que permite llegar a opiniones de consenso en un grupo o personal.

Los pasos para aplicar el método Delphi son:

1. Elaboración del cuestionario
2. Determinación del número de expertos
3. Selección de los expertos
4. Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos
5. Evaluación de los resultados a partir de la prueba de hipótesis.

1. Elaboración del cuestionario

Se tuvo en cuenta los principios de la teoría de la comunicación y, además, se crearon mecanismos para reducir los sesgos en las respuestas.

2. Determinación del número de expertos

El número de expertos n se determinó mediante la fórmula de Legrá & Silva (2007):

$$n = p(1 - p) \left(\frac{Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2$$

Donde:

D: error admisible (cuando d tiende a 0 el número n aumenta)

P: proporción o probabilidad de fallo al escoger el experto (su valor está entre 0 y 1); $q=1-p$.

Cuando $p=0,5$ se obtiene el mayor valor de n para y d conocidos. Nótese que cuando p sea muy cercano a 0 o a 1 entonces el valor de n tiende a disminuir.

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$: constante cuyo valor está asociado con el nivel de confianza seleccionado, tomado de la Tabla 1 (Legrá & Silva, 2007).

Tabla 1. El valor de $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ para algunos valores de α

Nivel de confianza	α	$1 - \frac{\alpha}{2}$	Z
90 %	0,10	0,950	1,64
95 %	0,05	0,975	1,96
99 %	0,01	0,995	2,58

3. Selección de los expertos

Cada experto propuesto se evaluó con una escala cualitativa que califica de alto, medio y bajo.

La competencia de los expertos se terminó por el coeficiente k_{cop} , que se calculó de acuerdo con la opinión de cada experto sobre su nivel de conocimiento acerca del problema y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

Se procedió a calcular para cada candidato a experto el coeficiente de competencia:

$$K_{cop} = \frac{1}{2} (K_c + K_a)$$

Donde:

Kc- coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la valoración del propio experto en una escala del 0 al 10 y multiplicado por 0,1; de esta forma, la evaluación "0" indica que el experto no tiene absolutamente ningún conocimiento de la problemática correspondiente, mientras que la evaluación "10" significa que el experto tiene pleno conocimiento de la cuestión tratada.

Ka- coeficiente de argumentación de los criterios del experto, obtenido como resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón.

Las evaluaciones se cuantificaron utilizando la Tabla patrón 2. Las sumas de Alto así como las sumas de Medio y Bajo no deben exceder del valor 1.

Tabla 2. Tabla patrón de evaluación

Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
Análisis teórico realizado	0,3	0,2	0,1
Experiencia obtenida	0,5	0,3	0,2
Trabajo de autores nacionales que conoce	0,05	0,04	0,02
Trabajo de autores extranjero que conoce	0,05	0,04	0,02
Conocimiento propio sobre el estado del tema	0,05	0,04	0,02
Su intuición	0,05	0,04	0,02

Para determinar la competencia del candidato se usaron los criterios:

- Competencia ALTA si $K_{comp} > 0,8$
- Competencia MEDIA si $0,5 < K_{comp} \leq 0,8$
- Competencia BAJA si $K_{comp} \leq 0,5$

4. Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos

Una vez evaluado el grado de conocimiento y confiabilidad de los expertos, se confeccionaron las encuestas para obtener criterios cualitativos en una primera ronda y cuantitativos en las demás, lo que permitió conseguir una unidad de criterios acerca de los indicadores que mayor incidencia tienen en los procesos analizados.

- Primera ronda: Se presentaron a los expertos, el listado de los indicadores preseleccionados, con el fin de que estos decidieran si estos indicadores eran suficientes para conformar el sistema o si era necesario adicionar o modificar algunos.
- Segunda ronda: Se procedió a listar y presentar a los expertos los indicadores resultantes de la ronda anterior, para que realizaran la votación según los

procedimientos establecidos, es decir, evaluando con un (1) los indicadores con los que estuvieran de acuerdo y con un (0) aquellos con los que estuvieran en desacuerdo.

- Tercera ronda: Se seleccionaron criterios y se evaluó la concordancia de los expertos. En esta ronda se obtuvo la influencia de cada indicador seleccionado.

Para resolver esto se calculó el Coeficiente de Concordancia de Kendall

$$K = \frac{12 \sum_{j=1}^P \lim_{n \rightarrow \infty} (S_j - S_{med})^2}{M^2 (P^3 - P)}$$

Donde:

P: número de criterios que se valoran

M: cantidad de expertos encuestados

S_j: suma de los valores asignados por los expertos a cada criterio j

S_{med}: valor medio de (S_j) con respecto al número de criterio P.

5. Evaluación de los resultados a partir de la prueba de hipótesis

Se realizó la prueba de significación para determinar la concordancia entre los criterios expresados por los expertos.

Los autores consultados plantean que se acepte la concordancia de los expertos cuando $K > 0,7$ y que se asuma discordancia cuando $K < 0,4$. En este caso queda sin precisarse la concordancia de los expertos cuando K está en $[0,4; 0,7]$. Mediante la siguiente prueba se puede responder la pregunta (Legrá & Silva, 2007).

Sean las hipótesis estadísticas:

Hipótesis Nula:

H₀: No hay comunidad de intereses entre los expertos con relación a los criterios.

Hipótesis Alternativa:

H₁: Los expertos están de acuerdo con los criterios. Existe comunidad de intereses.

Siendo:

P-1 los grados de libertad, se calculan los valores

$$X^2 \text{ calculada} = M (P - 1) K$$

X^2 tabulada (Nivel de significación, Grados de Libertad)

Si: X^2 calculada > X^2 tabulada, entonces se acepta H_0 (Hipótesis Nula).

Tercera etapa: Caracterización de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras de materiales de construcción

La caracterización de cada indicador se realizó tomando en cuenta los criterios recomendados por Pérez (2005), quien plantea como esencial la definición de cada indicador del sistema, lo que significa darle un nombre al indicador y especificar cómo se realizará su cálculo; además, se recomienda incluir las variables que definirán dicho indicador, lo cual consiste en establecer los aspectos que a continuación se relacionan:

- Nombre
- Forma de cálculo
- Unidades
- Objetivo
- Niveles de referencia:
 - Las metas establecidas
 - El comportamiento histórico del indicador (para establecer tendencias)
 - El mejor valor logrado para dicho indicador, bien sea en la organización o fuera de la misma (*benchmarking*)
 - El valor del mismo indicador con respecto al sector al que pertenezca la organización
 - El valor del indicador con respecto a la competencia.

Identificación de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de canteras

Para la identificación de los indicadores económicos se recolectó de distintas fuentes bibliográficas: tesis doctorales, trabajos de diploma, tesis de licenciatura, modelo de Inspección Minera de la ONRM, el Informe de Sostenibilidad de 2015 y otros. Esto permitió establecer el listado preliminar de los indicadores económicos para las canteras de materiales de construcción de Cuba que se someterían a criterio de expertos que se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Relación preliminar de los indicadores económicos para la evaluación integral de canteras de materiales de construcción

No.	Indicadores	Unidades
1	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m ³
2	Costo por metro cúbico	\$/m ³
3	Red de barrenación	M
4	Costo de combustible	l/m ³
5	Costo de electricidad	\$/kWh
6	Consumo de agua	l/m ³
7	Consumo de materia prima	t/m ³
8	Consumo de explosivo	kg/m ³
9	Costo de producción	\$/m ³
10	Costo por peso de la producción	\$/t
11	Producción mercantil	t/año
12	Costo por peso de la producción mercantil	\$/t
13	Producción bruta de la industria	T
14	Costo por peso de la producción bruta	\$/t
15	Costo por peso de material	\$/t
16	Costo de salario	\$/año
17	Gastos de salario por peso de producción	\$/t
18	Costo de otras fuerzas de trabajo	\$/año
19	Costo por peso de otras fuerzas de trabajo	\$/t
20	Productividad del trabajo	m ³ /año
21	Promedio de trabajadores	Personas
22	Número de trabajadores	Personas
23	Fondo de salario	\$/año
24	Costo de mantenimiento de la planta	\$/año
25	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$/año
26	Costo de mantenimiento de los móviles	\$/año
27	Capacidad de la planta de procesamiento	m ³ /hora
28	Recuperación en planta	%
29	Pérdidas	%
30	Dilución	%
31	Costo de tratamiento adquisición	\$/año
32	Costo de tratamiento mantenimiento	\$/año
33	Costo de tratamiento de la energía	\$/año
34	Costo de tratamiento de los combustibles	\$/año
35	Costo de tratamiento de la mano obra	\$/año
36	Costo de restauración de gabinete	T
37	Rentabilidad	%
38	Ventas netas	\$/año
39	Precio de venta	\$/m ³
40	Producción anual	m ³ /año
41	Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente	%
42	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	%
43	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	%
44	Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	\$/año
45	Gastos financieros de créditos a largo plazo	\$/año
46	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	\$/año
47	Ayudas financieras de las Administraciones Públicas	\$/año

Selección los indicadores económicos aplicables en las canteras de materiales de construcción a través de criterio de expertos.

Para la selección de los indicadores se aplicó el método Delphi, a través de los pasos siguientes:

1. Elaboración del cuestionario

El cuestionario se elaboró teniendo en cuenta el listado preliminar de indicadores que evalúan económicamente el desempeño de canteras de materiales de construcción. Para determinar los indicadores que serían sometidos a consideración de los expertos, se realizaron consultas a los especialistas de economía de cada una de estas canteras.

2. Determinación del número de expertos

Una vez obtenido el listado preliminar de indicadores, se procedió a la selección de los expertos que en un primer momento resultaron ser 13.

Se aplicó la ecuación 1 para determinar el número de expertos (n), partiendo de que:

d : 0,25

p : 0,25

$Z_{1-\alpha/2}$: Para un nivel de confianza del 95 % se tomó $Z = 1,96$

El número resultante fue: $n = 10,96$ por lo que se aproximó a 11 expertos.

3. Selección de los expertos

La selección del número de expertos a participar en la investigación se argumentó a través de su coeficiente de competencia, que se obtuvo de los datos recopilados en el cuestionario (enviado a los 13 expertos iniciales que posibilitó determinar su coeficiente de conocimiento (Tabla 4) y de argumentación (Tabla 5).

Según el coeficiente de competencia (K_{cop}) y las características técnico-profesionales se seleccionaron los 11 expertos con K_{cop} evaluado de Alto (Tabla 6).

Tabla 4 Coeficiente de Conocimiento de los expertos (Kc)

Expertos	Coeficiente de conocimiento o información
Experto 1	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 2	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 3	$Kc = 7. (0,1) = 0,7$
Experto 4	$Kc = 8. (0,1) = 0,8$
Experto 5	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 6	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 7	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 8	$Kc = 7. (0,1) = 0,7$
Experto 9	$Kc = 9. (0,1) = 0,9$
Experto 10	$Kc = 8. (0,1) = 0,8$
Experto 11	$Kc = 8. (0,1) = 0,8$
Experto 12	$Kc = 3. (0,1) = 0,3$
Experto 13	$Kc = 7. (0,1) = 0,7$

Tabla 5. Coeficiente de argumentación de los expertos (Ka)

Expertos	Coeficiente de Argumentación
Experto 1	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,05 = 0,97$
Experto 2	$Ka = 0,2 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,02 + 0,05 = 0,86$
Experto 3	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,02 + 0,05 = 0,96$
Experto 4	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,05 + 0,05 = 0,99$
Experto 5	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,04 + 0,05 = 0,98$
Experto 6	$Ka = 0,3 + 0,3 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,04 = 0,79$
Experto 7	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,04 + 0,05 + 0,05 + 0,04 = 0,98$
Experto 8	$Ka = 0,1 + 0,2 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,05 = 0,47$
Experto 9	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,05 + 0,05 = 0,99$
Experto 10	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,04 + 0,05 + 0,05 = 0,99$
Experto 11	$Ka = 0,2 + 0,5 + 0,04 + 0,04 + 0,04 + 0,05 = 0,87$
Experto 12	$Ka = 0,1 + 0,2 + 0,02 + 0,02 + 0,02 + 0,02 = 0,38$
Experto 13	$Ka = 0,3 + 0,5 + 0,05 + 0,05 + 0,05 + 0,05 = 1$

Tabla 6. Coeficiente de competencia de los expertos (Kcop)

Experto	Cálculo del Coeficiente de Competencia	Coeficiente de Competencia
Experto 1	$Kcop = \frac{1}{2}(0,9 + 0,97) = 0,94$	ALTO
Experto 2	$Kcop = \frac{1}{2}(0,8 + 0,86) = 0,83$	ALTO
Experto 3	$Kcop = \frac{1}{2}(0,7 + 0,96) = 0,83$	ALTO
Experto 4	$Kcop = \frac{1}{2}(0,8 + 0,99) = 0,89$	ALTO
Experto 5	$Kcop = \frac{1}{2}(0,9 + 0,98) = 0,94$	ALTO
Experto 6	$Kcop = \frac{1}{2}(0,9 + 0,78) = 0,84$	ALTO
Experto 7	$Kcop = \frac{1}{2}(0,9 + 0,98) = 0,94$	ALTO
Experto 8	$Kcop = \frac{1}{2}(0,7 + 0,47) = 0,58$	MEDIO
Experto 9	$Kcop = \frac{1}{2}(0,9 + 0,99) = 0,94$	ALTO
Experto 10	$Kcop = \frac{1}{2}(0,8 + 0,99) = 0,89$	ALTO
Experto 11	$Kcop = \frac{1}{2}(0,8 + 0,87) = 0,83$	ALTO
Experto 12	$Kcop = \frac{1}{2}(0,3 + 0,38) = 0,34$	BAJO
Experto 13	$Kcop = \frac{1}{2}(0,7 + 1,00) = 0,85$	ALTO

4. Realización de las rondas para obtener el consenso de los expertos

Las encuestas confeccionadas se enviaron a los expertos para obtener criterios cualitativos en una primera ronda y cuantitativos en las rondas dos y tres, lo que

permite obtener una unidad de criterios acerca de los aspectos que mayor incidencia tienen en los procesos analizados.

- **Primera ronda para obtener un consenso de criterios**

En esta ronda se somete al criterio de los expertos el cuestionario elaborado para seleccionar los indicadores más importantes que evalúan del desempeño de las canteras. Se analizaron los indicadores (Tabla 3) propuestos y fueron adicionados seis, por sugerencia de los expertos:

1. Amortización de equipamiento e instalaciones
2. Arrendamiento de equipamiento y servicios
3. Contribución fiscal
4. Costo de extracción
5. Costo de transporte hacia la planta de procesamiento
6. Costo de procesamiento.

Se obtuvieron 53 indicadores que pasaron a la siguiente ronda (Tabla 7).

Tabla 7. Relación de los indicadores económicos que pasan a la segunda ronda

No.	Indicadores	Unidades
1	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m ³
2	Costo por metro cúbico	\$/m ³
3	Red de barrenación	m ³
4	Costo de combustible	l/m ³
5	Costo de electricidad	\$/kW/m ³
6	Consumo de agua	l/m ³
7	Índice Consumo de materia prima	t/m ³
8	Consumo de explosivo	kg/m ³
9	Costo de producción	\$/m ³
10	Costo por peso de la producción	\$/kg
11	Producción mercantil	\$/kg
12	Costo por peso de la producción mercantil	\$/kg
13	Producción bruta de la industria	T
14	Costo por peso de la producción bruta	\$/kg
15	Costo por peso de material	\$/kg
16	Costo de salario	\$/kg
17	Gastos de salario por peso de producción	\$/kg
18	Costo de otras fuerzas de trabajo	\$
19	Costo por peso de otras fuerzas de trabajo	\$/kg
20	Productividad del trabajo	\$/año
21	Promedio de trabajadores	Horas
22	Número de trabajadores	\$
23	Fondo de salario	\$
24	Costo de mantenimiento de la planta	\$
25	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$
26	Costo de mantenimiento de los móviles	\$

27	Capacidad de la planta de procesamiento	m ³ /hora
28	Recuperación en planta	%
29	Pérdidas	%
30	Dilución	%
31	Costo de tratamiento adquisición	\$
32	Costo de tratamiento mantenimiento	\$
33	Costo de tratamiento de la energía	\$
34	Costo de tratamiento de los combustibles	\$
35	Costo de tratamiento de la mano obra	\$
36	Costo de restauración de gabinete	T
37	Rentabilidad	\$
38	Ventas netas	\$
39	Precio de venta	\$
40	Producción anual	m ³ /año
41	Porcentaje de bienes, materiales, y servicios adquiridos localmente	%
42	Consumibles en la extracción y tratamiento de recursos minerales	%
43	Porcentaje de mano de obra procedente de las comunidades locales	%
44	Inversión en infraestructura pública y su mantenimiento	\$
45	Gastos financieros de créditos a largo plazo	\$
46	Gastos financieros de créditos a cortos plazo	\$
47	Ayudas financieras de las Administraciones Públicas	\$
48	Costo de extracción	\$/m ³
49	Costo de transporte hacia la planta de procesamiento	\$/m ³
50	Costo de procesamiento	\$/m ³
51	Amortización de equipamiento e instalaciones	\$
52	Arrendamiento de equipamiento y servicios	\$
53	Contribución fiscal	\$

Segunda ronda

En esta ronda se sometieron 53 indicadores al proceso de selección. Primeramente, se obtuvieron las tablas de frecuencia absoluta, luego la tabla de frecuencia acumulada y más adelante la tabla de frecuencia relativa.

Las categorías evaluativas empleadas fueron, en orden descendente: muy adecuado (MA), bastante adecuado (BA), adecuado (A), poco adecuado (PA) e inadecuado (I). De esta manera se seleccionaron los diez indicadores que pasaron a la tercera ronda y se eliminaron los que recibieron menor apoyo de los expertos (Tabla 10).

Tabla 10. Relación de los indicadores económicos seleccionados por los expertos en la segunda ronda

No.	Indicadores	Unidades
1	Costo de la barrenación y voladuras	\$/m ³
2	Costo por metro cúbico extraído	\$/m ³
3	Índice de consumo de combustible	l/m ³
4	Índice de consumo de electricidad	\$/kW/m ³
5	Índice de consumo de materia prima	\$/m ³
6	Gasto de salario	\$
7	Gasto de otras fuerzas de trabajo	\$

8	Costo de mantenimiento de la planta	\$
9	Costo de mantenimiento de las máquinas	\$
10	Costo de producción	\$

Tercera ronda

Para obtener la influencia de cada indicador seleccionado (Tabla 10), se sometieron los diez indicadores al criterio de los 11 expertos, teniendo en cuenta una escala de valor 1 (mínimo) hasta 10 (máximo valor).

Con las evaluaciones realizadas por cada experto se determinó el grado de concordancia a través del coeficiente de Kendall (ken).

Del procesamiento de las encuestas se obtuvo el siguiente valor del coeficiente de Kendall = 0,73, lo que confirma la existencia de alta concordancia entre los expertos.

Evaluación de los resultados a partir de la prueba de hipótesis

Se realizó la prueba de significación para determinar la concordancia entre los criterios expresados por los expertos. Al respecto, se definieron las siguientes hipótesis con un nivel de significación de 0,05.

De la tercera ronda se obtuvo que $Ken = 0,73$ lo que permitió calcular:

$$X^2 \text{ calculada} = 11 (10-1) 0,73$$

$$X^2 \text{ calculada} = 72,27$$

$$X^2 \text{ tabulada } (0,05; 9)$$

$$X^2 \text{ tabulada} = 16,92.$$

Puesto que: $X^2 \text{ calculada} > X^2 \text{ tabulada}$ se aceptó la hipótesis alternativa, por lo que se puede afirmar que existe concordancia entre los expertos.

Los indicadores que permiten evaluar económicamente del desempeño de las canteras se muestran en la Tabla 10.

Selección de indicadores económicos de las canteras

Tomando como base los datos primarios para llegar a estos indicadores se parte de la información recibida por la empresa, la bibliografía y entrevistas a especialistas de

cada una de las diferentes canteras. Se puede concluir que los indicadores más significativos a tener en cuenta son los que se relacionan a continuación.

Caracterización de los indicadores económicos para la evaluación del desempeño de las canteras de la empresa Habana

La caracterización de cada indicador consiste en su definición a través de las fichas descriptivas donde se exponen: el nombre, su cálculo y las variables que lo definen. Las fichas de los indicadores obtenidos se exponen en las Tablas 11 hasta la 20.

Tabla 11. Costo de la barrenación y voladura

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Costo de la barrenación y coladuras (m^3)	C_{bv}	$\$/m^3$	$C_{bv} = \frac{CT}{V}$

Objetivo: medir la eficiencia económica del proceso de barrenación y voladura.

Nivel de Referencia: se comparará con el menor costo de períodos anteriores.

Tabla 12. Costo total (por m^3 extraído)

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Costo total (por metro cúbico extraído)	C_{m^3}	$\$/m^3$	$C_{m^3} = \frac{CT}{V}$

Objetivo: medir la eficiencia económica de la producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real obtenido con menor valor obtenido en el sector.

Tabla 13. Índice de consumo de combustible

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Índice de Consumo de combustible	$TC_{comb.}$	L/m^3	$TC_{comb.} = \frac{\sum C_{creal} (l)}{V_p (m^3)}$

Objetivo: caracterizar la eficiencia de la aplicación de dicho recurso al proceso de producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real con el plan.

Tabla 14. Índice de consumo de electricidad

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Índice de consumo de electricidad	E	kW/m^3	$E = \frac{\sum CE (kW)}{V_p (m^3)}$

Objetivo: medir la eficiencia de la aplicación de dicho recurso al proceso de producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real con el plan.

Tabla 15. Costo de producción

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Costo de producción	C_p	\$	$C_p = \sum \text{Gastos totales del proceso de producción}$

Objetivo: medir la elevación de la eficiencia de la producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real obtenido con el plan.

Tabla 16. Gasto de salario

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Gasto de salario	C_s	\$	$C_s = \sum \text{Gasto de salario}$

Objetivo: medir la utilización adecuada de este recurso en el proceso de producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real con el plan.

Tabla 17. Gasto de otras fuerzas de trabajo

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Gasto de otras fuerzas de trabajo	$C_{ft.}$	\$	$C_{ft.} = \sum \text{Gastos de salario (otras fuerzas de trabajo)}$

Objetivo: medir la eficiencia de la aplicación de dichos recursos en el proceso de producción.

Nivel de Referencia: se comparará el real obtenido con el plan.

Tabla 18. Costo de mantenimiento de la planta

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Costo de mantenimiento de planta	$C_{mant.p.}$	\$	$C_{mant.p.} = \sum \text{Gastos totales de mantenimiento}$

Objetivo: medir su comportamiento en un periodo establecido.

Nivel de Referencia: se comparará el real obtenido con el plan.

Tabla 19. Costo de mantenimiento de máquinas

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Costo de mantenimiento de máquinas	$C_{mant.mq.}$	\$	$C_{mant.mq.} = \sum \text{Gastos totales de mantenimiento}$

Objetivo: medir el comportamiento del indicador en un periodo establecido.

Nivel de Referencia: se comparará el real obtenido con el plan.

Tabla 20. Índice de Consumo de materia prima

Nombre del indicador	Símbolo	Unidad	Forma de cálculo
Índice de consumo de materia prima	$C_{mat.}$	m^3	$C_{mat.} = \sum \text{Gastos de materia prima}/V$

Objetivo: medir la eficiencia de la aplicación de dichos recursos al proceso de producción

Nivel de Referencia: se comparará con el plan.

Cálculo del sistema de indicadores en la cantera

El cálculo de los diez indicadores económicos escogidos por los expertos para la evaluación de las canteras de San José se indica en la Tabla 21.

Tabla 21. Resultados de los indicadores para las canteras de San José

Indicador	Plan	Real	%	Comportamiento
Costo de la barrenación y voladura	3,56	3,03	85,11	Satisfactorio
Costo total por metros cúbicos extraídos	1,96	2,65	135,20	Deficiente
Índice de consumo de combustible	4,54	4,97	109,47	Deficiente
Índice de consumo de electricidad	9,26	9,65	104,21	Deficiente
Gastos de otras fuerzas de trabajo	21,8	12,2	55,96	Satisfactorio
Costo de mantenimiento de la planta	2797,97	5984,11	213,87	Deficiente
Costo de mantenimiento de la maquinas	559,59	1196,82	213,87	Deficiente
Índice de consumo de materias primas	2,21	1,42	64,25	Satisfactorio
Gastos de salario	86,10	109,00	126,60	Deficiente
Costo de producción	351,70	425,00	120,84	Deficiente

El análisis de los resultados de los indicadores de las canteras San José que muestra la Tabla 21 evidencia que:

El costo total por metros cúbicos extraídos presenta gran deterioro debido a que se incumple lo establecido realmente para el gasto con respecto a lo planificado, que fue 0,69 \$/m³ por encima de lo que debía gastarse, lo que representa un incumplimiento de un 35,20 % por lo que se define como deficiente.

Al realizarse la comparación del índice de consumo de combustible real obtenido con respecto al planificado se obtuvo que existe una diferencia del 0,43 l/m³, lo que perjudica el desempeño de la empresa.

El índice de consumo de electricidad se vio afectado con un 4,21 %; obteniendo un resultado real con respecto al plan de 0,39 kWm³ por encima de lo estimado.

Otros de los indicadores deteriorados son el costo de mantenimiento de la planta, ya que su desviación porcentual con respecto al plan es de un 113,87 % de \$2797,97 MP vs \$5984,11 MP, incidiendo dentro de este resultado el costo de mantenimiento de las maquinarias que tiene un incumplimiento de 113,87 % de \$559,59 MP vs \$1196,82 MP, por lo que ambos se definen como deficiente.

El indicador gasto de salario se deterioró en un 126,60 % con respecto al plan de \$86,10 MP vs \$109,00MP debido a las utilidades y valor agregado generado, lo que

también provocó que, en conjunto con los indicadores deteriorados analizados anteriormente, el costo de producción en el periodo analizado se observa un incumplimiento de un 120,84 %, es decir \$351,70 MP vs \$425,00 MP, por lo que se puede definir ambos como deficiente.

Conclusiones

Se evalúan diez indicadores económicos para medir el desempeño de las canteras.

El cálculo de los indicadores para la Empresa de Canteras de La Habana arroja que en el período analizado el proceso productivo es deficiente con respecto a lo planificado.

A pesar de que los resultados económicos productivos fueron deficientes en el periodo productivo, la cantera genera utilidades.

Referencias bibliográficas

LEGRÁ, L. A. & SILVA, D. O. 2007. *La investigación científica, Conceptos y reflexiones*. Félix Varela, La Habana.

MARTÍNEZ, A. 2009. *Diagnóstico tecnológico del sector de los áridos y su aplicación a la región de Murcia*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Cartagena. Consultado: 25 ene 2016. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/1343>

MOTA, Y. J. 2017. *Indicadores económicos para la evaluación de las canteras de materiales de la construcción*. Tesis doctoral. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

PÉREZ, C. M. 2005. *Contribución al control de la gestión en la cadena de suministros. Modelo y procesamiento en organizaciones distribuidoras*. Tesis doctoral. Universidad Central de Santa Clara "Marta Abreu" Villa Clara, Cuba.