

Especialidad - Minas

*Trabajo de Diploma en
opción al título de Ingeniero
en Minas*

Estudio del ruido en la cantera El
Cacao en la provincia de Granma

Autor: Marinela de Fatima Gaspar Fundumuca

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

Especialidad – Minas

*Trabajo de Diploma en
opción al título de Ingeniero
en Minas*

Estudio del ruido en la cantera El
Cacao en la provincia de Granma

Autor: Marinela de Fátima Gaspar Fundumuca

Tutores: M. Sc. Alexis A. Cabrales Rodríguez

M. Sc. Ana Caridad Che Viera

Curso: 2018-2019

“Año 61 de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Yo: Marinela de Fátima Gaspar Fundumuca

Autor de este Trabajo de Diploma y mis tutores M. Sc. Alexis A. Cabrales Rodríguez y M. Sc Ana Caridad Che Viera certificamos la propiedad intelectual a favor de la Universidad de Moa “Dr. Antonio Núñez Jiménez”, hacer uso del mismo en la finalidad que estime conveniente.

Diplomante _____

Tutor _____ Tutor _____

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi mamá, que ha sido el patrón de mi vida y el ser de mí existir

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por la protección, discernimiento, salud, por consolarme en momentos de angustia y tener puesto siempre en mi camino personas compasivas durante el periodo de formación.

A toda mi familia, principalmente a mi madre por el apoyo incondicional. Por ser capaz de entenderme y darme el ánimo necesario para seguir adelante sin mirar el tiempo y las dificultades. A mis otras madres Ines Gaspar y Bernarda Gaspar por todo su apoyo, a mi tío Carlos por estar siempre disponible a ayudarme.

A mis tutores MsC. Alexis Cabrales Rodríguez y MsC. Ana Caridad Che Viera por darme fuerzas y ayudarme durante la realización de este trabajo en todo momento que la he requerido.

A la Dr. C. Mayda Ulloa Carcassés, por su ayuda desinteresadamente, por su paciencia, por contribuir para que llegara hasta aquí, a mi profesor Julio Montero, a mi querido profesor Hector por ayudarme cuando lo necesite, al Dr. C. Rafel Noa Monjes por sus conocimientos, A mi profesor querido Dr. C. Yordanis Batista por sus consejos, por su ayuda, por la preocupación que tuvo hacia a mí en la realización de este trabajo.

A mi novio Fausto Adérito Chipala Pedro por haberme brindado su amor, cariño apoyo e haberme ayudado siempre que lo necesite.

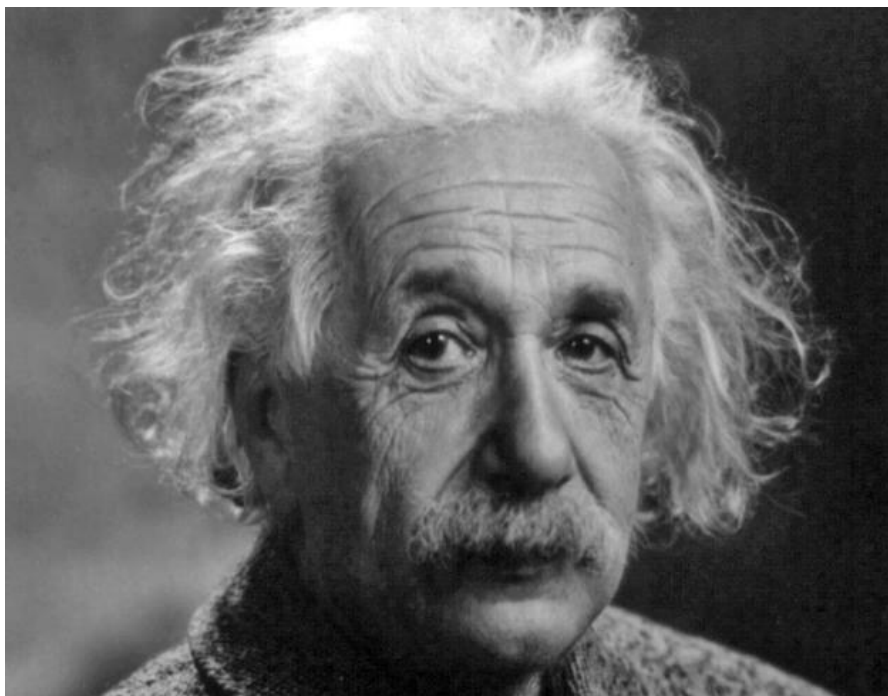
A mis compañeros del aula en especial a Lucamba, Kamilonga, Tambi, Galcione, a todos los angolanos que siempre me ayudaran en todo.

A todos trabajadores y profesores del ISMM, en especial del departamento de Geología, Minas.

Igualmente agradezco a Karina y todos los trabajadores de la cantera El Cacao quienes me atendieron con mucha atención.

En fin, agradecer de forma general a todas las personas que de una forma u otra han contribuido en mi formación como persona y como profesional. A todos muchísimas gracias.

PENSAMIENTO



«Los intelectuales resuelven problemas, los genios los previenen».

«Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica:
la voluntad» Albert Einstein

RESUMEN

Motivados por la importancia del ruido como riesgo laboral en las actividades mineras de la Cantera de materiales para la construcción, El Cacao que, ubicada en la provincia de Granma, se decidió realizar un estudio del ruido con la finalidad de determinar el grado de exposición de los trabajadores y establecer las recomendaciones más importantes para su protección. Se propuso como objetivo identificar las fuentes generadoras de ruido, realizar las mediciones de los niveles de ruido en las zonas claves que fueran escogidas para la elaboración del estudio, se identificó los niveles de ruidos excesivos para controlar la producción de enfermedades profesionales causadas por este contaminante se propuso medidas para mitigar este contaminante ambiental (ruido). Al concluir el estudio se comprobó que el ruido constituye un contaminante de gran importancia en esta cantera. Este riesgo laboral está por encima del nivel de seguridad de 85 dB(A) en 5 puntos de las 16 mediciones hechas. Por todos estos factores se ha recomendado el cumplimiento de las medidas que reduzcan el nivel de ruido en los puestos de trabajo donde existen niveles superiores a los permitidos, exigiendo el uso de los medios de protección auditiva en los trabajadores.

Palabras Claves: ruido, estudio, Cacao, materiales para la construcción,

ABSTRACT

Motivated by the importance of noise as a work risk in the mining activities of La Cantera of construction materials, El Cacao, located in the province of Granma, it was decided to conduct a noise study in order to determine the degree of exposure of workers and establish the most important recommendations for their protection. The objective was to identify the noise generating sources, make the measurements of noise levels in the key areas that were chosen for the study, and identify excessive noise levels to control the production of occupational diseases caused by this pollutant. measures were proposed to mitigate this environmental pollutant (noise). At the conclusion of the study it was found that noise is a very important pollutant in this quarry. This occupational risk is above the safety level of 85 dB (A) in 5 points of the 16 measurements made. For all these factors it has been recommended compliance with measures that reduce the level of noise in workplaces where there are levels above those allowed, requiring the use of hearing protection in workers.

Keywords: noise, study, materials for the construction.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 - Antecedentes y estado actual de la temática a nivel internacional	3
1.2. Antecedentes y estado actual de la temática a nivel de Cuba.	5
1.3 – Términos y definiciones	7
1.4 – Efectos del ruido en la salud	8
1.4.1 Efectos auditivos del ruido	8
1.4.2 – Efectos no auditivos del ruido	8
1.5 – Legislación minero ambiental de Cuba	9
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	11
2.1 Métodos de la investigación científica	11
2.2. Etapas metodológicas de la investigación	12
3.1. Caracterización general de la cantera El Cacao	16
3.1.1. Ubicación geográfica.....	16
3.1.2. Comunicaciones	17
3.1.3 Relieve.....	17
3.1.4 Clima.....	18
3.1.5 Hidrografía	18
3.1.6 Morfología estructural	18
3.1.7. Agrietamiento.....	19
3.1.8. Características hidrogeológicas del yacimiento.....	19
3.1.9. Economía de la región	19
3.2. Organización general de las labores de la unidad minera.	20
3.3. Procesos tecnológicos	20

3.3.1. Sistema de explotación	20
3.3.2. Planta de preparación mecánica.....	22
3.4. Análisis de los datos recopilados en el trabajo de campo.	25
3.5. Medidas de prevención contra el ruido.....	44
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRÁFIAS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3. 1: Puntos de muestreo	24
Tabla 3. 2: Valores promedio de las mediciones.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: Etapas metodológicas de la investigación (Elaboración propia)	13
Figura 2. 2. Sonómetro utilizado en las mediciones del ruido ocupacional.....	14
Figura 3. 1: Ubicación geográfica de la cantera El Cacao (Tomado del proyecto de explotación, 2013).....	17
Figura 3. 2. Compresor	21
Figura 3. 3. Carretilla barrenadora	22
Figura 3. 4: Camión “sinotruk” y cargador frontal “Volvo L180E”	22
Figura 3. 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo	25
Figura 3. 6: Medición dentro de la caseta de control del Remolador	26
Figura 3. 7. Medición en la salida de los camiones cargados.....	27
Figura 3. 8: Medición en la Garita de entrada a la Empresa.....	28
Figura 3. 9. Medición en el primario (Planta Española).	29
Figura 3. 10: Medición en la Bloquera.....	30
Figura 3. 11. Medición en el Taller de Maquinado.....	31
Figura 3. 12. Medición en el Taller Industrial.....	32
Figura 3. 13: Medición en el compresor ubicado en la ponchera (Taller de Manenimiento).	33
Figura 3. 14: Medición en el Taller de Mantenimiento.	34
Figura 3. 15: Medición en el interior de la caseta donde radica el puesto de control para la trituración secundaria.....	35

Figura 3. 16: Medición en el exterior de la caseta donde radica el puesto de control para la trituración secundaria.	36
Figura 3. 17. Medición en la planta de obtención del Carbonato de Calcio	37
Figura 3. 18: Medición en la parte exterior del Remolador	38
Figura 3. 19: Medición en la Carretilla Barrenadora.	39
Figura 3. 20: Medición en el compresor utilizado para el funcionamiento de la Carretilla Barrenadora.....	40
Figura 3. 21: Medición en el punto de carga y transportación del mineral (Cantera).	41
Figura 3. 22: Gráfico con los resultados de estudio acústico en la cantera “I Cacao.	43
Figura 3. 23: Mapa de Ruido de la cantera El Cacao (elaboración propia).....	44

INTRODUCCIÓN

Toda actividad realizada por el hombre implica una alteración al medio ambiente, que en muchos casos es una agresión a sí mismo. Esto entraña la obligación que deben adquirir los gobiernos para regular estos elementos que alteran e intervienen en el normal desarrollo de la naturaleza, no obstante, la legislación actual de los diferentes países desarrollados, logran implementar estrategias efectivas para el control de los niveles de ruido que perturban las relaciones entre el medio y el hombre. Esto se logra a través de normativas que regulan todas las actividades, las que son supervisadas en forma rigurosa.

En la actualidad ha sido estudiado y demostrados los efectos perjudiciales que produce el ruido en la salud del hombre. Por ello, el estudio de la contaminación acústica se ha convertido en un punto muy importante en nuestra sociedad.

No sólo se ha demostrado los efectos dañinos del ruido en el puesto de trabajo, sino que también se ha confirmado que en los ambientes donde se desarrolla la vida cotidiana.

La minería suele ser una cierto nivel de ruido, aparecen efectos perjudiciales para la salud. industria muy ruidosa, sobre todo aquella que se encarga de la extracción de materiales para la construcción, y la importancia de realizar estudios de contaminación acústica para mejorar la calidad de vida de las personas que trabajan en estas instalaciones y de la población circundante.

La cantera El Cacao se encuentra ubicada a 1,5 km al norte del poblado de Minas Harlem (centro administrativo más importante de la zona), en el municipio de Jiguaní, provincia de Granma.

La extracción de la materia prima para ser utilizada como material para la construcción del yacimiento El Cacao provoca impactos ambientales al entorno. La contaminación acústica es uno de los efectos negativos que se producen durante la explotación y procesamiento del mineral, por lo que se declara como **problema** de la presente investigación la necesidad de realizar el estudio de la contaminación

acústica provocada por el funcionamiento de equipos e instalaciones en las diferentes operaciones mineras que se llevan a cabo en la cantera El Cacao.

El **objeto de estudio** de la presente investigación es: El ruido generado por equipos e instalaciones mineras en la cantera El Cacao.

Para resolver el problema es necesario dar cumplimiento al siguiente **objetivo general**: Determinar la contaminación acústica producida por equipos e instalaciones mineras en la cantera El Cacao para eliminar o minimizar sus efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.

El **campo de acción** sobre el cual se realiza la investigación es: Las operaciones mineras que se ejecutan en la cantera El Cacao.

Para dar cumplimiento al objetivo general es preciso dar cumplimiento a los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las fuentes generadoras de ruido en la cantera El Cacao;
- Medir los niveles de ruido existentes en los puestos de trabajo en cada una de las fuentes generadoras;
- Proponer un conjunto de medidas encaminadas a eliminar o minimizar la contaminación acústica provocada por el funcionamiento de equipos e instalaciones en la cantera El Cacao.

La **Hipótesis** sobre la que se sustenta la presente investigación consiste en: si se identifican las diferentes fuentes generadoras de ruido, se miden los niveles generados en cada puesto de trabajo y se proponen medidas para eliminar o minimizar la contaminación acústica entonces se puede determinar la contaminación acústica producida por equipos e instalaciones mineras en la cantera El Cacao para eliminar o minimizar sus efectos negativos sobre la salud de los trabajadores.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se establece el marco teórico conceptual de la investigación, basado en la consulta bibliográfica y análisis de trabajos a nivel nacional, así como internacional relacionados al tema, y se menciona el marco legal al que está sujeto. El objetivo del capítulo es describir los aspectos teóricos fundamentales relativos al tema y sistematización sobre el estudio del ruido.

1.1 - Antecedentes y estado actual de la temática a nivel internacional

Olivares (1998), en su trabajo doctoral sobre “Ingeniería Avanzada para Sistemas de Control de Ruido mediante Técnicas Adaptativas”, desarrolló e implementó un sistema de control activo de ruido, simple, robusto y de bajo costo. Concluye que el desarrollo de un sistema de control activo de ruido está limitado por el fenómeno acústico, los transductores electro-acústicos y el controlador electrónico. La atenuación acústica por técnicas activas sólo es aplicable, a efectos prácticos, en bajas frecuencias hasta los 500 Hz, complementando el control menos eficiente que ofrecen las técnicas pasivas. Además, el control se realiza en zonas de pequeñas dimensiones o en conductos por donde se propagan ondas acústicas planas.

García (2007), realizó el análisis del estado del arte sobre los riesgos para la salud motivado por la exposición al ruido, determinando los principales parámetros y directrices que rigen esta materia. Determinó también los niveles sonoros a que se encuentran expuestos los trabajadores en el sector de la minería en el ámbito de la comunidad de Madrid, y concluyó que los resultados de la campaña de medida mediante técnicas y procedimientos tradicionales han mostrado la existencia, de forma general, de niveles diarios de exposición sonora muy elevados, donde en el 90,2 % de los puestos de trabajo estudiados presentan un límite de exposición en la jornada laboral (8 horas) superior a 80 dBA, un 75,4 % superan los 85 dBA y casi la mitad de la muestra (47,5 %) supera los 90 dBA.

Bugueño (2012), a partir de muestras analizadas estableció un modelo para predecir la pérdida auditiva por contaminación acústica laboral, el que permite adoptar las

medidas preventivas necesarias para disminuir la prevalencia de esta patología a nivel poblacional y los impactos que ella genera. Concluyo que en relación a exposición sonora no ocupacional, con el fin de conocer los hábitos de uso del personal estéreo y determinar si afecta la audición de las altas frecuencias, provocando un descenso de los umbrales auditivos, cuya magnitud estaría en directa relación con el tiempo de utilización de tales aparatos. El estudio consistió en la aplicación de una encuesta a un grupo de 72 jóvenes universitarios, de los cuales se obtuvo una muestra de 22 sujetos de ambos sexos, otológicamente normales, cuyas edades fluctuaron entre los 21 y 27 años, quienes participaron voluntariamente en la evaluación experimental del uso del personal estéreo, consistente en la realización de una audiometría entre 125 a 16.000 Hz, antes y después de utilizar el personal estéreo a niveles que fluctuaron entre los 60 dBA y 64 dBA, durante 30 minutos en una primera sesión, y 60 minutos en la segunda, con un intervalo mínimo de 24 horas entre ambas.

Cemboran (2015), realizó un estudio del ruido ambiental producido durante todo el día, por lo que solo se tiene en cuenta la maquinaria que es utilizada durante la jornada laboral, no estudiándose los efectos que pudieran ocasionar actividades como las voladuras. Concluyó que, según la legislación, los niveles de ruido permitidos son de 65 dBA de día y de 55 durante la noche. Como se comenta en el planteamiento del caso de la cantera, los trabajos duran 10 horas y solo se realizan durante el día. Por lo tanto, el ruido ambiental producido por el funcionamiento de la cantera no representa ningún problema para las zonas problemáticas. De hecho, si fuera necesario realizar alguna de las operaciones de forma extraordinaria durante la noche, tampoco representaría ningún problema al no superar los límites de 55 dBA.

Carlos E. Coronado Páez y C. D. Mederos Bello (2015), analizaron el factor de riesgo físico (ruido) en la mina el suspiro (Colombia). Realizan el diagnóstico de los puntos críticos en la mina donde se encuentran las mayores fuentes generadoras de ruido. Concluyen que, cumpliendo con lo establecido en la normatividad colombiana en cuanto a la Seguridad y Salud en el trabajo, se identifica el personal que se encuentra expuesto al ruido, así como los periodos de exposición y niveles

soportados. Durante el análisis se observó que los trabajadores tienen como política el uso de los EPI's, así como, el cumplimiento de los períodos de exposición por trabajador y puesto laboral.

Torres y Barrio (2019), presentan un trabajo donde muestran un estudio dirigido a determinar el impacto de diferentes niveles de ruido producido por el tráfico de vehículos (50, 60 y 70 dBA) sobre el rendimiento en pruebas de atención y memoria en estudiantes de Primaria (11 - 13 años), considerando la posible influencia de las variables moduladoras: sensibilidad al ruido, molestia e interferencia en la respuesta. También tratan la posible incidencia del ruido en la elevación del nivel de ansiedad. Los resultados muestran un rendimiento significativamente menor en las pruebas de atención de los escolares expuestos a los diferentes niveles de ruido en comparación con los no expuestos. En lo que respecta al rendimiento en memoria, únicamente se constató una incidencia significativa al nivel más elevado de ruido (70 dBA). No se constató ningún efecto significativo de la exposición al ruido en el nivel de ansiedad.

1.2. Antecedentes y estado actual de la temática a nivel de Cuba.

Moreira (2008), evaluó y caracterizó íntegramente la contaminación del medio ambiente laboral causado por las variables Ruido y polvo en la Unidad Empresarial de Base “Construcciones Metálicas” de la Empresa Mecánica del Níquel. Concluyo que en la UEB Construcciones Metálicas, el ruido constituye un contaminante que puede causar daños irreversibles a la salud de los trabajadores ocupacionalmente expuestos, como la pérdida de la audición total y parcial. En 34 puntos, que representan un 75.56 % de las muestras tomadas, está por encima de los 85 dBA (riesgo laboral que está por encima del nivel de seguridad de 85 dBA aprobado en las Normas Cubanas).

Acosta (2011), elaboró un plan de acciones para contribuir a la reducción de los altos niveles de ruido y el número de trabajadores afectados en el proceso de fabricación de palanquillas y barras de acero de la empresa ACINOX - Las Tunas.

Concluyó que en esa industria, el ruido constituye un contaminante de gran importancia. Este riesgo laboral se encontró por encima del nivel de seguridad de 85 dBA en 22 de los 285 departamentos estudiados.

Pérez (2015), en su trabajo de diploma demostró las insuficiencias del marco legislativo e institucional para la regulación de la contaminación acústica en el medio ambiente laboral en cuanto a su alcance y aplicación. Concluyo que la legislación ambiental en Cuba, no regula de manera efectiva la contaminación acústica, encontrándose deficiencias en cuanto a las medidas encaminadas a limitar sus efectos, reducirlos o prevenirlos.

Cahimba (2017), realizó el estudio geoambiental de la explotación de canteras de materiales para la construcción en la cantera El Pilón, en la provincia Holguín. Analizó las variables ruido y polvo y concluyó que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos por medición y los valores permitidos por las normas para la concentración de polvo y niveles de ruido.

En Cuba existen leyes, normativas y reglamentos relacionados con el ruido, aunque no muchas, ni sistémicas. En ocasiones tratan el tema de la contaminación acústica directamente y otras veces hacen mención de ella como un elemento más a considerar en un asunto de mayor alcance. Se encuentran vigentes legislaciones de carácter laboral, ambiental y un cuerpo de nueve normas de aplicación obligatoria (Las normas cubanas relacionadas con la salud, el medio ambiente, la seguridad y otro tema de marcado interés nacional son de aplicación con carácter obligatorio), relacionadas con el ruido y su medición y control. Este cuerpo normativo insuficiente, necesitado de revisión y actualización, establece conceptos, procedimientos de medición y criterios para caracterizar ambientes afectados acústicamente. (Sexto, 2019)

La Cantera de materiales para la construcción El Cacao carece de un estudio acústico de los equipos e instalaciones que utilizan en sus procesos, por consiguiente, no existe un documento que detalle los niveles de ruido existentes en cada puesto de trabajo.

1.3 – Términos y definiciones

El ruido es posiblemente, el riesgo ambiental de mayor difusión, al estar presente no solo en el ámbito laboral, sino también en la calle, en el aula, en el hogar, e incluso en áreas de recreo.

Se define ruido como un sonido desagradable al oído.

En ocasiones, se confunden los conceptos de sonido y ruido. En términos físicos, el sonido es una vibración mecánica en un medio elástico gaseoso, líquido o sólido por el que se transmite energía desde una fuente en forma de ondas progresivas.

Nivel de Presión Sonora (L): es la evaluación de un ruido teniendo en cuenta el valor eficaz (rms), que se realiza habitualmente en bandas de frecuencias de octava comprendidas entre 63 y 8000 Hz. Su valor se da en dB y se utiliza en la evaluación del ruido constante.

El decibel (dB): es el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel se usa comúnmente para describir el nivel de intensidad acústica, potencia acústica, etcétera. (Dra.Iraida; J;R;González, 2009)

Intensidad sonora: es la energía que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación de las ondas, se mide en watt/m^2 . Campos sonoros: campo Libre, Difuso y Semi-difuso.

Frecuencia: es el número de veces por segundo que la perturbación de la presión sonora, oscila alrededor del valor de la presión de equilibrio. Su unidad de medida es el ciclo/segundo o hertzio, Hz. El margen audible por el ser humano oscila, entre 20 Hz y 20.000 Hz

Periodo: es el valor inverso de la frecuencia.

Longitud de onda: es la distancia que recorre una onda en el tiempo de un periodo. Por tanto, depende de la velocidad de propagación (340 m/s en el aire). Se mide en metros.

El oído comienza a percibir un sonido si la presión acústica es de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Esto es lo que se denomina Umbral Auditivo ($10\text{-}12 \text{ W/m}^2$). Cuando la presión acústica supera los 100 Pa, el oído puede sufrir lesiones irreversibles. Esto es lo que se denomina Umbral Doloroso (25 W/m^2)

Sonómetro: es el equipo donde obtenemos el valor numérico de la medida efectuada, expresada en decibelios.

1.4 – Efectos del ruido en la salud

1.4.1 Efectos auditivos del ruido

El trabajador expuesto a ambientes ruidosos nota, los primeros días, que oye menos al salir del trabajo; este fenómeno de mayor o menor duración, se llama disminución temporal de la capacidad auditiva y se produce por fatiga del oído, recuperando poco a poco la audición al cesar el ruido.

La aparición de la sordera o hipoacusia profesional no es repentina, sino progresiva y está provocada por una exposición continuada a ambientes ruidosos durante la vida profesional.

La sordera es una enfermedad profesional.

Existe también la Presbiacusia (pérdida de la facultad auditiva por razón de edad) y debe ser tomada en cuenta al valorar la sordera profesional.

1.4.2 – Efectos no auditivos del ruido

El ruido, además de deteriorar el aparato auditivo, cuando es de intensidad elevada y siempre dependiendo del tiempo de exposición, puede tener otras repercusiones sobre la salud.

- Efectos respiratorios: aumento de la frecuencia respiratoria.
- Efectos cardiovasculares: aumento de la incidencia de trastornos como hipertensión arterial, arterioesclerosis, etc.

- Efectos digestivos: aumento de la incidencia de úlceras gastroduodenales, acidez.
- Efectos visuales: alteraciones de la agudeza visual y campo visual.
- Efectos endocrinos: modificaciones en el normal funcionamiento de diversas glándulas como la hipófisis, tiroides, suprarrenales, etc.
- Además de los trastornos fisiológicos, hay otros de índole psicológico que pueden provocar modificaciones del carácter o del comportamiento: agresividad, ansiedad, irritabilidad, inquietud y pérdida de memoria inmediata, etc.

Tiene especial importancia el efecto que tiene el ruido de disminuir el grado de atención y aumento del tiempo de reacción, con lo que se favorece el aumento de los errores y como consecuencia, el aumento de los accidentes. (Sanz, 2019)

1.5 – Legislación minero ambiental de Cuba

En su primer postulado, la Ley No. 81 “Ley del Medio Ambiente”, aprobada el 11 de julio de 1997 por el Parlamento Cubano, refleja el reconocido esfuerzo del estado, respecto a la protección del medio ambiente, en el marco de una política de desarrollo consagrada a lo largo de cuatro décadas de transformaciones revolucionarias, tanto políticas como socioeconómicas, en estrecha correspondencia con el artículo 75 de la Constitución de la República, al establecer que: “El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras”.

En el artículo 152 de la mencionada Ley 81, Ley del Medio Ambiente, queda establecido que: El Ministerio de Salud Pública, el Ministerio de trabajo y Seguridad Social y el Ministerio de ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, en lo que a cada cual compete y mediante el establecido de las coordinaciones pertinentes, dictarán o propondrán, según proceda, las medidas encaminadas a:

- a) El establecimiento de las normas relativas a los niveles permisibles de sonido y ruido, a fin de regular sus efectos sobre el medio ambiente.
- b) b) La realización de estudios e investigaciones con el objetivo de localizar el origen o procedencia naturaleza, grado, magnitud o frecuencia de las emisiones de ruido, vibraciones mecánicas y otros factores físicos, tales como energía térmica, energía lumínica, radiaciones ionizantes y contaminación por campo electro-magnético y determinar sus efectos sobre el medio ambiente y las medidas a tomar en cuenta para su eliminación o atenuación.
- c) Las prohibiciones, restricciones y requerimientos relativos a los procesos tecnológicos y la importación de tecnología, en lo que se refiere al ruido y otros factores físicos mencionados en el inciso anterior.
- d) La definición de las fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por ruidos fijos y móviles, señalando las responsabilidades correspondientes y las medidas a tomar para su eliminación o atenuación.

Según la Norma Cubana NC 19 – 01 - 04 "Ruido. Requisitos Generales Higiénico Sanitarios", se fija como límite máximo admisible de ruido 85 dBA para 8 horas de labor y establece una reducción a la mitad de la jornada laboral cada vez que se incrementa el ruido en 3 dBA. Establece también los requisitos higiénicos sanitarios generales relacionados con la protección contra el ruido, términos y definiciones, así como la clasificación de los tipos de ruido.

También se analiza la Norma Cubana NC 19 – 01 – 06 "Medición del ruido en lugares donde se encuentran personas". La misma establece los requisitos generales para los métodos de medición de los niveles de ruido en los lugares donde se encuentran personas de forma tal que permita determinar los niveles de ruido en un determinado lugar o local, y su posible influencia sobre las personas. En ella se plantea que la medición se realizará según los regímenes característicos de trabajo de las fuentes de ruido y de las condiciones laborales en los lugares donde se encuentran las personas, aspecto que se tuvo en cuenta a la hora de decidir la forma y cantidad de mediciones a realizar en la presente investigación.

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se establece la metodología empleada en la investigación para el estudio, del ruido que se produce producto de la explotación y procesamiento del mineral en la cantera El Cacao, principal objetivo de la presente investigación. La misma inició con la búsqueda de fuentes bibliográficas que permitieron establecer los métodos asequibles para el estudio.

2.1 Métodos de la investigación científica

En la Investigación se emplearon métodos empíricos y teóricos, entre los que se destacan los siguientes:

Entre los métodos empíricos:

- **Compilación documental:** es el grupo de procedimientos y técnicas (incluyendo las bibliográficas y la minería digital) que permite reunir y sistematizar un conjunto de datos mediante la revisión profunda y crítica de fuentes bibliográficas, orales, digitales o de otro tipo. Se aplica a la hora de realizar el estudio de la legislación ambiental y las normas vigentes en el país y la lectura de literatura especializada, consultas de archivos y guías metodológicas, análisis de los elementos del proyecto, estudios del medio físico, elaboración de los datos de campo, así como en la confección del informe final y sus anexos.
- **Observación:** Observar científicamente es obtener datos acerca del objeto de investigación en un proceso consciente de captación y registro. Se utilizó para verificar la información obtenida en la compilación inicial y definir los puntos de muestreo.
- **Entrevista (Interrogación):** Constituye una modalidad que se basa en cierta comunicación entre el investigador (interrogador) y los sujetos interrogados a través de una interacción verbal. Se aplicó a trabajadores y dirigentes de la cantera y de la empresa para familiarizarse con la temática en el yacimiento objeto de estudio. Además, se utilizó la técnica conocida como “Criterio de expertos” para reunir las evidencias sobre el diagnóstico del área objeto de

estudio y la valoración de las acciones propuestas para corregir el impacto acústico negativo generado por los equipos e instalaciones mineras.

- La medición: se basa en una técnica que atribuye valores cuantitativos o cualitativos a determinadas propiedades del objeto de estudio. Es la comparación del resultado del estado de una propiedad (obtenido mediante un instrumento que interactúa directamente con el objeto), con una magnitud homogénea adoptada como patrón unitario de comparación mediante escalas prefijadas. Se empleó para obtener la información cuantitativa relacionada con la generación de ruido por los diferentes equipos e instalaciones utilizados en los procesos de explotación del yacimiento y de preparación mecánica de las rocas.

Los métodos teóricos:

- Análisis y síntesis: se utilizó para la descripción del proyecto, la valoración de las acciones generadoras de impactos acústicos negativos en los procesos de extracción y de procesamiento de la materia prima, así como, la propuesta de las acciones de corrección o mitigación.
- Sistémico: permitió establecer la relación existente entre las acciones del proyecto generadoras de ruido con los elementos del medio natural, así como los impactos y las medidas correctoras.

2.2. Etapas metodológicas de la investigación

La investigación se divide en etapas metodológicas que resumen las técnicas, procedimientos y métodos de estudios que permiten entender, evaluar y concebir la influencia que ejerce el ruido generado por el funcionamiento de equipos e instalaciones mineras en los procesos de extracción y preparación mecánica del mineral en la cantera El Cacao sobre la salud ocupacional de los trabajadores (Ver figura 2.1).

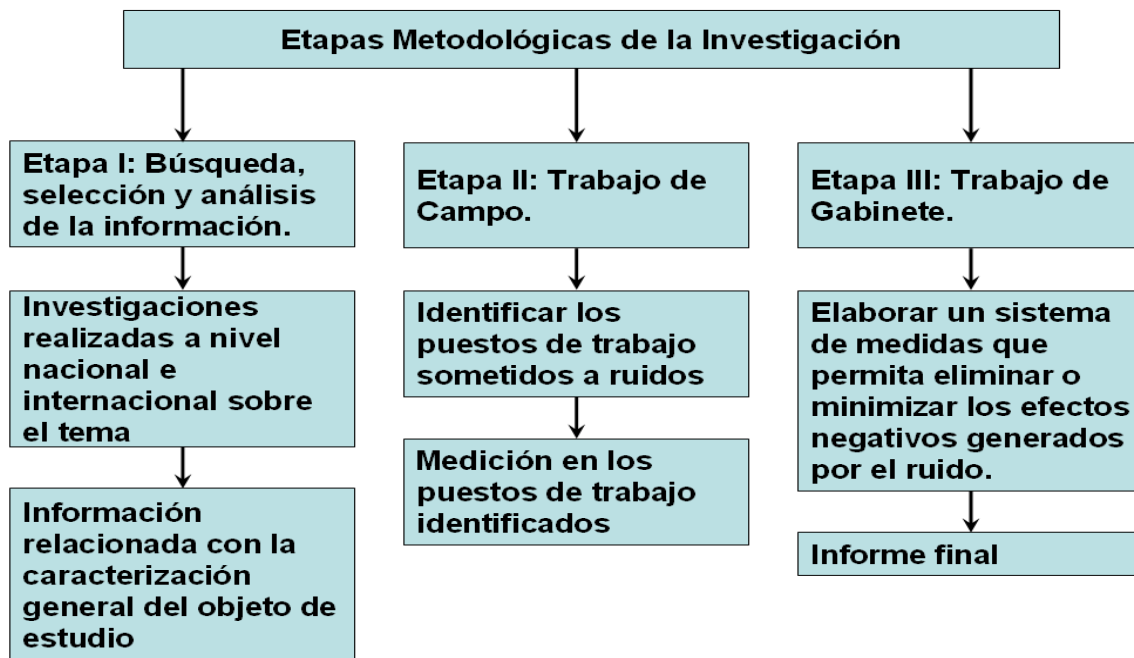


Figura 2. 1: Etapas metodológicas de la investigación (Elaboración propia)

Etapa I: Búsqueda, selección y análisis de la información

La revisión bibliográfica constituye la etapa inicial de toda investigación, en la misma se revisa y recopila toda la información relacionada con la temática.

En esta etapa se consultan y analizan documentos relacionados con los antecedentes y estado actual del tema a nivel nacional e internacional, la legislación ambiental aprobada en el país, así como, la documentación existente en la Empresa de Materiales para la construcción de Granma (GRAMAT).

Etapa II: Trabajo de campo

Se realizan visitas a la cantera para recopilar la información necesaria para el cumplimiento de los objetivos planteados, a través de las acciones siguientes:

- Identificación de los puestos de trabajo sometidos a ruido;
- Medición en los puestos de trabajo seleccionados.

Las mediciones del ruido ocupacional en todos los puestos de trabajo seleccionados se realizaron utilizando el sonómetro marca **testo 816 – 1**. Es un medidor de ruido

con un rango de medición de 30 a 130 dBA, con la precisión $\pm 1,4$ dB (en las condiciones de referencia, 94 dB, 1 kHz), cuya región de frecuencia y el rango de los niveles abarcados es de 20 Hz... 8 kHz y de 30... 130 dB respectivamente.

El instrumento cumple las especificaciones de IEC 61672-1 clase 2, (Ver figura 2.2)



Figura 2. 2. Sonómetro utilizado en las mediciones del ruido ocupacional.

Las mediciones se realizaron teniendo en cuenta las siguientes indicaciones y recomendaciones:

- Las paredes, techos y otros objetos pueden reflejar las ondas acústicas. Si no se maneja bien el aparato, también la carcasa del medidor de ruido y la persona que realiza la medición misma pueden convertirse en factores de perturbación del campo acústico y falsear los resultados de medición.
- La carcasa del medidor de ruido y la persona que realiza la medición misma no solo pueden interponerse al sonido que viene de una determinada dirección, sino que también pueden causar reflexiones, por lo que pueden causar errores de medición considerables. Se debe mantener una distancia de seguridad entre el medido y el cuerpo, se recomienda mantener el instrumento de medición a 30 cm de distancia del cuerpo como mínimo, pero mejor sería a 50 cm. También,

dirigir el micrófono siempre exactamente a la fuente del ruido que se desea medir (dirección de referencia).

- Para mayor exactitud de las mediciones se recomienda utilizar un trípode.
- Protección contra ruidos del viento: El protector contra ruidos del viento incluido se debe utilizar en todas las mediciones al aire libre y en caso de movimientos del aire. El ruido del viento en el micrófono causa un error de medición, ya que el ruido del viento se añade al ruido de la fuente que se desea medir.

Etapas III: Trabajo de gabinete

En esta etapa se procesa toda la información recopilada tanto en la búsqueda, selección y análisis como en el trabajo de campo:

- Proponer una serie de medidas que permitan eliminar o minimizar los efectos negativos generados por el ruido en los procesos de extracción y preparación mecánica del mineral sobre la salud ocupacional de los trabajadores.
- Elaboración del informe final.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL NIVEL DE RUIDO EN LAS OPERACIONES MINERAS DE LA CANTERA “EL CACAO”

En este capítulo se exponen y analizan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, a partir de la utilización de los materiales y métodos descritos en el capítulo II. Para el presente capítulo se establece como objetivo: analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los procedimientos descritos en el capítulo anterior

3.1. Caracterización general de la cantera El Cacao

3.1.1. Ubicación geográfica

El yacimiento se encuentra ubicado en el municipio de Jiguaní, provincia de Granma. La zona del yacimiento está contenida en el mapa topográfico a escala 1:50 000 del Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía, Hoja Baire 4976 - IV.

Las coordenadas geográficas del centro del yacimiento son:

20° 16' 42" Latitud Norte y 76° 26' 15" Longitud Oeste

Las coordenadas en el sistema Lambert de los extremos del yacimiento son:

X = 541 778 – 543 299,6 y Y = 179 721,3 – 181 572,6

La planta para la preparación mecánica del mineral ocupa un área de 10,24 ha y las coordenadas de sus límites son las siguientes:

X = 541 600 – 541 900 y Y = 180 400 – 180 800



Figura 3. 1: Ubicación geográfica de la cantera El Cacao (Tomado del proyecto de explotación, 2013)

3.1.2. Comunicaciones

La cantera se encuentra a 1,5 km al norte del poblado Charco Redondo, siendo el centro administrativo más importante de la zona. Además, se encuentra enlazada con el pueblo de Santa Rita mediante una carretera de segundo orden (asfaltada), la distancia que la separa del poblado mencionado anteriormente es de 8 km. Desde la cantera hasta la ciudad de Bayamo hay 32 km. Actualmente se está construyendo un terraplén que unirá la cantera con el poblado de Jiguaní.

3.1.3 Relieve

El yacimiento presenta un relieve muy accidentado, con variaciones bruscas en la pendiente. Al suroeste de la cantera se encuentra una elevación de caliza de forma alargada con una longitud algo mayor que 1,5 km. Las cotas absolutas de la zona alcanzan valores de 200 a 325 m. En la superficie del área se localizan cañadas relativamente poco profundas, con una dirección general Noroeste - Suroeste. El yacimiento es drenado por varias cañadas, las que son de pequeña profundidad.

También se observan dos depresiones circulares, encontrándose una al Noroeste de la cantera de Mármol y la otra en la parte Norte del frente de cantera actual. En

estas dos depresiones se observa una disminución brusca de la pendiente, por lo que el relieve en estas zonas se presenta algo llano con restos de pequeñas elevaciones.

3.1.4 Clima

Según observaciones de la temperatura, se obtuvieron valores medios de éstas que se pueden considerar históricos y que son aplicados en la zona. En dicho estudio se determinó una media anual de 24,6 °C con mínima de 21 °C en el mes de enero y máxima de 32 °C en el mes de agosto.

Basados en datos obtenidos del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias de Cuba, se delimitaron dos períodos de lluvia, comprendido entre mayo - junio y septiembre - noviembre, así como dos períodos relativamente secos comprendidos entre diciembre - abril y Julio - agosto.

Las lluvias más frecuentes son de tipo aguaceros tropicales, y en pocas ocasiones duran tiempos prolongados.

3.1.5 Hidrografía

Desde el punto de vista hidrográfico, se puede observar que el río cautillo es el de mayor importancia en la zona, aunque existen otros arroyos intermedios de menor importancia que son afluentes del este.

3.1.6 Morfología estructural

El yacimiento presenta una potencia variable oscilando entre 10,95 – 109,85 m, con un promedio total de 55,86 m. Tiene un buzamiento de 10 – 12° en dirección suroeste. Además, está compuesto por calizas organógenas detríticas pelitomórficas. En muy pocas ocasiones se observan intercalaciones de margas de color verde claro. Hay que destacar que también presenta cavernas rellenas de arcillas, aunque a veces están vacías.

Las calizas se encuentran afectadas por los procesos cárlicos (cavernas y grietas rellenas de arcillas). Fuera de los límites del área de la concesión se localizan fallas,

las cuales se hallan en la parte Noreste y Suroeste, presentando una gran longitud. Podemos señalar que la ondulación del terreno observado en el área, está causado por un lento movimiento tectónico y los fenómenos de meteorización y erosión. También es posible encontrar en el macizo las calizas yaciendo horizontalmente o con buzamientos pequeños.

3.1.7. Agrietamiento

En los frentes de canteras se observan grietas con dirección predominante Noroeste – Sureste con un ángulo de inclinación de 10°, en algunas ocasiones estas grietas se encuentran rellenas por un material de color rojo intenso, es decir, que el yacimiento es homogéneo y compacto.

3.1.8. Características hidrogeológicas del yacimiento

El yacimiento tiene condiciones hidrogeológicas favorables, según datos del informe geológico, el nivel de las aguas subterráneas se encuentra por debajo del límite inferior de las reservas calculadas, no existiendo peligro de inundación de la cantera por las aguas pluviales, ya que la cantera proyectada es del tipo elevado (montañoso).

3.1.9. Economía de la región

La región es importante ya que posee grandes reservas de calizas que son utilizadas en la industria de materiales para la construcción, además de reservas de manganeso metalúrgico, cuyos depósitos aún no se encuentran en explotación.

La zona cuenta con un acueducto propio, dos plantas generadoras de corriente eléctrica, un hospital, servicios de correo, banco, además se encuentran varias tiendas administrada por el MINCIN, las condiciones del transporte son favorables ya que la cantera se encuentra próxima a las carreteras que une a Minas Harlem con Santa Rita y la carretera Central.

La región posee grandes reservas de materiales para la construcción (calizas) y estas pueden ser utilizadas en otras ramas de la industria.

3.2. Organización general de las labores de la unidad minera.

En el yacimiento “El Cacao” se labora en un solo turno de trabajo por día de 12 horas, comprendido en los días de lunes a domingo de 7:00 AM – 7:00 PM, este régimen solo es para la brigada de cantera y molino español, el resto de los trabajadores están incorporados a la jornada laboral tradicional de 8 horas de trabajo de 7:00 AM – 4:00 PM de lunes a viernes. En cada turno se trabaja simultáneamente en el desarrollo minero y la extracción del material útil, así como en su preparación mecánica.

3.3. Procesos tecnológicos

3.3.1. Sistema de explotación

El sistema de laboreo que se aplica en la cantera es el siguiente: el arranque del material se realiza con explosivos; la carga de este con el cargador frontal “Volvo L180E” y la excavadora “hitachi UD – 181”; el transporte hasta la planta de preparación mecánica se realiza con camiones de volteo “Sinotruk 7540-B” de 30 toneladas de capacidad; el buldózer “komatsu UD-155^a” se encarga del acarreo del material cuando es necesario, así como de la separación de los pedazos de rocas sobre dimensionadas para luego ser sometidas a la fragmentación secundaria con un martillo rompedor contratado a la empresa de explomat perteneciente a Santiago de Cuba.

Trabajos de perforación y voladuras

Para realizar los trabajos de perforación se utilizan varios equipos, entre los que se encuentran:

- El compresor “Altas Copco XAS 186” con una capacidad de 11 m³/min.



Figura 3. 2. Compresor

- Caretila Barrenadora “Stenuick” con una capacidad de barrenación de 15 m/h.



Figura 3. 3. Carretilla barrenadora

Trabajos de extracción y carga.

El equipamiento utilizado para la realización de los trabajos de extracción y carga a los camiones “sinotruk” es un cargador frontal “Volvo L180E”. Se cuenta también con una excavadora “Hitachi UH – 181” que se utiliza en caso de ruptura del cargador o cuando se está trabajando en dos frente a la vez.



Figura 3. 4: Camión “sinotruk” y cargador frontal “Volvo L180E”

3.3.2. Planta de preparación mecánica

Consiste en la reducción y clasificación del rajón alimentado por medio de trituradores, molinos y zarandas de diversas características en dependencia del tamaño máximo del rajón alimentado y de las diversas fracciones a obtener en la instalación.

El proceso tecnológico de la planta de procesamiento se divide en las siguientes etapas:

Etapa # 1. Clasificación y trituración primaria.

Etapa # 2. Trituración secundaria.

Etapa # 3. Trituración terciaria.

Clasificación y trituración primaria

El material alimentado (con dimensiones máximas de 1 200 mm) se deposita en la tolva de recepción. A continuación, pasa a través de un alimentador vibratorio al primer proceso de clasificación donde se elimina el material estéril que acompaña el rajón y las partículas con dimensiones inferiores a los 70 mm. El material útil continúa el proceso hasta una trituradora de mandíbulas donde es reducido hasta dimensiones máximas de 175 mm.

Trituración secundaria

Es alimentado el material con dimensiones máximas de 175 mm a un molino de martillo, de donde sale con 75 mm (máxima dimensión). El material se clasifica y se obtienen tres granulometrías diferentes: - 63 + 38; - 38 + 19 y - 19 + 0.

Trituración terciaria

Es alimentado el material con dimensiones máximas de 63 mm y mínimas de 19 mm a un molino de martillo, de donde sale con 25 mm (máxima dimensión). El material se clasifica y se obtienen tres granulometrías diferentes: - 25 + 13; - 13 + 5 y - 5 + 0 con el objetivo de ser utilizado en la fabricación de mezclas asfálticas.

En todos los procesos tecnológicos ejecutados en la cantera El Cacao participan equipos e instalaciones que generan ruido.

En el diagnóstico efectuado se definió realizar las mediciones en 16 puntos sometidos a ruido (ver tabla 3.1 y figura 3.5)

Tabla 3. 1: Puntos de muestreo

PUNTO N°	NOMBRE	X	Y
1	Remolador (Interior de la caseta)	541629.556	180651.407
2	Salida de camiones cargados	541667.465	180533.669
3	Garita de entrada a la empresa	541775.337	180511.694
4	Primario (Planta Española)	541756.464	180804.890
5	Bloquera	541739.614	180679.524
6	Taller de maquinado	541784.099	180585.836
7	Taller industrial	541699.847	180676.828
8	Compresor (Ponchera)	541798.253	180513.716
9	Taller de mantenimiento	541788.143	180542.025
10	Secundario (Interior de la caseta)	541705.149	180820.998
11	Secundario (Exterior de la caseta)	541646.808	180837.667
12	Planta de Carbonato de Calcio	541559.363	180984.908
13	Remolador (Exterior de la caseta)	541618.101	180639.361
14	Perforadora	542490.302	181388.134
15	Compresor (Perforación)	542525.359	181364.321
16	Punto de carga y transporte	542486.333	181343.154

Fuente : Elaboración Propia

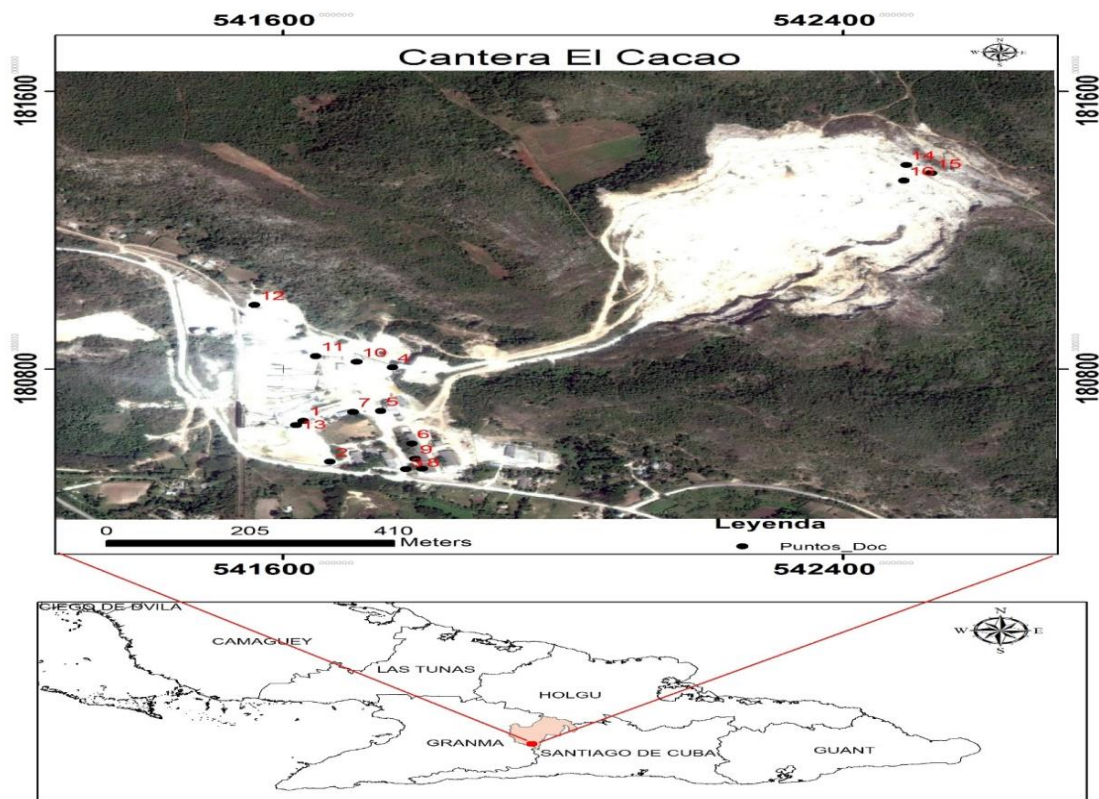


Figura 3. 5. Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

3.4. Análisis de los datos recopilados en el trabajo de campo.

Para iniciar con el desarrollo de la recopilación de datos en campo, se identificaron detalladamente los puntos donde se genera mayor cantidad de ruido, para esto se tuvo en cuenta el tipo de labor que se lleva a cabo en cada uno de ellos y el tipo de maquinaria usada. La adquisición de muestras está regida conforme a la normatividad cubana vigente, donde se indica que la medición se realizará según los regímenes característicos de trabajo de las fuentes de ruido y de las condiciones laborales en los lugares donde se encuentran las personas. Teniendo en cuenta este criterio se decidió hacer una medición de 15 minutos ya que el ruido generado por los equipos e instalaciones es similar durante las 8 horas de trabajo.

Punto No. 1 Remolador (interior de la caseta)

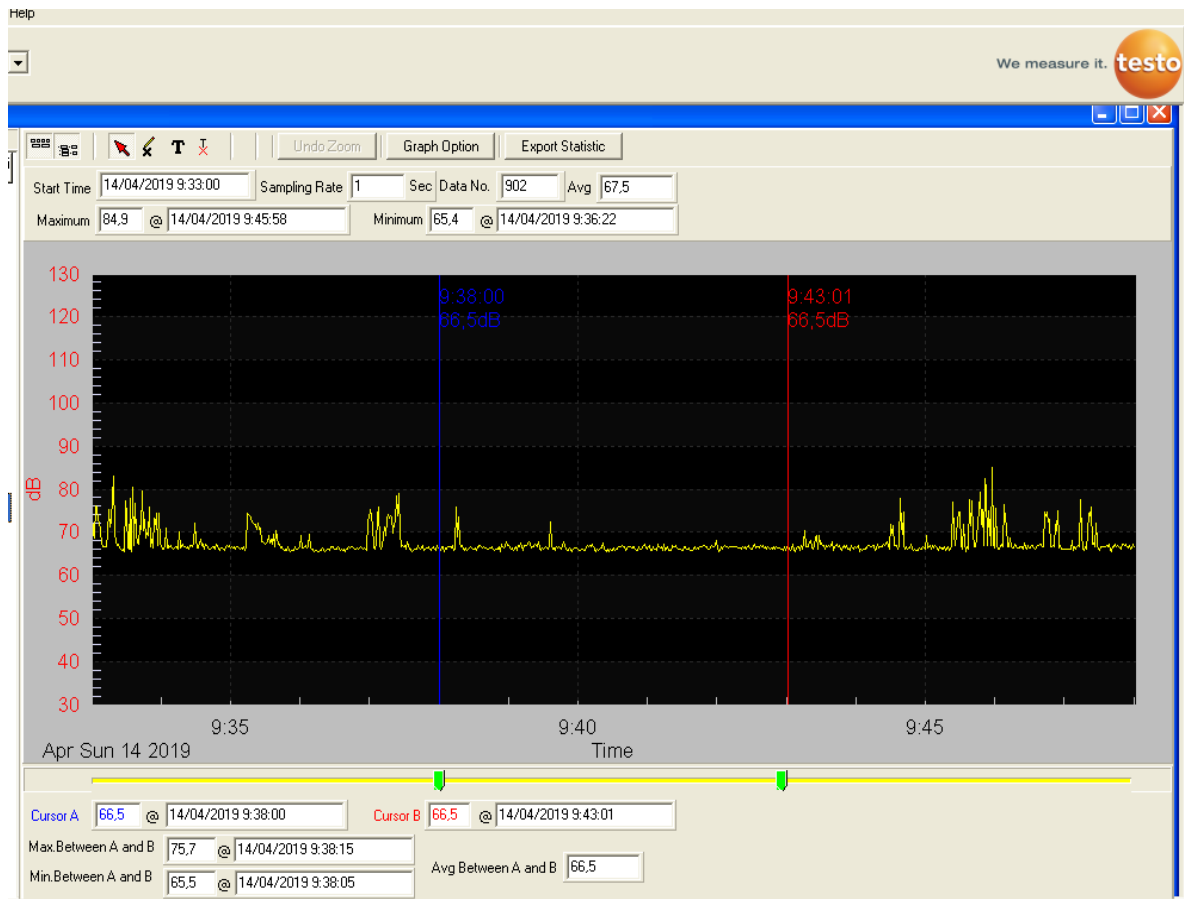


Figura 3. 6: Medición dentro de la caseta de control del Remolador

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto No. 1 (Remolador, interior de la caseta), se analiza el nivel de ruido de la operación de remolienda del mineral para la obtención de polvo de piedra. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó que los niveles de ruido oscilan entre 65,4 – 84,9 dBA, siendo el promedio igual a 67,5 dBA. Los pequeños intervalos de tiempo en que los niveles de ruido se incrementan es producto a conversaciones efectuadas entre los trabajadores. Los resultados arrojados durante la medición en el punto muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 2 Salida de camiones cragados

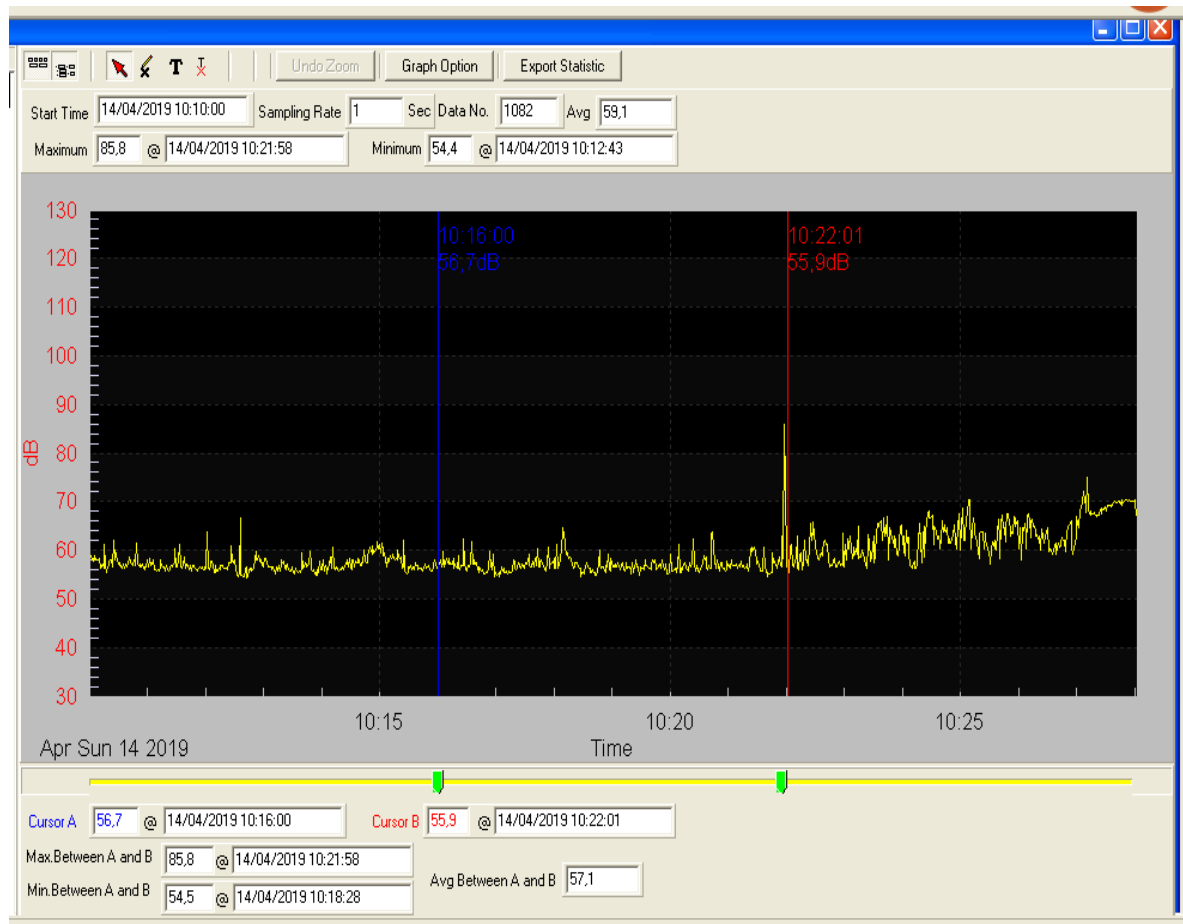


Figura 3. 7. Medición en la salida de los camiones cargados.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 2 (Salida de los camiones cargados), se analiza el nivel de ruido de la operación de transporte del mineral que sale de la planta de preparación mecánica. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación que depende del flujo de vehículos que transita por el lugar de la medición, al momento del paso del vehículo se registró un aumento del ruido, el mismo oscila entre 54,4 - 85,8 dBA, siendo el promedio igual a 59,1 dBA. De igual manera se observó que en los intervalos donde no pasaban vehículos por el punto de medición la variación del ruido bajaba. Los resultados arrojados durante la medición en el punto No. 2 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente

Punto No. 3 Garita de entrada a la empresa

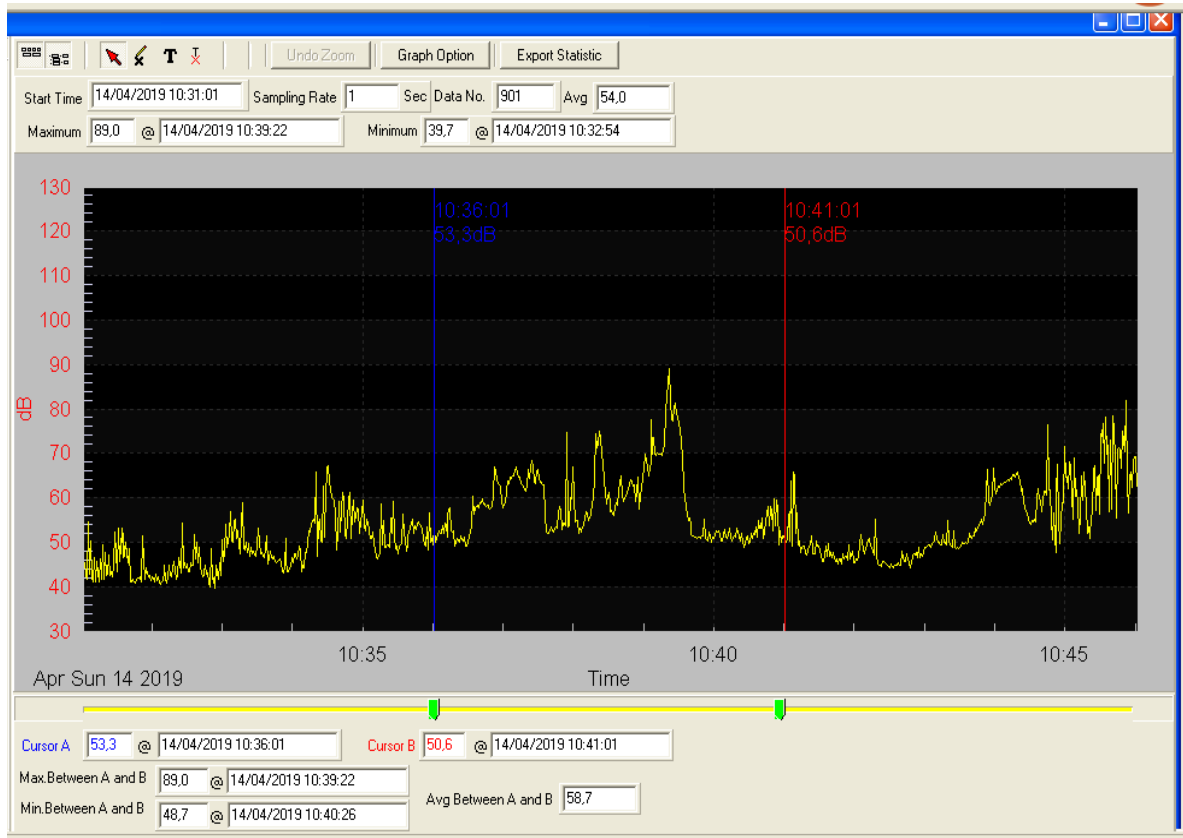


Figura 3. 8: Medición en la Garita de entrada a la Empresa.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 3 (garita de entrada a la Empresa), se analiza el nivel de ruido de la operación de transporte que ingresa y sale a la empresa. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación que depende del flujo de vehículos que transita por el lugar de la medición, al momento del paso del vehículo se registró un aumento del ruido. Los niveles de ruido oscilan entre 39,7 - 89,0 dBA, siendo el promedio igual a 54,0 dBA. De igual manera se observó que en los intervalos donde no pasan vehículos por el punto de medición el nivel es bajo. Los resultados arrojados durante la medición en este punto muestran que se encuentran dentro de límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 4 Primario



Figura 3. 9. Medición en el primario (Planta Española).

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 4 (Primario), se analiza el nivel de ruido producido por las operaciones de recepción, clasificación y trituración del material. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación de 94,3 - 106,5 dBA, siendo el promedio igual a 100,8 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 4 muestran que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 5 Bloquera

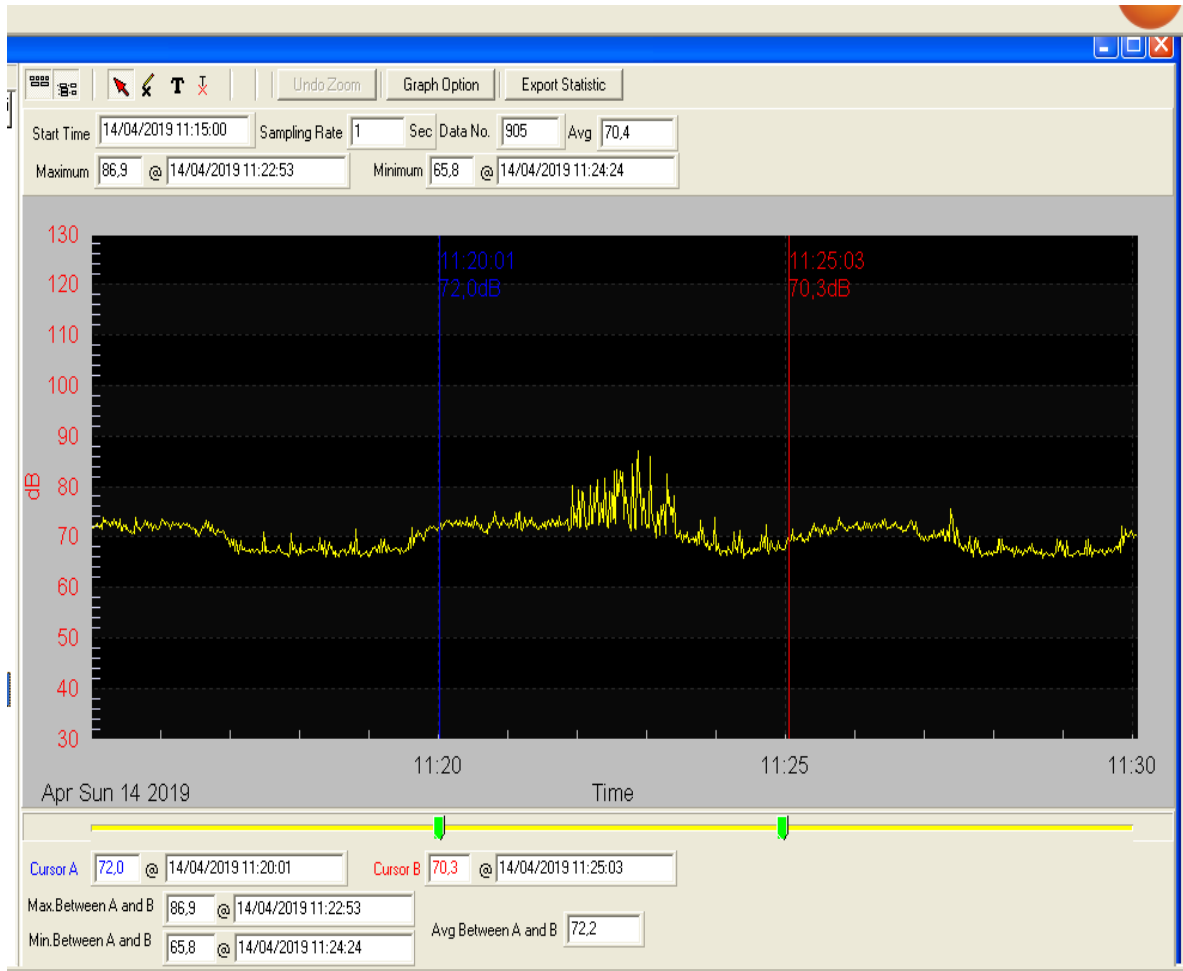


Figura 3. 10: Medición en la Bloquera.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 5 (Bloquera), se analiza el nivel de ruido producido en la operación de construcción de bloques. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación que oscila entre 65,8 - 86,9 dBA, siendo el promedio igual a 70,4 dBA. En pequeños intervalos de tiempo se nota la influencia de la descarga de las rocas a la tolva de recepción en la trituración primaria (ubicada relativamente cerca de este punto). Los resultados arrojados durante la medición en el punto 5 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto 6 Taller de maquinado

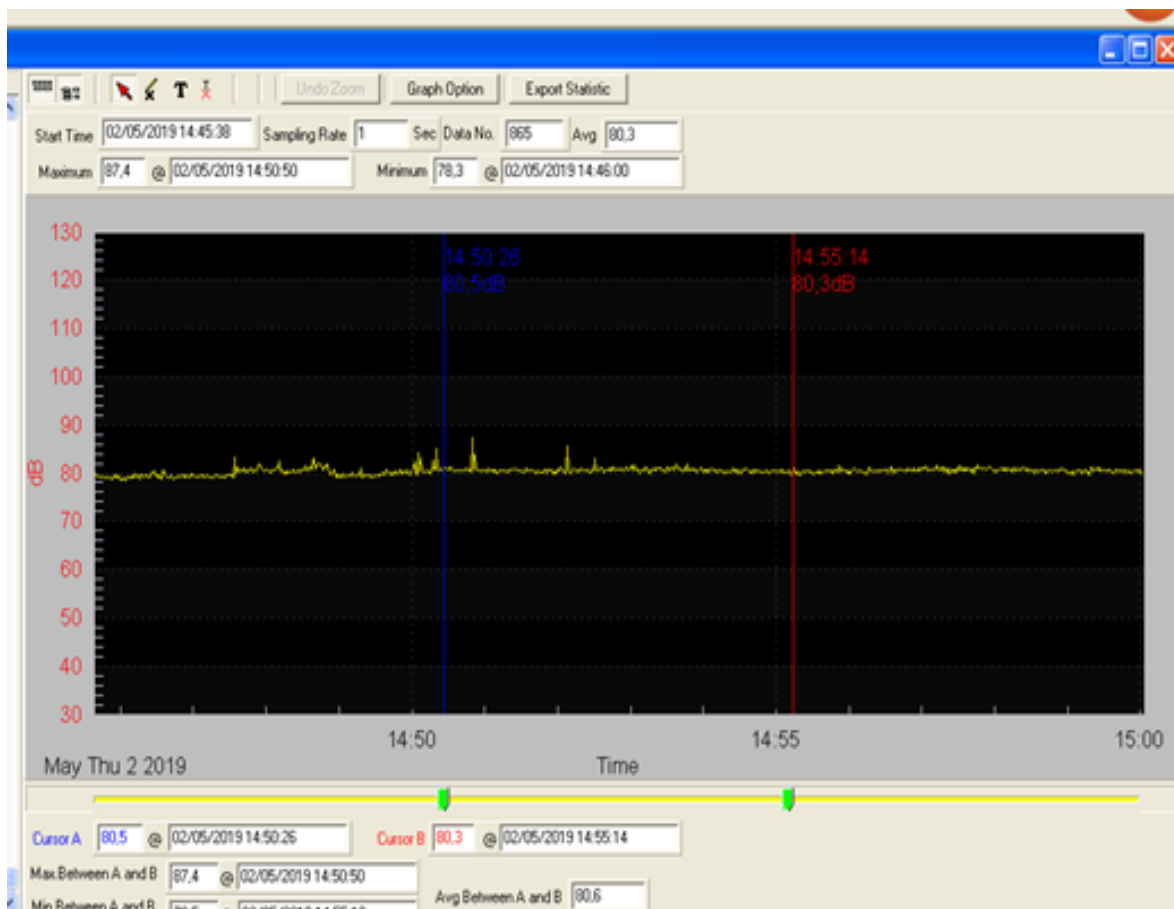


Figura 3. 11. Medición en el Taller de Maquinado.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 2 de Mayo de 2019, en el punto 6 (Taller de maquinado), se analiza el nivel de ruido del equipamiento utilizado para la construcción de piezas de repuesto para los equipos e instalaciones que se utilizan en la cantera. Los niveles de ruido en este punto varían desde los 78,3 - 87,4 dBA, siendo el promedio igual a 80,3 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 6 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 7 Taller Industrial

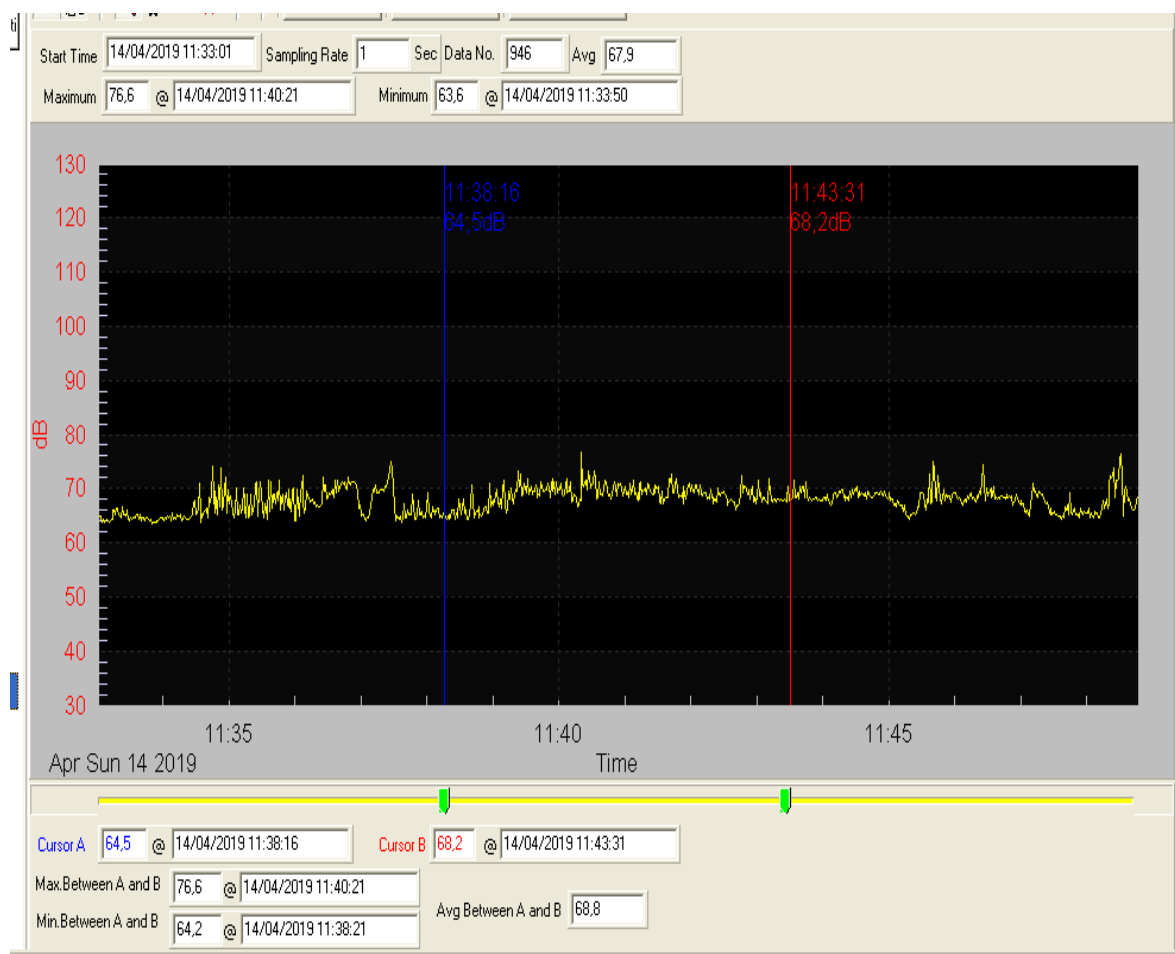


Figura 3. 12. Medición en el Taller Industrial.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 7 (Taller industrial), se analiza el nivel de ruido de la operación mantenimiento y reparaciones menores de la maquinaria que participa en el proceso de la preparación mecánica del mineral. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación de 63,6 - 76,6 dBA, siendo el promedio igual a 67,9 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 7 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto 8 Compresor (Ponchera)

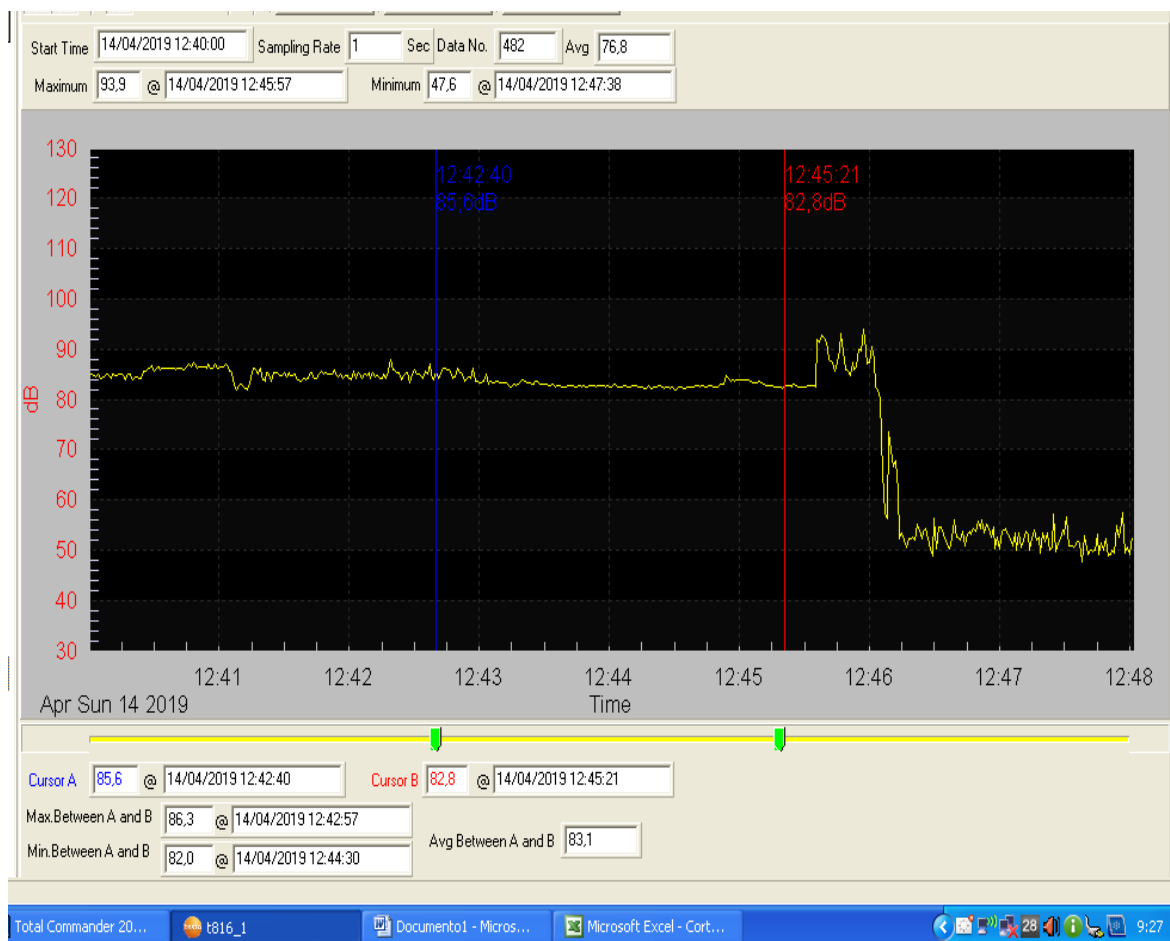


Figura 3. 13: Medición en el compresor ubicado en la ponchera (Taller de Manenimiento).

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 8 (Compresor perteneciente a la ponchera), se analiza el nivel de ruido generado por este equipo en la operación de reparación de los neumáticos averiados. Se realizó una medición de 8 minutos. Se observó una variación de 47,6 - 93,9 dB, siendo el promedio igual a 76,8 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 8 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No 9 Taller de Mantenimiento

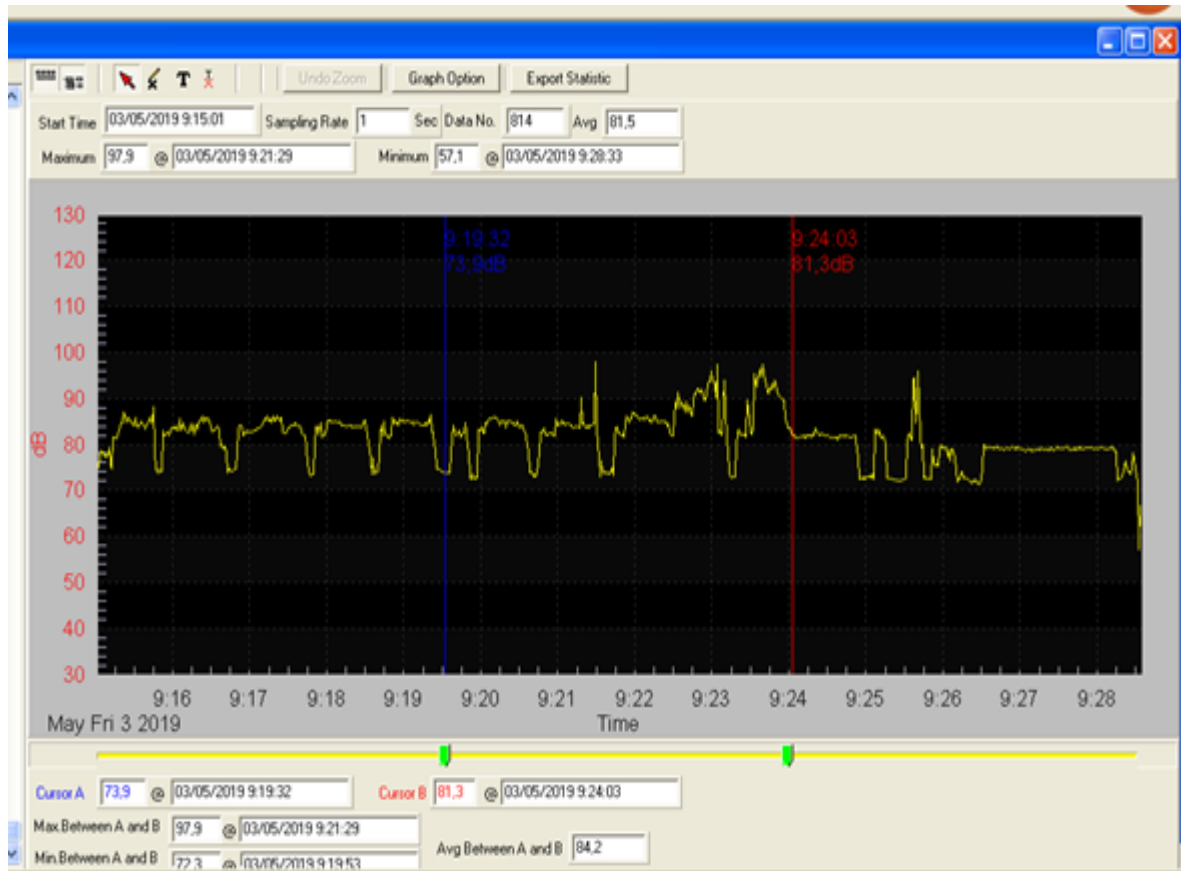


Figura 3. 14: Medición en el Taller de Mantenimiento.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 3 de Mayo de 2019, en el punto 9 (Taller de mantenimiento), se realizó una medición de unos 13 minutos. Se analiza el nivel de ruido del mantenimiento que se realiza a la maquinaria de la cantera. En este punto se logró determinar una variación, ya que cuando se está trabajando en algún mantenimiento de la maquinaria pesada, que requiere de soldadura el ruido de incrementa y, por el contrario si es algún mantenimiento de rutina el ruido es menor, los valores oscilan entre 57,1 - 97,9, siendo el promedio igual a 81,5 dBA. Los resultados obtenidos durante la medición en el punto 9 muestran que se encuentran dentro de límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 10 Secundario (interior de la caseta)

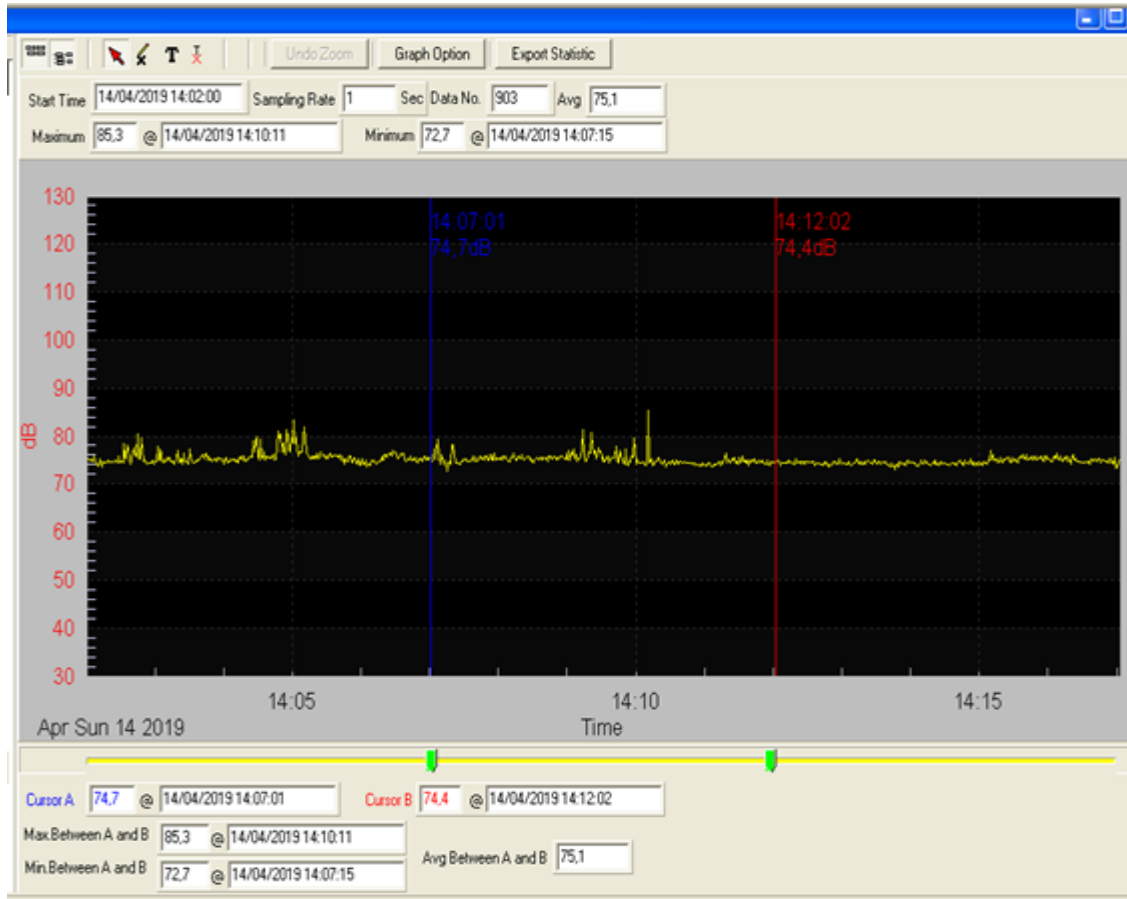


Figura 3. 15: Medición en el interior de la caseta donde radica el puesto de control para la trituración secundaria.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 10 (interior de la caseta del puesto de mando para la trituración secundaria), se analiza el nivel de ruido generado por los equipos encargados de la trituración y clasificación de material la segunda etapa del proceso de preparación mecánica. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación de 72,7 - 85,3 dBA, siendo el promedio igual a 75,1 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 10 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 11 Secundario (exterior de la caseta)

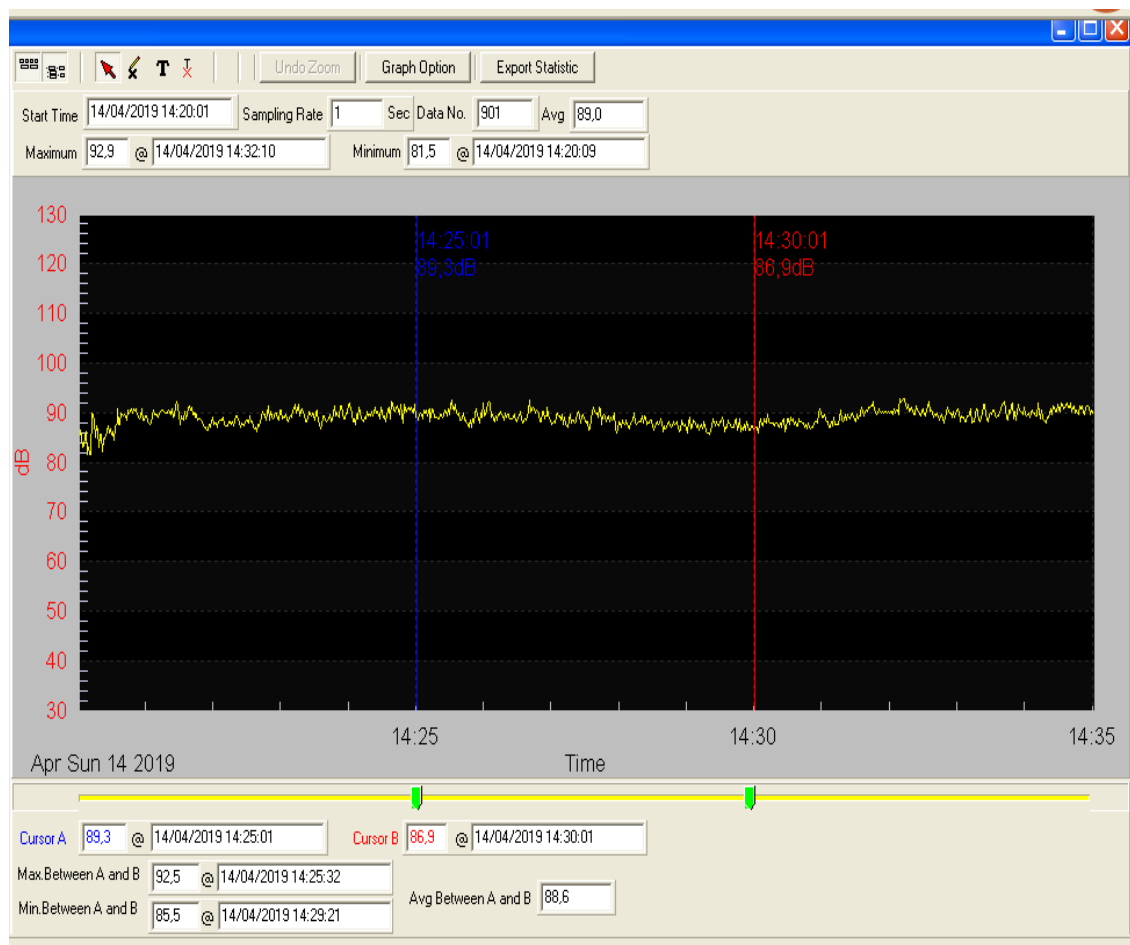


Figura 3. 16: Medición en el exterior de la caseta donde radica el puesto de control para la trituration secundaria.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 11 (exterior de la caseta del puesto de mando para la trituration secundaria), se analiza el nivel de ruido generado por los equipos encargados de la trituration y clasificación del material en la segunda etapa del proceso de preparación mecánica. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación de 81,5 - 92,9 dBA, siendo el promedio igual a 89,0 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 11 muestran que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 12 Planta de Carbonato de Calcio

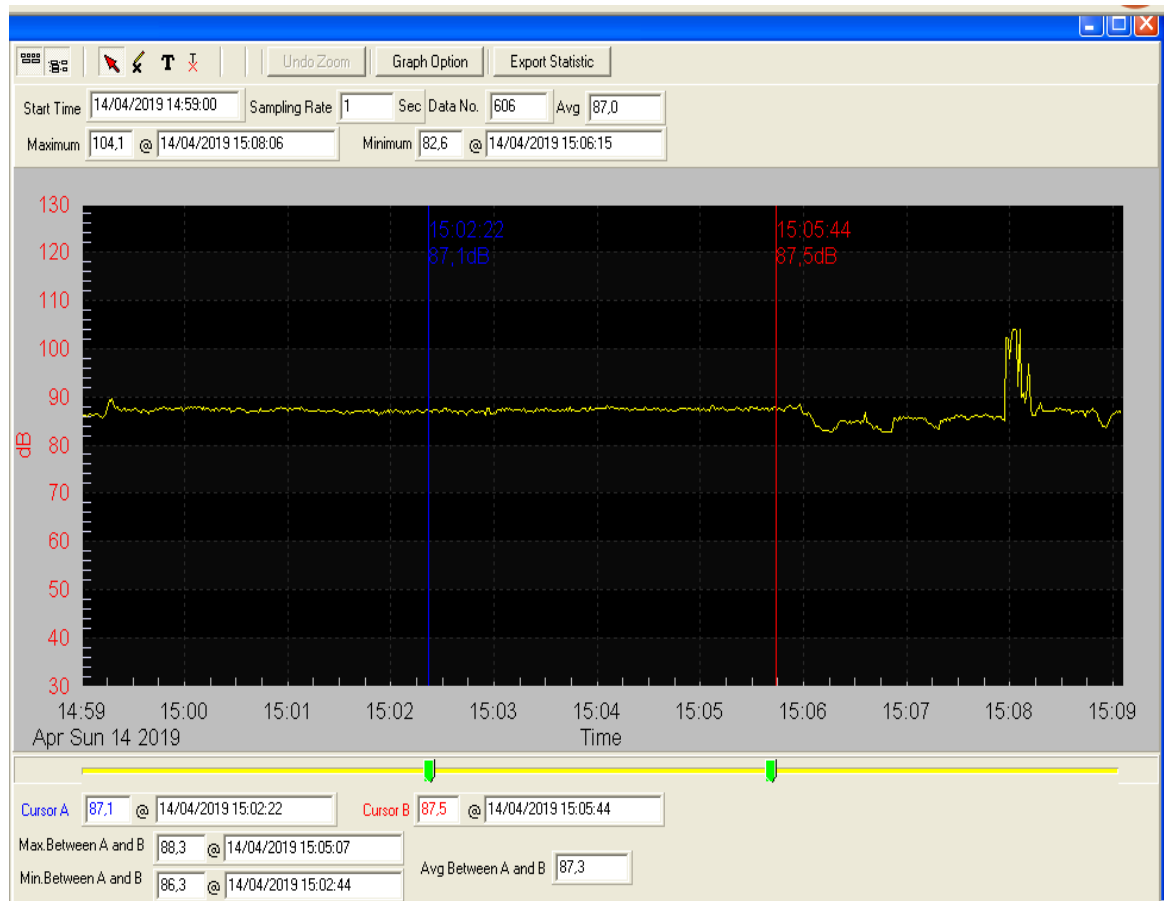


Figura 3. 17. Medición en la planta de obtención del Carbonato de Calcio

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 12 (Planta de carbonato de calcio), se analiza el nivel de ruido en la operación de procesamiento del mineral para la obtención de Carbonato de Calcio como producto final. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó una variación de 82,6 - 104,1 dBA, siendo el promedio igual a 87,0 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 12 muestran que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 13 Remolador (exterior de la caseta)

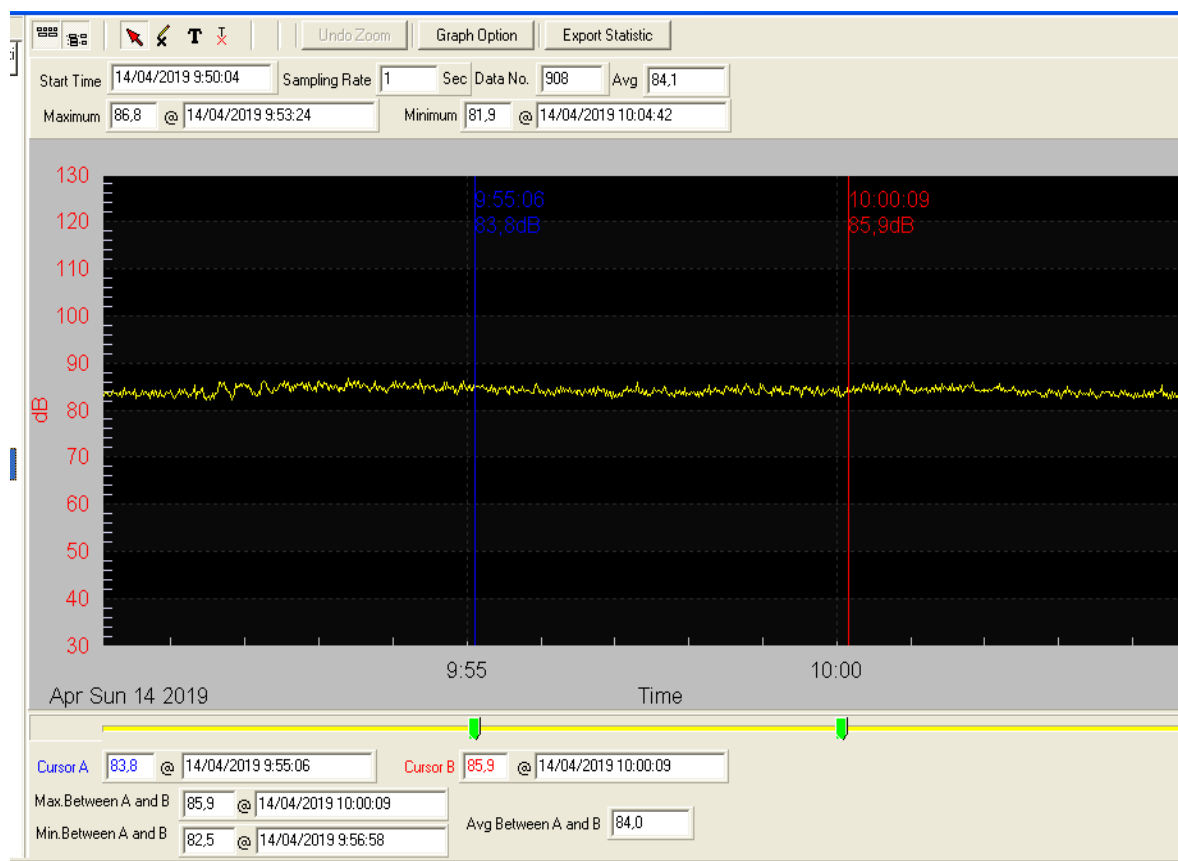


Figura 3. 18: Medición en la parte exterior del Remolador

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 13 (Remolador, parte exterior), se analiza el nivel de ruido de la operación de molienda del mineral. Se realizó una medición de 15 minutos. Se observó que el ruido varía en un rango promedio que oscila entre 81,9 - 86,8 dBA, siendo el promedio igual a 84,1 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 13 muestran que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 14 Perforadora

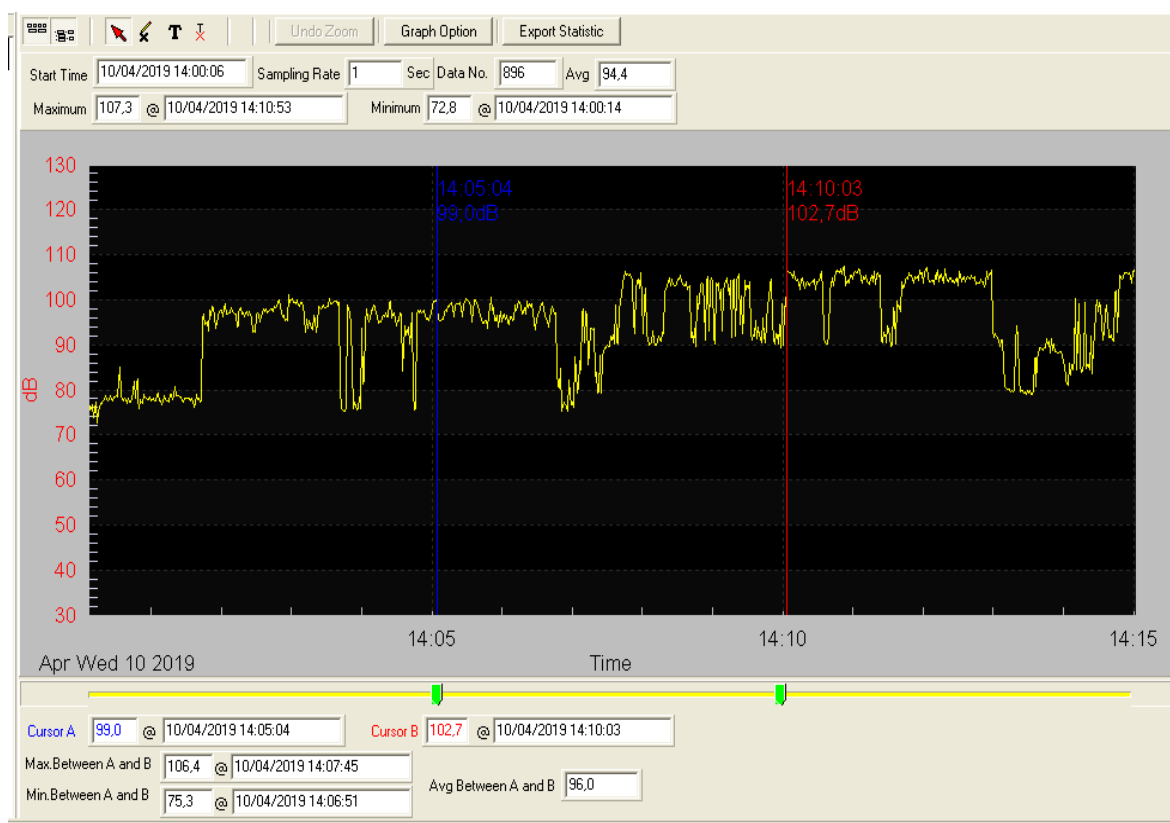


Figura 3. 19: Medición en la Carretilla Barrenadora.

Según los resultados de las mediciones tomadas en el día 10 de Abril de 2019, en el punto 14 (Carretilla Barrenadora), se analiza el nivel de ruido de la operación de perforación de los barrenos. Se realizaron mediciones de 15 minutos por cada hora, durante 5 horas consecutivas. Se observó que los niveles de ruido oscilan entre 72,8 - 107,3 dBA, siendo el promedio igual a 94,4 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 14 muestran que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

Punto No. 15 Compresor (para la Carretilla Barrenadora)

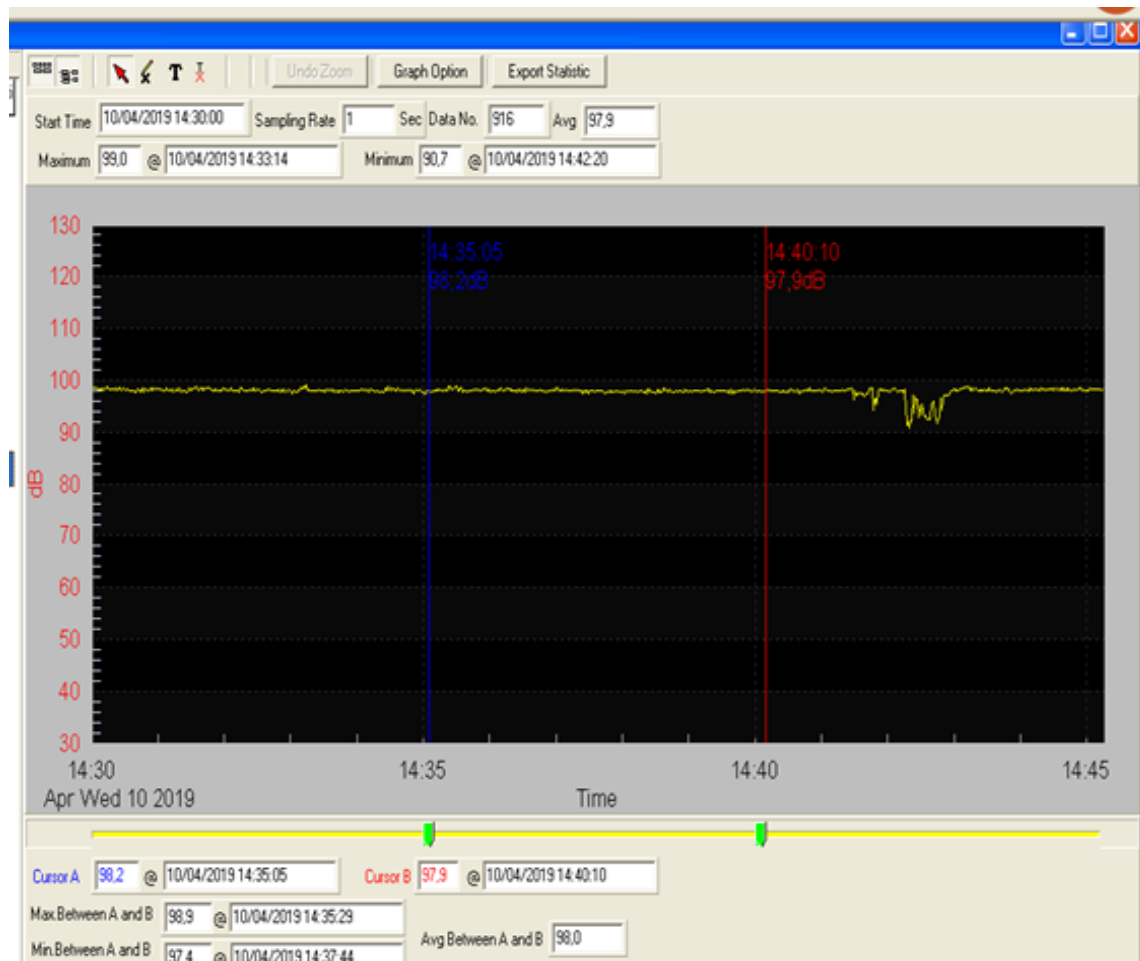


Figura 3. 20: Medición en el compresor utilizado para el funcionamiento de la Carretilla Barrenadora.

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 15 (Compresor utilizado para el funcionamiento de la Carretilla Barrenadora), se analiza el nivel de ruido generado por la instalación encargada de suministrar el aire necesario para el funcionamiento del equipo de barrenación. Se realizaron mediciones de 15 minutos por cada hora, durante 5 horas consecutivas. Se observó una variación de 90,7 - 99,0 dBA, siendo el promedio igual a 97,9 dBA. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 15 muestran que se encuentran fuera de los límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente

Punto No. 16 Carga - Transportación

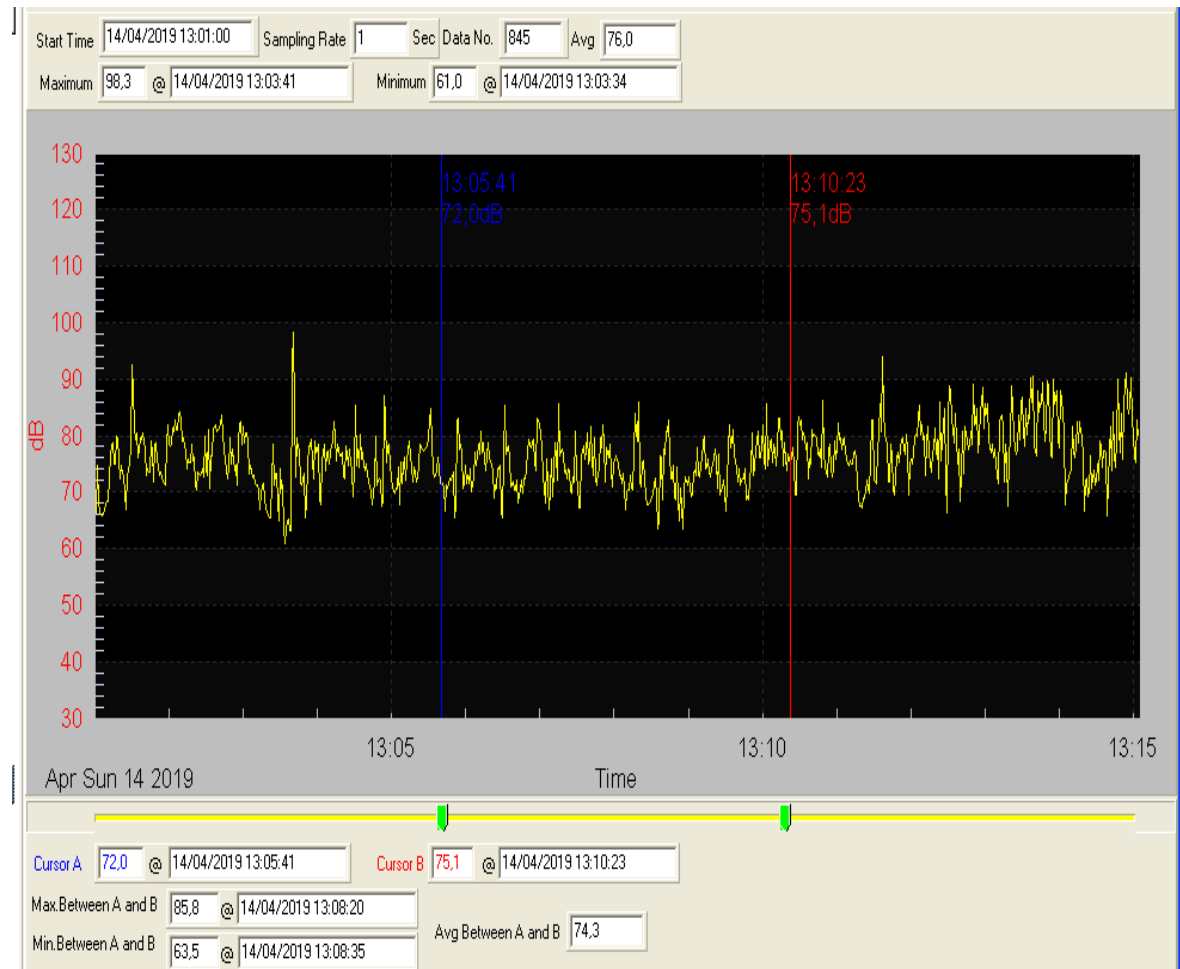


Figura 3. 21: Medición en el punto de carga y transportación del mineral (Cantera).

Según los resultados de las mediciones tomadas el día 14 de Abril de 2019, en el punto 16 (Carga y transporte), se registró una medición de 15 minutos. Se analiza el nivel de ruido de la operación de carga, aunque en este tipo de puntos manejan niveles constantes, en algún momento se obtuvieron valores por encima del promedio, debido a que se realiza la carga del material de gran tamaño, la que al caer en la caja del vehículo de carga se registraron niveles que llegaron a los 98,3 dBA. El rango que se maneja durante la operación oscila entre 61,0 - 98,3 dBA, siendo el promedio igual a 76,0 dBA. En el intervalo que se presenta mientras llega el vehículo a cargar nuevamente desciende el ruido. Los resultados arrojados durante la medición en el punto 16 muestran que se encuentran dentro de límites permisibles establecidos en la normatividad cubana vigente.

A continuación se muestra la tabla resumen con los valores de ruido promedio medidos en cada punto (Tabla 3.2)

Tabla 3. 2: Valores promedio de las mediciones.

Punto N°.	Puesto de Trabajo	Nivel de Ruido promedio (dBA)
1	Remolador (interior de la caseta)	67,5
2	Salida de camiones cargados	59,1
3	Garita de entrada a la empresa	54,0
4	Primario (Planta Española)	100,8
5	Bloquera	70,4
6	Taller de maquinado	80,3
7	Taller industrial	67,9
8	Compresor (Ponchera)	76,8
9	Taller de mantenimiento	81,5
10	Secundario (interior de la caseta)	75,1
11	Secundario (exterior de la caseta)	89,0
12	Planta de Carbonato de Calcio	87,0
13	Remolador (exterior de la caseta)	84,1
14	Perforadora	94,6
15	Compresor (para la Perforadora)	97,9
16	Carga – Transportación	76,0

A continuación se muestra la representación gráfica de los resultados de las mediciones a través de un gráfico de barras (figura 3.22).

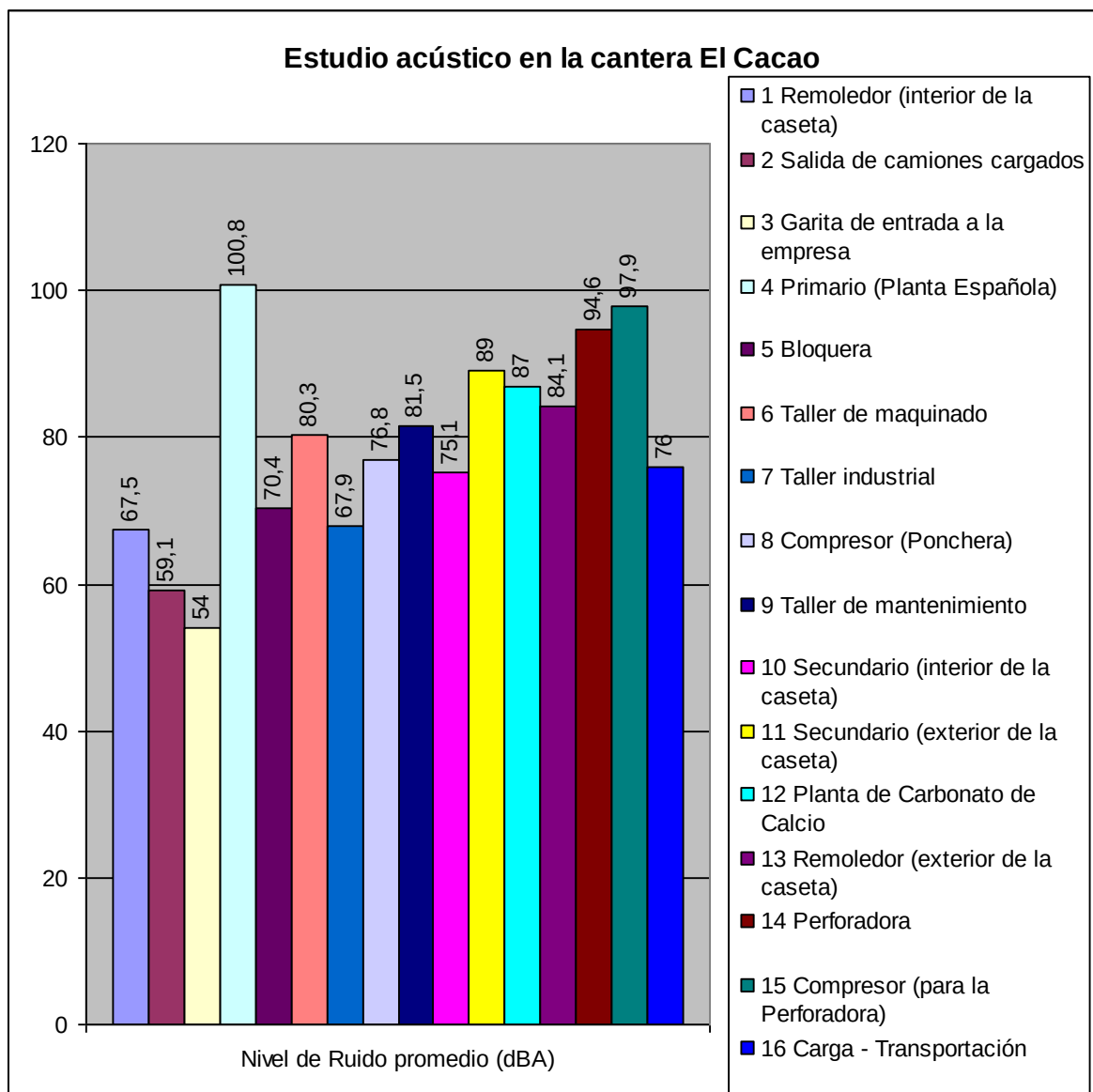


Figura 3. 22: Gráfico con los resultados de estudio acústico en la cantera “I Cacao”.

Los resultados obtenidos se resumen en el mapa de ruido que se muestra en la figura 3.23.

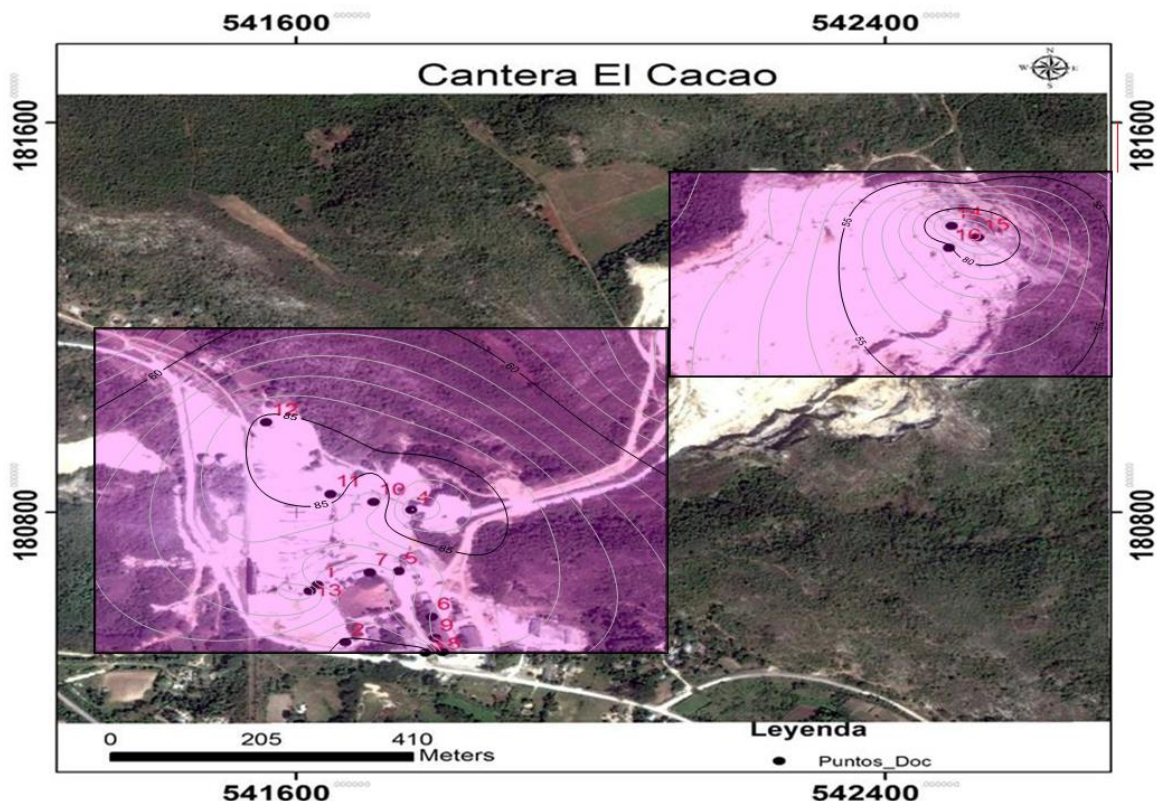


Figura 3. 23: Mapa de Ruido de la cantera El Cacao (elaboración propia).

3.5. Medidas de prevención contra el ruido

Formación sobre prevención del ruido

- Los trabajadores han de recibir formación acerca de cómo prevenir los riesgos laborales derivados de la exposición al ruido, la que debe ser organizada por la Empresa;
- El trabajador recibirá una formación inicial antes de comenzar su actividad minera.

Los objetivos de la formación en materia de control del ruido son:

- Comprender la naturaleza del riesgo por ruido;
- Saber qué hacer para evitar el riesgo derivado de la exposición al ruido;
- Conocer los distintos tipos de medidas preventivas, incluidas las circunstancias en que son aplicables;

- Estar en disposición de aplicar los métodos de trabajo que reducen la producción de ruido;
- Tener siempre presente las recomendaciones de seguridad para cada operación;
- Conocer los valores límites de exposición;
- Saber utilizar eficazmente y mantener en buen estado los Equipos de Protección Individual (EPI).

Uso de máquinas con bajo nivel de ruido

Utilizar equipos de trabajo donde el control de las emisiones de ruido se haya considerado en el diseño del equipo por el fabricante, de forma que:

- Las medidas preventivas contra el ruido estén integradas en el equipo de trabajo;
- Las instrucciones de instalación, mantenimiento y operación recojan las recomendaciones para minimizar este riesgo en esas fases;
- Recojan de forma clara y visible los niveles de presión acústica que producen cuando se utilizan en la forma y condiciones previstas por el fabricante;

Modificación o sustitución de componentes de los equipos

Sustituir o modificar, cuando sea posible, componentes de los equipos de trabajo de modo que se reduzca el nivel de ruido:

- Emplear dispositivos de corte con bajo nivel de ruido (discos de corte insonoros);
- Disminución de las alturas de caída de los materiales;
- Utilizar recubrimientos y revestimientos acústicos en superficies de impacto: utilizar mallas de goma o de poliuretano en las cribas, recubrimiento de las chapas de la admisión de los equipos;
- Emplear métodos de transmisión de fuerzas de menor ruido: acoplamientos elásticos, transmisiones hidráulicas, correas trapezoidales, dentadas o planas;
- Utilizar equipos de accionamiento eléctrico mejor que diesel.

- Emplear silenciadores: en motores de combustión interna (silenciadores reactivos), en ventiladores, sistemas de captación, compresores, aires acondicionadas (silenciadores disipativos);

Estos equipos, hoy en día se comercializan con marcado. Antes de adquirir una nueva máquina, hay que considerar los aspectos anteriores

Procesos de trabajo menos ruidosos

Diseñar, cuando sea posible, los procesos de trabajo de modo que se reduzca el nivel de ruido, sustituyendo las operaciones ruidosas por otras equivalentes que generen menos ruido:

- Reducir el número de equipos, cuando esto sea posible (sustitución de camiones volquetes por otros de mayor capacidad);
- Disminuir la frecuencia de las operaciones (mayores voladuras, menor número de desplazamientos);
- Acortar los desplazamientos de los equipos móviles.

Mantenimiento de las máquinas

Realizar los mantenimientos periódicos de las máquinas de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Operación imprescindible que garantiza el buen funcionamiento de todos los dispositivos de control del ruido instalados:

- Lubricar las piezas móviles;
- Corregir los defectos de alineamiento;
- Sustituir las piezas desgastadas;
- Revisar los anclajes de los equipos fijos;
- Comprobar que los tornillos están adecuadamente apretados;
- Equilibrar las piezas giratorias para evitar vibraciones;
- Verificar que las carcasas, carenados y capotajes cierren bien. La eficacia de los cerramientos disminuye con el tiempo sin un buen mantenimiento;

- Mantener en buen estado los dispositivos destinados a reducir el ruido que incorporen las máquinas;
- Revisar los silenciadores en los escapes.

Hacer estas operaciones con la periodicidad indicada por el fabricante o cuando se observe una anomalía de funcionamiento.

Control de los sistemas neumáticos

El ruido originado por los elementos de expulsión de aire constituye muchas veces una parte importante de la dosis total recibida por el operario de una máquina. Este ruido, producido por el chorro de aire, puede reducirse con las siguientes medidas:

- En lugar de utilizar chorro continuo, hacerlo sólo cuando sea necesario;
- Instalar boquillas silenciadoras;
- Reducir la duración del chorro;
- Reducir la presión de aire.

Es fácil encontrar combinaciones de esas medidas que logran, no sólo una expulsión eficaz y una reducción general de ruido, sino también un ahorro considerable en aire comprimido.

Cabinas insonorizadas de equipos móviles

- Consiste en contar con cabinas insonorizadas y climatizadas para evitar abrir ventanas.

Están alimentadas con aire filtrado que asegura una sobrepresión y la renovación del aire.

Equipos de protección Individual

Los equipos de protección individual (EPI), como los tapones para los oídos o las orejeras, deben utilizarse como último recurso, una vez agotados todos los esfuerzos para eliminar o reducir el ruido en su origen. Al utilizarse los EPI debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Asegurarse de que los EPI elegidos son adecuados para el tipo y la duración del ruido; asimismo, deben ser compatibles con otros equipos de protección;
- Los trabajadores deben poder elegir una protección auditiva adecuada, de modo que puedan encontrar la solución más cómoda;
- Muchos trabajadores, como los conductores, necesitan orejeras auriculares de comunicación, provistos de cancelación activa de ruido para garantizar una comunicación clara y reducir los riesgos de accidente;
- Los EPI deben ser objeto de almacenamiento y mantenimiento adecuados.

Debe impartirse formación acerca de la necesidad de estos equipos, la forma en que deben usarse y su modo de almacenamiento y mantenimiento.

Control del ruido en el receptor

Reducir el tiempo de exposición de los trabajadores al ruido:

- Acotar las zonas de riesgo;
- Condiciones de permanencia en las zonas de riesgo;
- Rotar por los puestos y tareas más ruidosos;
- Favorecer los descansos en zonas silenciosas;
- Control remoto de equipos e instalaciones.

Establecimiento de procedimientos de trabajo apropiados

Las medidas de organización del trabajo son esenciales para prevenir y controlar la generación de ruido:

- Empleo de Equipos de Protección Individual (EPI) auditivos y de señalización sobre su utilización;
- Formación de los trabajadores;
- Programar los trabajos de mantenimiento con la planta parada, siempre que sea posible;
- Modos operativos que reduzcan la generación de ruido (reducción de la altura de descarga de la pala sobre el camión);
- Mantenimiento de los equipos y de los sistemas de protección contra el ruido.

CONCLUSIONES

- Se determinó, por medio de observaciones de campo, que en la cantera El Cacao existen 16 puntos fundamentales sometidos a la acción de ruido sobre los trabajadores.
- Las mediciones donde se encuentran las principales fuentes generadoras de ruido arrojaron que en los puntos 4, 11, 12, 14 y 15 se encuentran sometidos a niveles superiores a los máximos admisibles por la normativa cubana, el resto se encuentra dentro de los límites permitidos.
- Se propuso un conjunto de medidas encaminadas a eliminar o minimizar los efectos negativos producidos por el ruido en la cantera El Cacao.
- La empresa cumple con todas las normas de seguridad y salud en el trabajo.

RECOMENDACIONES

- Aplicar las medidas propuestas para eliminar o mitigar los altos niveles de ruido generados en aquellos puntos donde se superan los límites máximos admitidos por la legislación cubana vigente para un turno de trabajo.

BIBLIOGRÁFIAS

1. Acosta, M. (2011). *APLICACIÓN DE UN PROGRAMA DE CONSERVACIÓN*. Las Tunas: UNIVERSIDAD "VLADIMIR ILICH LENIN.
2. Bugueño, A. M. (2012). *Pérdida auditiva por contaminación acústica laboral en Santiago de Chile*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
3. Cahimba, J. M. (2017). *ESTUDIO GEOAMBIENTAL DE LA EXPLOTACIÓN DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CANTERA EL PILÓN, PROVINCIA DE HOLGUÍN*. Moa, Holguin : ISMM.
4. Calzada, R. A. (2008). *Descripción de la planta de procesamiento El Cacao*. Moa Holguin: ISMM.
5. CARLOS E C PÁEZ. (2015). *ANÁLISIS Y DIAGNOSTICO DEL NIVEL DE RUIDO EN LAS OPERACIONES MINERAS*. SAN JOSÉ DE CÚCUTA.
6. Cemboran, A. S. (2015). *Metodología para la evaluación del impacto del ruido ambiental producido por maquinaria en minería a cielo abierto*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
7. González,R.J (2009). *Seguridad y salud en el trabajo*. Havana: Félix varela.
8. García, L. I. (2007). *Ambientes laborales de ruido en el sector minero de la comunidad de Madrid:Clasificación,Predicción y soluciones*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
9. Manual de instrucciones 816-1, S. t. (10 de marzo de 2019). *google*. Obtenido de www.testo.com/warranty.
10. Minera, S. (23 de Enero de 2019). *google*. Obtenido de <http://www.revistaseguridadminera.com/salud-ocupacional/reduccion-y-control-del-ruido/> Reducción y control del ruido.

11. Moreira, Y. A. (2008). *Influencia del Ruido y Polvo en el Medio Ambiente Laboral, de la UEB construcciones Metalicas en la Empresa Mecanica del Niquel Gustavo Machin Hoed De Beche*. Holguin ;Moa.
12. Olivares, A. M. (1998). *Ingeniería Avanzada para Sistemas de Control de Ruido Acustico mediante Técnicas Adaptativas*. MADRID: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.
13. Pérez, Y. M. (2015). *La contaminación por ruido en el medio ambiente laboral . Consideraciones acerca de su regulación jurídica*. Santa Clara: Universidad central Marta Abreu.
14. Sanz, R. M. (20 de enero de 2019). *El ruido en explotaciones mineras a cielo abierto en Extremadura*. Obtenido de http://sigeo.gobex.es/portalsigeo/html/informes/seguridad/Seg_25_Ruido_en_Explotacione.
15. Sexto, L. F. (23 de enero de 2019). *Ruido, normativa y legislación en Cuba* . Obtenido de <http://noise-control.radical-management.com/2012/05/ruido-normativa-y-legislacion-en-cuba.htm>.
16. Torre, F. J., & Barrio, I. L. (20 de Enero de 2019). *IMPACTO DEL RUIDO DE TRÁFICO EN LOS PROCESOS DE ATENCIÓN Y MEMORIA DE LOS ESCOLARES*. Obtenido de digital.csic.es/bitstream/10261/7865/1/arv31.pdf.
17. NC - 19-01-04 de 1980. Ruido: Requisitos generales higiénicos-sanitarios.
18. NC 19-01-13 de 1983. Ruido: Determinación de la pérdida de la audición.
19. Norma Cubana 19-01-04 "Ruido. Requisitos Higiénico Sanitarios". La Habana 1983.
20. Norma Cubana 19-01-06 "Medición del Ruido donde se encuentran personas. Requisitos generales". La Habana 1983.
21. Norma Cubana 19-01-13 "Ruido. Determinación de pérdida de la audición". La Habana 1983.

22. Norma Cubana 19-01-14 "Ruido. Métodos de medición en los puestos de trabajo". La Habana 1983.
23. Norma Venezolana COVENIN 1565-95 "Ruido Ocupacional. Programa de conservación auditiva. Niveles permisibles y criterios de evaluación". 3a. Revisión Comisión Venezolana de Normas Industriales.

