

**Universidad de Holguín
“Oscar Lucero Moya”
Facultad de Ingeniería
Departamento de Mecánica Aplicada**

Trabajo de Diploma

**Valoración de los índices ergonómicos de las
máquinas combinadas cosechadoras de caña KTP**

Autor: Walvis Moreira Díaz

Tutor: M.Sc. José A. Martínez Grave de Peralta

**Holguín, 2010
“Año 52 de la Revolución”**

“Debemos concentrar nuestros esfuerzos en el aumento de la producción y la productividad, si importante es ganar batallas en el campo militar frente a las agresiones imperialistas, igualmente importante para la Revolución es ganar la batalla de la Revolución”.

Ernesto Ché Guevara.

Dedicatoria

Todo este esfuerzo fue para ti madre querida, mi fuente de inspiración, que me has ayudado a ser lo que soy.

A mi familia que espera lo mejor de ti.

También a mis amigos, a los que les digo que la persona es capaz de lograr lo que se propone.

A los profesores que me formaron y especialmente a la sociedad con la que espero haber contribuido con mis modestos esfuerzos.

Y por último dedico esto y mucho más a ti.

Walvis

Agradecimiento

Gracias madre por tu dedicación y esfuerzo, sin ti no me hubiera sido posible llegar a la meta.

A los profesores que contribuyeron de una forma u otra en la realización de este trabajo.

Por supuesto, José Martínez que nunca olvidare su apoyo.

A la Revolución por darme la oportunidad de llegar hasta el final con muchos éxitos y las mismas oportunidades.

A la vida y al tiempo, a todos y al resto.

Walvis

Resumen.

Este trabajo tienen como objetivo la propuesta de una nueva metodología para la evaluación, estudio y diseño óptimo de las condiciones ergonómicas de las máquinas combinadas cosechadoras cañeras KTP, utilizando los principios de protección e higiene ocupacional, con el propósito de mejorar el estado que presentan actualmente estos puestos de trabajo.

La metodología elaborada permitirá la evaluación ergonómica de estas máquinas, adecuándolas a la situación actual cuando no se cuenta con el instrumental y los medios técnicos necesarios para ello, a través de métodos empíricos como la utilización de encuestas mediante listas de chequeo, entrevistas, observación y las conversaciones, además de la consulta de una extensa bibliografía para la obtención de información sobre microclima, ruido y vibraciones en el puesto de trabajo.

El estudio se realizó en áreas de los complejos agroindustriales López Peña de Báguanos y Fernando de Dios de Tacajó pertenecientes ambos a la provincia de Holguín.

Para la determinación de las condiciones ergonómicas se realizó un estudio de la cantidad y variedad de información que recibe el operador, donde se comprobó que éste se encuentra sometido a una carga mental de trabajo normal, pero que además el diseño de la cabina de la cosechadora en general no responde a los principios ergonómicos.

Se recomienda mejorar las condiciones de trabajo actuales, utilizando la información obtenida para el rediseño de las mismas, y la utilización de esta metodología en comprobaciones que deberán realizarse posteriormente.

Abstract

The objective of this work is the proposition of a new methodology for the evaluation, study and the excellent design of the KTP harvester combines ergonomical conditions using the occupational hygiene and protection principles with the aim to improve the state presented in the working places at the present time.

The elaborated methodology will permit the ergonomical evaluation of these machines according to the present situation when there's not the necessary technical instruments and tools for these, by means of empirical methods, as the polls, control list, interviews, conversations and observations, also the consulting of a big bibliography to keeps the information about vibrations, noise and microclimate in the working place.

The study was developed in the areas of " López Peña" (Báguanos) and "Fernando de Dios" (Tacajó) sugar mills, both from Holguín province.

An study about the quantity and the variety of information received by the operator was carried one to determine the ergonomical conditions, where it proved he is exposed to a normal mind burden, but also, the cabin and the harvester design in general, doesn't response to ergonomical principles.

We recommended to improve the present working conditions, using the information obtained for the redesigning these and to use this methodology in next checking.

Índice.

| No. | Aspectos. | Pág. |
|----------|---|------|
| | Introducción..... | 1 |
| Cap. I | Fundamentación teórica..... | 9 |
| Cap. II | Estado Actual..... | 14 |
| Cap. III | Valoración ergonómica de las Maquinas Combinadas cosechadoras de caña de azúcar..... | 22 |
| 3. 1 | Estructura general de las máquinas combinadas y proceso tecnológico..... | 22 |
| 3. 1.1 | Estructura general de las máquinas combinadas..... | 22 |
| 3. 1.2 | Proceso tecnológico de la cosechadora..... | 23 |
| 3. 2 | Algunas valoraciones sobre los factores que afectan al hombre y el medio que lo rodea..... | 23 |
| 3. 2.1 | Impacto ambiental..... | 23 |
| 3.2.2 | Consideraciones básicas sobre el ruido..... | 24 |
| 3.2.3 | Efectos del nivel de presión sonora sobre el hombre..... | 25 |
| 3.2.4 | Consideraciones básicas sobre oscilaciones mecánicas (vibraciones)..... | 26 |
| 3.2.5 | Efectos de las vibraciones sobre el hombre..... | 29 |
| 3.2.6 | Consideraciones sobre el puesto de trabajo..... | 30 |
| Cap. IV. | Aplicación de la metodología de la evaluación ergonómica a las cosechadoras de caña y sus resultados..... | 34 |
| | Conclusiones..... | 45 |
| | Recomendaciones..... | 46 |
| | Bibliografía..... | 47 |

INTRODUCCIÓN.

A partir del siglo XVII, con la colonización Española a Cuba, comienza a desarrollarse la producción azucarera constituyendo la población esclava la encargada del abasto de materia prima a los trapiches, trabajando de sol a sol en los cortes de caña por más de 16 horas diarias.

Ya en el siglo XX la mano de obra estaba compuesta por la población más pobre y desempleada, recibiendo de los dueños (por lo general norteamericanos) pésimas condiciones de vida, muy poco salario, y en muchos casos, éste era para consumir en las propias tiendas de los colonos. Este ejército de desempleados abarcaba la astronómica cifra de 400 000 a 700 000 personas.

Con el triunfo de la Revolución en 1959 y la promulgación de las Leyes Revolucionarias, entre ellas la Primera Ley de Reforma Agraria, pasan a ser propiedad del pueblo las mayores plantaciones cañeras y en 1960 con la nacionalización de los centrales azucareros el estado asumió la responsabilidad de toda la producción azucarera.

En 1959, en Cuba no existía ningún grado de mecanización en el corte y alza de la caña. El desarrollo y la investigación de la mecanización cañera se inician en los primeros años de la Revolución. A finales de la primera zafra de 1961, debido a las nuevas condiciones sociales que eliminaron el desempleo, se registra un déficit de macheteros, por lo que el Comandante Ernesto Che Guevara, entonces Ministro de Industria y máximo precursor de la mecanización en nuestro país, crea en ese año una comisión para atender la cosecha de caña. **/43/**

Así se continuó trabajando por técnicos y especialistas cubanos en diferentes planes de desarrollo y paralelamente a esto se recibe la colaboración de la extinta Unión Soviética, con la cual se construye en 1977 la Fábrica de Combinadas Cañeras " LX Aniversario de La Revolución de Octubre".

Fue en 1961 cuando se comenzó a probar las primeras máquinas cosechadoras que cumplen parte del proceso tecnológico de la cosecha. En esta etapa se introdujeron fundamentalmente en nuestro país máquinas de las firmas Henderson y Massey Ferguson, la combinada cubano-checa MCCL-1, que fue la primera máquina construida en Cuba, también se utilizó la Libertadora-1400 de

origen cubano entre otras. A partir de 1963 comenzó a destacarse la colaboración de la antigua URSS con relación a las nuevas máquinas construidas en fábricas de ese país, llegando a nuestros campos gran número de estas entre las que podemos destacar las siguientes: KT-1, KCT-1, KCT-1A, CTK-1, KCC-1, KCC-1A, KTC-1A, KTS-1A y CCAT-910. En el año 1970 la combinada de caña autopropulsada y trozadora CCAT-910 se comenzó a desarrollar en colaboración con los soviéticos para convertirse posteriormente en la combinada cubano-soviética KTP-1, este modelo perduró desde el año 1977 hasta 1986. **/35/, /43/.**

Las primeras máquinas que se desarrollaron en el país no dieron el resultado deseado, requerían de una gran organización de la agricultura cañera y el aumento de la producción, que no se obtenía, no compensaba el esfuerzo realizado. **/35/**

En julio del año 1977 se inaugura en la provincia de Holguín la fábrica “XL Aniversario de la Revolución de Octubre”, única de su tipo en el país, en ella se han fabricado los modelos KTP-1, KTP-2 y KTP-2M en sus diferentes variantes, KTP- 3000s, KTP- 4000 y actualmente se trabaja en la CCA-3.

La agroindustria azucarera continúa ocupando un lugar importante en el desarrollo económico del país; una vía para garantizar una producción cañera de gran magnitud es elevar la eficiencia de la maquinaria, su perfeccionamiento a través de modelos y proyectos cada día más fiables, estas tareas han sido desarrolladas con sistematicidad por el MINAZ y el SIME. El desarrollo de nuevas máquinas más potentes, son pasos importantes en este sentido. **/35/**

En el ambiente de la producción, dotadas con sistemas técnicos complejos, se le presentan al hombre crecientes exigencias que le obligan a trabajar a veces al límite de sus posibilidades psicofisiológicas y en condiciones de trabajo complicadas en extremo, con el progreso técnico se agudiza el problema del hombre y su relación con las máquinas. Si bien es cierto que sus posibilidades se amplían a expensas del desarrollo de los instrumentos de trabajo estos a menudo son complejos o están irracionalmente diseñados, resultando difíciles de manipular. **/35/**

Es muy difícil señalar con precisión cuál y cómo fue el inicio del interés por estudiar las condiciones humanas en el trabajo. La aparición y el desarrollo de dicho interés están ligados al avance tecnológico y la revolución industrial ocurrida al final del siglo XIX. **/10/**

La productividad y eficiencia alcanzadas por los procesos productivos (mayor cantidad de mercancías en menor tiempo) se encontraron con una nueva serie de problemas, especialmente relacionados con altos índices de accidentes y enfermedades laborales (por ejemplo: deformaciones en la columna vertebral debidas a malas posturas durante la jornada de trabajo). Dicha problemática ha traído históricamente entre otras cosas: un retraso de la producción, el aumento en los costos de producción, gastos por problemas jurídicos, indemnizaciones o jubilaciones prematuras, y daños a las instalaciones. **/10/**

Surge así, una preocupación por estudiar desde un punto de vista psicológico y fisiológico, las condiciones del ser humano en el trabajo, sin perder la premisa de mejorar la productividad y la eficiencia. Se concluye, que en la medida de que un trabajador esté a gusto, sin problemas causantes de tensión o lesiones físicas, la productividad no sólo se mantendrá, ¡se incrementará!. Esta nueva forma de entender la productividad y la eficacia son realmente las bases del estudio de la ergonomía. **/10/**

Los trabajos de orientación ergonómica forman parte integrante del amplio programa de medidas encaminadas a continuar aliviando y saneando el trabajo, así como a elevar su eficiencia y su calidad, además, el aprovechamiento de los logros de la ergonomía permite aumentar el grado de atracción que tiene el trabajo.

La atención al hombre en su sentido más integral, que debe contemplar junto al mejoramiento de las condiciones de trabajo y de la vida de los trabajadores, constituye uno de los aspectos más importantes en los que se centra la política del estado y el Partido cubano.

Para evaluar índices ergonómicos tales como el nivel de ruido y las vibraciones que afectan grandemente al hombre, se hace indispensable realizar investigaciones de laboratorio y de campo, que permitan establecer las

características principales y establecer un paralelo con los requisitos establecidos y lograr una máquina superiormente competitiva. /39/

Los estudios de evaluaciones alrededor de las máquinas en desarrollo evitan que se pase con errores a la etapa de producción seriada, así como la disminución de los gastos y la corrección de posibles deficiencias de diseño.

Las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar, diseñadas y fabricadas en el país, han sido sometidas a diversas evaluaciones con vistas a elevar su eficiencia, confort y reducir los costos de producción. /39/

Para la valoración de un nuevo modelo o la introducción de modificaciones en una máquina de la producción seriada, se necesitan ejecutar una serie de experimentos con cuyos resultados se podrán arribar a conclusiones determinantes en el desarrollo de este, mucho antes de ser aceptado por el cliente.

Al diseñar las máquinas y modernizar las existentes es necesario tener en cuenta las posibilidades y particularidades de los hombres que van a operarlas. Cuando se crea un nuevo dispositivo técnico, no debe considerarse simplemente la máquina como tal, sino el sistema hombre máquina y las restricciones que le impone el ambiente. /4/

Ligado a la producción de combinadas y debido a la complejidad de labor que ellas realizan, las altas y variables cargas a que están sometidas y a un régimen de trabajo en condiciones muy duras, se realizan estudios de perfeccionamiento para sustituir las máquinas con desgaste físico, por nuevos modelos más eficientes, de ahí la importancia de definir sus principales índices de calidad y económicos. Dentro de los índices de calidad se incluyen como uno de los más importantes los indicadores ergonómicos, constituyendo una necesidad y prioridad ya que la protección y seguridad del hombre tienen que prevalecer sobre el resto de los aspectos.

Existen numerosas investigaciones relacionadas con la determinación de índices ergonómicos, su análisis y síntesis; sin embargo, existen muy pocos estudios dirigidos a su determinación en máquinas agrícolas.

En las diferentes fuentes bibliográficas consultadas no se ha apreciado la existencia de modelos de referencia en cuanto a una metodología de evaluación ergonómica a las cosechadoras de caña, que permitan un análisis de estos indicadores. En las pocas referencias encontradas al respecto solo se tratan estos índices como parte de un sistema de pruebas integral para el control de las máquinas cosechadoras agrícolas.

Como resultado de todo este análisis es evidente que existe un **Problema Científico** el cual es el siguiente: no existe una metodología para evaluar los indicadores ergonómicos de las máquinas cosechadoras cañeras de producción nacional que permita a los especialistas obtener indicadores que les facilite la toma de decisiones para el pase a la producción seriada o certificación ergonómica de estos equipos bajo las condiciones de explotación del país.

En correspondencia con el problema científico el **objeto de estudio** lo constituye las máquinas combinadas cosechadoras cañeras de producción nacional. El **campo de acción** serán los indicadores ergonómicos de estas cosechadoras de caña.

Así, la investigación tiene como **Objetivo General**: elaborar una metodología para evaluar los indicadores ergonómicos de las máquinas cosechadoras cañeras de producción nacional que permita a los especialistas obtener indicadores que les facilite la toma de decisiones para el pase a la producción seriada o certificación ergonómica de estos equipos bajo las condiciones de explotación del país.

El trabajo plantea la siguiente **hipótesis**: la elaboración y aplicación de una metodología para evaluar los indicadores ergonómicos de las máquinas cosechadoras cañeras de producción nacional, permitirá a los especialistas incidir en el aumento de la eficacia en la toma de decisiones para el pase a la producción seriada o certificación ergonómica de estos equipos.

La investigación se basa en la observación de la funcionalidad y comportamiento de las máquinas durante la explotación, encuestas y el análisis de los datos experimentales obtenidos y procesados, con estos resultados se realizaron valoraciones que permitieron realizar una metodología para evaluar la ergonomía

de las máquinas y facilitar el trabajo de los investigadores a partir de los resultados obtenidos.

Por lo que nos planteamos las **tareas de investigación** siguientes:

1. Revisión bibliográfica y recopilación de la información más relevante relacionada con el tema.
2. Consulta a expertos en la materia.
3. Selección de los métodos para ejecutar la evaluación.
4. Creación de la metodología de evaluación de los índices ergonómicos.
5. Comprobación de la eficacia de la metodología de evaluación elaborada.
6. Procesamiento y análisis de los resultados.
7. Elaboración del informe final.

Los métodos científicos cumplen una función fundamental en el desarrollo de la ciencia, ya que permiten obtener nuevos conocimientos sobre el fenómeno que se estudia y ejercen un papel importante en la construcción y desarrollo de la teoría científica.

El método científico se puede definir como el conjunto de procedimientos o reglas generales por medio de las cuales se investiga el objeto de estudio de las ciencias.

Específicamente durante la realización de la investigación se recurrió a los métodos y técnicas siguientes:

La **observación científica** permitió valorar el estado técnico de las máquinas cosechadoras, los instrumentos y equipos de medición, el aprovechamiento de las capacidades instaladas, etc. Las **tormentas de ideas**, el **criterio de expertos** y la **entrevista** fueron necesarios para captar opiniones, criterios y conocimientos, estados de ánimo del acervo cultural (cultura tecnológica) de las áreas de operaciones y que no se encuentran recogidos en ninguna literatura. El **método de medición** está implícito en todas las operaciones que se realizan con las cosechadoras, y se recurre al mismo en todo momento. El **método de la experimentación** permitió adecuar las condiciones existentes para esclarecer las propiedades y relaciones del objeto. Se estudiaron variantes de realización de los experimentos para corroborar o negar la hipótesis.

Los **métodos empíricos** permitieron: la correcta interconexión entre la actividad cognoscitiva, el objeto y el resultado de la investigación, la recopilación del mayor número de datos que facilitan alcanzar el objetivo.

Mediante el **análisis y síntesis** se dividió el problema científico en partes para analizar nexos internos, dependencias recíprocas y sobre los resultados, y se precisó el campo de acción. El **método de inducción – deducción** permitió analizar las experiencias particulares para deducir las regularidades más generales en el comportamiento de las cosechadoras en las condiciones cubanas atendiendo a su ergonOMICIDAD. Mediante el **método histórico - lógico** se estudió la evolución histórica de las cosechadoras de caña, las contradicciones lógicas de su desarrollo, las particularidades del tratamiento ergonómico de las mismas.

Luego de estudiar los principales indicadores ergonómicos de las cosechadoras de caña de producción nacional para las condiciones de Cuba y teniendo en cuenta la óptica de los intereses del país, a tono con los problemas de mecanización, y de acuerdo con las tendencias internacionales donde cada vez cobran mayor importancia los estudios ergonómicos de las máquinas y equipos; se impone la tarea de llegar a una metodología que evalúe de forma conjunta los indicadores ergonómicos principales de las cosechadoras de caña, de forma tal que los diseñadores y especialistas principales cuenten con una herramienta que les sirva de apoyo en la toma de decisiones a la hora de seleccionar el equipo más adecuado desde el punto de vista ergonómico. Precisamente en esto radica la **actualidad e importancia del tema**.

La **novedad científica** la constituye la elaboración de una metodología para evaluar los indicadores ergonómicos de las máquinas cosechadoras cañeras de producción nacional que permita a los especialistas obtener indicadores que les facilite la toma de decisiones para el pase a la producción seriada o certificación ergonómica de estos equipos bajo las condiciones de explotación del país.

La aplicación de logros científicos técnicos contribuye al proceso de reproducción de la sociedad, la modernización de este renglón tan importante se revertirá en un incremento económico del país, por lo que se debe continuar avanzando en el desarrollo y explotación de toda la maquinaria en su conjunto como única vía de

satisfacer las necesidades y eliminar paulatinamente las dificultades que se vayan presentando.

La modernización de las cosechadoras tiene gran importancia en la economía del país, pues sirve para la explotación del capital científico técnico en el proceso de reproducción de la sociedad. Por lo cual el avance cualitativo y cuantitativo del prototipo de máquina que se fabrique o que se encuentre en etapa de investigación no deberá detenerse, más aún en un momento en que la agricultura cañera se encuentra bajo los influjos negativos de la crisis global. Hay que continuar investigando para dar una respuesta positiva a las dificultades de este momento.

Por lo que en las condiciones del socialismo la ergonomía está llamada a contribuir a la creación de condiciones óptimas de trabajo, de vida y de descanso, a la formación de nuevos valores culturales y la creación de condiciones para el desarrollo universal del hombre

Capítulo I. Fundamentación teórica.

1.1. Fundamentación teórica.

Para un ingeniero, especialista en el área del diseño de máquinas, es de vital importancia conocer todo lo referente a la teoría del diseño. De ahí que para él sea prácticamente imposible desarrollar un diseño competente sin dominar el concepto de diseño y sus principios.

Se han dado muchas definiciones del proceso de diseño. Una de las formas más generales de definirlo es la siguiente:

"Una actividad creativo-intelectual de transformación de la información, en la cual la entrada la constituye una necesidad humana y la salida la constituye el objeto diseñado".

Otras definiciones son las siguientes:

"Diseñar es crear, arreglar o sintetizar algo nuevo o un conjunto de cosas existentes en una nueva forma que satisfaga una necesidad". [Mastow 1985].

"Diseño es un método o esquema de acción, una forma propuesta para llevar a cabo el desarrollo de algo".

Estas definiciones nos llevan a la conclusión de que el diseño es una metodología, que nos proporciona los principios, prácticas y procedimientos para diseñar cualquier tipo de elemento del cual haga uso el ser humano.

Lo que se llama diseño, no es el producto en sí, sino el modelo del producto, el cual nos permite hablar del producto antes de que este exista.

Resumiendo, la teoría del diseño es una ciencia metodológica que con sus especificaciones puede aplicarse a cualquier rama de la ingeniería. /39/

Principios de diseño. /39/

En el proceso de diseño se aplican un conjunto de principios, comunes a todas las esferas del diseño. Estos principios son:

- Tecnologicidad.
- Economicidad.
- Ergonomicidad.
- Funcionalidad.

- Fiabilidad.
- Diseño ligero.
- Normalización.

Nuestro trabajo está encaminado a estudiar uno de estos principios: la Ergonomía y específicamente cómo se aplica en las cosechadoras de caña cubanas KTP.

La ergonomía es una ciencia que estudia integralmente al hombre en las condiciones concretas de su actividad, relacionadas con el empleo de máquinas. La Ergonomía al decir de investigadores está integrada por un grupo de disciplinas que se interesan por el estudio del equilibrio entre las condiciones externas e internas ligadas al trabajo y que interaccionan en la biología humana, porque, en efecto, la Ergonomía no es sólo una ciencia multifactorial, sino multidisciplinaria; no sólo se ocupa de las condiciones externas e internas ligadas al hecho de trabajar, sino que analiza la relación entre ambas. No se limita al estudio de una situación, sino que, además, investiga las influencias que esta situación puede ejercer sobre la entidad biológica, el ser humano, que realiza su labor en el seno de unas circunstancias que no le pueden ser ajenas. /46/

El hombre, la máquina y el medio ambiente son vistos por la ergonomía como un complejo funcional en el que el papel rector corresponde al hombre. Su objetivo es elaborar los métodos científicos que tengan en cuenta al hombre en el proceso de diseño de las máquinas y organizar la actividad laboral. Su objeto, por tanto, es la actividad concreta del hombre durante el empleo de las máquinas.

La Ergonomía como tal fue definida en el año 1961, en la Revista Internacional del Trabajo, como «la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar. /5/

De forma más breve, GRANDJEAN , define la Ergonomía como «el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo», tanto que ese mismo hombre se convierte en el sujeto objeto de su estudio, «de las relaciones entre el hombre en

el trabajo y su entorno». La actividad del individuo proyectada en el trabajo no puede ser ajena a tales interrelaciones. /11/

Para otros autores la Ergonomía es la ciencia aplicada que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan el diseño de productos o procesos de producción, es decir, que esta le permite el análisis del sistema integrado por el hombre, el medio de producción y el ambiente laboral. /46/

La ergonomía estudia los aspectos técnicos y humanos como un todo indisoluble, para ello se apoya en la psicología, la fisiología, la higiene del trabajo y la anatomía.

La solución de los problemas presentados a la ergonomía presupone el avance simultáneo en dos direcciones:

1. A partir de las exigencias presentadas por el hombre a las máquinas y a las condiciones de su funcionamiento.
2. A partir de las exigencias presentadas al hombre por las maquinarias.

Teniendo como objeto fundamental de investigación los sistemas hombre-máquina, la ergonomía estudia determinadas propiedades suyas llamadas factores humanos, los cuales representan las características integrales de la relación entre el hombre y la máquina, que se manifiestan en las condiciones concretas de su interacción en el funcionamiento del sistema.

Se trata de diseñar desde el comienzo mismo el sistema hombre- máquina y no solo los medios técnicos.

La metodología creada en el presente trabajo permite realizar una investigación ergonómica, que facilite la obtención de información confiable, mediante la cual los especialistas pueden:

- Ajustar las exigencias del trabajo a las posibilidades del hombre, con el fin de reducir la carga externa.
- Concebir las máquinas, pensando en la mayor eficacia, precisión y seguridad.
- Estudiar cuidadosamente la configuración del puesto de trabajo, intentando asegurar al trabajador una postura correcta.

- Adaptar el entorno (iluminación, ruido, etc.) a las necesidades físicas del hombre.

El perfeccionamiento de la estructura de la máquina con el objetivo de considerar de la manera más completa las posibilidades y particularidades del operador, supone el conocimiento exacto de las causas de la insatisfacción que genera la construcción existente desde el punto de vista de la ergonomía y una clara idea del sentido en que debe ser modificada, la respuesta a estas cuestiones pueden recibirse si en el curso del análisis previo de la actividad se han descubierto los defectos en la organización de la interacción del hombre y la máquina y se han definido los requisitos que este tipo de actividad representa a los medios técnicos que la realizan y a las propiedades psicofisiológicas del hombre.

Esta investigación se desarrolla a través de un grupo de procedimientos empíricos de obtención de datos científicos como la observación y métodos de diagnóstico (encuestas, entrevistas y conversaciones), de igual forma se estudian las condiciones en que transcurre la actividad productiva empleando métodos de descripción de las condiciones micro climáticas: régimen de temperaturas, humedad, métodos de medición del nivel de ruido, vibración, contenido del polvo en el aire e iluminación.

Al estudiar las condiciones de trabajo nos proponemos como objetivo fundamental mejorar las mismas, eliminando o reduciendo los factores perjudiciales de estas sobre la salud del trabajador, lo que implicaría un aumento de la eficiencia y la productividad del hombre, a la vez que contribuye a que el trabajo se convierta en una necesidad vital del mismo.

Las condiciones de trabajo ejercen una doble influencia sobre el trabajador, es decir que se manifiesta como un elemento motivador y desmotivador del trabajo y lo más importante como actúa en la salud del hombre.

Los elementos de desmotivación aparecen cuando sobrepasan las condiciones óptimas de trabajo, provocando malestar e incluso afectación en la salud del hombre, reduciendo su efectividad productiva y creando estados de tensión que llegan a manifestarse en su vida extralaboral. /3/, /4/

Existen trabajos que por las condiciones en que se realizan causan fatiga, deteriorando las funciones vitales del hombre e incluso su salud, es por ello que debe prestársele especial atención al medio laboral donde el trabajador realiza su actividad fundamental.

Para su mejor estudio las condiciones de trabajo se clasifican en:

- ✓ Estéticas.
- ✓ Ergonómicas.
- ✓ Higiénico- sanitarias.
- ✓ De seguridad.

Condiciones ergonómicas. /3/, /4/

Su objetivo es tratar de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas de manera que mejoren la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. Es diseñar los productos y los trabajos de manera que sean estos lo que se adapten a las personas y no al revés.

El problema del diseño de productos, o la organización de tareas, debe enfocarse a partir del conocimiento de las relaciones que se establecen entre el hombre y los medios, además de la capacidad y habilidad de los usuarios y trabajadores y concebir los elementos que estos utilizan teniendo en cuenta dichas características.

Capítulo II. Estado actual.

De forma general, consideramos que no existe un estudio sistemático sobre la ergonomía y las implicaciones nocivas que trae el desconocimiento de algunos indicadores fundamentales, tales como son el ruido, las oscilaciones mecánicas (vibraciones) y sus efectos negativos, tanto para la salud humana como para el medio.

El ruido constituye el agresor físico más difundido en el medio ambiente, siendo causante de molestias y daños al hombre. Este riesgo no se evalúa, unido a la indisciplina de algunos trabajadores que no emplean los medios de protección aumentando la posibilidad de padecer sordera u otro efecto negativo.

Así por ejemplo en una evaluación realizada durante la zafra, por el Instituto de Protección e Higiene del Trabajo se determinaron parámetros del nivel sonoro y las vibraciones que actúan sobre el operador estando en su puesto de trabajo.

/37/

Tabla Nr. 1. Nivel sonoro y las vibraciones que actúan sobre el operador

| Máquinas | Nivel de ruido y vibraciones con los órganos de trabajo | | | |
|----------|---|--------------------|---------------|--------------------|
| | Conectados | | Desconectados | |
| | dB | m/seg ² | dB | m/seg ² |
| KTP – 1 | 103 | 0.40 | 98 | 0.24 |
| KTP – 2 | 97 | 0.40 | 94 | 0.30 |

También se determinó el valor de estos parámetros emitidos por las máquinas, sobre el medio ambiente, los instrumentos se encontraban a una distancia de 7,5 metros del medio emisor.

Tabla Nr. 2. Nivel sonoro y vibraciones que actúan sobre el medio ambiente.

| Máquinas | Nivel de ruido y vibraciones con los órganos de trabajo | | | |
|----------|---|--------------------|---------------|--------------------|
| | Conectados | | Desconectados | |
| | dB | m/seg ² | dB | m/seg ² |
| KTP – 1 | 86 | 0.24 | 79 | 0.60 |
| KTP – 2 | 95 | 0.30 | 80 | 0.50 |

En el país está establecido como valores permisibles para 8 horas de trabajo un nivel de presión sonora entre 80 dB y 85 dB y para las vibraciones entre 0.15 y 0.21 m/seg². De las tablas anteriores, se concluye que los operadores y personal de apoyo que trabaja con las combinadas están expuestos a valores máximos de ruido y vibraciones superiores al permisible y en jornadas que exceden las 8 horas normales de trabajo.

En la actualidad existen problemas, que frenan la realización exitosa de las evaluaciones ergonómicas, por ende la aplicación de los resultados finales en el diseño y fabricación de medios y estructuras que faciliten la protección del hombre y el medio, estos son los siguientes:

- No contar con los equipos idóneos que permitan obtener diferentes índices ergonómicos sobre las cosechadoras cañeras;
- No se aplica un sistema de pruebas ergonómicas, donde de manera científica se plantee la secuencia a seguir en la realización de las mismas;
- En la etapa de discusión de las diferentes proposiciones técnicas relacionadas con la protección e higiene del trabajo, no se tienen establecidos que índices ergonómicos permiten una discusión objetiva de la mejor variante técnica;
- No se cuenta, con un polígono de pruebas, que permita la realización de las mismas, además trae como consecuencia que los prototipos que se crean no cuenten con resultados de las pruebas precedentes;
- Aún no existe una comprensión cabal de la entidad fabricante sobre la necesidad de la aplicación de métodos científicos durante el diseño y desarrollo del nuevo equipo, utilizándose actualmente en lo fundamental el método de prueba-error.

Índices de Ergonómicos. I4I

Estos índices expresan la interrelación hombre – máquina - medio ambiente.

➤ De higiene:

- Nivel de vibraciones (0.15 y 0.21 m/seg²);
- Nivel de ruido (máximo permisible 85 dB);
- Condiciones microclimáticas (temperatura 32 °C, velocidad del aire 1,0 a 3,0 m/s y humedad relativa de 70 a 90 %);

- Nivel de polvo y toxicidad;
- **Antropométricos:** determinan la correlación del puesto de trabajo (cabina) con la forma, dimensiones y masa corporal del operador. Además se valora la distribución de los mandos, por cantidades en los diferentes sentidos.
- **Fisiológicos:** caracterizan la correlación de la máquina con las posibilidades de fuerza, velocidad, etc.
- **Esfuerzos para accionar los órganos de mando.**
- **Sicofisiológicos:** valoran las posibilidades visuales, auditivas y táctiles del hombre.
- **Visibilidad.**
- **Auditivos.**
- **Ecológicos:** caracterizan el nivel de la influencia perjudicial causada por el empleo de la máquina sobre el medio ambiente (emanación de sustancias nocivas, conservación de los suelos, etc.) Presión sobre el suelo (N/m^2);
- **De seguridad:** caracterizan la preservación de la vida del hombre durante la explotación de la máquina. (Estabilidad de la máquina, ángulo mínimo de estabilidad transversal 30° y la longitudinal 20° ; estabilidad y rapidez de los dispositivos de protección).

Todos estos factores en la actualidad no son valorados con todo el rigor y seriedad que ellos requieren.

Consideraciones sobre el puesto de trabajo de las KTP-2M.

El mayor número de máquinas combinadas que conforman el parque de cosechadoras cañeras del país, posee cabinas abiertas (4 tubos y un techo), el hecho trae como consecuencia que el trabajador no se pueda proteger de las inclemencias del medio. Cuando el trabajo se desarrolla en caña quemada es elevado el porcentaje de cenizas y polvo que se levanta, esto necesariamente tiene que afectar la salud, basta con observar a los operadores, con todo el cuerpo cubierto por estos agentes, esto descontando la cantidad que le llega a través de las vías respiratorias. En otras oportunidades, el trabajador se ha visto obligado a abandonar precipitadamente su puesto ante la agresividad de algunos elementos vegetales, muy extendida en los campos de caña.

Por otra parte muchos operadores se ven en la necesidad de trabajar de pie, posición que resulta incomoda y muy agotadora, esto se debe por la continua observación que tiene que realizar sobre el trabajo que efectúa la sección receptora. También, debido a la ausencia de espejos retrovisores, tienen que realizar un giro aproximadamente de 180° para observar la descarga hacia ambos lados de la máquina. **/37/**

Para solucionar los problemas inherentes al espacio o puesto de trabajo, se necesita estudiar las dimensiones estructurales y funcionales del cuerpo humano. Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario evaluar y valorar los índices sicofisiológico, antropométricos y fisiológicos, todo ello con la finalidad de lograr una zona óptima, confortable que aumente la capacidad de trabajo del hombre, preservando su buen estado de salud.

En la actualidad, se han fabricado pequeñas series de nuevos modelos, tales como:

- KTP-3S
- KTP-3000S
- KTP-4000
- KORTEP
- CCA-3

Las mismas cuentan con cabinas cerradas y climatizadas, esto ha contribuido a aumentar el confort, pero se desconocen parámetros fundamentales como son:

- Resistencia de la cabina al impacto, vuelco, etc;
- Dimensiones interiores reales de la cabina y el asiento del operador, así como la distancia hasta los mandos;
- Fuerza necesaria para operar los mandos, de acuerdo con las posibilidades del hombre;
- Visibilidad;
- Microclima en el área de trabajo (interior de la cabina);
- Concentración de sustancias nocivas (polvo);
- Nivel de ruido y vibraciones;

También se cometen muchas violaciones de los requisitos de seguridad establecidos en las normas sobre protección e higiene del trabajo tales:

- Dispositivos agudos sin protección;
- Falta de señalizaciones;
- Ausencia de los medios de protección establecidos contra incendio, etc.

En el caso de las KTP que generalmente trabajan durante el día, la iluminación está a cargo de la luz solar, pero muy pocas cuentan con dispositivos quitasol (visera), causando innecesarias molestias cuando se avanza de frente al sol, por otra parte el hombre se encuentra sometido a los efectos de los rayos solares, unido a las altas temperaturas emitidas por el motor de combustión interna que le queda justamente a su espalda, le van deteriorando la salud. De informes médicos se conoce que la exposición a los rayos solares afecta directamente la piel y trabajando con una fuente de calor a su espalda resulta nocivo para órganos como los riñones y la próstata.

Las cabinas de las máquinas KTP-2M no garantizan la comodidad y mucho menos la protección, poseen un acceso difícil, los mandos y controles están mal distribuidos y no son herméticas.

Como medio de protección contra incendios a las máquinas se les coloca en la plataforma de la cabina un tanque de 55 galones, conteniendo agua y por tapa un saco de yute, debido a los continuos movimientos, el agua se derrama haciendo resbaladizo el piso. Por otra parte el motor no tiene una cubierta adecuada, por lo que sobre él cae abundante paja seca (hojas de caña), unido a su elevada temperatura facilita su combustión, unido al aceite derramado por la falta de limpieza se producen innumerables incendios durante las zafras.

Caracterización del entorno. /37/

La KTP es la única cosechadora cañera que se produce en Cuba por lo que no tiene competidores en el territorio, y es ampliamente utilizada en todos los complejos agroindustriales del país, su producción responde a planes estratégicos del Ministerio del Azúcar. El poder de negociación con los proveedores de piezas y accesorios es débil debido a los escasos recursos financieros con que cuenta el estado para fabricar las máquinas combinadas. Los

técnicos y trabajadores encargados de su construcción tienen la especialización y conocimientos necesarios para cumplir eficientemente el ciclo de elaboración de las mismas.

En lo tecnológico, los procesos y métodos de producción son atrasados y la tecnología algo obsoleta.

En lo socio-político representa un mercado de trabajo importante para el municipio de Holguín. La participación de las organizaciones políticas y de masas constituye un factor importante del entorno, especialmente la actuación del PCC y el Sindicato Azucarero.

En estos momentos la máquina KTP es rentada a países como Brasil, Venezuela y México; las labores de corte la realizan operadores cubanos, acompañados además de los técnicos encargados de las reparaciones, cambios de piezas y accesorios, obteniendo buenos resultados en la realización de sus labores.

Valoración ergonómica de las Máquinas Combinadas cosechadoras de caña de azúcar.

El incremento del nivel técnico y la efectividad económica de las máquinas depende sustancialmente de la rigurosidad de los experimentos que se realicen. A través de ellos se obtiene la información experimental necesaria para comprobar las soluciones técnicas tanto por métodos de cálculos (modelos matemáticos) o en bancos de pruebas aceleradas, que con los resultados aportados nos permite tomar decisiones técnicamente correctas.

Para racionalizar el diseño de las combinadas, los elementos que la conforman deben cumplir en la práctica las exigencias propuestas en la tarea técnica, en cuanto a la obtención de los mejores índices de calidad y económicos.

La obtención de dichos índices, aunque se realizan primeramente mediante métodos teóricos, no resulta de mucha confiabilidad, aunque se cuente con información preliminar. La práctica ha demostrado que la valoración más efectiva de estos índices, durante la etapa de desarrollo de la máquina, es con el empleo de los métodos experimentales de cálculos. De ahí que para obtener información experimental sea necesario realizar varios tipos de evaluaciones en condiciones reales de explotación.

En las cosechadoras los operadores y el personal de apoyo están expuestos al ruido que produce el motor de combustión interna y los diferentes conjuntos y mecanismos aproximadamente unas 10 horas por jornadas. Teniendo en cuenta el gran porcentaje de cosechadoras que en el país no cuentan con cabinas herméticas, el no uso de los dispositivos de seguridad adecuados, da una medida del daño que está causando sobre el hombre este parámetro.

La evaluación del nivel de presión sonora a que se encuentra sometido el personal durante las agotadoras jornadas de trabajo en el período de zafra, contribuiría a contrarrestar la influencia nociva que ejerce sobre el órgano auditivo, el estado emocional y en general la salud del hombre, esto permitiría aumentar su capacidad de trabajo.

Para determinar la carga de vibraciones que recibe el trabajador es necesario conocer las características de estas (frecuencia, amplitud y tiempo de duración). Se ha determinado por estudios realizados que en las máquinas agrícolas la frecuencia de las oscilaciones está entre 2 y 7 Hz, conociendo que en el ser humano hay órganos vitales que vibran entre 4 y 8 Hz, resulta preocupante que no se le dé un seguimiento a este aspecto tan importante que puede afectar al trabajador. **/20/, /27/**

En el caso de los operadores de las máquinas cosechadoras que realizan su labor mayormente sentados, fundamentalmente actúan las vibraciones verticales, es decir que tienen mayor incidencia que las horizontales.

Se ha comprobado que en las cosechadoras la situación resulta preocupante y hasta el momento se mantiene, debido a que no se vislumbran medidas encaminadas a realizar estudios serios sobre esta problemática, donde se obtengan resultados experimentales que permitan acometer trabajos partiendo de bases científicas.

En la actualidad se encuentran en proceso o fase de prototipos algunos modelos de máquinas que han tenido en cuenta algunos aspectos relacionados con el confort, pero de forma empírica, ya que se necesitan realizar ensayos que demuestren la veracidad de lo fabricado y a partir de los resultados que se obtengan poder realizar correcciones que permitan perfeccionar los modelos y por

ende garantizar la protección al hombre y al medio.

Capítulo III: Valoración ergonómica de las Maquinas Combinadas cosechadoras de caña de azúcar.

El incremento del nivel técnico y la efectividad económica de las máquinas depende sustancialmente de la rigurosidad de los experimentos que se realicen. A través de ellos se obtiene la información experimental necesaria para comprobar las soluciones técnicas tanto por métodos de cálculos (modelos matemáticos) o en bancos de pruebas aceleradas, que con los resultados aportados nos permite tomar decisiones técnicamente correctas.

Para racionalizar el diseño de las combinadas, los elementos que la conforman deben cumplir en la práctica las exigencias propuestas en la tarea técnica, en cuanto a la obtención de los mejores índices de calidad y económicos.

La obtención de dichos índices, aunque se realizan primeramente mediante métodos teóricos, no resulta de mucha confiabilidad, aunque se cuente con información preliminar. La práctica ha demostrado que la valoración más efectiva de estos índices, durante la etapa de desarrollo de la máquina, es con el empleo de los métodos experimentales de cálculos. De ahí que para obtener información experimental sea necesario realizar varios tipos de evaluaciones en condiciones reales de explotación.

Estructura general y proceso tecnológico de las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar.

3.1. Estructura general de las máquinas combinadas y proceso tecnológico.

3.1.1. Estructura general de las máquinas combinadas.

La máquina combinada cosechadora de caña de azúcar está destinada para la recolección de esta gramínea, tanto erecta como encamada, que se cultiva en campos típicos mecanizables. La combinada corta la caña, la secciona en partes y elimina la materia extraña que la acompaña, para luego descargar su parte aprovechable limpia en el medio de transporte que marcha junto a la cosechadora.

Partes principales que conforman la máquina:

- Estructura portante.
- Sección receptora con el mecanismo de corte inferior.
- Sección trozadora.

- Sección separadora (extractores o ventiladores).
- Sección transportadora.
- Mecanismo corta cogollos (opcional).
- Fuente energética y el tren de rodaje.
- Accionamientos (hidráulico y mecánicos).
- Cabina del operador con los mandos de accionamiento y los instrumentos de control.

3.1.2. Proceso tecnológico de la cosechadora.

Durante la marcha de la cosechadora a lo largo de la hilera, los divisores de la sección receptora levantan los tallos de caña, los separan de la hilera contigua y los dirige hacia el mecanismo de corte inferior. Una vez cortados los tallos son arrastrados por los tambores alimentadores hacia el mecanismo trozador donde son seccionados en partes aproximadamente iguales. La masa vegetal pasa por los transportadores y el sistema de limpieza donde se produce la separación de la materia extraña de la parte aprovechable antes de ser descargada en el medio de transporte.

3.2. Algunas valoraciones sobre los factores que afectan al hombre y el medio que lo rodea.

3.2.1. Impacto ambiental.

La explotación de medios técnicos cada vez más potentes a traído algunos inconvenientes que afectan directa o indirectamente al hombre y el medio que lo rodea.

Los gases provenientes de los tubos de escape afectan la salud y son responsables en gran medida del efecto invernadero. Por otra parte el derrame de combustibles y lubricante agreden despiadadamente a la flora y la fauna.

La progresiva industrialización de la sociedad está acompañada de la utilización de máquinas más potentes, con gran número de revoluciones que producen vibraciones que se transmiten al hombre provocando sensaciones desagradables y potencialmente nocivas. A su vez las vibraciones producen ruidos, contaminante

invisible que incide negativamente en el medio, estudios realizados consideran que entre el 70 y el 80% de la energía sonora lanzada al espacio es emitida por estos.

3. 2. 2. Consideraciones básicas sobre el ruido.

En acústica, el sonido son las oscilaciones que produce un elemento (sólido, líquido o gaseoso) y se transmiten a través de un medio, generalmente el aire y son percibidas por el oído humano. Las oscilaciones audibles se encuentran entre 20 y 20000 Hz (ciclos por segundo).

Se le denomina ruido al sonido desagradable. La frecuencia y la amplitud de las ondas son dos magnitudes que lo caracterizan.

La difusión de las ondas sonoras en el aire, provoca que una pequeñísima presión alterna y superpuesta a la presión atmosférica, este cambio se denomina como presión sonora. La oscilación alterna a la de las partículas de aire para su estado de equilibrio se le llama velocidad del sonido y es proporcional a la presión sonora. La presión sonora genera una fuerza que llegan al órgano auditivo, mueven al tímpano y las células auditivas las transforman en impulsos eléctricos que provocan la sensación de oír (hacen audibles los sonidos). Cuando se sobrepasan los parámetros permisibles, se reduce la capacidad de las células produciéndose una sordera temporal que puede ocasionar la muerte de ellas y por la tanto una incapacidad auditiva total. También puede causar estrés y trastornos psíquicos. En la siguiente tabla No. 3 se muestra algunos efectos según el nivel de presión sonora:

TABLA # 3.1 : Efectos según el nivel de presión sonora.

| Nivel de presión sonora (dB) | Umbrales del ruido |
|-------------------------------------|--|
| 10 | Audibilidad |
| 45 - 60 | Ruido soportable |
| 65 - 80 | Admisible pero fatigoso |
| 85 - 105 | Con el tiempo causa la sordera |
| 110 - 120 | Se resiste durante un corto período de tiempo |
| 130 ó más | Audición dolosa, puede ocasionar la muerte |

En la siguiente tabla No. 4 se muestran algunos ejemplos de emisores de sonido en el medio que nos rodea.

Tabla No. 3.2

| Emisor | Frecuencia (Hz) | Nivel de presión sonora (dB) |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Persona conversando | 500 – 2 000 | - |
| Piano | 27 – 3 480 | - |
| Cigarra | 4 300 | 158 |
| Música en una discoteca | - | 110 |
| Despegue de un avión | - | 120 – 130 |

Un elemento técnico que se emplea para caracterizar la influencia del sonido en el medio, es el micrófono, este posee una membrana sobre la que actúa la fuerza. El decibel (dB) es la unidad en que expresa la amplitud de la onda, que caracteriza el nivel de presión sonora, más débil que puede percibir el oído humano promedio.

3. 2. 3. Efectos del nivel de presión sonora sobre el hombre.

La magnitud de los efectos que los efectos causados por el ruido dañan el nervio auditivo, enfermedad incurable que deja al trabajador mutilado de uno de los órganos de comunicación más importante.

En la tabla No. 5 se muestran algunos ejemplos de alteraciones provocadas en las personas por el ruido, las cuales están dadas por la magnitud de las características físicas (frecuencia, intensidad, duración, etc.) y por supuesto, la constitución de la persona sometida a dicho efecto.

Tabla No. 3.3.

| Presión sonora | Reacciones en las personas |
|-----------------------|---|
| 30 | Irritabilidad, molestias, falta de atención y concentración, dificultades en la comunicación oral. |
| 60 | Elevación de la frecuencia cardíaca y la presión arterial, fatiga, dilatación de las pupilas, etc. |
| 90 | Daños directos al oído, sordera temporal o permanente. |

| | |
|------------|---|
| 120 | Límite del dolor. |
| 160 | Rotura del tímpano, calambres, parálisis, hasta la muerte. |

La sordera como enfermedad profesional puede acarrear cuantiosos gastos por concepto de pérdidas de días de trabajo, asistencia al puesto médico, certificados por incapacidad laboral, etc.

En las cosechadoras los operadores y el personal de apoyo están expuesto al ruido que produce el motor de combustión interna y los diferentes conjuntos y mecanismos aproximadamente una 10 horas por jornadas. Teniendo en cuenta el gran porcentaje de cosechadoras que en el país que no cuentan con cabinas herméticas, el no uso de los dispositivos de seguridad adecuados, da una medida del daño que está causando sobre el hombre este parámetro.

La evaluación del nivel de presión sonora a que se encuentra sometido el personal durante las agotadoras jornadas de trabajo en el período de zafra, contribuiría a contrarrestar la influencia nociva que ejerce sobre el órgano auditivo, el estado emocional y en general la salud del hombre, esto permitiría aumentar su capacidad de trabajo.

Algunas medidas para disminuir el efecto nocivo del ruido:

- Correcta realización de los mantenimientos técnicos.
- Empleo de guarderas y silenciadores.
- Diseño de una cabina adecuada para el operador.
- Obligatoriedad del uso de orejeras durante la jornada laboral.

3.2.4. Consideraciones básicas sobre oscilaciones mecánicas (vibraciones).

Las oscilaciones son el cambio o modificación de las dimensiones que describen el movimiento o el estado de un sistema mecánico en el tiempo. Es decir que la vibración es el movimiento relativo de un sistema que se repite después de un intervalo de tiempo, en general es una forma de energía disipada, que en la mayoría de los casos crea inconvenientes, ya que provoca ruidos, tiene un poder destructivo, además transmite fuerzas y movimientos indeseables.

Las vibraciones tienen como características, la frecuencia, que es el número de ciclos por unidad de tiempo. Existe la frecuencia natural o propia de los sistemas y las forzadas o de excitación debidas a factores externos, cuando ambas se igualan, la amplitud de las vibraciones aumenta indefinidamente, ocurriendo el fenómeno de la resonancia, cuyos efectos son desastrosos.

Los sistemas pueden vibrar en más de una forma y en diferentes direcciones. Las coordenadas que se necesitan para determinar su localización se le denomina grado de libertad.

El hombre se encuentra sometido constantemente a las oscilaciones mecánicas (vibraciones), unas originadas en su propio organismo (aparato cardiovascular, locomoción, etc.) y otras producidas por el medio que lo rodea.

El cuerpo humano se concibe como un sistema vibrante ya que es una masa con diferentes propiedades de elasticidad y amortiguación muy complejas, sobre el cual pueden incidir negativamente las vibraciones mecánicas externas.

Las vibraciones actúan a través de diferentes partes del cuerpo (tabla No. 6) y su efecto depende de la constitución física del individuo, la posición en que se encuentra desarrollando una actividad (sentado, acostado o de pie), el lugar sobre el que actúa, la dirección (horizontal o vertical), la frecuencia, la amplitud y el tiempo de exposición a que se encuentre sometida la persona.

Para determinar la carga de vibraciones que recibe el trabajador es necesario conocer las características de estas (frecuencia, amplitud y tiempo de duración). Se ha determinado por estudios realizados que en las máquinas agrícolas la frecuencia de las oscilaciones está entre 2 y 7 Hz, conociendo que en el ser humano hay órganos vitales que vibran entre 4 y 8 Hz, resulta preocupante que no se le dé un seguimiento a este aspecto tan importante que puede afectar al trabajador.

Tabla No. 3.4.

| Frecuencia propia de algunos órganos vitales en el ser humano. | |
|---|--|
| Organos | Frecuencia de sus oscilaciones (Hz) |
| Cabeza, hombros y rodillas. | 1 – 5 |
| Región cervical | 3 – 5 |
| Región lumbar | 4 |
| Estómago | 4 – 7 |
| Riñones | 4 |

En el caso de los operadores de las máquinas cosechadoras que realizan su labor mayormente sentados, fundamentalmente actúan las vibraciones verticales, es decir que tienen mayor incidencia que las horizontales.

Para el estudio de la acción de las vibraciones sobre el cuerpo humano se estableció un sistema orgánico fisiológico de coordenadas (tabla No. 7):

Tabla No. 3.5.

| Eje | Coordenada | Dirección | Parte del cuerpo |
|-------------------|-------------------|------------------------|---|
| Horizontal | X | Anteroposterior | Pecho – Espalda |
| | Y | Transversal | Hombro – Hombro |
| Vertical | Z | Longitudinal | A lo largo de la columna vertebral |

Los límites recomendados de exposición para jornadas laborales de 8 horas, recogidos por las normas, recomiendan que para vibraciones verticales es entre 4 y 8 Hz, en el caso de las verticales el valor es menor que 2 Hz. En las máquinas agrícolas (cosechadoras) los valores permisibles de la amplitud para las vibraciones verticales y horizontales se encuentran entre 0.15 y 0.21 m/seg².

3. 2. 5. Efectos de las vibraciones sobre el hombre.

La progresiva industrialización de la sociedad está acompañada de la utilización de máquinas cada vez más potentes, con un gran número de revoluciones, las cuales transmiten al hombre vibraciones desagradables y potencialmente nocivas. El esqueleto humano sirve de estructura central o soporte de todo el conjunto de órganos y músculos que lo forman, a su vez este constituye todo un sistema oscilante con varios grados de libertad y diferentes frecuencias. De aquí que la respuesta humana a las vibraciones, es decir si puede o no atenuarla, va a depender de la constitución física de cada individuo y del tiempo de exposición a estas.

La exposición por periodos prolongados a altas cargas de vibraciones influyen negativamente en el rendimiento humano, por ejemplo se disminuye la atención al control y dirección de los equipos. Por otro lado las tensiones y deformaciones resultantes de la interacción de la frecuencia del medio vibrante con las del cuerpo humano puede causar:

- Dolores en el pecho, el abdomen, los testículos, etc.
- Calambres y entumecimiento de los dedos por daños en las pequeñas arterias.
- Dolores y limitaciones funcionales de las articulaciones.
- Neuritis, parálisis nerviosa, etc.
- Reducción de la agudeza visual, proporcionalmente con la amplitud de las vibraciones.
- Empeoramiento de la capacidad para fijar la atención sobre una actividad en frecuencias muy bajas (5Hz).

Retomando el objeto de estudio, se ha comprobado que en las cosechadoras la situación resulta preocupante y hasta el momento se mantiene, debido a que no se vislumbran medidas encaminadas a realizar estudios serios sobre esta problemática, donde se obtengan resultados experimentales que permitan acometer trabajos partiendo de bases científicas, al se evaluado indicadores característicos sobre el terreno.

En la actualidad se encuentran en proceso o fase de prototipos algunos modelos de máquinas que han tenido en cuenta algunos aspectos relacionados con el confort, pero de forma empírica, ya que se necesitan realizar ensayos que demuestren la veracidad de lo fabricado y a partir de los resultados que se obtengan poder realizar correcciones que permitan perfeccionar los modelos y por ende garantizar la protección al hombre y al medio.

Medidas para atenuar el efecto nocivo de las vibraciones:

- Empleo de asientos de suspensión que atenúan la frecuencia de las oscilaciones entre 3 y 6 Hz.
- Utilización de absorbentes (resortes, calzos de goma, etc.) en las fuentes emisoras.
- Sustituir los mandos de accionamiento mecánico por electrónicos o hidráulicos, para evitar las vibraciones que se transmiten a través de ellos.

Por el momento se conoce que la gran mayoría de los operadores de las máquinas cosechadoras de caña de azúcar, trabajan jornadas superiores a las 8 horas, en equipos que no cuentan con todo el confort que tienen otros, por los datos vistos con anterioridad, se conoce que están expuesto a vibraciones con amplitudes (aceleración) que oscilan entre 0.24 y 0.40 m/seg². Lo anterior explica el alto número de estos trabajadores con padecimientos renales y sacrolumbares existentes en el país.

3. 2. 6. Consideraciones sobre el puesto de trabajo.

Para solucionar los problemas inherentes al espacio o puesto de trabajo, se necesita estudiar las dimensiones estructurales y funcionales del cuerpo humano. Por lo expuesto anteriormente, se hace necesario evaluar y valorar los índices sicofisiológico, antropométricos y fisiológicos, todo ello con la finalidad de lograr una zona óptima, confortable que aumente la capacidad de trabajo del hombre, preservando su buen estado de salud.

Aunque se han dado pasos positivos, el mayor número de máquinas combinadas que conforman el parque de cosechadoras cañeras del país, posee cabinas abiertas (4 tubos y un techo), el hecho trae como consecuencia que el trabajador no se pueda proteger de las inclemencias del medio. Cuando el trabajo se

desarrolla en caña quemada es elevado el porcentaje de cenizas y polvo que se levanta, esto necesariamente tiene que afectar la salud, basta con observar a los operadores, con todo el cuerpo cubierto por estos agentes, esto descontando la cantidad que le llega a través de las vías respiratorias. En otras oportunidades, el trabajador se ha visto obligado a abandonar precipitadamente su puesto ante la agresividad de algunos elementos vegetales (**pica pica**), muy extendida en los campos de caña.

Por otra parte muchos operadores se ven en la necesidad de trabajar de pie, posición que resulta incomoda y muy agotadora, esto se debe por la continua observación que tiene que realizar sobre el trabajo que efectúa la sección receptora. También, debido a la ausencia de espejos retrovisores, tienen que realizar un giro aproximadamente de 180° para observar la descarga hacia ambos lados de la máquina.

En la actualidad, se han fabricado pequeñas series de nuevos, tales como, la KTP-3S y posterior su modificación para convertirla en KTP-3000, que cuentan con cabinas cerradas y climatizadas, esto ha contribuido a aumentar el confort, pero se desconocen parámetros fundamentales como son:

- Resistencia de la cabina al impacto, vuelco, etc.
- Dimensiones interiores reales de la cabina y el asiento del operador, así como la distancia hasta los mandos.
- Fuerza necesaria para operar los mandos, de acuerdo con las posibilidades del hombre.
- Visibilidad.
- Microclima en el área de trabajo (interior de la cabina).
- Concentración de sustancias nocivas (polvo).
- Nivel de ruido y vibraciones.

También cometen muchas violaciones de los requisitos de seguridad establecidos en las normas sobre protección e higiene del trabajo tales dispositivos, señalizaciones, medios de protección contra incendio, etc.

En el caso de las KTP que generalmente trabajan durante el día, la iluminación está a cargo de la luz solar, pero muy pocas cuentan con dispositivos quitasol (visera), causando innecesarias molestias cuando se avanza de frente al sol, por otra parte el hombre se encuentra sometido a los efectos de los rayos solares, unido a las altas temperaturas emitidas por el motor de combustión interna que le queda justamente a su espalda, le van deteriorando la salud. De informes médicos se conoce que la exposición a los rayos solares afecta directamente la piel y trabajando con una fuente de calor a su espalda resulta nocivo para órganos como los riñones y la próstata.

Las cabinas de las máquinas KTP no garantizan el confort y mucho menos la protección, poseen un acceso difícil, los mandos y controles están mal distribuidos y no son herméticas.

Como medio de protección contra incendios a las máquinas se les coloca en la plataforma de la cabina un tanque de 55 galones, conteniendo agua y por tapa un saco de yute, debido a los continuos movimientos, el agua se derrama haciendo resbaladizo el piso. Por otra parte el motor no tiene una cubierta adecuada, por lo que sobre él cae abundante paja seca (hojas de caña), unido a su elevada temperatura facilita su combustión, unido al aceite derramado por la falta de limpieza se producen innumerables incendios durante las zafras.

Consideraciones sobre los trabajos de mantenimiento y la reparación.

Las máquinas poseen unos medios de protección (guarderas), las cuales fueron concebidas para evitar los golpes de la caña sobre diferentes mecanismos, además de impedir que la paja se enredara en los mismos. Dichos equipos fueron evolucionando, se sustituyeron muchos conjuntos con accionamiento mecánico por hidráulicos, pero se mantuvieron las mismas, debido a la inercia tecnológica de la fábrica productora. Las mismas son pesadas y a menudo se bloquean cuando se necesita levantarlas obstaculizando el paso para realizar alguna operación. Además de aumentar el peso de las máquinas, se consume material y por ende aumenta el costo.

Deben buscarse nuevas variantes que en primer lugar garanticen la comodidad de trabajo y la accesibilidad del hombre a las diferentes partes, además de proteger su integridad física.

Capítulo IV. Aplicación de la metodología de la evaluación ergonómica a las cosechadoras de caña y sus resultados.

Por muchos años en nuestro país las evaluaciones de los índices ergonómicos de las máquinas agrícolas y en particular de las cosechadoras de caña se han desarrollado a través de pruebas experimentales mediante la utilización de instrumentos de medición y control bastante complejos como el sonómetro para medir el nivel de presión sonora, acelerómetros, amplificadores y magnetógrafos para conocer el nivel de vibraciones, luxómetros para determinar el nivel de iluminación, así como otros tipos de equipos y medios que en la actualidad no existen o están obsoletos debido al continuo uso por varios años, provocando su desgaste y rotura. Por lo que se hace necesario diseñar una metodología para la evaluación ergonómica a través de métodos empíricos como la encuesta, entrevistas, la observación del puesto de trabajo y otros, que no conlleven el uso de equipamiento técnico alguno.

La metodología de evaluación de la ergonOMICIDAD del diseño de la cosechadora cañera ha de constituir una herramienta que permita conocer el grado de condiciones necesarias para que el trabajo que se ejecute se realice de manera racional, armónica e ininterrumpidamente, logrando la productividad y calidad requerida con el menor gasto de esfuerzo físico y mayor confort, garantizando la utilización racional de los conocimientos, hábitos y habilidades del trabajador.

Se ha elaborado un enfoque metodológico para la solución de las tareas fundamentales de la evaluación ergonómica, que es parte integrante de la evaluación general del sistema "hombre - máquina", cuyo objetivo consiste en fundamentar los requisitos ergonómicos presentados.

A través de este método se puede organizar una secuencia lógica para estudiar y dar respuesta a las condiciones para el trabajo del operador esclareciendo el ordenamiento de los elementos que lo integran y dando solución al equipamiento básico y los principios técnicos organizativos como:

- Funcionalidad.
- Dimensiones.

- Coordinación de actividades.

Para la aplicación del método es recomendable seguir de forma ordenada los siguientes pasos:

- 1- Diagnóstico del puesto de trabajo.
- 2- Análisis de los resultados del diagnóstico.
- 3- Tratamiento individual a los factores detectados como problemas.
- 4- Implementación de las soluciones a los problemas detectados.
- 5- Evaluación de la solución.

Es necesario aclarar que aunque los cinco pasos están enumerados cuando se trabajó con el método no siempre se avanza ordenadamente de 1 al 5, sino que en varias ocasiones se vuelve atrás y revisan los primeros pasos interactivamente.

Diagnóstico del puesto de trabajo

Para conocer la situación de las condiciones de trabajo y la relación hombre - máquina en las combinadas cosechadoras de caña KTP se realizó la encuesta mediante la lista de chequeo que corresponde a la Organización Internacional del Trabajo a operadores de la provincia de Holguín, que cortan en campos de diferentes complejos agroindustriales, así mismo se realizó la observación del puesto de trabajo durante el desempeño de la labor, de igual forma se entrevistó y conversó con estos trabajadores y los médicos de las industrias.

Análisis de los resultados del diagnóstico.

Los principales resultados de las encuestas realizadas a operadores de cosechadoras cañeras KTP-2M en áreas de los CAI "López Peña" de Báguanos y "Fernando de Dios" de Tacajó se relacionan a continuación:

1. El ruido superior a 90 dB aunque no requiere de comunicación verbal.
2. No existe aislamiento contra el ruido, ya que la cabina es abierta.
3. La máquina transmite vibraciones al cuerpo del operador a través de los pies, el asiento, sistema mano - brazo, estando de forma continua y prolongada a la exposición de la fuente.
4. La disposición del asiento es inadecuado, no coincidiendo con las dimensiones humanas, no es regulable, sin tapicería y con ausencia total de mecanismos amortiguadores de las vibraciones.

5. Insuficientes elementos auxiliares para la seguridad, escalera con diseño inadecuados con postura forzada de las extremidades y con obstáculos.
6. El trabajo no permite una postura relajada.
7. Los modelos de trabajo están diseñados para la tarea.
8. El trabajo requiere una actividad motora simple.
9. El cuello y los hombros no forman un ángulo de 15 grados.
10. Espalda inclinada y girada con postura forzada para el manejo del equipo.
11. Existe una sensación térmica excesivamente calurosa.
12. Los dispositivos de ventilación son inadecuados.
13. Existe gran cantidad de polvo y cenizas en el ambiente.
14. Los trabajadores están expuestos a las radiaciones solares.
15. Se realiza el trabajo de día y de noche implicando laborar horas extras sin tiempo predeterminado.
16. El operador tiene una posición forzada cabezas - ojos con respecto a la línea de visión.
17. No existen señales de emergencia, ni visuales, ni auditivas en el panel de control.
18. Existen riesgos de accidentes debido a la falta de protección a las máquinas.
19. El operador no puede regular el corte desde la misma cabina, es decir tiene que descender de la misma y utilizar una llave para regularlo de forma manual.
20. El operador debe estar pendiente del equipo donde se transporta las materias primas.

La hoja de evaluación resumida después de realizar su análisis arrojó que los mayores problemas ergonómicos se localizan en la seguridad del trabajo, el diseño del puesto de trabajo y el medio ambiente laboral y hacia esas direcciones hay que encaminar el proceso de mejora de las máquinas cosechadoras.

Se conoce que los operadores se consultaban generalmente por dolores en la columna, la cervical y por enfermedades respiratorias, infecciones renales, problemas de calambre en las articulaciones y hemorroides.

Tratamiento individual a los factores detectados como problemas.

Para dar tratamiento a cada uno de los factores que se enunciaron, se analizan cada uno de ellos a continuación:

En las cosechadoras cañeras no sólo los operadores, sino también el personal de apoyo, están expuestos a ruidos producidos por el motor de combustión interna y los diferentes conjuntos y mecanismo de tracción por cadenas de la máquina, aproximadamente por más de doce horas por jornada.

En una evaluación realizada durante la zafra por el Instituto de Protección e Higiene del Trabajo se determinó que el nivel de presión sonora en la cosechadora KTP-2M con los órganos de corte conectados es de 97 dB y desconectado de 94 dB, en el país está establecido como valores permisibles para ocho horas de trabajo un nivel de presión sonora entre 80 y 85 dB, por lo que se concluye que los trabajadores están expuesto a valores máximos de ruido.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de cosechadoras existentes en el país que no cuentan con cabinas herméticas y el casi nulo uso de los dispositivos de seguridad adecuados, da una medida del daño que están causando sobre el hombre este parámetro.

Al igual que el ruido, las vibraciones en las máquinas cosechadoras son producidas por el motor y los diferentes mecanismos (no hidráulicos) del sistema.

Por ejemplo en la evaluación realizada por el Instituto de Protección e Higiene del Trabajo antes mencionadas se estableció para la KTP-2M que el nivel de vibraciones es de 0,40 m/seg² con los órganos desconectados, siendo los valores permisibles de entre 0,15 y 0,21 m/seg², concluyendo que las vibraciones a las que están expuesto los operadores son superiores a lo permisible.

Las gran mayoría de las máquinas cosechadoras poseen cabinas abiertas, o sea 4 tubos unidos y un techo que trae como consecuencia que el operador no se pueda proteger de las radiaciones solares, el polvo y las cenizas que se desprende del corte, el movimiento del equipo y las mismas materias extrañas que bota la combinada durante su flujo productivo, situación que hace que se le impregne en todo el cuerpo y penetre por las vías respiratorias y por vía oral.

A los órganos sensoriales durante la realización de la labor productiva le llega la información de la siguiente forma:

La visión: Los accidentes del terreno y el surco por donde transita la máquina; la altura del mecanismo cortacogollos; del mecanismo receptor y de corte; el panel de control donde se encuentra el amperímetro; presión de aceite; temperatura del aceite; temperatura del sistema de enfriamiento; el mecanismo de descargue y el equipo donde se descarga la caña.

Los oídos: El operador debe estar atento a cualquier ruido extraño que puede ser resultado de un accidente o avería, al claxon del vehículo que carga al ser llenado.

El tacto por medio de las extremidades: El freno de mano, los mandos agrícolas, el embrague y el freno de pie.

El olfato: Cualquier olor a quemado producto a la concentración de paja en mecanismos de la máquina que provoque un incendio.

El volante de la cosechadora posee un sistema rígido, no permite que este pueda regularse atendiendo a las dimensiones antropométricas del operador.

El asiento de la máquina es rígido, de metal y sin dispositivo para su regulación, resultando bastante incómodo teniendo en cuenta que se labora hasta doce horas. No permite regulación por parte del operador para lograr mayor o menor altura y una inclinación adecuada sobre el plano del volante. No se adapta a las características anatómicas del conductor produciéndole compresión de los muslos en la parte delantera del asiento.

El acceso principal a la plataforma donde se encuentra ubicada a la cabina se realiza mediante una escalera fija localizada en el lateral izquierdo de la máquina y posee los siguientes inconvenientes:

- Su posición vertical con respecto a la plataforma impide que el operario al bajar pueda observar la situación de los escalones, por lo que se ve obligado a ir tanteando con el pie hasta encontrarlos, o girar y desplazar hacia atrás el cuerpo para visualizarlos desde la plataforma. El ascenso y descenso resulta incomodo debido a la estrechez de los escalones y el reducido espacio entre los montantes de la escalera, las agarraderas no

poseen una textura de fricción que permita un agarre cómodo y seguro durante el ascenso.

- En la mayoría de las ocasiones se encuentran embarrada de grasa y que conduce directamente hacia donde se encuentra el motor de combustión interna, cuestiones que podrían provocar un accidente.

Cuestión similar podría suceder motivado por la disposición del motor que se encuentra detrás de la cabina (no hermética), produciéndose por el desprendimiento del ventilador del sistema de enfriamiento o aletas de este hacia la parte donde se encuentran el operador.

Por otra parte los operadores se ven en la necesidad de trabajar de pie, posición que resulta incómoda y muy agotadora, aunque deben trabajar en posición sedente, esto se debe a la continua observación que tiene que realizar sobre el trabajo que efectúa la sección receptora y con un grado de inclinación de más de 15° aumentando las cargas estáticas para mantener el peso del cuerpo, aumenta la carga que soportan los órganos de circulación sanguíneos y de energía, conduciendo también al debilitamiento de los músculos del vientre y de la tasa pelviana, a cambios patológicos de los discos intervertebrales y a la formación del encorvamiento, forzando la posición cabeza - ojos con respecto a la línea de visión. También debido a la ausencia de espejos retrovisores, tiene que realizar un giro aproximadamente de 180° para observar la descarga e inclinándose hacia ambos lados de la máquina, girando la cabeza hacia atrás completamente, actividad que realiza frecuentemente requiriendo movimientos rápidos para corregir la marcha de la máquina por lo que se le hace trabajoso al operador mantener un control exacto de lo que ocurre a su alrededor.

Los nervios longitudinales y transversales que forman parte de la estructura de la cabina disminuyen la visibilidad así como los órganos de trabajo y otros mecanismos como el distribuidor del mando hidráulico.

En el caso de la cosechadora, que generalmente trabaja de día, la iluminación está a cargo de la luz solar, pero muy pocas veces cuenta con dispositivos que quita el sol (viseras) causando innecesarias molestias cuando se avanza de frente al sol, por otra parte el hombre se encuentra sometido a los efectos de los rayos solares, unido a las

altas temperaturas del motor que le queda justamente a su espalda, le van deteriorando la salud. De las entrevistas con los médicos de las industrias se conoce que la exposición a los rayos solares afecta directamente a la piel y trabajando con una fuente de calor a su espalda resulta nocivo para los órganos como riñones y la próstata.

Las cabinas de las KTP-2M no garantizan el confort y mucho menos la protección, los mandos y controles están muy mal distribuidos quedando algunos de ellos a la espalda del operador, y no cuenta con sistema visuales de aviso ante cualquier emergencia, ni las suficientes conexiones físicas visuales y auditivas entre los hombres en el proceso de cumplimiento de la tarea laboral común.

En los órganos de mando la posición de las palancas del distribuidor agrícola no permite su fácil manipulación por estar alineadas en dos filas, una superior y otra inferior, provocándose con frecuencia un bloqueo en las inferiores.

Las máquinas poseen unos medios de protección (guarderas), las cuales fueron concebidas para evitar los golpes de las cañas sobre los diferentes contenidos además de impedir que la paja se enredara en los mismos. A escala mundial estos equipos fueron evolucionando, se sustituyeron muchos conjuntos de accionamientos mecánicos por accionamientos hidráulicos, aunque se han dado pasos de avances en este sentido, en las KTP-2M se han mantenidos la gran mayoría, debido a la inercia tecnológica de la fábrica productora. Las guarderas son pesadas y a menudo se bloquean cuando es necesario levantarlas, obstaculizando el paso para realizar alguna operación, además de aumentar el peso de las máquinas, se consume material y aumenta el costo de producción.

Durante el trabajo se hace necesario regular la altura del mecanismo de corte, debido a los accidentes del terreno, por lo cual se debe detener la máquina y bajar al suelo para regular esta sección manualmente, pues es imposible hacerlo desde la cabina ya que no existen mecanismos para ellos, trayendo como consecuencia la demora en el proceso productivo y molestia al operador.

Deben buscarse nuevas variantes que en primer lugar garanticen la comodidad de trabajo y la accesibilidad del hombre a las diferentes partes de las máquinas, además de proteger su integridad física.

La explotación de medios técnicos cada vez más potentes ha traído algunos inconvenientes no solo al hombre sino también al medio que los rodea, es decir, el ecosistema.

Los gases provenientes de los tubos de escape afectan la salud y son responsable en gran medida del efecto invernadero, por otra parte el derrame de combustible y lubricante derramados agreden despiadadamente a la flora y a la fauna.

Las máquinas combinadas por su gran número de revoluciones producen vibraciones y ruidos que son contaminantes invisibles que inciden negativamente en el medio, estudios realizados consideran que entre el 70 y el 80 % de la energía sonora lanzada al espacio es emitida por las máquinas en general.

Durante el análisis de los resultados del diagnóstico al puesto de trabajo, el tratamiento individual a los problemas y el empleo de métodos de consultas individuales y colectivas, el estudio de documentos y la bibliografía, fueron posibles detectar algunas reservas de mejoramiento, las exponemos a continuación:

- Diseño de una cabina adecuada para el operador que sea hermética, climatizada con aditamentos quitasol para evitar el contacto directo del operador con el polvo, las cenizas, que la radiación solar no lo fustigue directamente, evitando que se produzca un accidente, además, por desperfectos mecánicos.
- Obligatoriedad en el uso de orejeras por el operador en la jornada laboral.
- Correcta realización de los mantenimientos técnicos para disminuir el ruido y vibraciones.
- Empleo de guarderas y silenciadores.
- Sustitución de mecanismos hidráulicos en lugar de los mecánicos que actualmente son utilizados para la disminución de ruidos y vibraciones.
- Rediseñar la colocación de las ruedas direccionales (más pequeñas) ubicándolas en la parte delantera de la cosechadora lo que trae al traste que baje la altura de la cabina, mejorando la visibilidad del operador con respecto a la línea visual del surco y facilita el acceso a esta.

- Diseñar un asiento más cómodo tapizado y ajustable a las características antropométricas de cada operador, además debe tener suspensión para atenuar las frecuencias de las oscilaciones mecánicas.
- Utilización de absorbentes (resortes, calzos de goma, etc) en las fuentes emisoras de vibraciones.
- Sustituir los mandos de accionamientos mecánicos por los eléctricos o hidráulicos, para evitar las vibraciones que se transmiten a través de ellos.
- Diseñar la pizarra de control con indicadores de avisos ante cualquier emergencia o desperfectos técnicos de la máquina.
- Diseñar un sistema de control de la altura de la sección receptora y corte que puede ser dirigido desde la cabina por el operador.
- La adquisición de medios de protección contra incendios.
- Utilizar mandos fiables con una correcta selección de los mismos, con un control óptimo del operador sobre el equipo, sobre todo cuando el mismo alterna o realiza operaciones simultáneas.
- En la cabina recubrir las paredes con material que absorba los ruidos y vibraciones.
- Aislar la fuente de calor con elementos y materiales adiabáticos en los principales elementos generadores de calor y gases que deben encontrarse alejados de la cabina.
- Fijación y ajuste de los vidrios en ventanillas y puertas con pegamentos de silicona.
- La tapicería del asiento será preferiblemente de material que asegure la ventilación necesaria en las zonas de contacto del cuerpo humano y el mismo.
- El volante será ajustable para mayor comodidad del operador del operador de acuerdo a sus características antropométricas.

Implementación de las soluciones a los problemas detectados.

Para la implementación de estas soluciones se hace necesario lograr que en primer momento concientizar a los inversores responsables de aportar el dinero

para la aplicación de estas, hacerle entender la necesidad de preservar la salud e integridad del hombre.

Luego comunicarles a los diseñadores industriales encargados del diseño de la cabina y cosechadora en general los problemas y soluciones planteados, logrando el involucramiento y compromisos necesarios para acometer la tarea, logrando el incremento sostenido de la implementación de las soluciones.

Evaluación de las soluciones.

Por todos es conocido la situación económica que atraviesa el país y lo costoso de los mecanismos hidráulicos, los sistemas de climatización y todos los otros sistemas que se proponen en la solución del trabajo, pero el hombre es el principal recurso con que cuenta toda organización, por lo que necesariamente se debe mejorar sus condiciones de trabajo y al mismo tiempo mejorar el flujo productivo de las cosechadoras de caña aumentando su eficiencia y fiabilidad, para convertirla en un producto competitivo en el mercado mundial.

A medida que se introduzca cada uno de los cambios para las mejoras de las máquinas se debe evaluar que el mejoramiento sea real y sostenido.

Este trabajo debe continuarse realizando de forma cíclica para que los operadores detecten y evalúen de forma positiva o negativa los cambios efectuados.

Evaluación económico-social y medio ambiental.

Además con la disminución del ruido, las vibraciones y los gases, producto de la combustión generada por las fuentes energéticas durante el proceso productivo, se protegería el medio ambiente y nuestro entorno.

Valoración social e impacto medio ambiental.

Para la situación económica que vive el país, la aplicación de esta investigación permitirá: mejorar el proceso de diseño en las etapas iniciales de desarrollo del producto, pues le facilitará la toma de decisiones a los diseñadores y especialistas en cuanto al principio de ergonomía se refiere, lo que permitirá mejorar la calidad, así como un mejor aprovechamiento de los recursos materiales, humanos y financieros; la reducción del tiempo de desarrollo del producto, lo que incide favorablemente en los costos de fabricación, en el cumplimiento de los planes de producción, y en una respuesta más rápida de nuestras industrias a los cambios

del mercado; una industria de Construcción de Maquinarias más sólida y competitiva.

Utilizando adecuadamente el método propuesto se podrá obtener información sobre los aspectos ergonómicos que provocan malestar, baja productividad e incluso enfermedades al operador, que le podrían costar al estado miles de dólares en la atención y tratamiento médico, así como el pago de subsidios por invalidez parcial o total de los trabajadores, que debido a la cantidad de máquinas existentes en el país representan un cifra bastante alta.

La investigación realizada tiene un significado social importante sobre todo para la empresa, que atraviesa por una serie de cambios fundamentales, principalmente en cuanto a la gestión de la producción por esto se considera que este estudio constituye una herramienta valiosa para que la organización logre una mayor gestión. La aplicación de las recomendaciones propuestas tendrá una excelente repercusión social puesto que con esto se mejora la cultura y los conocimientos de la ergonomía lo que se traducirá en una mayor eficiencia y productividad un ambiente laboral mucho más agradable además se trata de humanizar más el trabajo mejorando las condiciones laborales.

El impacto ambiental se puede valorar a través de las alteraciones positivas o/y negativas que sufre el entorno de las instalaciones producto de su funcionamiento y desarrollo. En este caso el mejorar las condiciones de trabajo disminuye los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, por lo que la probabilidad de que ocurran accidentes de trabajo es mucho menor. Con la adquisición de los medios de trabajo necesarios se prevén las enfermedades profesionales en los obreros.

CONCLUSIONES.

1. Como resultado de la aplicación de la propuesta de metodología para la evaluación ergonómica a las máquinas combinadas cosechadoras de caña de azúcar modelo KTP, se aprecia que existen problemas que afectan la salud y el bienestar de los operadores.
2. Al analizar los resultados de la encuesta realizada mediante la lista de chequeo y la hoja de evaluación resumida, se llegó a la conclusión que las mayores problemáticas se localizan en la seguridad del trabajo, el diseño del puesto de trabajo y el medio ambiente laboral, estos se relacionan a continuación:
 - ◆ El nivel de ruido sobrepasa el límite permisible;
 - ◆ Los órganos activos de la máquina le transmiten al operador vibraciones de forma continua y prolongada;
 - ◆ El diseño del asiento es completamente inadecuado;
 - ◆ El trabajo se realiza por el operador en una posición forzada, debido a la poca visibilidad hacia el terreno, los medios de transporte (continuos ladeos de la cabeza para observar la operación de descarga ya que no poseen espejos retrovisores) y otros elementos de la cosechadora;
 - ◆ Existe una sensación térmica excesivamente calurosa;
 - ◆ Existencia de un alto nivel de polvo y cenizas en el ambiente laboral;
 - ◆ El panel de control está mal diseñado, con ausencia de indicadores de aviso ante cualquier emergencia;
 - ◆ Existen riesgos de accidentes debido a la falta de protección del operador en la cabina.
3. La metodología propuesta puede ser utilizada por los especialistas en la materia para ejecutar evaluaciones ergonómicas, aunque se cuenten con los medios técnicos, los mismos les permitirían obtener información experimental adicional.
4. La nueva tecnología propuesta es el resultado del desarrollo de la investigación en esta esfera.
5. La tecnología propuesta mejoraría considerablemente las condiciones de trabajo y de vida de los trabajadores a cargo de las combinadas cañeras.

Recomendaciones.

1. Utilizar la metodología de evaluación ergonómica elaborada en el presente trabajo con vistas a mejorar las condiciones de trabajo de los operadores de máquinas cosechadoras modelo KTP fabricadas en serie.
2. Es imperante la necesidad de perfeccionar en los casos que sean posibles los elementos que se relacionan a continuación, dado el efecto negativo que causan sobre los operadores:
 - ◆ Sustituir las transmisiones mecánicas por sistemas hidráulicos, para disminuir los niveles de ruido y vibraciones;
 - ◆ Diseñar un asiento cómodo, tapizado, ajustable y de suspensión para atenuar las oscilaciones mecánicas;
 - ◆ Sustituir los mandos mecánicos por eléctricos o hidráulicos, para reducir los esfuerzos que realiza el operador al accionarlos;
 - ◆ Instalar en la pizarra de control dispositivos de alarma ante cualquier emergencia;
 - ◆ Diseñar una cabina acorde a los parámetros antropométricos requeridos, hermética y climatizada.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Acevedo, J. Análisis de algunos criterios para diferenciar entre ciencia y tecnología. José Acevedo. Investigación didáctica. Enseñanza de las ciencias, 1998, 16 (3), p. 409-420. Servicio de Inspección. Delegación Provincial de Educación y Ciencia. Huelva, España.
2. Asamblea Nacional del Poder Popular (2002), Informe sobre los resultados económicos del 2002 y plan económico - social para el año 2003, 12 p.
3. Blanco Verona, Liamily. Diseño de las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo de operador. / L. Blanco V., E. Saborit de la Paz / Holguín, ISTH "Oscar Lucero Moya", 1990, 88 p. Trabajo de Diploma.
4. Cachimay Hernández, Francisco. Valoración Ergonómica de las cosechadoras de caña KTP, F. Cachimay H., E. Jorge F., Holguín, ISTH "Oscar Lucero Moya", 2002, 45 p. Trabajo de Diploma.
5. Carpentier, L (Luxemburgo). Enciclopedia de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo, Oficina Internacional del Trabajo(OIT). Edición española/ Edit. Instituto Nacional de Medicina y Seguridad del Trabajo/ Madrid, 1974. 582 p.
6. Castro Díaz Balart, Fidel: Ciencia, Tecnología y Sociedad.
7. CEDEMA. "Catálogos de Piezas KTP- 1 y KTP- 2/ CEDEMA, Holguín, 1987, 268 p."
8. Colectivo de Autores del Grupo de Estudios Sociales de la Tecnología. *Tecnología y Sociedad*. La Habana. Ed. Félix Valera.1999. pp. 414.
9. Fernández, Ernesto. La medición del impacto social de la ciencia y tecnología. Ernesto Fernández Polcuch. 24 p. 2005.
10. García Acosta, Gabriel. Antecedentes, reseña histórica y prospección de la ergonomía. 2000, 4 p.
11. Grandjean, E. Pwis d'eergonomie/ Edit. D'Organización, París, 1983. 59 p.
12. Hernández Sampieri, Roberto. Metodología de la investigación. 4ta Edición. Edit. MacGraw Hill, 850 p.
13. Jouvencel, M. Rodríguez. Ergonomía Básica, Aplicada a la Medicina del Trabajo, M. R. Jouvencel. 1^{ra} Edición, Madrid, Edit. Días de Santos. SA. 1994, 289 p.

14. La Dialéctica y los Métodos Científicos Generales de la Investigación. Tomo I y II. Editorial Ciencias Sociales. La Habana, 1995.
15. Lebeque Simón, Fernando y et all. Sistema Integral de Pruebas, / Holguín, ISTH "Oscar Lucero Moya", 1997, 94 p. Tesis de Maestría.
16. Martínez Eduardo. "Ciencia, Tecnología y Desarrollo" Interacciones Teóricas y Metodológicas. Caracas, Ed. Nueva Sociedad, Unesco 19994, 523 p.
17. Norell Lausan, E. Rediseño de la cabina de la cosechadora de caña KTP-2 / La Habana, Instituto Técnico de Diseño Industrial, 1992, 73 p. Trabajo de diploma.
18. NC 19 – 01 – 03: 80 SNPHT. Aire de la zona de trabajo. Requisitos higiénicos-sanitario.
19. NC 19 – 01 – 04: 80 SNPHT. Ruido. Requisitos generales higiénico- sanitario.
20. NC 19 – 01 – 05: 80 SNPHT. Vibraciones generales. Requisitos higiénicos-sanitario.
21. NC 19 – 01 – 22: 84 SNPHT. Microclima laboral. Métodos y medios de medición.
22. NC 19 – 01 – 31: 82 SNPHT. Aire en la zona de trabajo. Determinación total del polvo.
23. NC 19 – 02 – 13: 86 SNPHT. Tractores y Máquinas Agrícolas autopropulsadas. Métodos de control de los requisitos de seguridad.
24. NC 19 – 02 – 15: 86 SNPHT. Tractores y Máquinas Agrícolas autopropulsadas. Requisitos para el puesto de trabajo del operador.
25. NC 19 – 02 – 38: 85 SNPHT. Órganos de mando de los medios de trabajo. Requisitos generales de seguridad.
26. NC 19 – 04 – 13: 82 SNPHT. Sistemas de ventilación. Requisitos generales.
27. NC 13 – 22. Combinada cosechadora de caña. Requisitos técnicos.
- 28.** Núñez, Jorge. Innovación y desarrollo social: un reto para CTS. Jorge Núñez. 20 p. S/f. Fragmentos. Documento digital.
- 29.** Núñez, Jorge. La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Jorge Núñez. S/f. Fragmentos. Documento digital.
30. Núñez, Jorge. La "industria científica" se transforma. Jorge Núñez. 26 p. S/f. Fragmentos. Documento digital.

31. Núñez, Jorge. Perspectiva sociológica de la ciencia. Jorge Núñez. 24 p. S/f. Fragmentos. Documento digital.
32. Núñez, Jorge. Tratando de conectar las dos Culturas. Jorge Núñez. 31 p. S/f. Fragmentos. Documento digital.
33. Organización Internacional del Trabajo. Enciclopedia / OIT. Cap. 4. 316 p.
34. PCC. Congreso (v, 1997, La Habana), Resolución económica / Partido Comunista de Cuba, Ciudad de La Habana, Periódico Granma, 1997. 4 p.
35. Pino Tarragó, Julio C. "Metodología para la evaluación de cosechadoras de caña de azúcar". Tesis doctoral, Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. 2007.
36. Rodríguez, Idalberto. "Curso de entrenamiento de postgrado, pruebas de máquinas agrícolas". Ciudad Habana. 2005.
37. Sánchez, R. "Utilización de los métodos experimentales para la valoración de parámetros de calidad y perfeccionamiento del diseño en función de las cargas explotativas". Holguín. Universidad de Holguín, 1993.
38. Sánchez, R, M. y col. "Sistema integral de pruebas de cosechadoras de caña". VI Seminario de Ciencias Técnicas Agropecuarias, Habana, 2005
39. Shigley, J. Diseño en Ingeniería Mecánica. Editorial McGraw Hill. 1987.
40. Universidad de La Habana. Administración de Recursos Humanos, La Habana, Ediciones ENSPES, 578 p.
41. Versatile TOFT. "Catálogos Industriales". Cosechadora cañera TOFT 6000 / Sydney, Australia, Versatile TOFT, 1998, 83 p.
42. Zaldívar, M. "El diagnóstico técnico, vías para elevar la Fiabilidad de las máquinas agrícolas". ISTH, ponencia presentada en la VIII Conferencia Científica. ISPJAE- 2005.
43. Zaldívar, M. "Algunas consideraciones acerca de aplicaciones del diagnóstico técnico en sistemas determinantes de las máquinas agrícolas". Revista Ciencias Holguín. (Versión electrónica). 2006

44. Zaldívar, M. y Pupo H. "Determinación de los índices técnico-explotativos y de productividad de la cosechadora de caña KTP-2 en el CAI Fernando de Dios". Mayo-Agosto 2006. Revista Construcción de Maquinaria. Las Villas, Cuba.
45. Zayas Figueras, Enrique. Aportación al Estudio de Levas Desmodrómicas. Trabajo de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología.
46. Zínchenko, V. Fundamentos de Ergonomía / V. Zínchenko, V. Munipov. Moscú. Edit. Progreso, 1985, 347 p.