UNIVERSIDAD CIENFUEGOS

ANUARIO CIENTÍFICO

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS

2014

EDITORIAL UNIVERSO SUR

Volumen 17

ISBN: 978-959-257-440-3

La editorial "Universo Sur", de la Universidad de Cienfuegos, publica el contenido del *"Anuario científico",* bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.

EDITORIAL
UNIVERSO SUR

Editorial "Universo Sur"

Universidad de Cienfuegos.

Carretera a Rodas, Km 3 1/2.

Cuatro Caminos. Cienfuegos. Cuba.

ISBN: 978-959-257-440-3

CONSEJO EDITORIAL

Volumen 17, año 2014

Publicación científica anual editada en la Universidad de Cienfuegos

Editora

MSc. Isabel Gutiérrez De la Cruz

Jefe de Edición

Dr. C. Jorge Luis León González

Miembros

Dra. C. Nereyda Moya Padilla

Dra. C. Raquel Zamora Fonseca

Dr. C. Eduardo Julio López Bastida

Consejo Científico Asesor

Dra. C. Marianela Morales Calatayud

Dra. C. Miriam Iglesias León

Dr. C. Juan Gabriel Noa Álvarez

Dra. C. Esther Hernández Moreno

Dr. C. Francisco A. Becerra Lois

Dr. C. Eduardo Concepción Morales

Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

Diseñadores

DI. Frank E. Valdés Vega

DI. Yunisley Bruno Díaz

MSc. Alex García Pérez

Soporte Informático

MSc. Jorge Luis Quintero Barrizonte

Disponible en formato electrónico en:

http://www.ucf.edu.cu/index.php/idi/anuario-cientifico

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los trabajos a publicar en el Anuario Científico de la Universidad de Cienfuegos consisten en el informe de un resultado científico, que desde el punto de vista teórico o práctico genera una transformación social. A tales efectos deben cumplir con las siguientes normas:

- No sobrepasar 10 cuartillas de extensión (tamaño carta 8 ,5 X 11 pulgadas).
- Estilo, Letra Arial (12 puntos), interlineado 1,5.
- En la primera hoja debe aparecer: Nombre del trabajo, autores, correo electrónico del autor principal y procedencia.
- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha.
- Para mencionar los títulos académicos y científicos alcanzados como forma de culminación de estudio se usarán los siguientes, en dependencia de cada especialidad: Licenciado, Lic.; Ingeniero, Ing.; Máster en Ciencias, MSc.; Doctor en Ciencias, Dr. C.
- El trabajo debe estar estructurado con: resumen (de 150 palabras), palabras clave, introducción, desarrollo, conclusiones, referencias bibliográficas y anexos.
- Al resaltar elementos del texto se utilizará *cursiva*, pero nunca “comillas”, negrita, versales o mayúsculas. Solo se utilizarán comillas en las citas textuales con menos de 40 palabras.
- Las notas a pie de página irán con letra Arial (8 puntos), interlineado sencillo. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Las abreviaturas utilizadas deberán acompañar al texto que la define la primera vez que aparezca.
- Las tablas deberán tener interlineado sencillo, con texto editable, nunca insertadas como imagen; su título aparecerá en la parte superior y deberán ser enumeradas según su orden de aparición (Tabla 1. Progresión de proyectos aprobados en el año 2011).
- Las imágenes, incorporadas en el texto, serán entregadas en una carpeta aparte (en formato .jpg o .tiff), no excederán los 100 Kb, ni tendrán un ancho superior a los 10 cm. En el texto deberán ser enumeradas, según su orden (Figura 1. Progresión de proyectos aprobados en el año 2011) y su título se colocará en la parte inferior.
- En las Referencias bibliográficas solo se mostrarán las mencionadas en el texto.
- Los anexos, si los hay, irán enumerados con la letra A seguida de una cifra (A.1., A.2., etc.). Ejemplo: A.1. Progresión de proyectos aprobados en el año 2011.

Arbitraje de los trabajos:

Los trabajos deben estar aprobados por el Consejo Científico de las Facultades o Centros de Estudio, los que establecerán los mecanismos que consideren oportunos para seleccionar los resultados científicos más sobresalientes y asegurar la calidad de los mismos. Posteriormente deberán ser entregados en la Editorial: "Universo Sur", donde serán evaluados por su Consejo Editorial y finalmente aprobados.

Forma y fecha de entrega de los trabajos:

La entrega de los trabajos tendrá como fecha máxima el 30 de Noviembre de todos los años.

Los vicedecanos de Investigación y Jefes de Centros de Estudio son los responsables de la entrega personal en formato digital de todos los trabajos de su área y un documento firmado con la relación de todos los trabajos y el nombre de los autores (la cantidad de autores debe corresponderse con los resultados alcanzados en el reporte científico entregado para su publicación).

CONSEJO EDITORIAL

TABLA DE CONTENIDOS

Editorial 1
Habilidades para la comunicación asertiva en adolescentes, desde la promoción de la salud 2
Apuntes para la historia de los judíos en América: el caso cubano 15
Marcial López Díaz: de Santa Clara a la Revolución 21
Urbicio Castellano: auténtico exponente de la décima campesina en San Fernando de Camarones 32
La transexualidad en Cuba. Sus implicaciones jurídicas 40
Apuntes teóricos de la comunicación en las organizaciones en el ámbito externo 53
Influencia de la alimentación y variables climáticas sobre indicadores económicos-productivos de la UBPC ganadera Aguada 64
Ventajas de la sustitución del azufre sólido por Green Sulf 2012 para la maceración del maíz en la UEB Glucosa Cienfuegos 74
El riego con agua desalinizada una opción para el turismo en el cultivo de hortalizas en los cayos del archipiélago cubano 85
Estudios de las tensiones en dos variantes constructivas del plato de respaldo de la bomba máster MP 2c120 de la planta Glucosa de Cienfuegos mediante el software Ansys 94
Metodología para la determinación del período óptimo de limpieza de intercambiadores de calor utilizando el criterio del costo mínimo 107
Integridad de los cordones de soldadura de los gasómetros de hidrógeno de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” 119
Integridad de los pernos de anclaje de los gasómetros de hidrógeno de la refinería de petróleo “camilo cienfuegos” y diseño de estructura rigidizadora para evitar el vuelco en caso de huracanes 139
Modelo matemático del desplazamiento lineal de las empaquetaduras de una bomba centrífuga y su validación experimental 149

Nuevo método de cálculo de árboles de bombas centrífugas considerando la rigidez angular de los cojinetes y además las empaquetaduras y los sellos mecánicos como apoyos elásticos suplementarios 162
Modelación por el método de los elementos finitos del plato de respaldo de una bomba de diafragma 174

EDITORIAL

Estimados lectores:

Como cada año, la editorial “Universo Sur” les ofrece los resultados científicos más representativos de algunos de los centros de estudios y proyectos de investigación de la Universidad en el 2014, en su Anuario científico.

En esta ocasión se presentan contribuciones teóricas que guardan relación con los aportes de algunas personalidades, desde el punto de vista sociocultural y el papel de la comunicación en las organizaciones en el ámbito externo; entre otras.

Otro tema que es muy tratado se encuentra en aplicaciones prácticas de la Mecánica que influyen en el desarrollo socioeconómico del territorio; en industrias como la planta de Glucosa y la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”.

Esperamos que les resulten de interés.

Atentamente,

Consejo Editorial

HABILIDADES PARA LA COMUNICACIÓN ASERTIVA EN ADOLESCENTES, DESDE LA PROMOCIÓN DE LA SALUD

Lic. Lisettee Lang Laguardia[1]
E-mail: ahs@azurina.cult.cu
MSc. Tania Maité Ponce Laguardia[2]
E-mail: vddocente@dmslajas.cfg.sld.cu
MSc. Marisela Cantero Rodríguez[3]
E-mail: mariselacr@la.cfg.rimed.cu
[1]Institución: EGREM. Cienfuegos. Cuba.
[2]Institución: Policlínico Universitário “Dr. Enrique Barnet” Lajas. Cienfuegos. Cuba.
[3]Institución: Dirección Municipal de Educación. Lajas. Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

A partir de la necesidad de buscar vías que potencien el desarrollo de habilidades comunicativas en los adolescentes, que favorezcan la comunicación asertiva como habilidad para la vida, en el contexto de la secundaria básica, desde la promoción de la salud, se plantea como objetivo diseñar una propuesta de talleres para promover el desarrollo de habilidades comunicativas que favorezcan la comunicación asertiva en adolescentes de Secundaria Básica. Como resultado se presentan los talleres para promover habilidades comunicativas, que favorezcan la comunicación asertiva en adolescentes de la secundaria básica. La propuesta se confirma factible y pertinente al identificarse como una alternativa válida para este propósito.

Palabras clave:
Habilidades comunicativas, comunicación acertiva, promoción de salud.

INTRODUCCIÓN

En la promoción de la salud en el ámbito escolar, el trabajo educativo está dirigido a desarrollar las actitudes, hábitos y habilidades para la participación social, la intersectorialidad, la descentralización y la selección de los comportamientos

más beneficiosos para la salud, en tal sentido se hace imprescindible desarrollar en los estudiantes *habilidades para la vida* que le faciliten ese nivel de actuación, se reconoce como las básicas las siguientes: conocimiento de sí mismo, empatía, comunicación asertiva, relaciones interpersonales, toma de decisiones, solución de problemas y conflictos, pensamiento crítico, pensamiento creativo, manejo de emociones y sentimientos y manejo de las tensiones y estrés (Carvajal Rodríguez, 2012).

Otros estudios realizados por Carranza Ancajima (2010), aborda acerca de las relaciones de amistad como referente básico en la formación de los adolescentes, ya que la escuela constituye uno de sus principales círculos de socialización, son a ellos a quienes recurren y con quienes pasan la mayor parte de su tiempo en constante comunicación. Constituyen aportes de este trabajo datos que demuestran las formas de comunicarse, refiriendo que un gran número de las y los adolescentes se comunican cara a cara (comunicación interpersonal) y confían en sus pares; mientras que en menos proporción en sus profesores u otros adultos. De ello se puede notar que no solo la relación comunicativa entre amigos es la más frecuente, sino que en ella se estrecha la confianza.

De estos estudios se extrae la necesidad de dotar a los adolescentes de estrategias adecuadas de relación social para afrontar con éxito las relaciones dentro del grupo de iguales. Estas estrategias están relacionadas con el desarrollo de las habilidades sociales, del desarrollo del pensamiento crítico y autónomo y de buscar un desarrollo socio afectivo adecuado, con técnicas de comunicación asertiva, con el fin de que el adolescente aprenda a decir que no de forma asertiva sin dejarse arrastrar e influir por el grupo. Siendo una forma de prevenir la agresividad, los hábitos nocivos y estilos de vida no adecuados.

A pesar de que en estas investigaciones se proponen soluciones para la conducción y mejora de las conductas de las y los adolescentes, cada sociedad tiene sus normas y valores sociales por lo que no siempre las respuestas que se dan son válidas en otros contextos; de ahí que constituya siendo una problemática que requiere soluciones en diversas sociedades.

En Cuba Pérez Planas (2009), realizó también estudios acerca de la importancia del desarrollo de estrategias en la comunicación asertiva para el trabajo con adolescentes, basadas en una estructuración a partir de las necesidades sentidas de las y los adolescentes con la ventaja de que estos aprendan y practiquen comportamientos asertivos en los adolescentes que hagan llegar mensajes propios capaces de trasmitir sentimientos de seguridad y de reconocimiento social, que sin duda ayudan a mantener una alta autoestima y una mejor regulación de su patrón conductual.

Por su parte, Blanco Pereira (2011), en su investigación sobre educación para la salud integral del adolescente a través de promotores pares, plantea que la adolescencia es una etapa decisiva para la intervención educativa, con el fin de proporcionar a las personas información y herramientas para ayudarlas a tomar decisiones saludables que se repliquen en su escuela y en la comunidad donde viven. Este autor afirma también la necesidad de insertar contenidos referentes a la promoción de la salud desde los procesos educativos dirigidos a estas edades en la escuela, en tanto ha corroborado que la educación sanitaria del adolescente no es satisfactoria. La promoción para la salud en adolescentes, cuando aún no se han consolidado los rasgos del comportamiento de rol y de los riesgos, favorece a una salud integral y sostenible.

El trabajo educativo con adolescentes resulta complejo, a partir de las características propias de la etapa de desarrollo, de ahí la necesidad siempre latente de aplicar con ellos diversas alternativas capaces de movilizar intereses, crear confianza, que posibiliten una transformación de su estado real de desarrollo a uno cualitativamente superior, sin perder de vista sus particularidades, potencialidades, necesidades individuales y grupales, así como sus vivencias sociales en las interacciones con los demás y hábitos de convivencia en su actuación cotidiana.

El nivel de Educación Secundaria Básica le concede especial importancia entre sus objetivos educativos al desarrollo de habilidades y hábitos comunicativos entre las y los adolescentes contrarios al uso de frases inadecuadas, violentas, gestos o expresiones que empobrecen el idioma y denotan modelos de actuación

incongruentes con las aspiraciones de la formación cultural integral que requiere la sociedad actual.

El Programa Director de Promoción y Educación para la Salud en el Sistema Nacional de Educación, presenta entre sus unidades de análisis: el eje temático comunicación y convivencia, el cual define entre sus objetivos manejar tensiones y relacionarse. Los que deben ser logrados por los egresados de la enseñanza secundaria para expresar buenas relaciones interpersonales y normas de convivencia en su actuación diaria. Por lo cual se sugiere a los docentes aplicar diversas vías para promover una comunicación y convivencia saludables, que eleven la autoestima y las buenas relaciones sociales, en función de mejorar la calidad de vida de los adolescentes de esta enseñanza.

Por un estudio empírico realizado se identificaron las siguientes regularidades:

- Las relaciones de comunicación entre las y los adolescentes con sus coetáneos se caracteriza por empleo frecuente de palabras obscenas, chabacanas, limitado vocabulario y uso excesivo de jergas populares.
- Se manifiestan con frecuencia episodios de violencia verbal entre las y los adolescentes de un mismo grupo y entre otros adolescentes del centro, generando en ocasiones violencia física.

En consideración al análisis realizado en el diagnóstico, se constata la necesidad de buscar las vías que potencien el desarrollo de habilidades comunicativas en los adolescentes, que favorezcan una comunicación asertiva en el contexto de la secundaria básica.

La contradicción esencial se manifiesta entre las aspiraciones formativas del Modelo de Educación Secundaria Básica, las necesidades sociales de transformar los niveles actuales de comunicación de los adolescentes y las manifestaciones de la práctica educativa relativas a las insuficientes habilidades comunicativas,

El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una propuesta de talleres para promover el desarrollo de habilidades comunicativas que favorezcan la comunicación asertiva en adolescentes de secundaria básica.

DESARROLLO

En el siguiente trabajo se conceptualiza lo referente a las habilidades comunicativas, profundizando en los aspectos relacionados con la comunicación asertiva, sobre la base del desarrollo de la promoción de la salud en el ámbito escolar. Para los sistemas de salud y educación representa un desafío importante, cómo contribuir a que la etapa de la adolescencia transcurra exitosamente, con satisfacción de la calidad de vida y de sus necesidades de salud, bienestar y desarrollo, teniendo en cuenta que en las últimas generaciones se manifiesta cada vez más temprano la participación activa de los adolescentes en la esfera social, cultural y económica; por tanto, se hace necesario caracterizar las relaciones de comunicación en esta etapa etaria.

La comunicación íntima entre los adolescentes constituye uno de los fenómenos más característicos de la etapa, en la que existe un gran desarrollo de la autoconciencia y una imagen estable de sí mismo. El afán de conocerse mejor se convierte en una tarea de primer orden, pero solo puede hacerlo al ver reflejada su imagen en la personalidad de los demás, comparando mentalmente a sus compañeros consigo mismo. En este proceso compara, analiza y generaliza los actos de los demás y los propios, valora su contenido ético, lo evalúa, se enriquecen las ideas sobre la personalidad del compañero y sobre sí (Domínguez García, 2012).

Para la comprensión del proceso de comunicación en la adolescencia, es necesario valorar los referentes teóricos del proceso de comunicación. El análisis de las variadas fuentes teóricas que han contribuido al surgimiento de la ciencia de la comunicación permite comprender la existencia de numerosas definiciones del término, a partir de diferentes posiciones y del énfasis en unos u otros aspectos del proceso comunicativo.

Si se toma como punto de partida la definición etimológica de comunicar, se encuentra que el término procede del latín *communicare*, que significa: establecer algo en común con alguien, compartir alguna información, ideas, etcétera. Esta definición subraya el carácter co-participativo de la acción.

Múltiples artículos exponen los diferentes criterios que en torno a la comunicación han emitido autores como Vigostsky (1981) y Rubinstein (1979), que la definen como un intercambio de pensamientos, sentimientos y emociones. Así como Lomov (1984); González Rey (1987); González Rey (1995); Díaz Soto (2006); y Torres Cueto (2013)

Todos ellos coinciden en que el contexto en que tiene lugar la comunicación es necesario considerarlo para comprender lo comunicado. Se destaca en este proceso el elemento emocional de la comunicación, evaluar la forma en que interactúan los sujetos tiene un extraordinario valor en la labor educativa.

No se debe pasar por alto el lugar que ocupan las habilidades en la estructura de la actividad. Leontiev (1989), al explicar la misma plantea que toda actividad está condicionada por el surgimiento de un motivo, se encuentra detrás de él una necesidad. Explica que la actividad está compuesta por acciones encaminadas a un fin, relacionadas y enlazadas internamente pero que deben tener su aspecto operacional, o sea los procedimientos necesarios para alcanzar el fin y que además, para realizar las operaciones se debe tener la habilidad de realizarlas pues ante el hombre surge el objetivo de reflejar gráficamente algún tipo de dependencia compleja descubierta por él. La autora asume la definición de habilidad, Tejera Concepción (2010), que define como habilidad a *"la capacidad o destreza para hacer algo con facilidad, facilita la interacción del hombre con otros hombres y con el medio que lo rodea".* Se forman en el mismo proceso de la actividad en que el sujeto convierte la información en conocimientos y manifiestan estos en forma de habilidad.

Con atención a otros criterios Pérez Viera (2013), considera las habilidades comunicativas como un sistema de acciones y operaciones que pueden sistematizarse en habilidades y hábitos para conformar toda una cultura de la comunicación.

El desarrollo de las habilidades comunicativas tiene además, como nota característica, la posibilidad de transferencia en el sentido en que una habilidad comunicativa no se desarrolla para un momento o acción determinada, sino que se convierte en una cualidad, en una forma de respuesta aplicable a múltiples

situaciones que comparten esencialmente la misma naturaleza, pues las habilidades comunicativas desarrolladas por un individuo configuran una forma peculiar de resolver tareas o problemas en determinadas áreas de actividad.

A partir del análisis bibliográfico y de las exigencias de la investigación en el estudio del tema de las habilidades comunicativas partiendo de que la misma se basa en el desarrollo de las habilidades comunicativas en los estudiantes de Secundaria Básica , y asumiendo como habilidades comunicativas a desarrollar en los adolescentes las planteadas por Zaldívar Pérez (2013). En las habilidades clasificadas por este autor se describen: habilidades comunicativas: de recepción, emisión, el manejo de la comunicación no verbal y habilidades asertivas o de autoafirmación

Existen tres estilos básicos de comunicación, diferenciados por la actitud que revelan hacia el interlocutor, es decir hacia la persona con la cual nos comunicamos: pasivo, agresivo y asertivo. La autora de la investigación pretende con la realización de la misma profundizar en la formación de habilidades comunicativas en los adolescentes para el desarrollo de la comunicación asertiva como una habilidad para la vida. Partiendo de que una comunicación positiva o asertiva es aquella mediante la cual cada persona expresa lo que piensa, siente y desea de modo claro y directo, sin afectar o dañar a los demás (Bermúdez Morris, 2001).

La comunicación asertiva se fundamenta en la autoconfianza, el autoconocimiento, la autoaceptación y la autoestima. La meta principal de la comunicación asertiva es mejorar la autoimagen y aumentar la efectividad en situaciones sociales y profesionales. Permite ser tratado con respeto, expresar deseos, opiniones y sentimientos sin sentir culpa, ser escuchado y tomado en cuenta por otra persona, comprender que los otros también tienen el derecho a actuar con asertividad (González Calleja, 2012).

En las definiciones y caracterizaciones dado por diferentes autores, destacan en general los factores que se vinculan con la asertividad son: defensa de derechos personales, expresión de opiniones contrarias, dar y recibir cumplidos, pedir favores y ayuda, ofrecer favores y ayuda. Iniciar, mantener y terminar

conversaciones, resistir presiones, convenir otras. En el caso particular de la labor de promoción cobra gran importancia el estudio del proceso de comunicación pues es importante la intervención de mecanismos persuasivos, que reclama de una comunicación eficiente, orientada a la movilización de los recursos personológicos del sujeto de la actividad de promoción.

La promoción de la salud en el ámbito escolar es una prioridad y oportunidad importante porque parte de una visión integral, multidisciplinaria del ser humano, considerando a las personas en su contexto familiar, comunitario y social. La acción promocional desarrolla conocimientos, habilidades y destrezas para el autocuidado de la salud y la prevención de conductas de riesgo en todas las oportunidades educativas. Desde sus diferentes aristas fomenta un análisis crítico y reflexivo sobre los valores, conductas, condiciones sociales y estilos de vida y enfatiza en el desarrollo y fortalecimiento de aquellos que favorecen la salud y el crecimiento humano. Es participativa en tanto logra involucrar a todos los integrantes de la comunidad educativa en la toma de decisiones, contribuye a suscitar respeto e igualitarismos entre los géneros, y sobre todo influye en la educación para la ciudadanía.

La Educación Secundaria Básica que ocupa el interés de este estudio, le concede especial importancia entre sus objetivos al desarrollo de la lengua materna como un elemento importante de la nacionalidad e identidad cultural y sobre todo de identidad personal, con el fin de desarrollar habilidades y hábitos comunicativos entre las y los adolescentes carentes de frases chabacanas, violentas, gestos o expresiones que empobrecen el idioma y denotan modelos de actuación incongruentes con las aspiraciones de la formación cultural integral que requiere la sociedad actual.

La promoción de la salud no existe sin las relaciones sociales activas de todos los miembros de la comunidad educativa con el objetivo de desarrollar salud, mejorar la calidad de vida y consolidar comportamientos más sanos. El proceso pedagógico es el momento integrador de todas las influencias educativas y abarca las diferentes esferas del desarrollo del educando: cognitivo, afectivo, volitivo, físico. No caben dudas que la salud, forma parte de este desarrollo. El proceso

educativo está integrado por diversos tipos de actividades que coinciden en ser instructivas, desarrolladoras y formativas, tal como se precisa para las actividades de promoción de la salud.

La investigación se realizó en la Secundaria Básica Luis Echeverría Hernández, del municipio Lajas, provincia Cienfuegos. El 80 % de sus estudiantes son de procedencia rural, solo el 20 % es de procedencia urbana. Se utilizó un muestreo intencional, no-probabilístico, discrecional o dirigido, pues la elección de sujetos u objetos de estudio dependieron del criterio del investigador. Dentro de las estrategias del muestreo intencional se utilizó la de casos por criterios. El universo es 188 y la muestra estuvo constituido por 59 estudiantes de octavo grado, esta selección responde al interés de solucionar el problema de la investigación declarado. Se asume fundamentalmente el paradigma cualitativo, pues permitirá un mayor acercamiento al contexto a investigar. Cómo promover el desarrollo de habilidades comunicativas que favorezcan la comunicación asertiva en adolescentes de la secundaria básica.

Regularidades encontradas en el diagnóstico que sustentan la propuesta de los talleres.

Lo planteado hasta aquí permite identificar una serie de aspectos que se han repetido al observar los resultados de cada uno de los instrumentos aplicados, y que constituyen regularidades que localizan las dificultades en el desarrollo del proceso de comunicación de los adolescentes estudiados e identifican sus limitaciones en el desarrollo de habilidades comunicativas, para la comunicación asertiva.

- Los adolescentes no han desarrollado habilidades comunicativas de recepción, de emisión, manejo de la comunicación no verbal, ni habilidades asertivas o de autoafirmación.
- No poseen las habilidades comunicativas que favorezcan una comunicación asertiva.
- Los adolescentes estudiados no presentan un estilo de comunicación asertivo, predomina el estilo de comunicación agresivo.

Los resultados del diagnóstico determinaron en gran medida la necesidad de utilizar los talleres **como forma organizativa en la promoción de la salud.** Un taller como forma organizativa del proceso docente debe orientarse a consolidar los vínculos entre la teoría y la práctica mediante la reflexión que desarrollarán los sujetos del proceso en correspondencia con los objetivos concretos que se tracen y con los resultados del trabajo que se haya realizado tanto individual como grupal (García, 2005).

Hernández Gutiérrez (2006), refiere que en el taller, se aprende mientras se hace, es imprescindible el espíritu colectivo en el trabajo y que estén bien delineadas las funciones de cada uno de los sujetos: el profesor como guía y coordinador del proceso y los estudiantes como agentes de discusión y transformación en torno a la temática objeto de estudio. Posición asumida por la autora de la investigación.

La metodología de los talleres está íntimamente ligada con la creatividad, la experiencia directa de los sentidos, con la posibilidad de abordar la realidad desde diferentes ángulos, con la magia, la fantasía y la imaginación. Es necesario precisar el horario para realizar las sesiones de preparación al tener en cuenta los objetivos que persiguen y la lógica de los contenidos. Los temas que se vayan a abordar pueden ser retomados y combinados con otros para que sean asimilados con mayor facilidad .La duración de cada temática depende del objetivo de las técnicas seleccionadas, de las características del grupo y del contenido que se aborde.

Para realizar la valoración de la propuesta de los talleres encaminados a promover el desarrollo de las habilidades comunicativas para la comunicación asertiva en adolescentes de la secundaria básica, se aplicó el método de consulta a especialistas.

Para ello se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

-Requisitos para la selección.

-Caracterización de los especialistas seleccionados

Valoración de los resultados.

Los especialistas al hacer el análisis plantearon varios aspectos:

- Consideran que se pudiera argumentar más lo relacionado con su fundamentación inicial. Este señalamiento fue considerado positivo por la autora para adicionar los elementos necesarios que contribuyeran a una mejor fundamentación.
- Las orientaciones se encuentran organizadas adecuadamente, desde el punto de vista metodológico explican los procedimientos a utilizar en cada momento del taller, contienen los contenidos que dan cumplimiento a objetivos y logros de cada momento, ofreciendo ejemplos para su adecuada comprensión.
- Los encuestados consideran que se brinda tratamiento a todos los contenidos del desarrollo de habilidades comunicativas que favorezcan la comunicación asertiva, que se utiliza un vocabulario asequible para que el coordinador o coordinadora comprenda con facilidad las actividades que deben ser realizadas y que existe una adecuada relación entre ellas.
- Los especialistas coinciden que la selección de las temáticas, responde totalmente al problema planteado en la investigación, se realizaron teniendo en cuenta el sistema de conocimientos que debe asegurar el desarrollo de habilidades comunicativas en los adolescentes, que favorezcan la comunicación asertiva, y las características de la adolescencia, como etapa de desarrollo.
- Están de acuerdo en que en el diseño metodológico de los talleres existe correspondencia con el desarrollo de la promoción de la salud en el ámbito escolar y no pierden de vista el valor de la formación en los adolescentes de habilidades para la vida destacando la comunicación asertiva.
- Los especialistas plantean que existe una adecuada graduación de las actividades, de acuerdo con los objetivos propuestos, existe correspondencia del objetivo general de los talleres con los objetivos trazados para cada taller y las características del adolescente, las mismas se pueden realizar con los medios al alcance del coordinador o coordinadora.

- Concuerdan en que los talleres constituyen una herramienta para el desarrollo de habilidades comunicativas, que favorezcan la comunicación asertiva en los estudiantes de secundaria básica, que puede ser utilizada por los docentes.
- En cuanto a la calidad de los talleres se considera su rigor didáctico, metodológico, señalando que las horas propuestas debían tener un ajuste al tiempo de un turno de clase 45 minutos ya que se realiza durante las actividades complementarias. La presentación finalmente se ajustó a 10 encuentros desglosados en 45 minutos, con una periodicidad semanal.
- Infieren que la utilización de los talleres propicia la reflexión, construcción y reconstrucción de los conocimientos relacionados con la comunicación asertiva en los adolescentes.

CONCLUSIONES

Para lograr mayor influencia en la formación y desarrollo de las y los adolescentes en el trabajo por la promoción de la salud en el ámbito escolar es preciso desarrollar habilidades para la vida encontrándose entre ellas la de poseer comunicación asertiva, que, es una habilidad personal para facilitar el desarrollo de las relaciones interpersonales positivas, con una actitud constructiva y solidaria hacia otras personas, aceptando las diferencias entre unos y otros. En tanto es una habilidad, se hace susceptible tanto de aprendizaje como de mejora, lo cual se pude realizar a través de intervenciones educativas, que incluyen los talleres como forma organizativa en la promoción de la salud y responden al problema y objetivo de la investigación, poseen pertinencia y factibilidad en su concepción, por lo que deben contribuir al desarrollo de las habilidades comunicativas en los adolescentes, que favorezcan la comunicación asertiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro Cano, M. D. (2006). *Técnicas educativas para la promoción de salud.* La Habana: ENSAP.

Bermúdez González, M. (2011). *Herramientas de la Comunicación Social en Salud Sexual y Reproductiva Para el trabajo con Adolescentes.* La Habana: Centro Nacional de Promoción y Educación Para la Salud.

Blanco Pereira, M. (2011). *Educación para la salud integral del adolescente a través de promotores pares*. Recuperado de http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202011/vol3%202011/tema12.htm.

Carranza Ancajima, M. (2010). Comunicación e Identidad Cultural en adolescentes del caserío Conache-distrito Laredo. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Educación y Ciencias de la Comunicación escuela académico profesional de Ciencias de la Comunicación. *Tesis de Licenciatura*. Perú.

Carvajal Rodríguez, C. (2012). *Pedagogía de la promoción de salud en el ámbito escolar.¿ una rama de la pedagogía?* La Habana: UNESCO.

Dominguez García, L. (2012). *La adolescencia y la juventud como etapas del desarrollo de la personalidad. Distintas concepciones en torno a la determinación de sus límites y regularidades*. Recuperado de http://www.robertexto.com/archivo/adolesc-juventud.htm

González Rey, F. (1995). *Comunicación, personalidad y desarrollo.* La Habana: Pueblo y Educación.

Hernández Gutirrez, D. (2006). *La nueva universidad cubana y su contribución a la universalización del conocimiento.* La Habana: Félix Varela.

Leontiev, A. N. (1989). *Actividad, conciencia y personalidad.* La Habana: Pueblo y Educación.

OMS. (1986). *Carta de Ottawa para la Promoción de la Salud.* Washington D.C: OPS/OPM.

Tejera Concepción, J. (2010). Estrategia didáctica para la formación de habilidades comunicativas en los estudiantes de tercer año del ciclo clínico de la carrera de medicina" . *Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógica* . Cienfuegos , Cienfuegos, Cuba: UCF Carlos Rafael Rodríguez.

APUNTES PARA LA HISTORIA DE LOS JUDÍOS EN AMÉRICA: EL CASO CUBANO

Vladimir Gutiérrez Gómez[1]
E-mail: gutierrez@nauta.cu
[1] Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

El presente trabajo constituye una sistematización acerca de la historia de la comunidad judía de América. Trata esencialmente la llegada al continente de los judíos y específicamente el caso cubano con las cuatro oleadas principales, sus características y lugares de asentamiento. Para este trabajo se consultaron varios autores reconocidos que constituyen autoridades en cuanto a la investigación de la comunidad judía en el continente americano y en particular en el caso cubano. El presente trabajo logra de forma muy sintética una aproximación al largo y complejo proceso de asentamiento de los judíos en el continente americano e invita a la profundización de las investigaciones en esta dirección.

Palabras clave:
Comunidad judía, oleada migratoria, inmigración judía.

INTRODUCCIÓN

La llegada de los judíos al continente americano, data del propio arribo de Colón. Los datos que se recogen sobre este acontecimiento están dispersos pero los historiadores que tratan el tema coinciden en que con Colón llegaron judíos *"conversos u ocultando su verdadero origen, se lanzaron al nuevo mundo por la conquista de tierras vírgenes y su liberación de la hoguera inquisitorial".* (Parés Ramírez, 2009, p. 11). Entre los judíos que acompañaron a Colón estuvo, Luis de Torres (Colón, 1961, p. 79-80), quien fungió como uno de sus traductores porque conocía varios idiomas.

La razón fundamental del arribo oculta de los judíos a América es la puesta en vigor del Edicto de Expulsión firmado por los Reyes Católicos en 1492. En éste y con el

apoyo del Inquisidor de la Iglesia Católica, se promulgaba la salida de los judíos del territorio español si no asumían la fe cristiana, en un plazo de tres meses.

Dicha expulsión también se aplicaba en las regiones fuera de la península y de la misma manera, los nuevos territorios que se conquistaban formaban parte de la restricción. *"La posterior expulsión, en 1496, de aquellos que se habían refugiado en Portugal y de la propia judería lusitana, determinará un nuevo éxodo masivo hacia el norte y el sur de Europa, Turquía, los Balcanes y América".* (Corrales Capestany, 2005, p. 172)

La fustigación a los judíos continuó y *"en 1501, el Rey Católico prohíbe a todos los penitenciados por la Inquisición pasar a las Indias, pero en 1508 vende composiciones (indultos) rehabilitándose su derecho y permitiéndole el acceso"* (Corrales Capestany, 2005, p. 172). Así, durante estos años la Inquisición, los reyes españoles fueron los encargados de regular legalmente los procesos migratorios hacia el continente americano.

Pese a las persecuciones que sufrieron los judíos *"a finales del siglo XVIII había en Cuba alrededor de unos 500 judíos de origen español"* (Parés Ramírez, 2009, p.12). La inmigración se mantuvo en un flujo constante. Como característica general de ésta, destaca que, la mayoría de los inmigrantes eran hombres. Los recursos con que contaban eran escasos, con ellos se fueron organizando de forma paulatina. Según la Parés Ramírez (2009), los matrimonios que llegaban constituían minoría, entre ellos practicaban la endogamia, por los que fue necesaria la apertura de la comunidad a otros grupos y a los criollos en general.

La inmigración judía a Cuba tuvo peculiaridades que la diferencian del resto de las inmigraciones. A diferencia de la china, peninsular y antillana, la judía no acude a la Isla con el fin de emplearse como fuerza de trabajo esclava. Ellos no fueron traídos como esclavos, ni como fuerza de trabajo con previa contratación. Sus fines migratorios fueron diversos, pero esencialmente buscaban alternativas a la vida de persecución a que eran sometidos en las distintas regiones del mundo.

Para tales fines migratorios, existió una red de organizaciones que facilitó la inserción en los espacios citadinos, especialmente en las oleadas donde venían

polacos y refugiados. Característico de la inmigración tras, la persecución de judíos durante la Segunda Guerra Mundial.

El grueso de los hebreos se concentró en las ciudades, dado por su dominio de los oficios tradicionales, sobre todo el comercio y la organización de la comunidad en torno a centros espirituales como la Sinagoga, y a otros de carácter social y de ayuda humanitaria.

Corrales Capestany (2005), refiere que este grupo no sufre los rechazos, ni raciales, ni discriminaciones a que estuvieron sometidos inmigrantes. Las razones están en sus características fisionómicas no difieren sustancialmente de la del resto de los isleños, consecuencia de la larga historia migratoria que permitió la mezcla.

Por otra parte, en la inmigración judía a Cuba, los textos consultados reconocen cuatro etapas fundamentales. Son enunciadas por Corrales Capestany (2005), quien sostiene que tales oleadas son el resultado de los adversos contextos internacionales en los cuales se vieron involucrados los hebreos.

DESARROLLO

La primera oleada migratoria hacia la Isla, conocida como la de los americanos, se caracteriza por la apertura a la inversión en Cuba pues este grupo penetra en la economía cubana. Ellos arriban a raíz de la intervención norteamericana, en 1898. "Eran en su mayoría rumanos y alemanes de origen asquenazí, estadounidenses por naturalización, que habían emigrado a ese país después de 1830 y que vienen a la Isla como parte del ejército norteamericano" (Corrales Capestany, 2005, p. 181). Este grupo perseguía entre sus objetivos el afianzamiento económico y eran un reducido núcleo de 200 familias.

Entre las actividades económicas que desarrollaron los judíos americanos, estuvo el comercio, la producción de tabaco, azúcar (Corrales Capestany, 2005, p. 181) y el montaje y desarrollo de negocios como tiendas y departamentos. Como muestra del poder económico que están logrando *"en 1906 se creó la primera Sinagoga reformista llamada United Hebrew Congregation y se fundó el primer cementerio judío de Guanabacoa"* (Parés Ramírez, 2009, p. 14).

Se integraron a los grupos más selectos de La Habana como los clubes Rotarios y los Leones mientras conviven en plena integración socioeconómica con los sectores adinerados cubanos, asentándose en los barrios más aristocráticos de La Habana como El Vedado, Miramar, Country Club y estableciendo grandes casas de importación-exportación (Parés Ramírez, 2005, p. 182).

La segunda oleada ocurre entre 1908 y 1917, llamada de los turcos, llega en un momento de expansión económica de la Isla y hay un aumento del flujo migratorio especial en este período durante la Primera Guerra Mundial. Eran en su mayoría sefarditas (Parés Ramírez, 2009). Su asentamiento fue más hacia el interior del país. Buscaban desarrollar el comercio a menor escala por eso se instalan en lugares por donde circula el tren, en zonas aledañas a la carretera central. La asimilación y mezcla con las capas populares fue rápida, dado por el oficio que ejercían y las semejanzas físicas (Corrales Capestany, 2005). Su llegada estuvo influida especialmente por *"la Revolución de los Jóvenes Turcos (1908), la Guerra de los Balcanes (1912-1913) y la Primera Guerra Mundial (1914-1918), unido a calamidades naturales y al subsecuente deterioro de sus condiciones económicas".* (Corrales Capestany, 2005)

Por otra parte, la declaración de guerra de los EE.UU. a los alemanes hacía pensar que Cuba era un sitio seguro. Este período además es recogido por la historiografía como las "Vacas Gordas", las exportaciones crecieron y se desplegó un boom azucarero que se propagó a toda la sociedad. La Isla era por tales razones, centro atractivo para la inmigración y no solo judía, también española y de otras regiones.

En estas condiciones fundan en La Habana, la sinagoga Shevet Ajim (1914) y el Talmud Torá (1924) entre otras instituciones. En los años 30 y 40 del siglo XX comienzan a publicar su propia prensa, con noticias nacionales e internacionales. Para 1958 ya tienen constituido su Centro Hebreo Sefardí en el Vedado (Parés Ramírez, 2009, p.14). Paulatinamente se van estableciendo niveles de relación, fuera de la propia comunidad, como entes activos de la sociedad.

La tercera oleada, proveniente de los países de Europa Oriental, llega para utilizar a Cuba como trampolín hacia los EE.UU. Estos *"llegaron posteriormente*

a los hechos ocurridos con los pogroms europeos. Asquenazís" (Parés Ramírez, 2009, p. 25) de diferentes países de Europa Oriental, que fue el grupo más numeroso y el más importante, llegan a Cuba después de detenerse el boom azucarero, período conocido como las "Vacas Flacas". Existía en la Isla una acentuada dependencia del capital foráneo y el grupo de inmigrantes judíos fue una de las fuentes de participación en la inversión. Existieron dos causas fundamentales que alentaron esta inmigración: la primera, promovida por países como Polonia, Rumanía y Rusia que alentaban la emigración de sus minorías a través de persecuciones. La otra, dada por las "*restricciones de las leyes migratorias norteamericanas de 1921 y 1924, que obstaculizaban su entrada a ese país"* (Parés Ramírez, 2009, p. 16). La estancia en la Isla en espera del ingreso o no a territorio norteamericano, constituía un motivo para quedarse definitivamente.

La cuarta oleada, denominada la de "los refugiados", tuvo lugar entre los años 1933 y 1948. La causa fundamental de este proceso fue la Segunda Guerra Mundial y la persecución a la que fueron sometidos los judíos de Europa. La emigración se produjo en masa hacía múltiples países, Cuba entre ellos, por su cercanía a los Estados Unidos.

En 1945 la Organización Sionista se mudó a su nuevo edificio, el Bet'am, en consonancia con el ascenso del Yichuv hasta cerca de 25.000 personas pero tras la guerra una gran parte pasó a Estados Unidos o volvió a Europa. "*Desde los últimos años de la década del cuarenta las actividades económicas —principalmente a partir de una acumulación originalmente comercial— llevaron a la congregación judía a lograr posiciones económicas de importancia"* (Porro, 1996, p. 182). Esta petición de países como Estados Unidos, Gran Bretaña y Francia hicieron que la Organización de Naciones Unidas (ONU) reconociera que, tras los abusos a los que habían sido sometidos los judíos durante las Guerras Mundiales debían constituir su tan anhelado Estado Nacional Judío.

Con el fin de la Segunda Guerra Mundial y dentro de esta oleada migratoria, otro grupo de judíos llega a la Isla. La causa: intolerancia existente en sectores localizados en Europa, por la incomprensión de sus tradiciones, de su vida social y de su religión. Cuba siguió siendo uno de los países en América que continuó

asimilando judíos. Y propició para los diferentes sectores israelitas, independientemente de su estatus social o de la condición por la que inmigraran, una alternativa a su vida en diáspora. Con la República Neocolonial, la instauración de una constitución laica y el crecimiento de las inversiones extranjeras, Cuba continuaba resultando atrayente para los judíos, lo que ya había sido experimentada por otros inmigrantes.

Las principales ciudades receptoras de judíos fueron inicialmente La Habana y posteriormente Santiago de Cuba, *"ciudades en las cuales los inmigrantes formaron una infraestructura social en el ámbito del barrio"* (Parés Ramírez, 2009, p. 13). Luego continuaron trasladándose al resto de la Isla por vía marítima, en ciudades portuarias o por vía terrestre utilizando la Carretera Central.

CONCLUSIONES

La llegada de los judíos al continente americano estuvo condicionada por circunstancias objetivas que propiciaron este proceso. En el caso específico de Cuba el proceso se desarrolló atendiendo a la contextualización internacional de la cual la comunidad judía de estos países se vio implicada. Fue el continente americano y Cuba una de las alternativas a la vida que adoptó la comunidad judía, varias veces en peligro. La historia del pueblo hebreo ha estado signado siempre por la persecución, en el caso de América la situación estuvo matizada por su valoración como fuente de trabajo y la solidaridad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Colón, C. (1961). Diario de navegación. La Habana: Comisión Cubana de la UNESCO.

Corrales Capestany, M. (2007). La isla elegida: Los judíos en Cuba. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.

Corrales Capestany, M. (2007). Cuba: Paraíso recobrado para los judíos. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.

Parés Ramírez, K. (2009). Los hebreos en La Habana Vieja. La Habana: Editorial Universitaria.

Sánchez Porro, R. (1996). Tradición y modernidad: Los judíos en La Habana. Madrid: Cuadernos Servicio de Publicaciones, (18): pp. 175- 189.

MARCIAL LÓPEZ DÍAZ: DE SANTA CLARA A LA REVOLUCIÓN

Alcides Portal Alfonso[1]

[1] Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo general valorar la vida revolucionaria de Marcial Amaro López Díaz durante el período de 1958-2013. Se aborda su vida dentro de la Revolución, las tareas que cumplió en los diferentes sectores a los que perteneció y su compromiso con el proceso revolucionario. Se aborda su participación en la lucha contra bandidos, en la construcción de escuelas y viviendas campesinas, en diferentes tareas dentro de las FAR y el MININT, en la zafra y otros sectores de la economía, así como en la construcción de la refinería de petróleo *Camilo Cienfuegos*, en la fundación de la Asociación de Combatientes de la Revolución Cubana y su vinculación a otras organizaciones de masas. Todo su accionar nos permite valorarlo como un infatigable revolucionario, trabajador y dirigente comprometido con el proceso y con sus principales líderes.

Palabras clave:

Guerrilla, revolución, lucha.

INTRODUCCIÓN

Con el triunfo de la Revolución, el 1^{ero} de enero de 1959, se llevaría a cabo un proyecto social encaminado a hacer de Cuba la patria que soñara José Martí para los cubanos. Este proyecto, irradiado en todas las direcciones, necesitaba de hombres y mujeres dispuestos a trabajar. Entre estos hombres que tuvieron disposición para construir una Cuba nueva está Marcial Amaro López Díaz, quien desde de su modesta contribución ha puesto sus mayores esfuerzos a toda esta gran obra.

Con el inminente triunfo revolucionario sobre la dictadura batistiana, Fidel Castro tomó ciertas medidas para impedir que se produjera un golpe de estado en La

Habana y que se viera trunca la victoria, con este fin expresó en mensaje al pueblo el primero de enero de 1959:

> *"¡Escamotearle al pueblo la victoria, no, porque solo serviría para prolongar la guerra hasta que el pueblo obtenga la victoria total! Después de siete años de lucha la victoria democrática del pueblo tiene que ser absoluta para que nunca más se vuelva a producir en nuestra Patria un 10 de marzo. Nadie se deje confundir ni engañar. Estar alerta es la palabra de orden*". (López Civeira, Loyola Vega & Silva León, 2005, p. 223).

El mismo día primero de enero Fidel da la orden a Camilo y al Che de tomar las fortalezas de Columbia y La Cabaña, respectivamente. Estas fortalezas militares eran las más grandes de La Habana; en Columbia se encontraba el Estado Mayor del Ejército y era un punto estratégico tomarla para evitar cualquier acción, al igual que el cuartel de La Cabaña. El día 2 de enero avanzan ambos comandantes rebeldes en dirección a La Habana para cumplir la orden de Fidel.

DESARROLLO

Desde Santa Clara parte Marcial con la columna del Che para La Cabaña, y aunque se tardaron varias horas en llegar, el cuartel fue tomado a las 4 de la mañana sin resistencia alguna y sin tener que disparar un tiro. El Ejército Rebelde había tomado casi todas las ciudades, la desmoralización del adversario era notoria y el país paralizado por la Huelga General.

El pelotón de Marcial fue designado para atender la prisión del cuartel, donde habían hecho prisionero a connotados asesinos de la dictadura. Los soldados de la tiranía que se encontraban en aquel lugar sirvieron como trabajadores en el comedor, brindándoles servicios a los rebeldes.

El asesino más popular que allí conoció fue Sosa Blanco, que por ser el más famoso era el que más visitas recibía de la gente, unos porque lo querían conocer y otros porque se encontraban ofendidos con sus barbaries y asesinatos; cuenta Marcial que en una ocasión un rebelde le pregunta a Sosa Blanco cuántas personas había asesinado y este le responde: *"me acusan de haber matado 108"* (Comunicación personal, 2013). A pesar de eso, asegura que Sosa Blanco tuvo un

buen comportamiento mientras estuvo preso, y que al final terminó admirando la Revolución, *"él le daba consejos a los rebeldes, que cuidaran la Revolución, que la Revolución nadie podría derrotarla"* (Comunicación personal, 2013)

En ocasión de Sosa Blanco ya estar sentenciado a muerte, en el calabozo donde lo tenían estaba preso Morejón, el célebre asesino de Bayamo, que intentó ahorcarse con una sábana colgándose de un barrote, y Sosa le cayó a golpes alegando que este le iba a complicar la vida más de lo que ya la tenía; cuando el Che oyó la noticia ordenó que fusilaran a Morejón.

Por muchas razones, Marcial terminó admirando el valor de Sosa Blanco y decidió no participar en su fusilamiento porque no le gusta *"hacer carbón del árbol caído"*. (Comunicación personal, 2013)

Después que Marcial termina su misión en La Cabaña va para Tarará, para una escuela de superación, tanto en el campo educacional como en el militar. En esa escuela logra alcanzar el cuarto grado escolar y comienza sus primeros pasos para elevar su nivel cultural, ya dentro de la Revolución Cubana, que después continuaría hasta llegar al nivel superior y al grado de Capitán.

Las primeras medidas económicas y sociales que toma la Revolución en 1959 tienen un efecto distributivo de alto beneficio popular (López Civeira, Loyola Vega & Silva León, 2005, p.224). Uno de los problemas fundamentales de la Cuba neocolonial era la vivienda, descrito por Fidel Castro en su juicio de 1953, que para erradicar este problema y como parte de las nuevas medidas sociales tomadas por la Revolución se creó, en 1959, el Instituto Nacional de Ahorro y Viviendas.

A mediados del 59, Marcial trabajó en la construcción de diferentes pueblos y repartos, tales como el pueblo de Horquita, en el municipio de Rodas, en Cienfuegos, El Modelo; la cooperativa Manuel Brito Morales, en Cabaiguán, Sancti Spíritus y el pueblo de Jobo Rosado, en el municipio de Yaguajay, también Sancti Spíritus. En estos trabajos constructivos Marcial participó como obrero, en las tareas de hacer mezcla, cargar cemento y polvo de piedra, entre otras labores.

En el sector educacional, la joven Revolución trazó un plan para la construcción de plazas públicas y escuelas, para darle así cumplimiento a otro de los aspectos que

contenía el programa del Moncada. En este sector trabajó también Marcial, quien participó en la construcción de una secundaria básica en el pueblo de Iguará, perteneciente al municipio de Yaguajay en la provincia de Sancti Spíritus, aquí realizó también las mismas labores constructivas que venía realizando en las viviendas.

A su vez, durante la Reforma Agraria, una de las leyes revolucionarias de mayor impacto dentro de la sociedad cubana, principalmente para la población la campesina, y que tuvo un gran alcance social dentro de este sector (Núñez Jiménez, 1960). Marcial atendió el pueblo de Rancho Veloz, y parte de Quemado de Güines, ambos en la parte norte de Las Villas.

Para finales de 1959 o principios de 1960, Marcial es ubicado en las fuerzas tácticas de Santa Clara, que habían sido formadas por el Che Guevara, como miembro del batallón de artillería de los cañones de 105 mm, tiempo después se traslada para la región de Trinidad, a cumplir las mismas tareas dentro de las fuerzas tácticas de ese lugar, hasta que retorna nuevamente a Santa Clara. Una de las misiones que realizaba dentro de las fuerzas tácticas era el recorrido por las zonas rurales para evitar cualquier actividad contrarrevolucionaria.

Para el año 1961, Marcial es trasladado para el escuadrón 33 de Cienfuegos, donde trabaja como político. Su función era hablar con los agricultores por los despidos de que eran objeto los campesinos, así como tratar de zanjar las incomprensiones que se desarrollaban entre los vecinos por los límites de las tierras concedidas por la Reforma Agraria, al respecto afirmó: *"el jefe de allí me empleaba como político, con los problemas que tenían los campesinos con las tierras"* (Comunicación personal, 2013). Durante su trabajo en este escuadrón es que conoce a su futura esposa, Dinora Pérez Martínez.

En el año 1961 ya comenzaban los alzamientos de bandas contrarrevolucionarias en el Escambray, en las zonas de Crucecita, El Mamey y Charco Azul. Aquí se alza Luís Vargas con un conjunto de hombres. El escuadrón 33 es asignado a esta región para combatir y desarticular esta banda, y Marcial se movilizó en estas funciones. Luís Vargas, no obstante la efectividad de las acciones de los combatientes revolucionarios, no pudo ser capturado.

Después de estas misiones se desintegra el escuadrón y Marcial pasa para el Caney de Las Mercedes, en Manzanillo, actual provincia de Granma, a cumplir otras tareas.

Ahora la misión era participar en la construcción de la ciudad escolar Camilo Cienfuegos, tarea para la que se moviliza un gran número de hombres y mujeres de diferentes lugares del país; allí, como él mismo cuenta: "*fui jefe de la patrulla militar y pintor de brocha gorda".* (Comunicación personal, 2013)

Por esta época empiezan los alzamientos de bandas contrarrevolucionarias en Oriente, y es enviado en un batallón para perseguir, combatir y aniquilar la banda del capitán Octavio Lugo, antiguo combatiente de la lucha guerrillera que había estado a las órdenes del Comandante Juan Almeida, que se había alzado en Contramaestre.

Marcial es nombrado segundo jefe del batallón, a las órdenes de Mario Toranzo, invasor de la columna de Camilo Cienfuegos, más tarde pasa a jefe de sector de Los Baños, Brazo Escondido y La Meseta, en esa misma región. Marcial permanece en esta misión hasta la captura del capitán Octavio, cuando es reasignado nuevamente a sus tareas en la construcción de la Ciudad Escolar.

En el año 1962 lo vuelven a enviar para el Escambray, para reinsertarse en la lucha contra bandidos en esta zona. Allí empezó como jefe de pelotón, pero al poco tiempo es nombrado jefe de la Compañía 2 de Infantería de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR). Para este entonces ya había sido ascendido a Sargento de Primera.

En las operaciones que realizó durante esta etapa participó en la captura y aniquilamiento de diferentes bandas y contrarrevolucionarios. Cuando ya estaba casi cumplida esta misión, su compañía es reubicada a servir en las tropas de guardafronteras.

Marcial es ubicado entonces en Cayo Fragoso, Caibarién, con el objetivo de darle protección a los pozos de petróleo que los soviéticos estaban explotando en aquel lugar. Había sido nombrado jefe del Estado Mayor de Guardafronteras en la región de Caibarién.

El ingeniero principal del Instituto Cubano de Recursos Minerales (ICRMT) era un Coronel del Ejército Soviético que durante la Crisis de Octubre ayudó a Marcial a construir las posesiones militares.

A causa de la mencionada crisis, el Che Guevara y William Gálvez fueron de visita a los pozos de petróleo y vieron el acondicionamiento militar que Marcial y su gente habían hecho *"y parece que le gustó el trabajo porque se fue satisfecho"* (Comunicación personal, 2013), dijo Marcial al respecto de la impresión que el Che Guevara se llevó de allí. Esta fue la última vez que conversó con el guerrillero argentino. En este lugar también Marcial fomentó una escuela para la superación de la tropa.

En 1963 lo trasladan para el Ministerio del Interior (MININT) en La Habana, como guardafronteras también. Aquí pasó un curso sobre las actividades de los guardafronteras, en cuestiones de administración de capitanía de puertos, superación que logra por una petición personal que le hiciera al Comandante Ramiro Valdés.

Para el año 1964, después del curso, lo asignaron jefe de la Regional 3 de guardafronteras en Manzanillo y posteriormente va para Santiago de Cuba a trabajar en la capitanía de puerto. Pide su traslado para el ejército y lo ubican en la división que está en el Caney de Las Mercedes como jefe de compañía. Pasa una escuela de fiscales militares y se gradúa como tal, donde va a trabajar en Santiago de Cuba como fiscal.

Uno de los elementos más llamativos dentro de la vida de Marcial es su disposición para la lucha. Por esta fecha, Marcial organizó un grupo de guerrilleros para irse a luchar en Nicaragua contra la dictadura de Somoza. Estas ideas de irse a pelear a otros lugares habían sido inculcadas en él por el Che, al respecto recuerda: *"el Che era quien nos hablaba de eso cuando estábamos en la Sierra Maestra (…) eso de irnos a luchar a otros pueblos (…) él fue quien me hizo nacer esa idea"*. (Comunicación personal, 2013)

También organizó otro grupo para irse para Santo Domingo, pero en ambas ocasiones cayó preso. Supone Marcial que fue el Che quien ordenó detenerlo, y alega que una de las personas que estaba en el grupo era de la Seguridad del

Estado e informó todo sobre aquellos planes. En el informe se acusaba a Marcial de poseer en un almacén 50 fusiles Garand, otro tanto de Springfield, parque de guerra suficiente y abundante logística. Pero el informante fue desmentido, pues jamás se pudo probar tal arsenal. En relación con lo anterior sostiene: *"nosotros no teníamos esas armas de las que se hablaba,* - recuerda Marcial - *en las reuniones mencionábamos lo que teníamos en existencia en los cuarteles, pero que no era nuestro, por eso el día que me interrogaron le dije: bueno chico, ponme un papel ahí y un lápiz para dibujarte esas armas que tú hablas"* (Comunicación personal, 2013). Al parecer, esta circunstancia y la supuesta intervención del Comandante en Jefe Fidel Castro, no probada aún, fue lo que posteriormente llevó a Marcial a quedar en libertad. El informante de la Seguridad del Estado se suicidó posteriormente.

Cuando Marcial se gradúa de fiscal militar en Santiago de Cuba ejerce esa profesión por muy poco tiempo ya que pasa a estudiar en la escuela de técnico de transporte de esa provincia. Cuando termina la escuela es ubicado en el batallón de transporte del Ejército Oriental, pero el distanciamiento con su familia, que ya vivía en Cienfuegos, lo lleva a pedir el traslado para la región central.

La orden, firmada por el general Oscar Fernández Mell, Jefe del Estado Mayor, era que lo ubicaran en la unidad militar más cerca que hubiera de su casa. Cuando lo trasladan para la región central ocupó el cargo de jefe técnico. Ese mismo año de 1970, cuando la Zafra de los Diez Millones, recibe la misión de ir para el Ejército Juvenil del Trabajo (EJT). En el EJT ocupó el cargo de segundo jefe técnico de transporte. El EJT era un arma fundamental para lograr la tarea que el Comandante en Jefe proyectó para la zafra de ese año y Marcial iba a jugar un papel importante dentro el EJT en la región, ya que estaba encargado de la técnica del transporte, vital para el traslado de la caña y del personal. La zafra significó para él su primera importante tarea de impacto económico en la región central del país.

Marcial López dentro de la Revolución cubana (1971-2013)

Uno de los elementos admirables de la vida de Marcial es su disposición para cumplir las tareas que la Revolución le ha asignado durante todos estos años.

Debido a esta disposición es que dentro de su vida revolucionaria ha existido una gran movilidad para poder cumplir esas tareas en diferentes partes del país.

Una vez concluida la zafra, de gran significado para él, es asignado jefe de retaguardia de una unidad militar en el pueblo de Congoja, donde estuvo un tiempo hasta que se traslada para una unidad militar en Yaguaramas, con el mismo cargo y la misma función.

Por las necesidades que existían en el EJT de la provincia de Matanzas, en 1971 Marcial es trasladado para esa provincia, hacia el municipio de Calimete. Aquí es ascendido a Capitán y enviado más tarde como jefe de retaguardia del regimiento de Jagüey Grande, dentro del mismo Ejército Juvenil del Trabajo.

Aproximadamente por 1973, por necesidades que tenía el Ejército Juvenil va para Carlos Rojas, un pueblito cerca de Cárdenas, como jefe de tres brigadas de corte de caña. Estas brigadas se encontraban en banca rota, *"cuestión por la que había que trabajar muy duro"* (Comunicación personal, 2013). Las brigadas obtuvieron el nivel de millonarias, logro por el que se le hicieron varios reconocimientos: *"Siempre reconocimientos morales"* (Comunicación personal, 2013), aclara.

Entre el 17 y el 22 de diciembre de 1975 se celebró el I Congreso del Partido Comunista de Cuba, justamente diez días después de haber quedado constituido su primer Comité Central. Las direcciones analizadas, entre otras, fueron las relacionadas con el desarrollo económico obtenido en distintas ramas, los errores cometidos, el Sistema de Dirección de la Economía y el desarrollo económico futuro.

Igualmente se discutió sobre el desarrollo social general, la educación, la cultura, el deporte, la salud, las investigaciones científicas, la atención a la infancia, la seguridad social, así como la política laboral y el sistema judicial. Cuando se hace el proceso para formar parte del Partido Comunista, Marcial reunía todos los requisitos y parámetros para ser miembro, su nombramiento como miembro de estas filas lo recibió firmado por el Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz, quien fuera su Primer Secretario; Marcial ostenta con orgullo el honor de ser fundador del Partido Comunista de Cuba.

La provincia de Matanzas, por poseer el Estado Mayor del Ejército Central, siempre se ha caracterizado por tener a sus alrededores numerosas unidades militares, sobre todo en la región de Limonar, en 1982 existía en esta región un batallón designado para la construcción de vaquerías y centros de recría de ganado mayor. Cuando Marcial termina su tarea en el EJT es trasladado desde Carlos Rojas y pasa a trabajar como jefe de Plana Mayor en este batallón asignado al desarrollo del ganado.

En 1983, Fidel Castro le hace un reconocimiento a todos los invasores de la columna del Che que quedaban vivos y les envía a todos ellos un automóvil de fabricación polaca, el famoso "Polakito". Como la residencia de Marcial era en la provincia de Las Villas, tuvo que ir a Santa Clara a buscar el suyo.

A su regreso a Cienfuegos es nombrado jefe de retaguardia del batallón del Ejército Juvenil que operaba en el central 5 de Septiembre, en el municipio de Rodas. Este batallón estaba destinado a apoyar la zafra en dicho central azucarero. Aquí se mantuvo hasta el año 1984 en el que obtiene su licenciamiento de las Fuerzas Armadas Revolucionarias (FAR).

Cuando Marcial se jubila de las FAR pasa a trabajador civil en la Empresa Provincial de Gastronomía de Cienfuegos, como era graduado de técnico medio en transporte automotor. En esta empresa ocupó el cargo de jefe técnico. Bajo su jefatura tenía más de treinta vehículos, entre carros ligeros y camiones de tonelajes. Este trabajo solo duró unos meses, pues después fue a trabajar como jefe de aseguramiento de la Base de Transporte por Camiones.

Para 1985, en Cienfuegos se comenzaba a construir una refinería de petróleo y sus derivados, esta tarea de importante impacto económico y energético en el país, necesitaba de hombres capacitados para llevarla a cabo. Marcial comienza a aportar sus esfuerzos en dicha tarea, y es designado segundo jefe de facilidades de la construcción: *"esto era lo que tenía que ver con la logística y el aseguramiento en la construcción"* (Comunicación personal, 2013), asegura.

En 1990, deja los aseguramientos en la construcción de la refinería de petróleo para dedicarse a la agricultura en una finca que el Estado le cedió en Cienfuegos,

esta finca, particular, producía alimentos y carne animal, que le servían para su propia subsistencia y de la zona donde estaba ubicada.

En 1993 surge la Asociación de Combatientes de la Revolución Cubana (ACRC), asociación que aglutina en una sola organización social a más de trescientos treinta mil cubanos de todas las edades, quienes han estado en las líneas del frente de las batallas revolucionarias desde la década del treinta hasta el día de hoy.

Desde el mismo día de su surgimiento, Marcial López forma parte de esta organización revolucionaria. Para esa fecha Marcial atendía la zona conformada por la calle Primera de Tulipán hasta los límites con Palmira, como esta zona era demasiado grande se le ocurrió, para facilitar el trabajo, fragmentarla en núcleos. Al ver que esta idea era una forma efectiva de trabajo, fue tomada después como una forma oficial de organización dentro de la asociación: *"eso que hoy existe por núcleos te puedo decir que fue idea mía"*. (Comunicación personal, 2013)

En la ACRC Marcial ha continuado su trabajo hasta la actualidad y ha cumplido con la disciplina que lo caracteriza todas las tareas que le han sido asignadas. Se ha mantenido además activo en el CDR y la zona de defensa donde reside, primero en el barrio de Caonao y actualmente en el asentamiento rural de La Sierrita, *"siempre tratando ser útil"*, afirma con su proverbial modestia, *"porque* -asegura -*solo después de muerto dejaré de ser revolucionario".* (Comunicación personal, 2013)

CONCLUSIONES

Marcial Amaro López Díaz desde muy joven, aunque sin conciencia política formada, realizó sus primeras actividades revolucionarias, aunque fue en la Sierra Maestra donde se formó como tal, influenciado por las ideas del Che Guevara y de Fidel Castro, cosa que lo llevó a tener una importante participación en el llano, las montañas, la invasión y la lucha en Las Villas.

La vida revolucionaria de Marcial López Díaz a partir de 1959 está caracterizada, tanto en de la vida militar como en la civil, por su entrega a las actividades encomendadas, el cumplimiento cabal de las mismas y su disposición para cumplir las diferentes tareas: proyectos económicos, acciones militares, lucha contra

bandidos, creación de organizaciones; lo que permite valorarlo como un revolucionario comprometido y de entera confianza para los máximos dirigentes de la Revolución.

El estudio de su vida y obra es necesario para el conocimiento sobre las luchas por la liberación nacional en el período de 1958 – 2013 y forma parte de las tradiciones de lucha de nuestro pueblo. Contribuye, a su vez, a enriquecer la Historia Nacional y regional a partir del uso de las fuentes orales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castro Ruz, F. (2010). *La contraofensiva estratégica. De la Sierra Maestra a Santiago de Cuba*. La Habana: Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado.

Castro Ruz, Fidel. (2010). *La victoria estratégica. Por los caminos de la Sierra*. La Habana: Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado.

Guevara, E. (2003). *Pasajes de la guerra revolucionaria*. La Habana: Editora Política.

Guevara, E. (2011). *Diario de un combatiente. De la Sierra Maestra a Santa Clara. 1956-1958*. La Habana: Editorial Ciencias Sociales.

Iglesias, J. (1987). *De la Sierra Maestra al Escambray*. La Habana: Ciencias Sociales.

López Civeira, F., Loyola Vega, O., & Silva León, A. (2005). *Cuba y su historia.* La Habana: Editorial Félix Varela.

López Díaz, M. A. (2013). Comunicación personal.

Núñez Jiménez, A. (1960). *Hacia la Reforma Agraria*. La Habana: Editorial Tierra Nueva.

Ramonet, Ignacio. (2006). *Cien horas con Fidel. Conversaciones con Ignacio Ramonet*. La Habana: Oficina de Publicaciones del Consejo de Estado.

Rosado Eiró, L., & Suárez Ramos, F. (1999). *Una mancha azul hacia el occidente*. La Habana: Editorial Verde Olivo.

URBICIO CASTELLANO: AUTÉNTICO EXPONENTE DE LA DÉCIMA CAMPESINA EN SAN FERNANDO DE CAMARONES

Lic. Ivian Cruz Rodríguez[1]
E-mail: icruz@ucf.edu.cu
MSc. Amarilys Suárez Alfonso[1]
E-mail: asuarez@ucf.edu.cu
Lic. José Antonio Montes de Oca[1]
[1] Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

La búsqueda de las raíces históricas y culturales debe ser una premisa al abordar la influencia ejercida por los componentes étnicos que interactúan y confluyen en los procesos de transculturación que se manifiestan en Cuba. La música como parte del complejo cultural creado por el pueblo se integra a él y determina los rasgos identitarios que participan en el desarrollo de la sociedad. Los aportes hispánicos se producen a través del punto guajiro, tema trabajado en esta investigación. Por ello se tiene en cuenta la localidad de San Fernando de Camarones, cuna de importantes decimistas e intérpretes de la música campesina. Es por esto que la presente investigación tiene como objetivo analizar la obra de Urbicio Castellano como auténtico exponente de la décima campesina en San Fernando de Camarones. Se describió su obra como defensora de este género campesino teniendo en cuenta su contribución al desarrollo de la décima en San Fernando de Camarones. La presente investigación se presenta novedosa a partir del estudio que se realiza sobre uno de los más fieles exponentes de la décima en la localidad objeto de estudio, buscando elevar con ello la vida y obra de una de las vanguardias artísticas de dicha localidad.

Palabras clave:

Décima campesina, cultura popular tradicional, punto guajiro.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha hecho énfasis en la necesidad de lograr un equilibrio entre la conservación, protección y difusión de los bienes tradicionales y patrimoniales, por un lado; y a los avances de todo tipo en la sociedad cubana, por otro. Hay que tener en cuenta que la cultura es un producto de los hombres que la portan y de las circunstancias en que transcurre su vida cotidiana, donde hay formas que se recrean con nuevas costumbres o maneras de decir.

La búsqueda de sus raíces históricas y culturales debe ser una premisa a la hora de abordar la influencia ejercida por los componentes étnicos y otras culturas que interactúan y confluyen en los procesos de transculturación que se manifiestan en todos los países del mundo. En este sentido es importante descubrir el espíritu propio y los valores culturales intrínsecos en una sociedad, pues de aquí se debe determinar cómo han influido en sus culturas los cambios introducidos en su vida diaria.

La música como parte del complejo cultural creado por el pueblo se integra a él y determina los rasgos identitarios que participan en el desarrollo de la sociedad. En Cuba los rasgos fueron asimilados por los diferentes grupos de emigrantes que arribaron a la isla y que interrelacionaron entre si hasta la primera mitad del siglo XIX. Este proceso de intercambio se debió a diversas causas: económicas, políticas y sociales que determinaron mayor o menor empuje de las fuentes, favoreciendo el surgimiento y fortalecimiento de los géneros musicales.

Los aportes hispánicos se producen a través del punto guajiro. Esta fuente alimentó ricas formas de versificar y rimar, que más tarde dieron lugar a la décima con todas sus variantes interpretativas que se acomodaron sin dificultad a las nuevas relaciones sociales, así como al entorno humano y natural de la isla.

San Fernando de Camarones ha sido cuna de importantes decimistas e intérpretes de la música campesina, algunos como: Eugenio Chaviano, Félix Roche, Enrique Pérez Valencia, Miguel Martínez Alpízar, Ignacio León, Elías Roche, Pascual Delgado, Humberto Mesa Acevedo, Gregorio Martínez (El Bodeguero), Andrés Suárez Rodríguez (El Barbero) Urbicio Castellanos Martínez (El Fernandino), dedicaron toda su vida a cultivar este género, en la actualidad de

los mencionados anteriormente a sus 90 años Urbicio Castellanos continúa su obra poética, otro poeta que hiso historia en San Fernando de Camarones fue Francisco Otero al cual se le rinde homenaje a través del Encuentro provincial de la Décima Cantada Francisco Otero, abriendo con él un espacio para la continuidad y permanencia de la décima en la provincia.

El presente trabajo titulado Urbicio Castellano: auténtico exponente de la décima campesina en San Fernando de Camarones, parte de la trascendencia que posee dicho poeta en el campo de la creación repentista y en menor medida por su labor en el cultivo de la décima literaria en el consejo popular de San Fernando de Camarones. Presentándose novedosa a partir del estudio que se realiza sobre uno de los más fieles exponentes de la décima en la localidad objeto de estudio, buscando elevar con ello la vida y obra de una de las vanguardias artísticas de dicha localidad.

DESARROLLO

El hombre como ser social, transmite a través del lenguaje el contenido de un pensamiento en estrecha correspondencia con la realidad del marco de sus relaciones sociales, permitiendo alcanzar una plena comprensión por medio del lenguaje de cómo se representa su ser ante el mundo con toda la carga de valores atribuidos y expresados hacia el contexto sociocultural que le rodea y el sentido que le otorga a su propia existencia.

El estudio de la personalidad de Urbicio Castellano ha hecho énfasis en describir los elementos de su obra que lo distinguen como auténtico exponente de la décima. Ello implica considerar de relevante el análisis discursivo de sus obras, el cual complementa el análisis documental y permite la triangulación de las informaciones recibidas en las entrevistas al objeto de estudio y a la muestra seleccionada, plena conocedora de su quehacer cultural. En el proceso de análisis de su obra se declararon criterios de selección que abarcan los componentes discursivos e integrantes de la estrofa creada por Urbicio; estos son:

- Campos temáticos abordados en la décima escrita e improvisada.
- Contextualización del espacio-temporal con la profundización en el contexto histórico.

- Diversidad de recursos empleados.
- Posicione del autor ante la realidad que codifica.

Un acercamiento integral a la obra de Urbicio Castellanos nos permite vislumbrar la esencia guajira. Este hombre brinda una sencilla pero humana rima, colmada de sensaciones y emociones, hace confluir en estrofa su honda sensibilidad, nacida de un hombre de campo. Es común entre sus obras temáticas recurrentes y casi imprescindibles en su afán creador como son: el amor, la amistad, el campo, el campesino, la naturaleza, la Revolución, temas sociales y la Revolución en el poder.

Cazorla Pérez haciendo un análisis de su obra expresa que *"Castellano es un poeta tradicional, siempre su obra ha sido sencilla, una obra donde se refleja la vida del campo, del entorno natural esto lo ha reflejado tanto en su obra cantada como escrita. Además ha trabajado en la historia de Cuba, las grandes personalidades, nuestros patriotas han estado reflejados en la obra de Castellanos; quizás sea el poeta camaronense que más ha trabajado las personalidades de nuestro proceso revolucionario".* (Cazorla Pérez, En Colectivo de Autores, 2011)

La actividad creadora de Urbicio Castellanos ha estado marcada desde su inicio por una estrecha y lineal correspondencia con el momento histórico en que se ha desarrollado. Cualidad que distingue su autoreconocimiento ante el papel que le ha tocado vivir como ser social dentro de determinada época. La cruenta miseria vivida durante la república Neocolonial, el desalojo sufrido, las duras faenas laborales para ayudar a su familia primero; el canto a la Revolución y a sus conquistas, la exaltación a líderes y próceres son muestra de una estrecha contextualización espacio-tiempo entre el autor y su obra. Se orienta, asimismo, a la comparación del tiempo pasado y presente mostrando diferencias y experiencias acumuladas. La obra de Urbicio se encuentra por lo tanto en estrecha relación con los períodos o etapas históricas por lo que puede contribuir desde la literatura al enriquecimiento y autodefinición de la identidad local. Obras tales como: "Partido del pueblo cubano" (1950), "La realidad de la vida" (1954), "Quinta zafra del pueblo" (1965), "Congreso campesino en armas"(1974),

"Aficionados de ayer y de hoy"(1975), "Lázaro Peña"(1975), entre otras son ejemplos de su relación dialéctica entre el sentir y el pensar; elemento esencial para todo creador.

Al adentrarnos en los recursos literarios empleados por el poeta Fernandino las composiciones están elaboradas en un lenguaje inmerso en metáforas, símiles imágenes y demás recursos expresivos que sintetizan el acierto estético. Castellanos que ha tomado la oralidad como forma esencial de decir en sus creaciones tiene en cuenta la realidad que le rodea y lleva a la obra de forma implícita el contexto económico, político, social y geográfico en que se ha producido su vida el cual ha tenido que adaptarse al modificar alguna de estas estructuras y trata desde su propia idiosincrasia realzar la cultura campesina raíz esencial en nuestra nacionalidad, nuestra cultura y nuestra identidad.

La belleza con que emplea los recursos literarios por él utilizados sin poseer altas pretensiones permite que el público no tenga que hacer grandes abstracciones para comprender el mensaje de su estrofa. Las temáticas abordadas por Urbicio lo sitúan en estrecha relación con la realidad vivida por el poeta, las que son recreadas a través de su lírica de forma tan sencilla y al mismo tiempo de tan hondos sentimientos que revelan en sí una alta sensibilidad humana. Estos elementos unidos a su amplísimo devenir como cultivador del octosílabo por más de setenta años de forma ininterrumpida nos hacen reconocerlo como auténtico exponente de la décima en San Fernando de Camarones.

Contribución de Urbicio Castellanos al desarrollo de la décima en San Fernando de Camarones

El devenir cultural de Urbicio Castellanos abarca un amplio período que sobrepasa los setenta años dedicados a la conservación y trascendencia de la décima como máxima expresión de la cultura de nuestros campos. Su inagotable capacidad creadora lo han llevado a participar en diversos concursos y festivales de la música campesina tanto a nivel municipal, provincial, regional y nacional, en los que ha alcanzado premios, menciones y reconocimientos.

Entre los reconocimientos recibidos en el marco local se destacan el homenaje que se le realizó durante el tercer encuentro provincial de la décima cantada

Francisco Otero el 30 de marzo de 1997, por su trayectoria en el cultivo de la décima en el pueblo. En el 2010 en este mismo marco se homenajeó por haber participado ininterrumpidamente en las 15 ediciones del evento. En diciembre de 2013 durante los festejos del camaronense ausente recibió un merecido reconocimiento por parte de la CCS Frank País y la casa de cultura Francisco Otero por su trayectoria como repentista y fiel defensor de las más profundas tradiciones campesinas.

Ser miembro fundador del taller literario José Martí de Camarones en el año 1964 le permitió cultivar y enriquecer su Espinela, a la vez que adquiría técnicas y formas de decir que le han sido indispensable en el apoyo y asesoramiento de las nuevas generaciones de poetas camaronenses. La creación y participación en los diferentes conjuntos campesinos de la localidad constituyen uno de los principales aportes de Castellano a la permanencia y difusión de la música campesina. Director del conjunto “Fernandino” primeramente y luego miembro del conjunto “Rumores del Caonao” y “Serenata Campesina” contribuyó a la difusión de la décima no solo en el marco rural o urbano; sino también en la radio, fundamentalmente en Radio Ciudad del Mar, donde mostró sus creaciones y fueron muy populares las décimas humorísticas “Sordo de Cañón” que ha decir de Raúl Cazorla, citado anteriormente, ha sido el mejor intérprete que ha tenido este tipo de décima humorística en la historia de nuestro consejo popular junto a Luis Dueñas, después que dejaron de hacerlo esto desapareció en el entorno camaronense. (Cazorla, 2011)

Otro aspecto significativo lo constituyen los libros aun inéditos que posee escrito Castellanos, los mismos se puede apreciar algo de la historia de la décima en Camarones así como un gran número de sus mejores composiciones poéticas realizadas a lo largo de setenta años. Estos ejemplares aunque no han sido editados por alguna casa editorial han sido consultados por diferentes generaciones de camaronenses.

Su participación en espacios socializadores de la música campesina; dígase actividades culturales, políticas, revolucionarias, actuación en programas radiales y parrandas campesinas han sido factores esenciales para que su obra sea

reconocida dentro de la región. Las valoraciones de quienes se han vinculado a su quehacer literario no solo tienen en cuenta la creación en sí, sino además el contexto donde ha aflorado sus décimas y como ha logrado a partir de elementos tradicionales universalizar la cultura campesina.

El primer y más importante aporte de Urbicio Castellanos Martínez a la cultura de Cienfuegos es su dedicación al arte campesino a pesar de las incomprensiones y desvalorizaciones que a veces sufre de parte de un gran porciento de los públicos que desconocen el valor y la importancia que posee la oralidad para la identidad de nuestro país. Su dedicación a este arte, su participación en eventos, concursos, los reconocimientos recibidos por su labor hacen a esta personalidad ser referente en el estudio del repentismo en Camarones. Los temas, las cosmovisiones, los valores que configuran la vida espiritual de los seres sociales necesitan ser descodificados para luego ser reelaborados en la práctica repentista lo que brinda nuevas dimensiones a la décima, logro alcanzado por Castellanos.

CONCLUSIONES

El análisis de la obra de Urbicio Castellano como auténtico exponente de la décima campesina en San Fernando de Camarones, permitió arribar a las siguientes conclusiones:

El escenario sociocultural en que se desarrolla la vida y obra de Urbicio Castellanos Martínez favoreció la adquisición de un conjunto de saberes y habilidades confirmando un gusto estético por medio de expresiones orales de la cultura campesina, entre las que sobresalen la improvisación poética.

Manifestación de un discurso poético con un lenguaje inmerso en metáforas, símiles, imágenes y demás recursos expresivos que sintetizan el acierto estético. Entre sus obras temáticas se encuentran temas como: el amor, la amistad, el campo, el campesino, la naturaleza, la Revolución, temas sociales y la Revolución en el poder.

La participación en la vida cultural del territorio como fiel defensor de la cultura popular tradicional, la creación y permanencia de agrupaciones musicales que fueron exponente del desarrollo artístico de la región, le permitieron a Urbicio Castellanos Martínez la socialización de valores y tradiciones de origen campesino

y contribuyó así a la reafirmación de rasgos identitarios en San Fernando de Camarones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, E.O. (2009). *Las fiestas campesinas en Lajas como expresión de la Cultura Popular y Tradicional*. Universidad de Cienfuegos: "Carlos Rafael Rodríguez".

Alfaro E.L. (2000). *Cultura popular tradicional cubana*. La Habana: Centro de Investigación y Desarrollo de la Cultura Cubana Juan Marinello.

Álvarez G. A. (2008). *Investigación Cualitativa*. Selección de Lecturas. La Habana: Ciencias Sociales

Colectivo de autores. (2011). *Síntesis Histórica Provincial Cienfuegos*. La Habana: Editora Historia-Instituto de Historia de Cuba.

Lara H. R. (2009). C*ultura popular y tradicional.* Recuperado de http://www.casasdecultura.cult.cu

Linares, M. T. (1999). El punto cubano. Santiago de Cuba: Editorial Oriente.

López L. V. (1997). Décima e identidad. Siglo XVIII y XIX. La Habana: Editorial Academia. (pp. 257-282). Santa Clara: Editorial Feijóo.

Soler Marchán, S. D. (2010). *Introducción a los estudios e inventarios de oralidad en Cienfuegos.* Cienfuegos: Centro Provincial de Patrimonio Cultural.

LA TRANSEXUALIDAD EN CUBA. SUS IMPLICACIONES JURÍDICAS

Lic. Arahí García Chaviano[1]
E-mail: agchaviano@ucf.edu.cu
MSc. María Josefina Morejón Fernández[1]
MSc. Katiuska Hernández Fraga[1]
[1] Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

La sexualidad es uno de los derechos existenciales más cuestionados actualmente. Sus implicaciones alcanzan la esfera de lo moral y lo ético. No es el resultado de una opción del sujeto, sino de unas circunstancias, sean físicas, psíquicas, sociales, culturales etc, que le son extrañas, exteriores, que se le imponen, y en tal medida no son compatibles con la idea de proyecto social que se heredó de épocas tempranas.

Desde la antigüedad, en diferentes momentos de la historia y en las más diversas culturas, existieron numerosas referencias, tanto científicas como mitológicas, que revelan la existencia de lo que actualmente se conoce como transexuales, travestis o intersexuales. Al parecer, siempre estuvieron acompañadas de interpretaciones y reacciones polarizadas por parte de la sociedad, que pasaban desde la indiferencia o la adoración hasta el rechazo o la exclusión. Los términos antes referidos encuentran deferencias marcadas en la literatura especializada actual.

Palabras clave:
Sexualidad, transexualidad y transexualismo.

INTRODUCCIÓN

El término transexual se introduce en 1949 por D. O Caldwell, pero fue popularizado en la literatura de la década del cincuenta del siglo pasado por Harry Benjamín, quien habla de la diferencia entre travestismo y transexualismo. Con este término se definen a las personas que presentan un trastorno en la identidad

de género (TIG). Son individuos que tienen la convicción de ser mujer u hombre, aunque sus características fenotípicas sean del otro sexo. Es decir, son personas cuyo sexo psicológico no está acorde con su sexo cromosómico, sexo gonadal, sexo de los genitales internos y externos y sexo legal.

En la actualidad no existe un concepto definitivo sobre la transexualidad. Se acepta como referencia conceptual que los transexuales tienen la convicción de pertenecer al sexo opuesto al que nacieron. Manifiestan insatisfacción mantenida por sus propios caracteres sexuales primarios y secundarios con profundo sentido de rechazo y un deseo manifiesto de cambiarlos médica y quirúrgicamente, a través, de la cirugía de reasignación sexual. Desde su infancia su identidad mental es diferente a su identidad genital. Son personas sin trastornos psiquiátricos graves que distorsionen la percepción de la realidad, necesitan ser aceptados social y legalmente en el género elegido.

El/la transexual no desea romper las normas pautadas culturalmente para cada género (femenino o masculino); todo lo contrario, demuestra su decisión de estar dentro de la norma, solo que al sentirse atrapado dentro de un cuerpo equivocado, necesita modificarlo, ajustarlo a su identidad de género, según lo que esté pautado por la sociedad. Se puede afirmar que la transexualidad es un proceso de normalización en la estructura de género. Es un procedimiento por el cual ciertas personas cambian su posición en la estructura de género a fin de que respeten su identidad personal.

Se conocen distintas teorías para explicar la etiología del transexualismo. Las más difundidas son las genéticas, la psicógena y la endocrina. Ninguna de estas está probada y aún en la actualidad son motivos de controversia. Desde los clásicos experimentos de Money en 1970 en roedores, se demuestra que en la vida fetal las hormonas sexuales (andrógenos y estrógenos) influencian el cerebro en general y los centros sexuales en particular. La presencia de andrógeno durante la vida fetal determina una diferenciación cerebral masculina y en su ausencia la diferenciación será femenina. Este proceso de organización cerebral prepara al animal para que su conducta sexual futura esté acorde con el estado de sus gónodas, conducta que es activada por las hormonas durante la pubertad.

Los hallazgos en los experimentos con animales no se pueden extrapolar exactamente a los humanos, pero el transexualismo en humanos se debe a un trastorno en la diferenciación neuroendocrina cerebral en el período prenatal y perinatal. Algunos autores sugieren que la transexualidad es producto de una interacción compleja entre las influencias hormonales y los factores psicosociales y ambientales.

DESARROLLO

Hasta la fecha no hay datos concluyentes sobre esta controversia. En la actualidad se considera que no se conoce con exactitud si el mecanismo que controla la diferenciación sexual del cerebro humano está determinado hormonalmente. Está demostrado que la crianza y los factores psicosociales influyen de forma significativa en el desarrollo de la identidad de género, pero esto no es irreconciliable con la existencia de un sustrato biológico y/o funcional que también puede influir en esta identidad o en la etiopatogenia de un TIG.

Al ser el transexualismo un fenómeno que lejos de disminuir aumenta con el paso del tiempo, las ciencias médicas tienen el gran reto de instrumentar la Cirugía de Reasignación Sexual (CRS). Esta se entiende como el proceder quirúrgico, ampliamente aceptado en el campo de la medicina especializada, que permite modificar los genitales en concordancia con lo que la persona siente que es. Se trata de un intento por ajustar el cuerpo a la mente.

Antes de someterse a una intervención de reasignación sexual es necesario cumplir con ciertos requisitos debido a que los cambios que afronta el paciente son irreversibles. Se requiere que el paciente tenga un primer contacto con un psicólogo para descartar que exista una alteración psicológica transitoria y certificar que efectivamente se trata de un proceso real de transexualidad. Posteriormente se necesita la visita con el psiquiatra que acredita el diagnóstico de transexualidad, el sujeto se somete a un tratamiento hormonal por un período de 9 meses previos a la operación y finalmente es reasignado sexualmente.

La Cirugía de reasignación de sexo es un tema que tiene implicaciones éticas, médicas y legislativas. La medicalización de lo sexual, proceso por el que eventos y características de la vida cotidiana se convierten en problemas médicos,

demanda que la bioética reflexione sobre aquellos ámbitos de la sexualidad que requieren intervención médica. La sexualidad es íntimamente engranada con la moral.

El proceso de medicalización consiste en reemplazar la opinión moral sobre conductas sexuales, por un proceso de normalidad o alteración con las consiguientes consecuencias terapéuticas. Dentro del campo de lo ético se ve implicada toda la visión de la antropología filosófica teológica. Involucra temas generales como la naturaleza de la sexualidad en relación con sus componentes biológicos, psicológicos y culturales; la relación entre naturaleza y cultura en materia de sexualidad; la concepción de la "ley natural" en relación con los aspectos biológicos y psicológicos de la persona; y la fundamentación objetiva de la norma ética.

El problema moral que se plantea con prioridad referente a la CRS es si: ¿es lícito llevar a cabo una intervención médico-quirúrgica para rectificar el sexo biológico? La generalidad de la doctrina se afilia a la licitud de la operación. Sus fundamentos se basan en criterios como: la situación psicológica es irreversible, buscan la armonía de la persona considerando al componente psicológico como esencial y prioritario y la razón que prevalece en el momento cultural actual es la de reivindicación de la libertad en materia de sexo.

Se considera oportuna la solución de las ciencias médicas al transexualismo mediante la Cirugía de Reasignación de Sexo porque intenta resolver problemas referentes a la identidad sexual. Constituye uno de los aspectos más relevantes de la identidad personal. Es tratada por lo general dentro de la tutela a la identidad física del sujeto y los actos de disposición del propio cuerpo, o como libre desarrollo de la personalidad, o como derecho a la salud entendido como bienestar integral. Se relaciona con la autonomía de la voluntad que como principio general del Derecho es ejercida por los individuos.

La transexualidad rompe las conductas sociales mantenidas por decenios. Constituye un reto para la bioética que debe trazar los principios que guían todos los asuntos implicados en la relación médico-paciente. Demanda la aceptación social de la licitud de la CRS y posteriormente la acogida del reasignado

sexualmente en la sociedad. Es un fenómeno que lejos de desaparecer crece y requiere una mirada diferente con implicaciones no sólo desde el punto de vista ético sino jurídico.

Los derechos inherentes a la personalidad son los atributos que poseen las personas por el solo hecho de tener personalidad. Estos atributos son propios, innatos, intrasmisibles, irrenunciables, no enajenables e indivisibles. Entre ellos encontramos refrendados en las legislaciones y en la jurisprudencia: la vida, la integridad física, la libertad, el nombre, la imagen, la intimidad, el honor, la identidad personal, la identidad sexual entre otros.

La identidad sexual como manifestación de la personalidad, es un fenómeno sumamente complejo y multivariado, son tantas las formas en que se expresa, como diversos son los seres humanos. La determinación y asignación del sexo del bebé desde el momento de su nacimiento, a partir de los genitales determina un conjunto de influencias socioeducativas muy fuerte sobre éste, condicionando en gran medida el fenómeno de sexuación psicológica a la construcción de lo femenino y lo masculino.

La legislación, la jurisprudencia y la doctrina definen el sexo legal como sexo cromosómico. Sin embargo, no cabe duda que la doctrina esté actualmente dividida, constituyendo una cuestión de política jurídica decidir qué interpretación sería la más conveniente al determinar el sexo legal de las personas. En este sentido, los derechos personales se ejercen según cauces legales establecidos cuando todos estos componentes del sexo coinciden en una misma dirección, no así cuando se evidencia una disociación entre el sexo cromosómico y aquel que la persona siente como propio. Es en estos casos donde el derecho necesitaría dejar de mirar al ser humano con un criterio estrictamente cromosómico. El Derecho tiene ante sí un reto indudable, creado por una situación de hecho real y objetiva, con repercusiones sociales y sobre la cual debe pronunciarse. Ante tales situaciones, podríamos preguntarnos las siguientes interrogantes, cuyas respuestas trascienden al ámbito jurídico de manera polémica.

¿Ha de considerarse el sexo cómo algo inmutable y estático o como un estado al que le asiste el derecho a la persona para cambiar según su orientación

psicosocial? Ante la disociación entre el sexo biológico y el sexo psicológico ¿cuál debe prevalecer? ¿Puede admitirse el cambio de sexo con repercusión en el Registro del Estado Civil? ¿Qué efectos traería para la familia y la sociedad? ¿Qué proceso se debe seguir: administrativo, judicial, un dispositivo legal o una ley específica de la materia? ¿Cuáles serían los fundamentos del proceso?

¿Ha de considerarse el sexo cómo algo inmutable y estático o como un estado al que le asiste el derecho a la persona para cambiar según su orientación psicosocial?

Al abrazar la idea de la reasignación de sexo e intentando dar respuesta satisfactoria a las interrogantes planteadas estos autores consideran que el ser reasignado sexualmente se enmarca en el derecho al libre desenvolvimiento de la personalidad, en el derecho a la salud y en la propia identidad sexual. Contribuye a poner fin al estado de angustia e indefinición que perturba a la persona transexual, lo que afecta severamente su salud y bienestar general. Sin embargo, otros se afilian al criterio de que se opone al orden público y a las buenas costumbres, al derecho a la integridad psicofísica y el derecho a procrear. Para ellos la operación constituye un simulacro de apariencia de órganos sexuales externos y consideran erróneamente que no prevalece el sexo psicológico, lo cual se demuestra científicamente e incluso es el fundamento de la operación.

Con la intervención quirúrgica no hay un cambio de sexo propiamente dicho, mejor sería hablar de una reasignación sexual con el propósito de manifestar adecuadamente el sexo que ya se posee en lo profundo de la conciencia. No obstante, la expresión cambio de sexo es la más utilizada a los efectos jurídicos para tratar la temática en cuestión y el asunto referente al cambio registral. La CRS rompe con la tradicional creencia de la inmutabilidad del sexo y ofrece preponderancia a la autonomía de la voluntad del sujeto para decidir, auxiliado del proceder médico, cambiar su sexo según su orientación psicosocial.

¿Qué efectos traería para la familia y la sociedad?

Algunos de los problemas que se presentan frente al cambio de sexo son las incidencias que pudieran tener en las relaciones familiares cuando la persona es casada y tiene descendencia, o simplemente tiene hijos sin haberse casado.

Surge entonces la interrogante de si se acepta la mutación sexual a personas casadas o no y, si ello procediera, ¿cuáles serían en principio, los conflictos de intereses que tal decisión desencadenaría, tratando siempre el derecho de ofrecer una respuesta más justa y adecuada? Los conflictos jurídicos serían muchos. Así cabría preguntarse si el cónyuge de la persona transexual, reasignada sexualmente, tendría derecho a solicitar el divorcio o si por el contrario la sentencia que acoja el cambio de sexo disuelve automáticamente el vínculo matrimonial. Además ¿qué incidencias tendría para los hijos e hijas, la comunicación, la pensión alimenticia o la patria potestad?

Estas situaciones son muy complejas sobre todo si se ha constituido familia, pues la descendencia tendría en el futuro dos madres y dos padres, lo que pudiera tener implicaciones a partir de lo que es aceptado socialmente. La legislación cubana nada refiere al respecto, pero muchas legislaciones establecen que la persona transexual tiene que ser estéril o estar imposibilitado para procrear, comprobado por un dictamen médico (Suiza, Alemania, Turquía, Suecia, Finlandia y Portugal). Otras legislaciones establecen que las personas no pueden estar casadas (Japón, Alemania, Suecia, Bélgica, Finlandia y Portugal).

Las posiciones antes referidas de cierta forma se encuentran reflejadas en la legislación cubana, pues el Derecho de Familia de la isla caribeña no concibe al matrimonio como una institución que tiene por fin la procreación, asume la heterosexualidad como base del matrimonio, manifestado en el art. 2 del Código de Familia, precepto legal que declara de forma expresa que el matrimonio legalmente reconocido es el heterosexual. Por tanto, la reasignación de sexo a un transexual casado implicaría la desaparición de un elemento esencial de la legitimidad del matrimonio. En ese sentido, al asumirse el mismo sexo que el de su cónyuge, ello debiera constituir una causa de extinción del matrimonio, que debe ser incluido en la ley por hacer imposible e ineficaz dicha unión en las condiciones sociales actuales.

En resumen, el matrimonio de un cónyuge que cambie de sexo, sujeto a la legislación cubana se extinguiría. Sin embargo, no se puede hablar de nulidad porque el matrimonio existió de hecho y de derecho y fue válido entre una mujer

legal y un hombre legal. Tampoco se puede hablar de anulabilidad porque no existen vicios en el consentimiento. En el caso de las personas transexuales tampoco se está en presencia de una de las causas de de extinción del matrimonio (muerte y divorcio), por lo que la solución jurídica más acertada es introducir una nueva causal de extinción del matrimonio referente a la transexualidad o modificar la definición de matrimonio.

¿Puede admitirse el cambio de sexo con repercusión en el Registro del Estado Civil?

Jurídicamente puede afirmarse que si bien en Cuba no existe una Ley que regule el cambio de sexo, se han dado algunos pasos. Entre el 1997 y 1998 el Ministerio de Justicia, en colaboración con el Centro Nacional de Educación Sexual y la Dirección de Identificación y Registro del Ministerio del Interior, decidieron en trece casos de personas transexuales diagnosticadas, con anatomía femenina desarrollada cambiarles el carné de identidad por otro nuevo que contemplara el nombre de mujer y la foto actualizada sin modificarle el sexo reflejado en la identificación para dar solución a esos problemas. Esta decisión administrativa no tuvo repercusión material en el asiento registral de nacimiento de los transexuales diagnosticados en cuanto al extremo del sexo registrado, pues en virtud del artículo 31 de la Ley del Registro del Estado Civil, ésta sería una rectificación sustancial de un asiento y requiere de un mandato judicial para su modificación.

Existen casos de transexuales, nacionales cubanos que residen en el extranjero, que se han sometido a la cirugía de reasignación sexual y desean viajar a Cuba. Ello ha provocado conflictos, pues las regulaciones migratorias cubanas exigen que los ciudadanos cubanos viajen a nuestro país con pasaporte nacional, sin importar que sean residentes permanentes o temporales en el exterior e incluso hayan adquirido la ciudadanía de otro Estado, pues Cuba no reconoce la doble ciudadanía, en virtud del artículo 32 de la Constitución de la República. En consecuencia, exige al ciudadano cubano viajar a Cuba con pasaporte cubano. Al llamado de la preceptiva migratoria cubana estas personas ya no son quienes eran al salir de Cuba, ya que han modificado su apariencia sexual exterior y genitalmente. Se presentan ante cualquier funcionario diplomático cubano (cónsul

o agente de inmigración) con la cédula de identidad de su país de residencia correspondiente al otro sexo con un nombre acorde con la reasignación realizada, pero con el pasaporte correspondiente al sexo y al nombre con que salió de Cuba. Ello implica que, una vez probado que se trata de la misma persona, necesariamente haya que cambiarle el pasaporte cubano en correspondencia con su inscripción registral.

La interrogante se hace evidente: ¿cómo realizar tal modificación? Hay que señalar que el citado conflicto de identidad atañe sólo en lo referente a Cuba, pues estás personas están inscritas en el registro de extranjeros de los países donde residen con su nuevo sexo, como lo son realmente y en consecuencia se les expide el documento de identidad pertinente. En este sentido, vale la pena comentar el primero de los casos ventilados en los tribunales cubanos, tramitado por el Tribunal Provincial Popular de Ciudad de la Habana entre 1996 y 1998. El proceso se refiere a un ciudadano cubano que se había sometido en el extranjero a la operación de cambio de sexo y tenía la pretensión de regular su actual situación en el Registro de Estado Civil (REC) en Cuba. Para que el abogado pudiera actuar en el proceso a nombre de su representado, cuyo sexo asignado había variado, el cónsul cubano en el país de residencia del transexual solucionó su identificación para que surtiera efectos en el proceso declarando en documento que ante sí concurría una mujer, con las generales referidas a su identificación nacional en ese estado, pero que a los efectos legales en Cuba la misma era un hombre de generales distintas y que ambos eran la misma persona (acta de notoriedad). En este proceso quedó probado que eran una misma persona y al no existir norma legal de aplicación directa, el tribunal juzgador apeló a los Principios Generales del Derecho, a las disposiciones de la Constitución de la República y a la ley del REC, así como al art 3 de la LPCAL y falló con lugar la demanda. Ello trajo como consecuencia, que se rectificara en el REC la nueva identidad de género del sujeto, así como su nuevo nombre. Este caso sin lugar a duda, sentó pautas en el análisis judicial del fenómeno en Cuba, pues aunque la jurisprudencia no constituye allí una fuente principal de Derecho, se convierte este fallo del tribunal en una indiscutible referencia al tratar el tema en el contexto nacional.

¿Qué Proceso se debe seguir: administrativo, judicial, un dispositivo legal o una ley específica de la materia?

La denominación de los procesos que se han seguido han sido los siguientes:

- Proceso ordinario sobre el ejercicio de la libre determinación sexual;
- Proceso ordinario sobre estado civil;
- Proceso ordinario sobre nulidad parcial de inscripción de nacimiento.

Aunque la denominación ha sido diferente, la pretensión concreta que se deduce en todos estos casos ha sido la rectificación o modificación de la inscripción de nacimiento en cuanto al nombre y sexo de la persona natural. A todas luces resulta totalmente desacertado definirlo como una nulidad parcial de la inscripción de nacimiento, ya que no se verifica tal nulidad en ninguno de los supuestos teóricos y legislativos.

Se trata de un acto que solamente es posible realizar en virtud de proceso judicial por ser modificaciones sustanciales de dicho asiento que no pueden resolverse de manera administrativa directamente ante el registrador del Estado Civil. Aunque el primer caso que resolvió el fenómeno de la transexualidad en Cuba fue resuelto en el Tribunal Provincial de Ciudad de la Habana, este asunto sin duda alguna es materia referida al Estado Civil de las personas y por Ley debe ser de conocimiento de los Tribunales Municipales Populares en virtud del art 5 inciso b) de la LPCAL, razón por la cual esta materia a continuado ventilándose en los TMP.

¿Cuáles serían los fundamentos del proceso y los medios de prueba presentados?

Sobre el análisis de los hechos de la demanda, se conceptualiza el fenómeno de la transexualidad y tratan de probar que el sujeto representado ha sido reasignado sexualmente en el extranjero, apreciándose que este sin duda ha sido el hecho conclusivo que logró una convicción en el juez para fallar con lugar los casos presentados.

En todos los procesos se han presentado las siguientes pruebas: documentales (certificados médicos de las operaciones, fotos que demuestran la evolución del fenómeno, otras documentales privadas o públicas), testificales, periciales,

confesión judicial y reconocimiento judicial en la persona, aunque esta última sólo en algunos de los casos.

La legislación cubana no contempla el fenómeno de la transexualidad ni el cambio voluntario de sexo. En cambio regula, como sucede en el derecho comparado, el cambio de nombre con ciertas limitaciones (El cambio, adición, modificación o suspensión de nombres y apellidos se podrá hacer excepcionalmente una vez y hasta dos veces en el caso que el interesado sea mayor y tienes que ponerte el nombre por el que eres conocido socialmente, no por otro cualquiera). Aun cuando el ordenamiento jurídico cubano carece de normas sustanciales que regulen esta realidad, a la que el Derecho debe brindarle protección jurídica, los tribunales accedieron al cambio de sexo y nombre de transexuales que viven fuera del territorio nacional, teniendo en cuenta el principio de autointegración de las normas jurídicas, en las que resalta la Constitución de la República en su artículo 62 y la ley del Registro del Estado Civil.

En aras de lograr avances en la atención y seguimiento de la transexualidad en Cuba, el CENESEX ha diseñado y propuesto un grupo de estrategias a los ministros de Salud Pública, de Justicia, de Trabajo y Seguridad Social, del Interior, de Educación y de Educación Superior, a la Fiscalía General de la República y al tribunal Supremo Popular, así como a las organizaciones políticas, sociales y de masas.

CONCLUSIONES.

Todo lo anterior fundamenta la complejidad del análisis del ser humano como entidad biopsicosocial y la necesidad de que los juristas cubanos, activos operadores sociales, reconsideren el fenómeno social de la transexualidad como un hecho que requiere una respuesta profunda y analítica del Derecho positivo cubano. Se requieren refrendar disposiciones normativas que regulen y brinden las garantías legales necesarias para que los ciudadanos y ciudadanas cubanas transexuales tengan a su alcance un marco regulador que contemple todas las fases del proceso, desde el tratamiento médico y el diagnóstico preciso hasta la operación de reasignación de sexo y la rectificación del asiento registral del nombre y el sexo. Sin duda, ello beneficiaría el desarrollo personal de estos

individuos y constituiría un aporte a la batalla por erradicar este tipo de situación con estas personas en la sociedad contemporánea, con probada vocación y arraigo por el respeto a la diversidad. Además, engrandecería el prestigio de la profesión jurídica y constituiría un nuevo avance en pos de la consolidación de la plena igualdad social típica de la isla caribeña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albaladejo García, M. (1983). *Curso de Derecho Civil Español. Introducción y Parte General* (3ra ed., Vol. I). Barcelona: Editorial Bosch.

Albaladejo García, M. (1991). *Derecho Civil I. Introducción y Parte General. Introducción y Derecho de la persona* (12.ª ed., Vol. 1). Barcelona: José María Bosch Editor S. A.

Clemente, T.A. (1983). *Derecho Civil. Parte General. t. I Primera parte* (1ra ed.). La Habana: ENPES.

Diez Picaso, L. & Guillón, A. (1984). *Sistema de Derecho Civil* (5ta ed.). Madrid: Editorial TERNOS.

García de Solavagione, A. (2002). Análisis Jurídico de la Transexualidad. Memorias del XII Congreso Internacional de Derecho de Familia.

Mayea Sánchez, L., & Padrón Durán, R.S. (s. f.). *Temas de Reproducción Masculina y Diferenciación Sexual*. La Habana: Editorial Científico Técnica.

Mesa Castillo, O. (s. f.). *Derecho de Familia Módulo 1* (Vol. 1). La Habana: Universidad de la Habana.

República de Cuba. (1987). Asamblea Nacional de la República de Cuba. Ley No 62 de 1987 Código Penal.

República de Cuba. (1988). Asamblea Nacional de la República de Cuba. Ley No 59 de 16 de julio de 1987 Código Civil.

República de Cuba. (1999). Asamblea Nacional de la República de Cuba. Código de Familia.

República de Cuba. (2002). Asamblea Nacional de la República de Cuba. Constitución de la República de Cuba.

República de Cuba. Asamblea Nacional de la República de Cuba. (1977). Ley No 7 de Procedimiento Civil, Administrativo y Laboral.

República de Cuba. Asamblea Nacional de la República de Cuba. (1985).Ley No 51 Ley del Registro del Estado Civil de 1986.

Sgreccia, E. (1996). *Manual de Bioética*. Madrid: Editorial Diana.

APUNTES TEÓRICOS DE LA COMUNICACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES EN EL ÁMBITO EXTERNO

Lic. Geisa Quintana O´hallorans[1]
E-mail: mdavila@ucf.edu.cu
MSc. Marianela Dávila Lorenzo
[1]Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

Una de las mayores problemáticas que se enfrentan hoy en el campo académico de la comunicación social y dentro de ello de la comunicación que se desarrolla dentro de las instituciones es la escases de estudios o sistematizaciones que tributen a la consolidación de corpus teórico en esta disciplina científica. Es por ello que el presente artículo se encuentra encaminado a realizar una aproximación conceptual a la comunicación organizacional y específicamente dentro de ello en el marco externo, o sea aquella que se desarrolla extramuros de una institución hacia los medios, la comunidad, los grupos de interés u otras instituciones. En la recogida de información se empleó el método documental bibliográfico con una amplia consulta de libros que constituyen clásicos en esta especialidad y artículos publicados en estos últimos cinco años. Como principal resultado se relaciona por la reciente constitución de esta rama científica, por lo complejo de su objeto, y hasta por pertenecer a las ciencias sociales, donde resultan atípicos los criterios aprobados por todos.

Palabras clave:
Comunicación organizacional, comunicación externa.

INTRODUCCIÓN

La comunicación aparece vinculada al desarrollo de las civilizaciones como un proceso clave para la evolución de las mismas. Por su complejo objeto de estudio ha sido abordada por disímiles autores otorgándole numerosas definiciones. Una de ellas la propone Beltrán, citado por Cremata (2013, p.3), quien refiere que es el:

"proceso de interacción social, democrático, basado en el intercambio de signos, por medio del cual los seres humanos comparten voluntariamente experiencias bajo condiciones libres e igualitarias de acceso, diálogo y participación".

La comunicación puede verse, según Trelles (2004, p.13) como *"la relación comunitaria humana consistente en la emisión-recepción de mensajes entre interlocutores en estado de total reciprocidad, siendo por ello un factor esencial de convivencia y un elemento determinante de las formas que asume la sociabilidad del hombre"*. Es necesario, para que haya comunicación, un sistema compartido de significados, lo cual implica un intercambio de símbolos comunes entre las personas que intervienen en este proceso. No existen individuos con experiencias idénticas, pero siempre quienes se comunican, llegan a poseer cierto grado de experiencias comunes, a pesar de que los símbolos del mensaje tengan significados distintos para cada uno de los comunicantes.

Las autoras Muriel & Rota (1980, p.196) plantean que comunicar es un proceso que fluye como una corriente a través del tiempo, sin principio ni fin, en devenir constante, sin posibilidad de dividir sus partes en elementos constitutivos independientes.

Sin dudas, por lo complejo que resulta una aproximación a este proceso que fluye en todos los ámbitos u escenarios de la vida social y de manera especial en el contexto de las organizaciones.

DESARROLLO

Trelles (2002, p.21) es del criterio que una organización puede convertirse en un excelente espacio para la construcción de valores, símbolos y códigos éticos, donde la comunicación actúa como el principal proceso para la construcción de significados compartidos. Una organización es todo tipo de agrupaciones de personas unidas por un interés común, cuyos fines han de estar delimitados con precisión y compartidos de una manera colectiva. Pueden diferir en dimensiones y propósitos tanto como lo demande la naturaleza del objetivo que las une.

La organización transforma, produce, reúne y mantiene a partir de su desarrollo, unidad en sus componentes, convirtiéndolos en un todo que ofrece solidez, seguridad y equilibrio al sistema. Puede definirse como todo un conjunto

organizado de personas que trabajan en función de alcanzar determinados objetivos propuestos y a la vez, se insertan en la sociedad e interactúan con ella. Deben estar definidos con precisión los objetivos y fines de la misma, lo cual facilitará el buen desenvolvimiento de dicho colectivo.

Identifican muchas organizaciones con el término empresarial o institucional porque *"(...) una empresa deja de ser una mera organización y pasa a ser una institución en la medida en que tiene un carácter distintivo. Dicho de otra manera, las organizaciones se convierten en instituciones cuando el comportamiento de sus miembros y sus relaciones con la sociedad están basadas en valores que responden a los fines de la misma".* (Trelles, 2002, p.22)

Para que una institución se inserte de manera funcional en la sociedad, se hace imprescindible la actividad de comunicación, porque una institución para que pueda dar respuesta a las necesidades del bienestar común del microsistema, requiere coordinarse con él a través de procesos comunicativos. A todo este proceso de constantes intercambios de mensajes entre los individuos de una misma institución, empresa u organización, es al que se le denomina comunicación organizacional o comunicación institucional.

Muchos autores han abordado este concepto, como es el caso de Hodgetts & Altman, citados por Trelles (2006, p.22), quienes ven la comunicación organizacional como un *"proceso mediante el cual un individuo o una de las subpartes de la organización se pone en contacto con otro individuo u otra subparte".*

Por ser de interés para la presente investigación se abordarán las definiciones dadas a la comunicación institucional, porque según el nivel desde donde se contemple a la comunicación, ésta puede ser vista como proceso o como sistema dentro de la institución.

"Analizada como unidad independiente, la estructura comunicacional que opera dentro de una institución constituye un sistema de comunicación. Sin embargo, al variar el punto de análisis la institución es quien puede resultar el sistema, y la comunicación un elemento estructural que realiza funciones necesarias para la institución, esta constituiría entonces un subsistema del sistema institución" (Muriel

& Rota, 1980, p.24). De este modo, podría decirse que los procesos comunicativos en las empresas e instituciones son la esencia de la actividad organizacional y el proceso básico del que se derivan otras funciones.

Chávez (2007, p. 144), precisa que la comunicación institucional es el conjunto de actuaciones y medios implementados para vehiculizar directa o indirectamente los mensajes de identificación de la institución, de cara a constituir una imagen válida en su medio.

Al introducir estos conceptos de comunicación institucional, se coincide con Chávez en que las acciones y canales que utilice una institución para llevar a cabo una efectiva gestión con sus públicos, y obtener de ellos una imagen positiva, pueden considerarse comunicación institucional.

Cualquier sistema social, por el simple hecho de existir, realiza actividades de intercambio de información, de enlace, de interrelación, tanto internas como externas. Al efectuarse actividades de comunicación necesariamente habrá procesos de comunicación que se darán, existan o no estructuras diseñadas para realizarlos. Pero, en ausencia de estas estructuras diseñadas, los procesos de comunicación se darán de manera casual, confusa e ineficaz. Por ello, resulta necesaria la creación de estructuras de comunicación en toda institución. Es decir, toda institución como sistema creado para la consecución de objetivos, requiere de un sistema de comunicación que organice, coordine y haga eficientes los procesos de comunicación, facilitando a la institución realizar lo que se propone.

Y es aquí donde radica la gran importancia de la comunicación institucional, ya que es la que permite la cohesión entre los públicos y la institución a la hora de coordinar su trabajo. Parte de la necesidad de comunicarse y de gestionar toda la información que se mueve en torno a ella. Por tanto, otro de los aspectos importantes a tener en cuenta son los tipos de comunicación que se dan en las organizaciones. Según Fernández Collado, citado por Trelles (2002, p. 31), la comunicación puede dividirse metodológicamente en dos tipos: comunicación interna y comunicación externa (por ser de interés para esta investigación solo se hará referencia a la comunicación externa.

Componentes del proceso de comunicación externa

La comunicación externa ha sido interés de estudio para varios autores, los cuales le han atribuido definiciones según sus puntos de vista. A continuación se hace referencia de algunas de ellas:

Fernández Collado (1991, p.32), entiende la comunicación externa como *"el proceso que se dirige a los diferentes públicos externos de la institución (clientes o usuarios, proveedores, localidad, medios de comunicación, autoridades gubernamentales, etc.). La misma tiene como objetivo fundamental la actualización y el cambio; producto de la propia dinámica que establece con el exterior".*

Según Trelles (2002, p. 21), la comunicación externa es el conjunto de procesos comunicativos diseñados y ejecutados por la propia organización y dirigidos hacia sus diferentes públicos externos, encaminados a mantener o mejorar sus relaciones con ellos, a proyectar una imagen favorable o a promover sus productos o servicios.

Es con la definición que le otorga Trelles (2002, p.105), con la que se identifica esta investigación. La autora considera que la comunicación externa *nos lleva a ver la transmisión de información con personas y grupos del exterior, es decir, con el medio ambiente.*

Bartoli (1992), citado por Montero & Oviedo (2004, p.24) establece dos dimensiones funcionales para la comunicación externa:

- La comunicación externa operativa: es el contacto directo y cotidiano de los miembros de la empresa con los distintos asociados o interlocutores, entre los que se destacan los clientes, proveedores, contratistas, poderes públicos, entre otros.
- La comunicación externa estratégica: es la constitución de una red de la empresa con sus públicos externos claves de manera más planificada con el objetivo de desarrollar relaciones positivas con éstos.

Ambas dimensiones funcionales están presentes en la institución que se investiga, porque la misma establece cotidianamente un intercambio directo entre su público interno y su público externo a través del flujo de una comunicación operativa; y dentro de su público externo establece una comunicación estratégica e integrada

con su público externo clave (otras instituciones, la comunidad y los medios de comunicación masiva).

La importancia de la comunicación externa, está dada por el constante intercambio de información que se envía desde la institución hacia los públicos externos. Es por ello que proveer y recibir todo tipo de información constituyen actividades comunicativas importantes e interrelacionadas que no deben dejar de efectuarse, pues así la institución se encuentra en constante intercambio y retroalimentación con sus públicos externos.

Públicos externos o extra-institucionales

Cada institución segmenta sus públicos de manera particular. Un público puede ser una persona, la población de un país, otra empresa, los empleados, o cualquier otro sujeto social. Los públicos son el conjunto de personas que por su vínculo con la entidad, son de interés para la comunicación de la misma. Pueden ser internos o externos, ambos de gran influencia para el logro satisfactorio de los objetivos trazados en la entidad. Por ser de interés para la investigación se abordará el público externo.

Son muchas las definiciones que se encuentran al revisar la teoría existente sobre público externo, pero todas llevan a una misma reflexión y es precisamente la de involucrar a la institución con su entorno y viceversa. La institución debe tener presente como meta esencial, la de armonizar sus fines con los fines del público externo, lo cual beneficiará en gran medida su crecimiento. Para alcanzar este objetivo la organización debe conocer las características de cada uno de los públicos con los que se relaciona.

Muriel & Rota (1980), proponen cinco tipos principales de públicos externos específicos. Los mismos son:

- Clientes o usuarios: determinado por los individuos o sistemas sociales que, formando parte del medio ambiente inmediato del sistema de la institución, reciben directamente de él sus productos o servicios.
- Los proveedores: son los individuos o sistemas sociales que proporcionan a la institución los insumos (materias primas, accesorios, equipos) que posteriormente

ésta transforma y devuelve al medio ambiente a través de sus propios productos o servicios.

- La localidad: es la comunidad que habita en el área geográfica inmediata de la institución. El tamaño y las características de esta comunidad pueden variar considerablemente; lo mismo puede tratarse de un pequeño poblado, que de un sector urbano o una ciudad completa.
- Medios de comunicación de gran alcance (medios de comunicación colectiva): son todos aquellos canales que llegan a auditorios constituidos por un gran número de personas entre los que se encuentran: la televisión, el cine, la radio, la prensa. Estos medios se convierten en públicos específicos de la institución debido a que entran directamente en contacto con ella con el propósito de satisfacer sus necesidades particulares, que en este caso son de naturaleza informativa.
- Otras instituciones públicas: se fundamentan en la necesidad de una adecuada y planificada coordinación entre varias instituciones públicas que pretenden integrar a través de sus objetivos específicos, el logro de un objetivo en común.

Mensajes

Según Fernández Collado (1991, p.21), la información que es percibida y a la que los receptores le dan un significado (quienes también podrían ser la fuente), recibe el nombre de mensaje. En consecuencia, los mensajes tratan información específica sobre disímiles temas o acontecimientos generados durante interacciones humanas. De modo que el mensaje es el estímulo que la fuente (la institución) trasmite al receptor (el público externo); es la idea o sentimiento que se comunica.

Mensaje en el sentido más general, es el objeto de la comunicación. Está definido como la información que el emisor envía al receptor a través de un canal determinado o medio de comunicación; aunque el término también se aplica, dependiendo del contexto, a la presentación de dicha información; es decir, a los símbolos utilizados para transmitir el mensaje. Cualquiera que sea el caso, el mensaje es una parte fundamental en el proceso del intercambio de información. Si bien en general se relaciona la idea de mensaje con mensajes escritos, hoy en

día la variedad de mensajes y estilos comunicativos posibles es ciertamente infinito y hace que los individuos puedan mantener contacto con otras personas de diversas maneras.

Los mensajes emitidos por la institución hacia sus públicos externos pueden ser clasificados según su relación (didácticos, pequeños grupos, públicas), las redes de difusión (formales o informales), los propósitos (tarea, mantenimiento, humano), el lenguaje (verbales o no verbales) y el método de difusión (hardware o software).

Los propósitos de un mensaje de tarea guardan estrecha relación con aquellos productos o servicios que tienen un especial interés para la institución. Son los que tienen la misión de informar a su público externo sobre la manera de realizar determinada labor. Incluyen actividades como capacitación (a través de talleres, cursos) y orientación (a través de un departamento de atención y ayuda al cliente). Los mensajes de mantenimiento ayudan a la entidad a seguir con vida, incluyen procedimientos y controles necesarios para facilitar el logro de los objetivos previstos a cumplir en el público externo. Por su parte los mensajes humanos van dirigidos a los individuos de la institución, considerando sus actitudes y relaciones interpersonales dentro de la entidad y con su público externo.

Canales

Para la difusión de mensajes se hace necesaria la utilización de los medios o canales de comunicación externa*. "Los canales de comunicación son los vehículos que transportan los mensajes de la fuente al receptor; los eslabones físicos entre quien envía el mensaje y el receptor del mismo". (Collado, 1991, p.22)*

Según Collado (1991), los canales pueden dividirse en diferentes grupos:

- Medios de comunicación masiva.
- Medios de comunicación pública. (Este medio tiene como esencia la comunicación interpersonal: la voz, el gesto y la mímica. También los intercambios profesionales en reuniones, celebraciones).
- Medios de comunicación en las organizaciones. (Teléfono, fax, correo, telegrama, exhibiciones audiovisuales, memorándums, reportes escritos, radio, buzón de opiniones para empleados, boletines informativos).

Trelles (2004), por su parte propone la siguiente clasificación para los canales:

- Canales mediatizados: son los que requieren de algún tipo de tecnología para la producción de mensajes y el contacto entre la fuente y el receptor o receptores no es directo, sino a través de algún vehículo físico externo. Ejemplo de este tipo de canales lo constituyen la radio, la televisión, el teléfono, el télex, entre otros.
- Canales directos: dependen de la capacidad y habilidad individual para comunicarse con otros cara a cara. Por ejemplo: hablar, escuchar.

Los canales de comunicación responden al espacio en cuestión y pueden ser directos, o sea, de manera personal, cara a cara, o indirectos a través de medios (soportes gráficos como revistas, boletines, medios masivos de comunicación, páginas y sitios web).

Abordadas algunas de las disímiles definiciones que le otorgan a los canales utilizados en la comunicación externa, se puede plantear que la investigación se acoge a la clasificación que propone Trelles (2004), de los canales mediatizados y canales directos de acuerdo al proceso comunicativo que fluye en la misma. La institución objeto de estudio utiliza los diferentes medios de comunicación masiva (la televisión, la radio, la prensa y el Internet) para difundir los mensajes destinados a su público externo. El contenido de los mismos es planificado, administrado y evaluado por la propia institución.

Retroalimentación

Para poder evaluar la efectividad de la información enviada a través de los canales, debe existir la retroalimentación. Si la misma no tiene lugar entonces se puede decir que la comunicación del emisor con el receptor no fue efectiva, ya que a través de ella se completa el círculo comunicativo.

La retroalimentación es la respuesta del receptor al mensaje emitido por la fuente; esta puede tomarla en cuenta y modificar mensajes posteriores. Collado (1991), la ve como un proceso dinámico y bidireccional. Afirma que se pueden dar dos tipos de retroalimentación, la positiva, que confirma si el mensaje llegó al receptor, si se logró el efecto deseado. La negativa, informará lo contrario, puede producir ruido o simplemente no se da. A esta se le da mayor importancia que a la positiva en la

evaluación del curso que toma la comunicación. Por su parte Katz & Kahn, citados por Trelles (2006, p.24), la consideran el termómetro de la comunicación de la empresa, especie de un regulador que permite al emisor corregir las desviaciones y así situarse en el curso de acción adecuado. Los autores apuntan que la retroalimentación repercute en factores internos y por ende en externos a la organización.

A través de la retroalimentación es que se logra un buen intercambio, de información puesto que es la vía que permite conocer determinadas informaciones, opiniones, sugerencias, y nutre a la organización para lograr un desarrollo y de esta forma contribuir al cumplimiento de su misión, visión, objeto social e imagen institucional que está emitiendo.

CONCLUSIONES

Los textos identificados a partir de una exhaustiva revisión bibliográfico-documental revelan como importantes asideros teóricos asumidos la Teoría Clásica, la Humanista, la de los Sistemas y la Contingente, provenientes del desarrollo de las escuelas conocidas como del comportamiento organizacional cuya vitalidad y desarrollo son notables.

En la actualidad se manifiesta de forma desfavorable en investigaciones más recientes en el campo de la comunicación organizacional la no asunción de una posición crítica y reflexiva por parte de los académicos al nutrirse de presupuestos sin realizar adecuaciones a dichos supuestos teniendo en cuenta el contexto específico en que se inscriben.

BIBLIOGRAFÍA

Bartoli, A. (1992). Comunicación y organización. Barcelona: Paidós.

Chávez, N. (2007). La Imagen Corporativa. Teoría y Metodología de la identificación institucional. Barcelona: Gustavo Gili.

Costa, J. (2001). Imagen Corporativa en el siglo XXI. Buenos Aires: La Crujía.

Davis, K., & Newstrom, J. (1992).El comportamiento humano en el trabajo. Comportamiento organizacional. México: Mc Graw-Hill.

Fernández, C. (1991). La comunicación en las organizaciones. Madrid: Editorial: Trillas.

Muriel, M., & Gilda, R. (1980) .Comunicación Institucional. Enfoque social de Relaciones Públicas. Quito: Editorial Andina.

Oviedo, A., & Montero, A. (2004). Auditoría de Imagen: Transtur Rent a Car. Trabajo de Diploma. Universidad de la Habana: Facultad de Comunicación.

INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN Y VARIABLES CLIMÁTICAS SOBRE INDICADORES ECONÓMICOS-PRODUCTIVOS DE LA UBPC GANADERA AGUADA

MSc. Freddys Ramírez González[1]
E-mail: seguro.a@cfg.intermar.cu
Ing. Mileidy Moya Gil[2]
E-mail: seguro.a@cfg.intermar.cu
Ing. Maríaa Andrea Luna Feijó[2]
E-mail: reclamaciones@cfg.esen.cu
[1] Especialista A en (AIR). Intermar S.A. Cienfuegos. Cuba.
[2] Especialista Principal en (AIR) Intermar S.A. Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

La investigación se realizó en la UBPC ganadero Aguada perteneciente a la Empresa Agropecuaria Primero de Mayo del Municipio Aguada de Pasajeros, durante el período 2007-2014 con el propósito de caracterizar la producción ganadera, evaluar la influencia de la alimentación y las variables climáticas sobre los indicadores económicos-productivos y proponer de un plan de medidas a ser usadas en una estrategia los mejoren. Los resultados indican que la incidencia de la alimentación y en menor medida de las precipitaciones y temperaturas son la causa principal del deterioro de los indicadores productivos-económicos. Para mejorar los mismos, en la UBPC se propone incrementar: la siembra de forrajes verdes y pastos, el uso de cercas vivas. la capacitación de los directivos y técnicos de la entidad; así como disminuir la carga global, introducir el acuartonamiento, la estabulación de animales y rotarlos por las áreas, a través del montaje de un sistema silvopastoril a base de Leucaena y pasto estrella.

Palabras clave:

Indicadores, económicos, productivos, leche, carne, bovinos, alimentación, medidas.

INTRODUCCIÓN

Refiere Peters et al. (2003), que para mantener y mejorar los niveles de vida de los productores de escasos recursos, se requiere de la intensificación y diversificación sostenibles de los sistemas de producción mixtos cultivos-animal con baja accesibilidad a insumos externos.

Según Machado (2008), la ración típica de un bovino en Cuba, contiene forrajes permanentes y alimentos suplementarios distribuidos, con lo cual se consume solo el 48 % del alimento necesario, donde el 94 % de este es aportado por los pastos.

En el municipio Aguada de Pasajeros se han realizado pocos estudios sobre los indicadores productivos y económicos de agroecosistemas ganaderos, donde las evaluaciones realizadas indican que estos predios se caracterizan por ser productor de carne y leche, donde la alimentación predominante es de pastos naturales, así como se le suministra complemento alimenticio principalmente al ganado de ceba, con una alta dependencia de los recursos externos, donde tanto la muerte vacuna como la alimentación determinan las producciones de leche y carne, así como los nacimientos (Castillo, 2013).

La UBPC Aguada estuvo entre las de mejores resultados en la producción animal del municipio, sin embargo en los últimos años se observa una reducción de sus indicadores productivos y económicos. Donde no existe una percepción clara de las razones que han provocado dicha situación, así como se considera que las variaciones climatológicas producto al cambio climático y la alimentación al ganado pudieran estar dentro de las causas que provocan dicha reducción. Sin embrago no existen estudios con métodos científicos que demuestren la veracidad de dichas afirmaciones.

El presente trabajo estuvo encaminado a evaluar la influencia de la alimentación y las variables climáticas sobre los indicadores económicos-productivos de la UBPC ganadera Aguada, así como a proponer un plan de medidas a ser usadas en una estrategia que mejore los indicadores productivos-económicos de la UBPC ganadera Aguada.

DESARROLLO

La investigación se realizó en la UBPC ganadero Aguada perteneciente a Empresa Agropecuaria Primero de Mayo del Municipio Aguada de Pasajeros, durante el período 2007-2014, donde se desarrolló una investigación no experimental de tipo explicativa en condiciones de producción.

Para la evaluación de la influencia de la alimentación y las variables climáticas sobre los indicadores económicos-productivos se registrarán los datos históricos en el tabulador electrónico Microsoft Office Excel, los indicadores de producción ganadero, a partir de los boletines mensuales emitidos por la oficina de estadística de la Empresa Agropecuaria Primero de Mayo. Se comprobaron la distribución normal de los indicadores y variables seleccionadas. Las variables incluidas en este análisis se seleccionaron a partir de los resultados previos obtenidos en la correlación.

A las variables seleccionadas se le aplicará estadística multivariada de conglomerados (Clusters), se efectuó, además el análisis de componentes principales para extraer los componentes y las variables de mayor peso dentro de la UBPC que se procesaron mediante regresión lineal múltiple por el método de paso a paso y se establecieron los modelos donde se ubican a las variables que más aportan a las variaciones de las producciones pecuarias. Se usaron como variables dependientes, en el análisis, las producciones de leche (PTL), carne (PTC) y los nacimientos (NT).

Para la evaluación económica se empleó la Instrucción complementaria (República de Cuba. MINAG, 2006)

Sobre la base de los resultados obtenidos en la investigación inicial de diagnóstico, así como de la matriz de Vester se elaboró la propuesta del plan de medidas a ser usadas en una estrategia que mejore los indicadores productivos-económicos de la UBPC.

El dendograma de los años evaluados en la UBPC ganadera “Aguada” del municipio Aguada de Pasajeros (Figura 1), muestra gran heterogeneidad entre las condiciones de los años evaluados. Los años 2007 y 2010 que muestran condiciones similares con bajos índices de labores y alimentación similares, así

como también en cuanto a las existencias de animales y a la muerte vacunas que fueron elevadas con respecto a otros años. Las precipitaciones anuales no incidieron en este resultado pues en el 2008 llovió por debajo de la media histórica y en el 2010 por encima como se analizó anteriormente.

El 2008 y el 2009 forman un cluster o grupo homogéneo, dado por que se muestran de manera similar en cuanto a la baja alimentación, al rendimiento diario y a la producción de leche que fueron elevadas con respecto a los otros años.

Los años 2011, 2012 y 2013 se agrupan en un tercer cluster, donde las existencias de los animales disminuyeron con respecto a los años anteriores. También muestran bajos porcentajes de muerte vacuna y de vacas de ordeño. Llovió por encima de la media histórica y menores índices de alimentación.

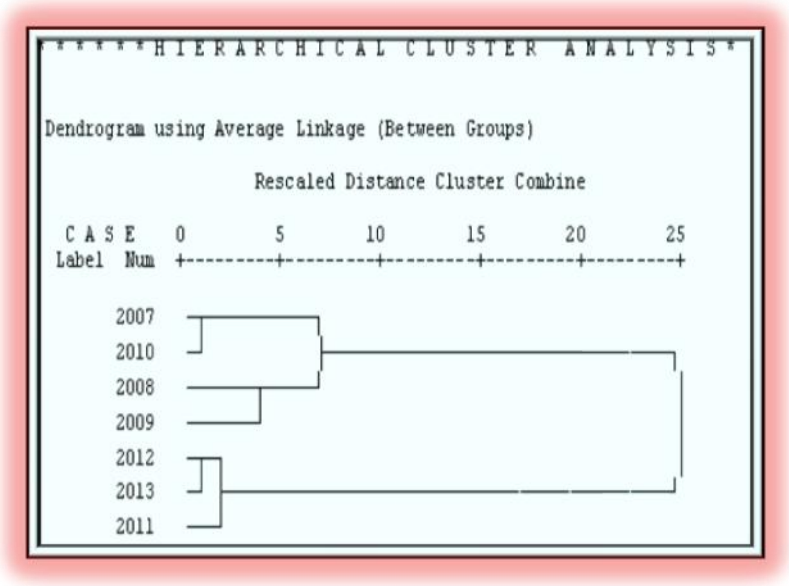


Figura 1. Dendograma de los años evaluados en La UBPC ganadera “Aguada” del municipio Aguada de Pasajeros.

Tabla 1. Matriz de componentes principales de la UBPC ganadera “Aguada” del municipio Aguada de Pasajeros

Variables seleccionadas	Componentes extraídas	
	1	2
Alimentación con caña	0,842	0,320
Alimentación con heno	0,892	0,574
Alimentación con pienso criollo	0,855	-0,095

Alimentación con pienso industrial	0,210	-0,851
Alimentación con Sal Mineral	0,163	-0,835
Existencia final de animales	0,969	-0,029
Muerte vacuna total	0,909	0,237
Nacimientos totales	0,869	0,263
Peso Promedio por Animal	0,829	0,348
Producción total de carne	-0,856	0,373
Rendimiento de leche por vaca	0,978	0,021
Siembra de postes nacientes	0,888	0,273
Vacas de Ordeño	0,911	-0,282
Venta Total de Leche	0,994	0,056
Precipitaciones anuales	-0.821	-0.1.24
% de la varianza acumulado	57,871	76,527

La Matriz de componentes principales de la UBPC ganadera “Aguada” del municipio Aguada de Pasajeros (Tabla 1) exhibe dos componentes donde se explica el 76.5% de las variaciones totales. En la componente uno se agrupa el mayor número de variables donde las de mayor peso en la variabilidad son: Alimentación con caña, Alimentación con heno, Alimentación con pienso criollo, Existencia final de animales, Muerte vacuna total, Nacimientos totales, Peso Promedio por Animal, Producción total de carne, Rendimiento de leche diario, Siembra de postes nacientes, Vacas de Ordeño, Ventas de Leche Bajo Contrato, Ventas de leche a la industria, la Venta Total de Leche y las precipitaciones anuales. En la componente dos se agruparon variables relacionadas con la alimentación.

Los modelos de regresión lineal múltiple, donde se usan como variables dependientes las producciones de: carne, leche y nacimientos se obtuvieron un modelo para cada variable dependiente que explican entre el 82 y el 89 % de las variaciones de leche, carne y los nacimientos. Como se observa la alimentación juega un papel determinante en dichos indicadores productivos pues aparece como variable predictora en los modelos. Sin embargo la producción de leche tiene una marcada dependencia de las temperaturas y las precipitaciones. Este resultado coincide con el obtenido por Lazo (2013), quien explica que las elevadas temperaturas provocan estrés en el ganado y el estrés por calor tiene un efecto importante sobre el bienestar y el rendimiento de los animales (Silanikove, 2000).

Las precipitaciones en esta producción donde la alimentación depende de los pastos naturales principalmente, como refiere Argudín (2011).

Se percibe que hasta la actualidad la UBPC es rentable. Promedia ingresos totales por leche (1252.80 MP) superiores a los de la carne (302.20 MP). Aunque los costos promedios de la leche son superiores (569.9 MP) a los de la carne (358.8 MP) el cálculo de la rentabilidad indica que existen pérdidas en este último reglón en la mayoría de los años, lo cual ratifica lo expuesto anteriormente de que los alimentos complementarios son suministrados en mayor medida al ganado de ceba, de ahí que los gastos en la producción o la compra de los mismos se carguen a la producción de carne. La leche se mantiene con ganancias lo que sostiene la rentabilidad de la UBPC. Se observa además que se produce un deterioro de los indicadores económicos a partir del año 2011, lo cual ratifica los resultados obtenidos anteriormente en lo concerniente a que en esos años existe una disminución de la alimentación por animal, del número de vacas de ordeño y de los toros en ceba.

Propuesta de un plan de medidas a ser usadas en una estrategia que mejore los indicadores productivos-económicos de la UBPC ganadera Aguada del municipio Aguada de Pasajeros

Los resultados obtenidos y la encuesta aplicada a los especialistas permitieron identificar los siguientes problemas:

Problemas identificados:	% de concordancia
1. Falta de estrategias para elevar la alimentación de los animales.	100
2. Pobre siembra de forrajes verdes y pastos.	100
3. No uso de cercas vivas con la siembra de postes nacientes para el sombreo de los animales.	93.5
4.Bajo rendimiento de leche por vaca	100
5. Disminución del peso promedio por animal vendido.	90.5
6. Falta de capacitación de los directivos y técnicos de la entidad sobre técnicas de alimentación al ganado vacuno.	100
7. Elevada carga global de animales por hectárea.	100
8. Insuficiente alimentación tanto del ganado lechero como de ceba.	100
9. Baja tasa de natalidad por año.	86.3
10 Elevada muerte vacuna.	92.3

11. No existe el acuartonamiento ni la estabulación de animales.	100
12. No se rotan los animales por las áreas, donde se le dé un tiempo de descanso o recuperación al pasto para facilitar su desarrollo.	100

El 100 % de los encuestados concuerda que son responsables del deterioro de los indicadores económicos-productivos de la UBPC: Falta de estrategias para elevar la alimentación de los animales; la pobre siembra de forrajes verdes y pastos; el bajo rendimiento de leche por vaca; la elevada carga global de animales por hectárea; la falta de capacitación de los directivos y técnicos de la entidad sobre técnicas de alimentación al ganado vacuno; la insuficiente alimentación tanto del ganado lechero como de ceba; que no existe el acuartonamiento ni la estabulación de animales y que no se rotan los animales por las áreas, donde se le da un tiempo de descanso o recuperación al pasto para facilitar su desarrollo.

Entre el 86.3% y el 93.5% incluyen también el no uso de cercas vivas con la siembra de postes nacientes para el sombreo de los animales; la disminución del peso promedio por animal vendido; la elevada muerte vacuna; la baja tasa de natalidad por año.

El diagrama de Vester (Figura 2) muestra que la falta de estrategias para elevar la alimentación de los animales constituye un problema focal para elevar los indicadores económicos-productivos de la UBPC Aguada donde son causas de éste: la pobre siembra de forrajes verdes y pastos; el poco uso de cercas vivas con la siembra de postes nacientes para el sombreo de los animales; la falta de capacitación de los directivos y técnicos de la entidad sobre técnicas de alimentación al ganado vacuno; la elevada carga global de animales por hectárea; la no existencia del acuartonamiento ni la estabulación de animales y que no se rotan los animales por las áreas, donde se le de un tiempo de descanso o recuperación al pasto para facilitar su desarrollo.

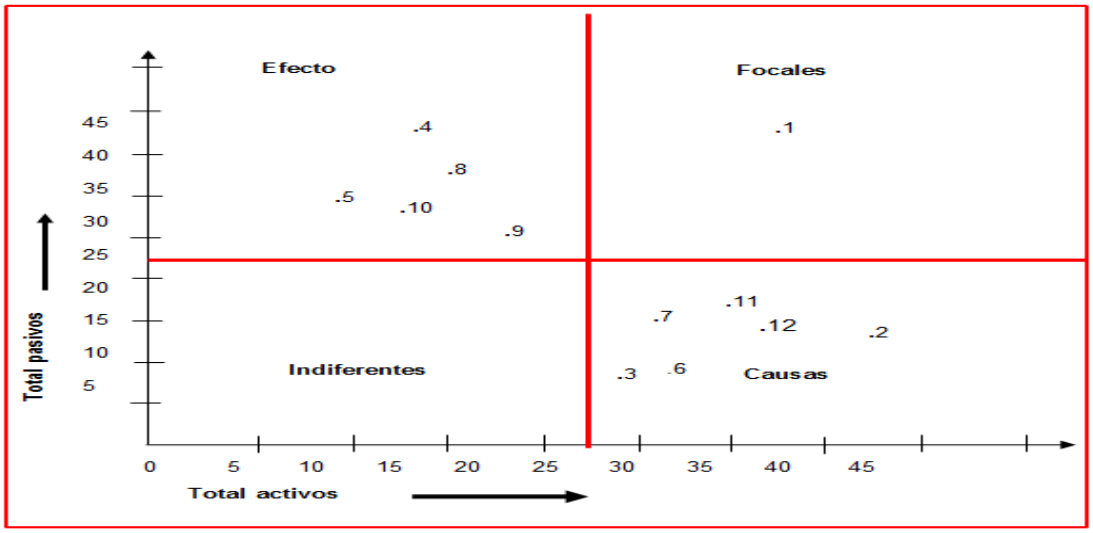


Figura 2. Diagrama de Vester obtenido con los problemas diagnosticados a través de las técnicas de investigación aplicadas.

Teniendo en cuenta estos resultados se elaboró un plan de medidas para elevar los indicadores económicos-productivos de la UBPC Aguada encaminadas a resolver los problemas causales identificados:

Plan de medidas:

Objetivo: Proponer un grupo de medidas a tener en cuenta en la estrategia alimentaria del ganado vacuno lechero y de ceba de la UBPC Aguada.

Medidas:

1. Incrementar la siembra de forrajes verdes y pastos.
2. Incrementar el uso de cercas vivas con la siembra de postes nacientes para el sombreo de los animales.
3. Elevar la capacitación de los directivos y técnicos de la entidad sobre técnicas de alimentación al ganado vacuno.
4. Disminuir la carga global de animales por hectárea.
5. Introducir el acuartonamiento y la estabulación de animales.
6. Rotar los animales por las áreas, donde se le de un tiempo de descanso o recuperación al pasto para facilitar su desarrollo.

Estas medidas se pueden cumplimentar, en lo fundamental, con el establecimiento de un sistema silvopastoril, propuesto por Lazo (2013), para cada100 animales.

CONCLUSIONES

La incidencia de la alimentación y en menor medida de las precipitaciones y temperaturas es la causa principal del deterioro de los indicadores productivos-económicos de la UBPC ganadera Aguada en el Municipio Aguada de Pasajeros.

La producción ganadera de la UBPC Aguada se caracteriza por tener temperaturas que pueden provocar estrés por calor en el ganado, precipitaciones inferiores a la media municipal; alimentación a base de pastos y niveles cada vez más reducidos de alimentos complementarios que no aporta los nutrientes de la ración idónea de los bovinos; así como por un deterioro de los indicadores económico-productivos.

La alimentación al no aportar las cantidades de nutrientes suficientes para los bovinos influye negativamente; mientras que las temperaturas y las precipitaciones, como variables climáticas, influyen también perjudicialmente sobre el ganado, lo que conlleva al deterioro de los indicadores económicos-productivos de la UBPC ganadera Aguada del Municipio Aguada de Pasajeros.

Para mejorar los indicadores económicos-productivos de la UBPC ganadera Aguada, se propone aplicar como medidas incrementar: la siembra de forrajes verdes y pastos, el uso de cercas vivas. la capacitación de los directivos y técnicos de la entidad; así como disminuir la carga global, introducir el acuartonamiento, la estabulación de animales y rotarlos por las áreas, a través del montaje de un sistema silvopastoril a base de Leucaena y pasto estrella.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argudín, C. (2011). Curso de producción de bovinos de Doble Propósito. Universidad Nacional Autónoma de México.

Castillo Muñoz, Y. (2013). Evaluación de los Indicadores Productivos de la Granja Ganadera Delicia en el período 2007-2012. Tesis para optar por el título de ingeniero agrónomo. Universidad de Cienfuegos. “Carlos Rafael Rodríguez”. Centro Universitario Municipal en Aguada de Pasajeros.

Lazo Rodríguez, A. F. (2013). Silvopastoreo: Tecnología para la ceba de toros en la UEB “Galeón. Universidad de Matanzas. “Camilo Cienfuegos”. Trabajo de Diploma para optar por el título de ingeniero agropecuario. Matanzas, Cuba.

Machado, R., Seguí, E., Olivera y Toral, O., & Wencomo, H. (2008). Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos forrajeros herbáceos y arbóreo. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” y Universidad de San Carlos de Guatemala.

Peters, M., & Lascano, C.E. (2003). LinkingOn-StationResearchwithParticipatoryApproaches: Forage Development as the Pathway to Forage Technology Adoption. TrShelton, M. Potencial de limitación de Leucaenaspp para uso en sistemas silvopastoriles, en Sistemas agroforestais pecuarios upcoes de sustentabilidade para areastropicais e subtropicais, FAO, EMBRAGA, pp. 379- 398.

República de Cuba. MINAG. (1990). Situación de la alimentación del ganado y metodología de elaboración del balance forrajero para lograr la autosuficiencia alimentaria en las unidades ganaderas. Informe interno. La Habana.

República de Cuba. MINAG. (1998). Análisis sobre la ganadería vacuna: consideraciones y recomendaciones. Informe interno. La Habana.

Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. LivestProdSci., 67, pp.1-18.

VENTAJAS DE LA SUSTITUCIÓN DEL AZUFRE SÓLIDO POR GREEN SULF 2012 PARA LA MACERACIÓN DEL MAÍZ EN LA UEB GLUCOSA CIENFUEGOS

MSc. David Velázquez Torres[1]
E-mail: dvelazquez@ucf.edu.cu
MSc. Elisa María Chou Rodríguez[1]
E-mail: echou@ucf.edu.cu
MSc. Lianys Ortega Viera[1]
Daniel Velázquez Torres[1]
E-mail: iq1215@ucf.edu.cu
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

En el proceso de maceración de maíz de la Empresa Glucosa Cienfuegos, se identificaron 17 malas prácticas, siendo una de las principales la emisión de 29 839,49 kg de $SO_{2\,(g)}$ /año a la atmósfera además del derrame de 115,76 kg/año de azufre sólido en el proceso de obtención de agua sulfurosa, provocando numerosos impactos ambientales que afectan directamente la salud de los trabajadores y los diferentes ecosistemas que la rodean. El presente trabajo tiene como objetivo develar las ventajas de una posible sustitución del azufre sólido por Green Sulf 2012 -producto empleado actualmente en la etapa de sulfitación en fábricas productoras de azúcar-. En el mismo se describe de forma general los principales aspectos de la obtención del maíz por molienda húmeda, el proceso de maceración, así como las reacciones que tienen lugar y las posibilidades del uso del Green Sulf en la etapa de maceración del maíz.

Palabras clave:
Azufre sólido, Green Sulf, agua sulfurosa.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, la comunidad internacional ha tomado conciencia de los grandes problemas que aquejan a nuestro planeta y de la necesidad de ir hacia un desarrollo sostenible. Uno de estos problemas es el modelo de desarrollo industrial actual, que no es sostenible en términos medioambientales, lo que no permite un "desarrollo" que pueda durar.

Cada sector en particular genera residuos en diferentes porcentajes de acuerdo con los tipos de productos que fabrican y la industria alimenticia con su diversidad de segmentos al generar una gran cantidad de residuos y consumir una gran cantidad de agua, es precisamente uno de los sectores productivos que mayor impacto tiene sobre el medio ambiente (Curbelo, 2013).

Los principios de Producción Más Limpia tienen muchas aplicaciones en las industrias de alimentos, de hecho estos principios son necesarios para asegurar la calidad y la productividad sin deteriorar el medio ambiente (Restrepo, 2006).

De los problemas planteados en la Estrategia Ambiental del Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL, 2012) sobre los principales problemas ambientales que presenta este sector, como la contaminación de las aguas terrestres y marinas; la contaminación atmosférica y el elevado consumo de agua, la UEB Glucosa Cienfuegos no queda excluida, está generando impactos significativos de sus actividades, productos y servicios sobre el medio ambiente.

En el año 2012 la empresa emitió 29 839,49 kg de $SO_{2\ (g)}$ a la atmósfera en el proceso de obtención de agua sulfurosa, además del derrame de 115,76 kg de azufre sólido y 3 224 261,18 kg de agua de remojo, provocando numerosos impactos ambientales que afectan directamente la salud de los trabajadores y a los asentamientos poblacionales que la rodean.

Estos residuales líquidos vertidos, con abundante contenido de sólidos totales y rico en materia orgánica de naturaleza biodegradable limitan la entrada de luz a las capas más profundas y por tanto afecta al desarrollo de la biota acuática, produce agotamiento del oxígeno disuelto que ocasiona un predominio de especies anaeróbicas, afectando por tanto la biodiversidad. Además cuando se termina el oxígeno disuelto en el agua comienza la reducción de los sulfatos

(abundantes en el agua de mar) y se producen sulfuros que provocan un olor desagradable en la zona afectada a la entrada de la ciudad de Cienfuegos. Se puede señalar también que al presentar este residual elevados valores de nitrógeno y fósforo puede provocar eutrofización en los cuerpos de agua donde es vertido.

El dióxido de azufre emitido al ser higroscópico reacciona con la humedad y forma aerosoles de ácido sulfúrico y sulfuroso que luego forman parte de la llamada lluvia ácida. Afecta el sistema circulatorio, las vías respiratorias, causa queratitis, irritación ocular, alteraciones psíquicas, edema pulmonar, paro cardíaco, asma, bronquitis crónica, etcétera.

Lo anterior demuestra que esta fábrica es una de los mayores contaminantes de la Bahía de Cienfuegos y de los diferentes ecosistemas que la rodean ya que no cumple con los límites máximos permisibles para las concentraciones de las descargas de sus aguas residuales, por lo que viola la Legislación Ambiental vigente en el país pudiendo mencionarse el Decreto Ley 138, Ley No. 81 del Medio Ambiente, Norma cubana NC 27:1999, etcétera, a la vez que no cumple con los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del PCC.

Se hace necesario, por lo tanto, buscar alternativas de Producción Más Limpias que contribuyan a la reducción de impactos medioambientales provocados por la empresa, proporcionando una base para la investigación de nuevas mejoras, con el objetivo de lograr una estrecha interrelación entre la economía y el medio ambiente al poner de manifiesto los puntos del proceso de maceración en los que sería prioritaria una innovación tecnológica que permitiera simultáneamente una mejora ambiental del proceso y de su competitividad.

Una alternativa es la sustitución del azufre sólido por el Green Sulf en la obtención de agua sulfurosa en la etapa de maceración, de ahí que el objeto de este estudio sea develar las ventajas que presenta la utilización de este producto, teniendo en cuenta la necesidad o búsqueda de una innovación tecnológica que permita una mejora en la calidad del proceso.

DESARROLLO

Para resolver la problemática ambiental actual en la etapa de maceración del maíz de la empresa se deben lograr procesos productivos y de servicios capaces de utilizar un número reducido de recursos y generar una cantidad reducida de desechos. Para esto se hace necesario el conocimiento del proceso y las reacciones que involucra.

En la producción de almidón y glucosa, el maíz constituye la materia prima fundamental, el mismo debe ser procesado pasando por diferentes etapas (Cabrerizo, 2013). Estos dos procesos tienen puntos en común como son: recepción, limpieza y maceración del maíz. Además se utiliza azufre sólido como materia prima en la obtención de agua sulfurosa empleada en el remojo del maíz.

La maceración es fundamentalmente el remojo del maíz en agua sulfurosa y bajo condiciones cuidadosamente controladas con la finalidad de separar los componentes del grano de maíz por hinchamiento de este y a la vez ablandarlo para lograr posteriormente un eficiente proceso de molinación.

El proceso de remojo es la operación principal en la fabricación de almidón, por lo que debe efectuarse correctamente, asegurando así un rendimiento alto en almidón y subproductos, además garantiza las calidades de estos, a la vez que mantienen los insumos de productos auxiliares en la planta de glucosa dentro de norma permisible por cuanto el almidón es la materia prima de la fábrica de glucosa, de ahí la repercusión que tiene en la producción de glucosa el proceso de remojo (Schlicher, 2009).

Con el fin de obtener una solubilización eficiente de las sustancias solubles del maíz (6%, que están constituidos por el 35 al 45 % de proteínas) y eliminar una actividad biológica indeseable, el remojo se realiza con agua sulfurosa, a la temperatura según la variedad del grano. En la tabla 1 se resumen los parámetros a mantener.

Tabla 1. Parámetros para la maceración de maíz.

Tipo de Maíz	Temperatura	Tiempo
Yellow	49 – 53 °C	40 – 60 horas
Plata	51 – 55 °C	60 – 70 horas

Fuente: Proceso Tecnológico Planta de Almidón. UEB Glucosa. Cienfuegos, Industria Confitera.

La maceración de 45 a 55 °C, favorece la producción de organismos lácticos y las temperaturas más bajas conducen a la producción de ácido butírico. El papel del ácido láctico, no está claro, tiene un mínimo efecto en el ablandamiento del grano de maíz y quizás su principal efecto sea el de bajar el pH y de detener el crecimiento de otros organismos (Araya, 1996).

A causa de diferentes cualidades variables, tratamientos previos y edades del maíz, el tiempo de remojo varía entre 40 a 60 horas, después de un período de remojo total el maíz tiene un contenido de humedad de 40 a 42 % y puede llegar a hasta un 50 %.

Tabla 2. Especificaciones de calidad del producto en el proceso.

Para ambos tipo de maíz		Agua de maceración	
Humedad	40 – 50 %	*Concentración*	3 – 4 °Bé
Consistencia	Ruptura al presionar el grano entre los dedo índice y pulgar.		

Fuente: Proceso Tecnológico Planta de Almidón. UEB Glucosa. Cienfuegos, Industria Confitera.

Principales reacciones que ocurren en el proceso de maceración

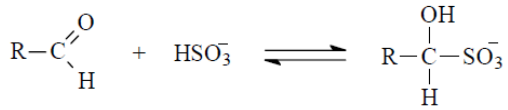
Las reacciones químicas que se dan al realizar este proceso de sulfitación con azufre sólido son las siguientes:

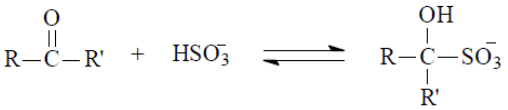
En el quemador de azufre: $1/8\ S_{8\ (s)} + O_{2\ (g)} \rightarrow SO_{2\ (g)}$.

En las torres de absorción: $SO_{2\ (g)} + H_2O_{\ (l)} \rightarrow H_2SO_{3\ (ac)}$

Disociación del ácido sulfuroso en hidrógenosulfito e hidrógeno: $H_2SO_{3\ (ac)} \rightarrow HSO_3^{-}{}_{(ac)} + H^{+}{}_{(ac)}$.

Reacción del hidrógenosulfito con los grupos carboxilos que dan color:





Obtención de agua sulfurosa para el proceso de maceración del maíz

Actualmente en Cuba la maceración del maíz se realiza con agua sulfurosa; obtenida de la combustión de azufre sólido con el dioxígeno del aire y luego de un proceso de absorción con agua, logrando concentraciones entre 600 y 2 000 ppm de SO_2. Se utiliza el dióxido de azufre por dos razones: en primer lugar porque ayuda a detener el crecimiento de organismos de putrefacción. En segundo lugar como se muestra en la figura 1, porque el ion hidrógenosulfito reacciona con los enlaces disulfuro en la matriz proteica del maíz y reduce el peso molecular de las proteínas, haciéndolas más hidrófilas. El resultado de esto es que el almidón se libera con más facilidad de la matriz proteica y el rendimiento es superior (Giménez, 2010).

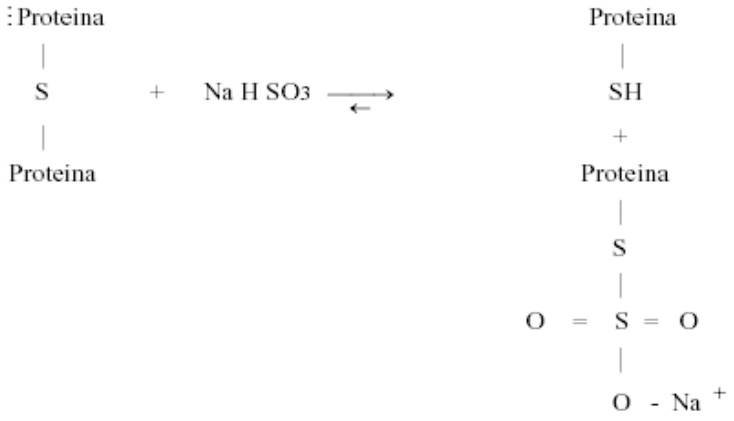


Figura 1. Reacción del ion hidrógenosulfito con los enlaces disulfuro en la matriz proteica del maíz.

Equipos y su desempeño

El desempeño del proceso de obtención de agua sulfurosa depende de la eficiencia de generación del $SO_{2\,(g)}$ y de la mezcla de este gas con el agua. Para lograr una mayor concentración del gas, la mezcla debe ser rápida, completa y uniforme. Cuando se hace en exceso o mal homogenizado, el SO_2 se pierde en la atmósfera causando problemas ambientales, corrosivos y consumos innecesarios de azufre. Es conocido que el azufre a la temperatura que se une con el oxígeno del aire para formar $SO_{2\,(g)}$, (aproximadamente a 400 °C) y en contacto a contracorriente con el agua, no le permite una incorporación muy eficiente, se

calcula que apenas un 20 % máximo es absorbido, por lo que gran parte del $SO_{2\ (g)}$ se va a la atmósfera, con las consecuencias conocidas (Barreta, 2001).

La mayoría de los sistemas de sulfitación existentes utilizan equipos del tipo columna para dispersar el SO_2 en el agua. Las columnas además de ser grandes exigiendo inversiones elevadas para su instalación y mantenimiento, son poco flexibles a las variaciones de flujo y requieren un sistema complementario para succionar el aire.

Impactos ambientales provocados por el escape de $SO_{2\ (g)}$ a la atmósfera en el proceso de obtención de agua sulfurosa

El escape de $SO_{2\ (g)}$ no disuelto sale como gases de escape a la atmósfera provocando numerosos impactos ambientales estudiados exhaustivamente por Bass (2008) entre los que se destacan:

-La formación de aerosoles de ácido sulfúrico y sulfuroso que luego forman parte de la llamada lluvia ácida al reacciona con la humedad en la atmósfera debido a que el $SO_{2\ (g)}$ es higroscópico. La intensidad de formación de aerosoles y el período de permanencia de ellos en la atmósfera depende de las condiciones meteorológicas reinantes y de la cantidad de impurezas catalíticas (sustancias que aceleran los procesos) presentes en el aire. Pero en general, el tiempo medio de permanencia en la atmósfera asciende de unos 3 a 5 días, de modo que puede ser transportado hasta grandes distancias.

-Contaminación del aire que causa, opacamiento de la córnea (queratitis), dificultad para respirar, inflamación de las vías respiratorias, irritación ocular por formación de ácido sulfuroso sobre las mucosas húmedas, alteraciones psíquicas, edema pulmonar, paro cardíaco, colapso circulatorio, etcétera.

-El dióxido de azufre también se ha asociado a problemas de asma y bronquitis crónica, aumentando la morbilidad y mortalidad en personas mayores y niños.

-Es un veneno altamente nocivo para la salud, aunque podemos ser más resistentes que otras especies que cohabitan con nosotros. Por ejemplo, el nivel de 0.3 µg por metro cúbico de aire es un valor que implica potencial riesgo para la salud humana, pero para los árboles, un valor de 0.2 µg ya es muy grave. Por lo mismo, tanto los óxidos de azufre (SOx) como el ácido sulfúrico están

relacionados con el daño y la destrucción de la vegetación, deterioro de los suelos, materiales de construcción y cursos de agua.

En tesis de maestrías anteriores con la aplicación de la metodología de la Producción Más Limpia (CNPML, 2008) se identificaron en el área objeto de estudio varias malas prácticas, siendo una de las principales la emisión de dióxido de azufre a la atmósfera y el derrame de azufre sólido en el área del quemador, ambas en la etapa de maceración del maíz provocando numerosos impactos ambientales que afectan directamente la salud de los trabajadores y los diferentes ecosistemas que la rodean. Razón por la cual se investiga la sustitución del azufre sólido por el Green Sulf, en la obtención de agua sulfurosa en la etapa de maceración del maíz.

Empleo del Green Sulf en la etapa de maceración del maíz

El producto novedoso Green Sulf (un decolorante y clarificante para jugo y meladura), salió al mercado por la Bayer Agency Business (BAB) para ser usado en la etapa de sulfitación en fábricas productoras de azúcar como sustituto del azufre sólido (Alavés & Cardona, 2012). Con esta innovadora tecnología aplicada ya en varios centrales latinoamericanos y caribeños se logra eliminar la etapa de combustión de azufre y por ende la contaminación asociada, en un proceso denominado obtención de azúcar blanco directo.

Los resultados alcanzados en el proceso de sulfitación en frío de la industria azucarera, las ventajas que presenta el empleo del Green Sulf, el objetivo del dióxido de azufre en los procesos y la estrecha relación de este proceso en ambas industrias -ya que dióxido de azufre usado en la sulfitación del jugo en la industria azucarera y el agua sulfurosa para el proceso de maceración se obtiene por la combustión del azufre sólido-, nos dieron la posibilidad de investigar si es factible la aplicación de este producto en la obtención de agua sulfurosa para el proceso de maceración del maíz en la UEB Glucosa Cienfuegos.

Las principales ventajas del empleo del Green Sulf son: alta eficiencia de mezcla $SO_{2\,(g)}$ / agua, alrededor de un 50 %; no requiere quemar azufre ni ningún proceso de combustión; no hay pérdidas de $SO_{2\,(g)}$ a la atmósfera y por ende se elimina la contaminación por emisiones gaseosas que tanto afectan a los trabajadores y a

los asentamientos poblacionales que la rodean como el Reparto Pueblo Griffo; completamente flexible a cambios de flujo y se puede automatizar fácilmente; sistema de aplicación muy sencillo y económico; no requiere permisos engorrosos de los ministerios de defensa o seguridad pública para su adquisición y almacenamiento; disminución de la corrosión de equipos y tuberías y disminución de la contaminación ambiental. Este proceso evita la contaminación al medio ambiente, disminuye el deterioro de los equipos y exige menor cantidad de equipos y de productos químicos, en comparación con el método de sulfitación quemando azufre.

En la tabla siguiente se puede observar que los procesos de ambas industrias presentan un punto en común, la etapa de sulfitación, mediante la combustión de azufre sólido para la obtención de $SO_{2\ (g)}$ que posteriormente es mezclado con agua o jugo según sea el caso. Aunque los objetivos que persiguen cada proceso son distintos, estos se cumplen a través de las mismas reacciones con la ventaja además de que presente una alta eficiencia de mezcla $SO_{2\ (g)}$ / agua o jugo, alrededor de un 50 %.

Tabla 3. Cuadro comparativo del empleo de azufre sólido y Green Sulf en la etapa de maceración del maíz.

Proceso	Obtención de azúcar blanco directo en centrales azucareros	Maceración del maíz en la UEB Glucosa Cienfuegos
	Sulfitación	
Objetivos del proceso	Control de pH	Solubilización de parte del grano de maíz
	Acción biocida	Acción biocida
	Bloqueador de color en jugos y meladuras	Reducir el peso molecular de las proteínas
Materia Prima	**S_8**	**Green Sulf**
Propiedades químicas	$S_8 + 8O_2 = 8SO_2$	Sal + $H_2O = SO_2$ + iones
	$SO_2 + H_2O = H_2SO_3$	
	$H_2SO_3 = HSO_3^- + H+$	
	HSO_3^- + C=O = complejos de azufre + SO_3^{2-} :Prot – S – Prot + HSO_3^- = Prot – SH + Prot – S – SO_3^-	
Eficiencia	20 % en las torres de absorción	50 % en disolución

CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido constatar que el proceso de maceración de maíz con azufre sólido para la producción de glucosa y almidón conlleva a una serie de problemas ambientales, los cuales sitúan a la Empresa de Glucosa Cienfuegos, como una de las industrias alimenticias más contaminantes de la bahía y ecosistemas aledaños.

Teniendo en cuenta las ventajas que presenta el uso del Green Sulf, el objetivo del dióxido de azufre en el proceso de sulfitación y la estrecha relación de este proceso en ambas industrias (combustión de azufre sólido), es posible la sustitución del azufre sólido por Green Sulf en la etapa de maceración de la UEB Glucosa Cienfuegos, lo cual representa una alternativa de Producciones Más Limpias mejorando el desempeño ambiental de la fábrica

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alavés, M., & Cardona, G. (2012). Green Solutions for Chemical Industries. En Stan J. David (Ed.), *Chemical Engineering & Sustainable Development* (236- 313). Sidney: McGraw-Hill.

Araya, M. (1996). *Composición química del agua de maceración del maíz.* (Informe Técnico s.n.). Cienfuegos: Empresa Glucosa.

Barreta, T. (2001). Anhidrido sulfuroso. En Benoti J. (Ed.), *Propiedades de las corrientes de entrada en la producción del ácido súlfúrico.* Montevideo: Edición Montalván.

Bass, D. (2008). Impactos ambientales provocados por el escape de SO_2 a la atmósfera. En Torres, G. (Ed.), *Industria Química y Polución Atmosférica.* La Paz: Ediciones Universitarias.

Cabrerizo, C. (2013). Composición química del maíz. En Reyes, D. (Ed.), *La química de los alimentos*. Medellín: Edición Universidad Nacional.

CNPML. (2008). *Manual de Introducción a la Producción Más Limpia en la Industria.* La Habana: Edición Consejo Nacional de Producciones más Limpias.

Curbelo, M. (2013). *Propuesta de procedimiento para la Gestión de la Ecologia Industrial. Caso de estudio.* (Informe Técnico s.n.). Cienfuegos: Empresas de la Industria Alimenticia.

Giménez, J. (2010). Molienda húmeda del maíz. En Moreno, J. (Ed.), *La producción de glucosa a partir del maíz.* Quito: Ediciones Reverté.

MINAL (2012). *Estrategia ambiental de la Industria Alimenticia.* (Informe Técnico s.n.). La Habana: Ministerio de la Industria Alimenticia.

Restrepo, M. (2006): Producción más Limpia en la Industria Alimentaria. *Revista Producciones más Limpias,* 4(8), pp. 13-21.

Schlicher, M. (2009). *Generando alternativas verdes al maíz.* (Informe Técnico s.n.). Jalapa: Compañía veracruzana de aprovechamiento integral del maíz.

EL RIEGO CON AGUA DESALINIZADA UNA OPCIÓN PARA EL TURISMO EN EL CULTIVO DE HORTALIZAS EN LOS CAYOS DEL ARCHIPIÉLAGO CUBANO

Rujaine Martínez Soto[1]
Dr. C. Rafael Antonio Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

El consumo de verduras es uno de los elementos preferidos en la dieta de todos los turistas que visitan nuestro país, sin embargo la carencia de agua dulce en las zonas turísticas de los cayos de Cuba, producto de la ausencia de ríos, dificulta su cultivo y por lo tanto se hace necesario transportarlas desde las zonas de la isla grande más cercanas. Esto encarece excesivamente la puesta de estos productos en la mesa de los turistas. El empleo del agua de mar es una alternativa sobre la cual existen algunas experiencias en el mundo incluso sin desalar. En el presente trabajo se propone fundamentar una investigación acerca del empleo de agua de mar desalinizada para su empleo en organopónicos en la zona de los cayos turísticos y playas de Cuba, como una alternativa realmente viable para el cultivo de hortalizas de una forma eficiente y sustentable. Se describen experiencias exitosas en México con esta alternativa, utilizando destiladores solares eficientes.

Palabras clave:
Destiladores solares, agua desalinizada, hortalizas.

INTRODUCCIÓN

En el trabajo de Martínez (2001), se hace un análisis de la situación del empleo del agua en el actual siglo XXI, según declara el propio autor su propósito es demostrar que la gestión de los recursos hidráulicos se encuentra en una etapa de crisis profunda, la cual solo se podrá superar si se produce un cambio

sustancial hacia nuevos modelos mentales, nuevos paradigmas del manejo del agua. En otra parte de su trabajo plantea que *"el mundo se parece más actualmente a la visión que tuvieron los presocráticos: como una realidad siempre en evolución y con cambios de tal magnitud que con frecuencia lo nuevo es cualitativamente diferente a lo anterior….lo nuevo es radicalmente diferente a lo anterior".* (Martínez, 2001)

El empleo del agua de mar para el riego puede parecer algo contradictorio con nuestra visión actual del riego, sin embargo, en la presente fundamentación de la investigación, se van a describir experiencias exitosas.

Solamente el 0,007 % del agua que existe en la tierra puede ser usada por los seres humanos. Se ha calculado (World Meteorological Organization, WMO, 1997) que la cantidad total de agua disponible de manera natural y accesible a los seres humanos es de 9 000 km^3/año y que se capturan en embalses y otros almacenamientos unos 3 500 km^3/año, hasta alcanzar un gran total de 12 500 km^3/año. Las estimaciones de cuanta de esta agua se usa actualmente son variables. Según Biswas (1992), el consumo para el año 2000 se pronosticaba en alrededor de 5 200 km^3 (Figura 1); mientras que el (World Water Council (WWC), 1999) aceptaba un valor de solo 3 900 km^3.

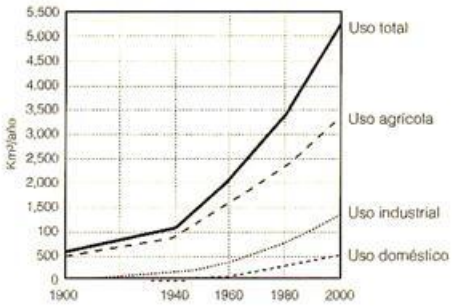


Figura 1. Consumo mundial de agua (Biswas, 1992).

La distribución de ese consumo es: el 70,1 % para uso agrícola, el 20,9 % para uso industrial y el 9,9 % para uso doméstico (Figura 1), sin embargo, debido a la baja eficiencia en el uso del agua en la agricultura y en las ciudades, una parte del agua extraída vuelve a los sistemas naturales, como consecuencia cuando se evalúa el consumo real la agricultura dispone del 93,4 % del agua, la industria del 3,8 % y el consumo doméstico solo del 2,7 %. (Figura 2)

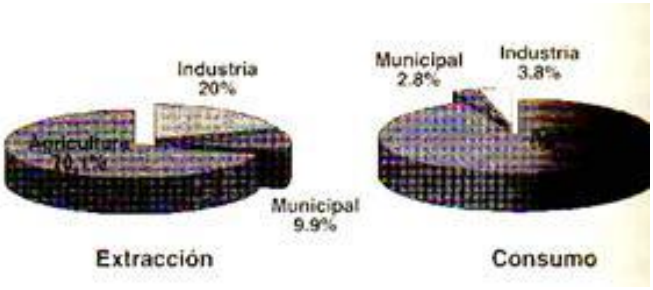


Figura 2. Extracción y consumo globales del agua.

Fuente: Martínez (2001).

En el caso particular de Cuba la situación no es muy diferente: cuba es una isla larga y estrecha, sin grandes ríos y su disponibilidad de agua se fundamenta en los embalses y presas construidas por el Estado cubano en los 55 años de existencia de la Revolución. La situación específica de los Cayos Turísticos de Cuba es muy singular por la ausencia de ríos y la necesidad del cultivo de verduras para poder proporcionar una dieta sana al turismo que nos visita. El Objetivo fundamental del presente trabajo es proponer la realización de una investigación que recoja, en primer lugar, las experiencias mundiales acerca del empleo del agua de mar, desalinizada o no, en el riego, para poder proponer esta alternativa como una opción viable para una investigación experimental.

DESARROLLO

El agua tiene un valor extraordinario, muy superior a su costo, su precio y a las tarifas que en general se le aplican en todo el mundo (Arreguín, 1997; Barocio, 1999). En Cuba se han construido grandes obras hidráulicas a lo largo de toda la isla grandes represas, embalses, canales de trasvase, etcétera. que se utilizan tanto para la agricultura como para uso industrial y doméstico con un gran impacto en la economía nacional, sin embargo estas obras son extremadamente costosas y no siempre pueden mantenerse al máximo de su capacidad producto de los frecuentes períodos de sequía que sufren las diferentes regiones del país. De aquí que Cuba se ha visto obligada a introducir, por ejemplo, innovaciones tecnológicas en la agricultura para el riego, tratando de ahorrar al máximo este preciado líquido como son: las máquinas de riego, el riego por goteo, en fin, aprovechar todas las posibilidades de ahorro es la premisa cubana. De aquí es que los autores de este

trabajo consideran que la experiencia mexicana del riego con agua desalinizada, descrita por Porta, Rubio & Fernández (2002), es una alternativa muy interesante y viable, sobre todo para el riego de organopónicos en la zona de los cayos turísticos de Cuba y zonas cercanas a la costa, sobre todo por el hecho de que se utiliza para la desalinización, destiladores solares muy eficientes y baratos. La experiencia mexicana ha sido utilizada con resultados muy positivos en el cultivo de verduras y esa sería la utilización fundamental que se le concede en este trabajo para los cayos turísticos: como una posibilidad de poner en la dieta de los turistas verduras frescas tan codiciados por estos.

En lo adelante se describirá de forma muy breve la instalación y los resultados obtenidos en la mencionada experiencia mexicana.

El sistema de riego con agua desalinizada utilizado por Porta, Rubio & Fernández (2002), se esquematiza en la figura 1:

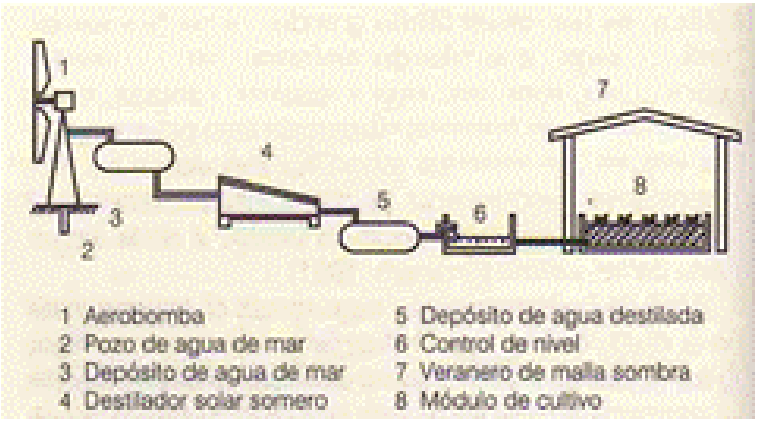


Figura 1. Sistema de riego con agua desalinizada para la producción de vegetales.

El sistema está formado por una aerobomba de ½ HP de potencia con un rotor tipo margarita de 1,2 m de diámetro (Figura 2) capaz de bombear el agua de mar desde un pozo de agua de mar de 3,5 m de profundidad. Si la energía del viento en el lugar donde se pretende instalar el sistema es insuficiente el agua se puede bombear con una pequeña bomba eléctrica alimentada desde paneles fotovoltaicos que están actualmente instalados en los cayos del norte de Cuba. El agua se bombea hasta un depósito ubicado a cierta altura para que el resto del agua pueda ser por gravedad. El destilador solar tiene 8,3 m^2 de área útil expuesta

al sol tal como se muestra en la figura 3 de construcción muy simple, el mismo tiene una producción de agua destilada promedio diaria en el año de 50 litros/día. El destilador (Figura 3) es una caja hermética con un fondo impermeable constituido por una membrana de color negro fabricado de silicón y una cubierta de vidrio transparente dentro del cual se condensa el agua destilada, la cual se colecta por medio de una canal de acero inoxidable inclinada con una pendiente del dos por ciento que descarga la misma por gravedad en otro recipiente de agua destilada, lista para el riego a la misma se le añaden en dicho recipiente los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo de las plantas.

Figura 2. Vista de la aerobomba.

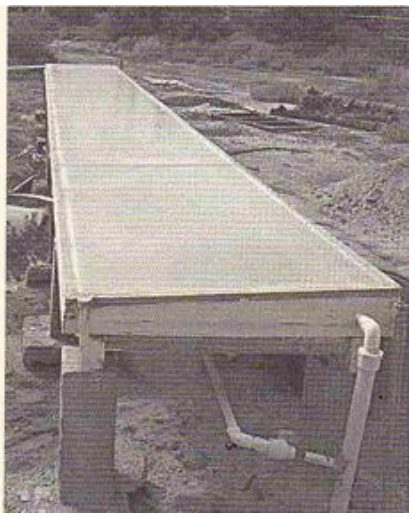
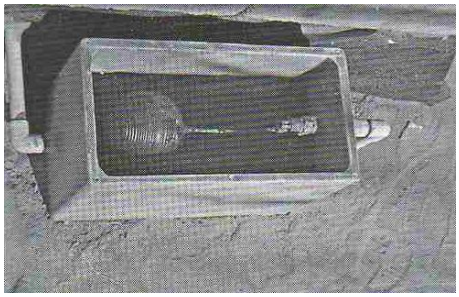


Figura 3. Vista del destilador solar.

La solución preparada se vierte a otro recipiente donde se controla el nivel del agua por flotante (Figura 4) y este recipiente, de presión de descarga controlada, alimenta por su parte inferior el módulo de cultivo que para los parámetros de esta instalación mide 3,5 m de largo por 1,4 m de ancho construido de bloques de hormigón y tiene una membrana impermeabilizante en el fondo que impide que el agua se fugue por el mismo (Figura 5).



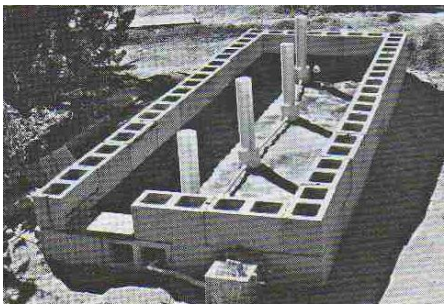


Figura 4. Caja de control del nivel del agua. Figura 5. Módulo de cultivo.

Los nutrientes que investigaron (Porta, Rubio & Fernández, 2002) fueron dos: primero uno constituido por una mezcla con base de nitrógeno (8%), ácido fosfórico (31%), zinc (4%) y potasio soluble (4%), usado Principalmente en plantas confinadas en contenedores, que permiten que las raíces de las plantas crezcan más rápido, previene la conmoción durante el trasplante y potencia el desarrollo de las plantas. Esta mezcla se utilizó en una proporción de 9,5 l por cada 200 l de agua destilada, en una sola ocasión al inicio del crecimiento del cultivo. Después se empleó otro producto compuesto por humus líquido (62% de extracto húmico total), que se usa como complemento de la fertilización foliar y de suelo. Es un producto natural obtenido a partir de minerales extraídos de lignito, leonardita y turba. Entre otras cosas el humus permite el movimiento interno del agua y el aire en el suelo por el efecto de floculación y proporciona ácidos orgánicos y micro y macro nutrientes de origen natural. El humus se aplicó en el experimento descrito en la proporción de 10 cm^3 por cada litro de agua durante 10 días. En el campo de los nutrientes la investigación que se propone en el presente trabajo pudiera incluir otras experiencias cubanas.

Cuando se trasplante a partir de un germinador una plántula, por ejemplo, de tomate, solo hay que asegurar que la humedad alcance la zona radicular, para que continúe con su crecimiento exitoso. Si se siembra a partir de semillas, como en el caso del rábano y la calabaza, el módulo de cultivo requiere de riego superficial por lo menos durante unos siete días hasta que la planta empieza a brotar de manera que a la plante no le falte agua en esta etapa de su desarrollo.

La propuesta de la instalación para la investigación propuesta en el presente trabajo incluye la búsqueda de nuevas experiencias cubanas en la modalidad de la

forma del riego. Siempre se debe evitar el exceso de humedad para que no proliferen hongos y no desperdiciar el agua de manera que la parte superior del cultivo esté siempre seca evitándose de esta manera las pérdidas por evaporación. El espejo de agua en el fondo del cultivo es una imitación controlada de un venero de agua en condiciones naturales (Porta, Rubio & Fernández, 2002).

El Módulo de cultivo se encuentra dentro de un veranero que limita la radiación solar excesiva frecuente en las zonas próximas a las costas y en los cayos y además reduce la carga del viento y protege a las plantas de los roedores e insectos.

En la Figura 6 se muestra la estructura de tierra y grava y la alimentación controlada del agua en el módulo de cultivo.

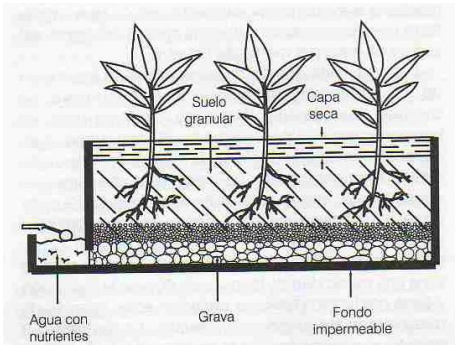


Figura 6. Estructura del módulo de cultivo.

Algunos de los resultados de la producción obtenida en esta experiencia se muestran en la tabla 1 y en la figura 6.

Tabla 1. Densidad de producción de algunos cultivos y consumo de agua en el riego.

Cultivo	**Densidad (kg/m^2)**	**Riego (l/kg)**
Tomate	1.8	120
Calabaza	-	-
Betabel	0.75	233
Espinaca	-	-
Rábano	4.28	18.66
Total	1.83	222.00

En la figura 7 se muestra una vista de la producción de tomate y rábano.

Figura 7. Vista del módulo de cultivo sembrado de tomate y rábano.

CONCLUSIONES

En el trabajo se describe la experiencia mexicana para la siembre de hortalizas de alta calidad utilizando agua desalinizada en el riego. El esquema descrito es capaz de producir en un área de 10 m^2, en dos módulos de cultivo de 5 m^2 cada uno, varias decenas de kilogramos de productos agrícolas orgánicos en un año.

La producción de agua destilada con agua de mar según se reporta en el trabajo utilizado como referencia, puede costar de forma estimada unos 10 USD/m^3 y puede resultar para el sistema ensayado en un valor agregado de más del doble.

Las cifras de producciones obtenidas demuestran que la propuesta es atractiva para zonas turísticas donde el agua dulce sea insuficiente y la necesidad de aportar vegetales a la dieta de los turistas sea necesaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arreguín, F. (1997). El uso eficiente del agua y la tecnología. Ingeniería Hidráulica en México. vol. XII, num. 1, pp. 91-98.

Barocio, R. (1999). Uso sustentable del agua y desarrollo tecnológico. Ponencia presentada en el XX Congreso de Ingeniería Civil, México.

Martínez Austria, P. (2001). Paradigmas emergentes para el manejo del agua en el siglo XXI. Conferencia Enzo Levy, Ingeniería Hidráulica en México. vol. XVI, (4), pp.127-143.

Porta, M.A., Rubio, E, & Fernández, J.L. (2002). Sistema de desalación solar de agua de mar para riego eficiente en un módulo de cultivo. Centro de investigaciones biológicas del Noroeste. S.C. México. Ingeniería Hidráulica en México. vol. XVII, núm. 2, pp. 53-63.

World Meteorological Organization. (1997). Comprehensive Assessment of de Freshwater Resources of the World. New York.

World Water Council. (2000). World Water Vision. Making Water Everybody´s Business. Earthscan Publ. London.

ESTUDIOS DE LAS TENSIONES EN DOS VARIANTES CONSTRUCTIVAS DEL PLATO DE RESPALDO DE LA BOMBA MÁSTER MP 2C120 DE LA PLANTA GLUCOSA DE CIENFUEGOS MEDIANTE EL SOFTWARE ANSYS

Ing. Abdel Mendoza Fernández[1]
E-mail: amendoza@ucf.edu.cu
Ing. Reinier Jiménez Borges[1]
Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

En el trabajo se desarrolla un estudio de dos variantes de Modelo del Plato de respaldo Bomba Master KARL KROYER MP 2C120, a través de un análisis por el Método de Elementos Finitos cuyo objetivo fundamental fue la determinación de las tensiones máximas para cada caso, así como la distribución del campo de tensiones en todo el plato. Para ellos se pruebauna variante en la que los agujeros en el plato se encontraban distribuidos verticalmente y en la otra variante de forma radial, todo esto con el objetivo de comparar los resultado en cada caso y tomas decisiones desde el punto de vista del diseño y construcción de los mismo. La confección de los modelos (dibujos 3D) fueron realizados en el Software Inventor 2011 y la simulaciones en el Software Ansys 13.1 por el alto grado de integración que estos dos software logran. La simulación por Elementos Finitos permitió llegar a los resultados de este trabajo.

Palabras clave:
Plato de respaldo, bomba master, Software Ansys 13.1.

INTRODUCCION

Entre los equipos de la Empresa Glucosa Cienfuegos subordinada a LABIOFAM, se encuentra la Bomba Master KARL KROYER MP 2C120, Objeto de Estudio del presente trabajo, la cual se encarga de bombear la leche de almidón acidificada

que se utiliza para la producción de glucosa. Debido al largo período de explotación de estas unidades, se han presentado fallas en la zona de producción, una de las zonas en la que frecuentemente se ve reflejado, es en la zona en la que se produce la glucosa, específicamente en la Bomba Master. A partir del período 2005-2006 la bomba empieza a presentar problemas en el plato perforado que le sirve como apoyo al diafragma, el cual se quiebra con la fractura del plato. Al quebrarse el diafragma se mescla el aceite que contienen los pistones con el producto, perdiendo así toda la materia prima, el aceite de la bomba y por consiguiente pérdidas económicas y de tiempo por la limpieza de las tuberías que se contaminan de aceite En la figura 1 se muestra la bomba y el plato perforado fracturado y recuperado por soldadura. Estas averías han significado grandes pérdidas económicas al centro ya que al fallar el plato se para la producción completa en dicha planta. La fabricación del plato demora una semana, si tenemos en cuenta que la empresa en 8 horas de (parada por avería) deja de producir 10 ton y cada tonelada hora representa 1.25 USD entonces la fábrica en una semana pierde 210 USD/hora, manifestando las consecuencias de la salida de servicio de esta bomba. Los trabajadores de la planta en conjunto con los tecnólogos recuperaban estos, aplicándoles un proceso de soldadura y el posterior barrenado de algunos agujeros para que no se altere el flujo. Como parte de la necesidad de investigar realmente las causas de la rotura de este plato perforado así como poder lograr soluciones que garanticen el correcto funcionamiento de la bomba dentro de la fábrica es que surge la presente investigación.

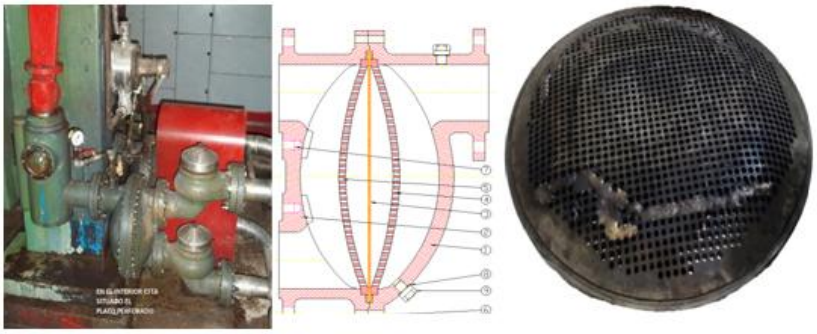


Figura 1. Vista de la Bomba Master KARL KROYER MP 2C120 y del plato de apoyo perforado y averiado, reparado por soldadura.

DESARROLLO

Se pretende realizar un análisis del Modelo del Plato de respaldo Bomba Master KARL KROYER MP 2C120, a través de un análisis por el Método de Elementos Finitos cuyo objetivo fundamental es la obtención del campo de tensiones en todo el plato, para el estudio se realizaran dos modelos uno con los agujeros rectos y otro con los agujeros radiales, para ello se confeccionan los modelos (dibujos 3D) en el Software Inventor 2011, para luego simular las condiciones reales de trabajo de forma virtual mediante el Software de Elementos Finitos ANSYS 13.0.

Establecimiento delos dos modelos de estudios plato perforado con agujeros rectos y plato perforado con agujeros radiales para la posterior determinación de las tensiones en todo su contorno

Para la posterior simulación delos platos en el software de elementos finitos se dibuja cada uno delos platos con las características de diseño reales, estos se realiza en un software de la familia CAD por las innumerables ventajas que estos brindan, para este caso en específico se emplea el inventor 2011, el cual presenta un grupo de herramientas que facilitan la obtención de la modelación de solido de forma bien precisa. Como se muestra en la figura 2, que sigue a continuación.

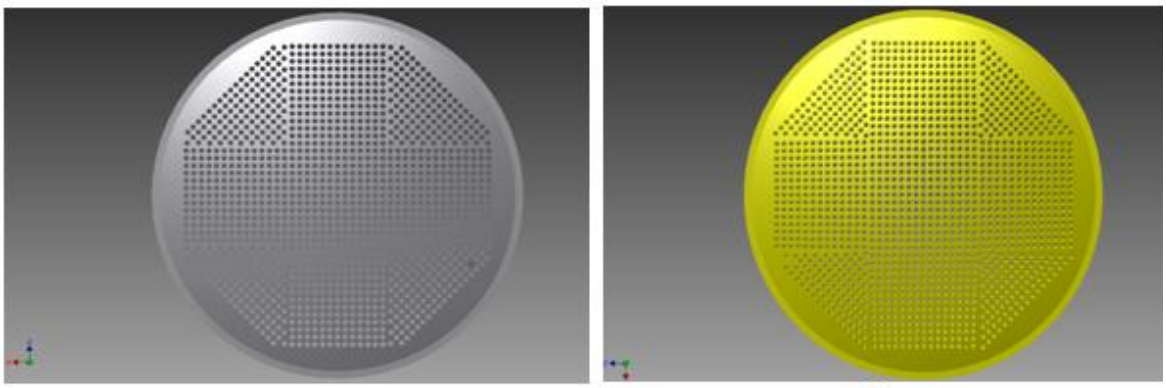


Figura 2. Obtención de los diferentes platos en 3D en el software Inventor 2011. a) Plato con Orificios Radiales b) Plato con Orificios Verticales.

Luego de haber concluido con esta primera etapa se prosigue a exportar cada uno de estos sólidos para el software de elemento finitos que se desee emplear, para este caso en específico se emplea el software ANSYS 13.0 por la gran integración

que este logra entre estos dos software facilitando de esta forma la interacción a la hora de realizar cualquier operación o modificación del modelo.

Para la simulación en los software de elementos finitos se necesita realizar un grupo de pasos los cuales son inviolables una vez que tengamos bien definida la problemática a resolver esto son: la asignación del material con las propiedades reales del mismo y las condiciones de trabajo a la cuales normalmente está sometida este tipo de pieza o modelo a lo largo de su vida útil, un esquema de lo expuesto anteriormente se muestra a continuación en la figura 3.

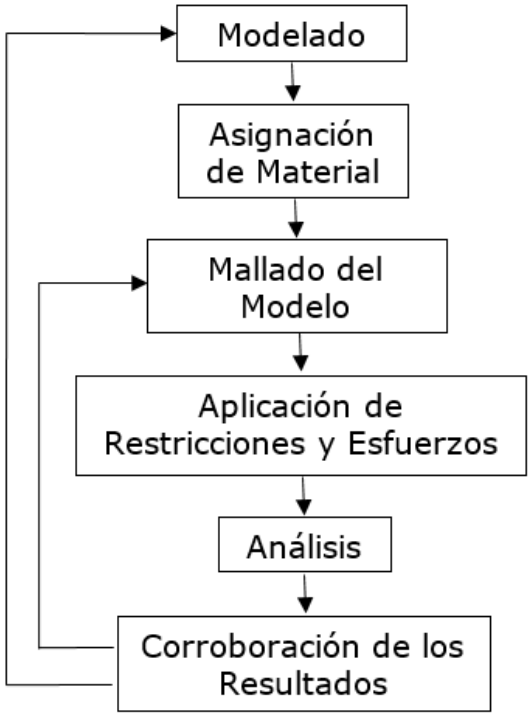
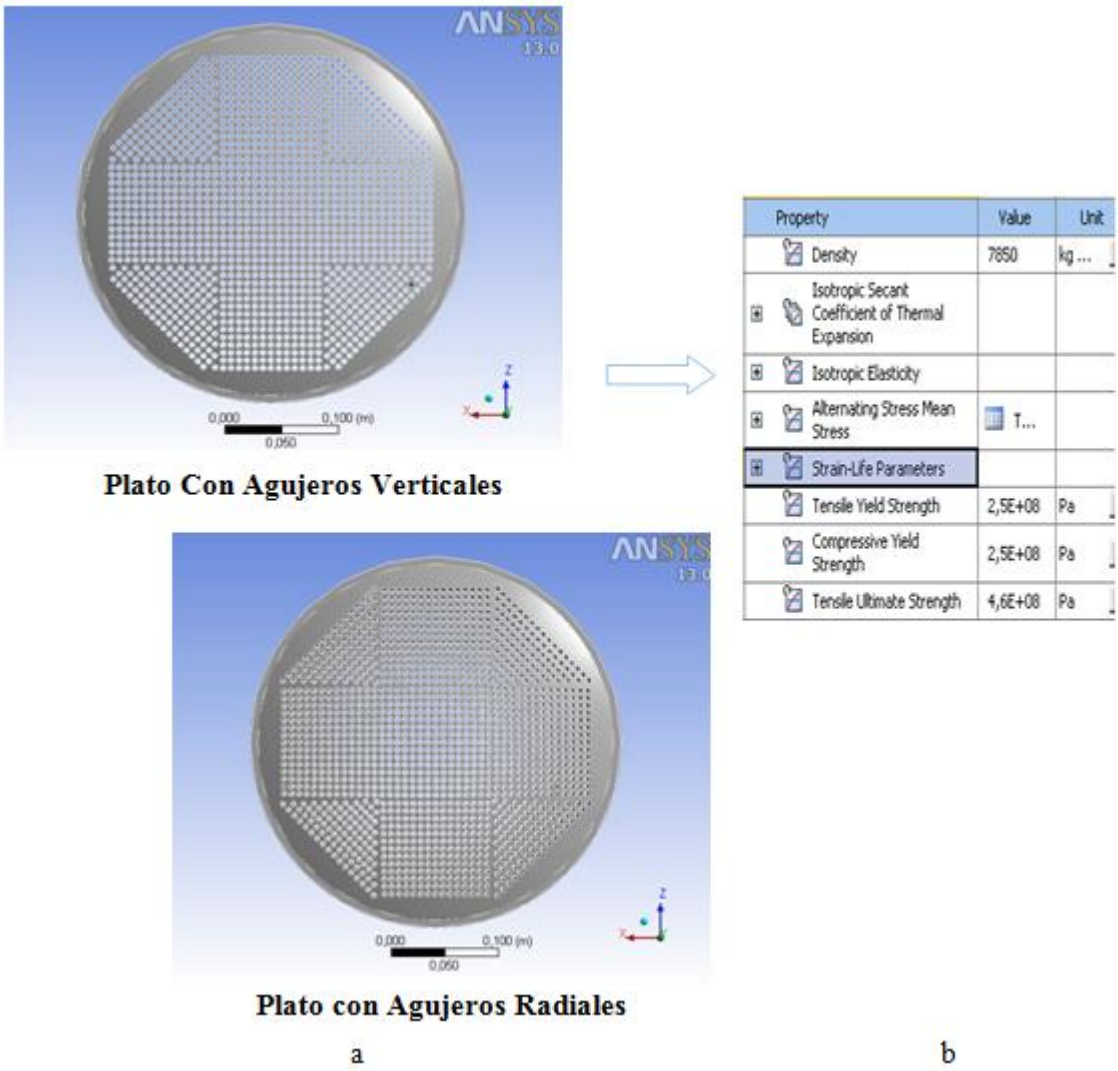


Figura 3. Esquema para la simulación en un software de elementos finitos.

Para el caso de las dos variantes a estudiar del plato de respaldo de la Bomba Master de la Fábrica de Glucosa de Cienfuegos se exportan los modelos de forma independiente para el ANSYS 13.0 figura 4, también en esta etapa se le asigna el material con el cual todo esto se puede aprecia a continuación.



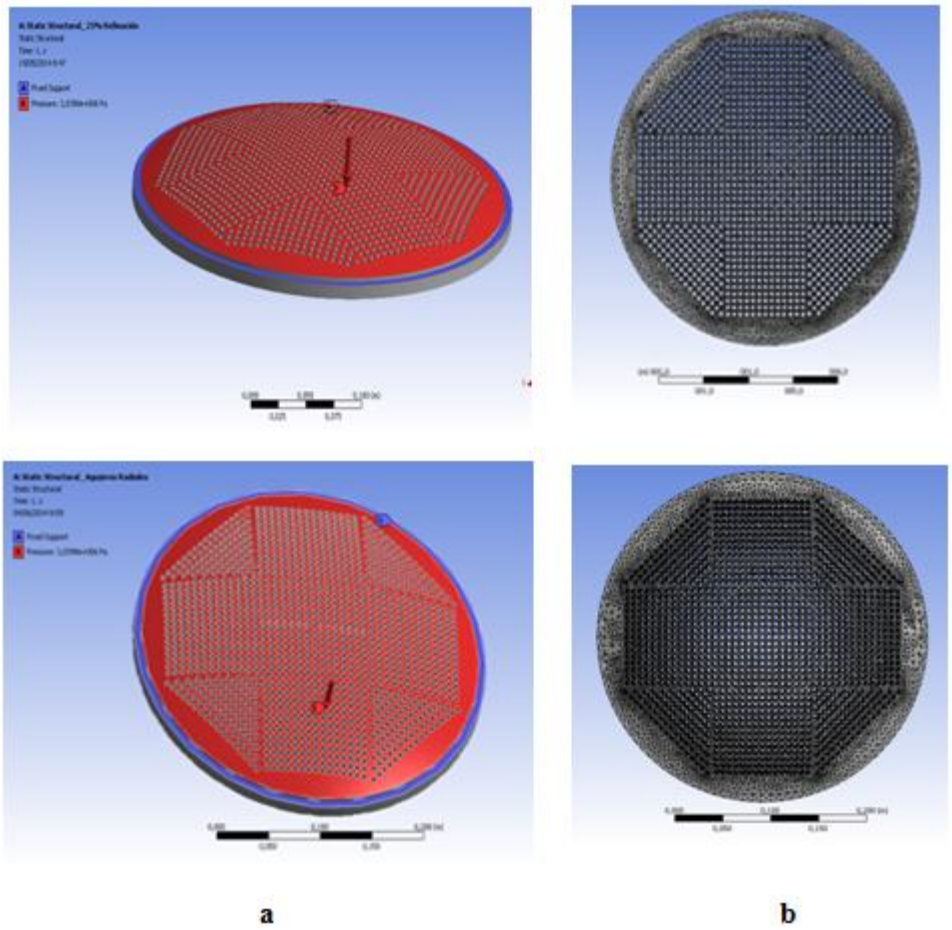
a b

Figura 4. Variantes de modelos a analizar en ANSYS 13.0 (a) y asignación del material (b).

Para la aplicación de restricciones y esfuerzos o carga, el software ANSYS 13.0 consta con un grupo grande de variantes tanto para las restricciones como para las cargas, cuyo trabajo con las misma ya sea de forma independiente o a través de las combinaciones de dos o más de ellos, se puede obtener practicante toda la gama de posibilidades imaginables en la vida real de cualquier equipo, o pieza real.

Para el caso del plato con las dos variantes de perforaciones a estudiar se aplica una restricción de empotramiento en todo el escalón superior donde todo los grados de libertad son eliminado tanto para los giro como para los

desplazamientos lineales en toda esa superior, como se puede apreciar en la figura 4 este tipo de apoyo fijo es señalado de color violeta y designado con la letra A, por otra parte la aplicación de la presión correspondiente a la fuerza se designa con la letra B, la misma es aplicada siguiendo una componente normal en toda la superficie exterior del plato respondiendo a las condiciones reales de trabajo del plato. Todos estos detalles pueden ser apreciados en la figura 4 (a).



a b

Figura 4. Localización de restricciones y esfuerzos (a), obtención de la configuración del mallado (b).

Para el mallado de sólidos en general el ANSYS13.0 cuenta con un número importante de herramientas que permiten la realización del mallado de diferente formas; ya sea para un tipo de elemento determinado o para seleccionar el tamaño para los distintos tipos de elementos, así como diferentes tipos de ajustes para logra un mejor aproximación de la malla al solido en cuestión.

En las dos variantes de platos de la Bomba Master involucrada en el estudio, se decide tomar un elemento tetraédrico con un ajuste curvo esto debido a que este elemento permite altos niveles de arreglo cuando se modelan sólidos de geometrías irregulares por su propia configuración y se logra un mejor ajuste a la geometría con curvatura empleando un ajuste curvos de estos elementos lográndose resultados más exactos durante las discretización a realizar. Otro de las aspectos importante son los controles de mallas aplicado al modelos los cuales se situaron en los lugares donde existían fuertes transiciones todo esto con el objetivo de lograr resultados más exacto y sin tener que elevar excesivamente el costo computacional.

Luego de transitar por todo el proceso descrito anteriormente se obtienen los resultados para el modelo analizado en el software ANSYS 13.0 y en todo los software de elementos finitos en general se brindan un grupo de resultados como son: las Tensiones Equivalentes, las Tensiones Principales para los ejes *x, y, z*, también se pueden obtener los Desplazamientos totales, las Deformaciones, Factores de Seguridad etc. Otra de las funciones que se pueden realizar en este software es la obtención de vistas en secciones del modelo analizado, así como distintas forma de visualización del mismo.

La presentación de los resultados del plato con agujeros verticales se realiza mediante las tensiones de Von Mises a través de una vista superior del plato y mediante una vista en sección del mismo, lo que permite obtener una visión general de lo que sucede en el modelo. Como se puede apreciar estas tensiones van desde $\sigma_{eq} = 6,83e5Pa$ a $\sigma_{eq} = 2,71e8\ Pa.$ Todo esto se puede apreciar detalladamente en el campo de tensiones descrito en el modelo presentado en figura 5 para la vista superior.

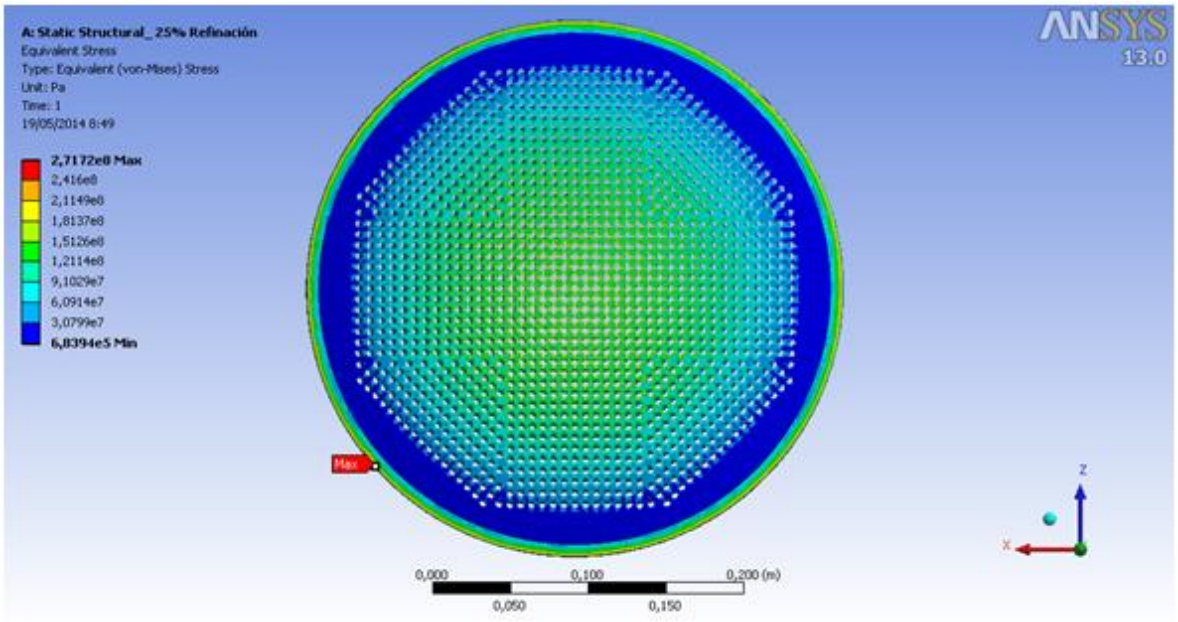


Figura 5. Tensiones equivalentes del plato con agujeros verticales, vista superior.

También se puede apreciar de forma explícita como es que se distribuyen las de tensiones en el interior de la placa perforada verticalmente para la condiciones de trabajo presentadas; donde las tensiones más elevada se encuentra en la periferia donde existen fuertes transiciones lo que provoca concentradores de tensiones a ese nivel y por otra parte en esta zona se sitúa la restricción del modelo, como se puede apreciar a medida que se recorre el plato hasta la zona central se observa que presenta una zona extensa de transición que dan lugar a unas tensiones medias que varían de σ_{eq} *=6,09e7 Pa*aσ_{eq} *=1,21e8 Pa* , por otra parte si se recorre verticalmente la sección geométrica del modelo se observan tensiones que van desde una tensión media hasta decaer a la mínima con un valor de σ_{eq} = *6,83e5Pa*en la zona interior del plato, esto se pode apreciar en la figura 7.

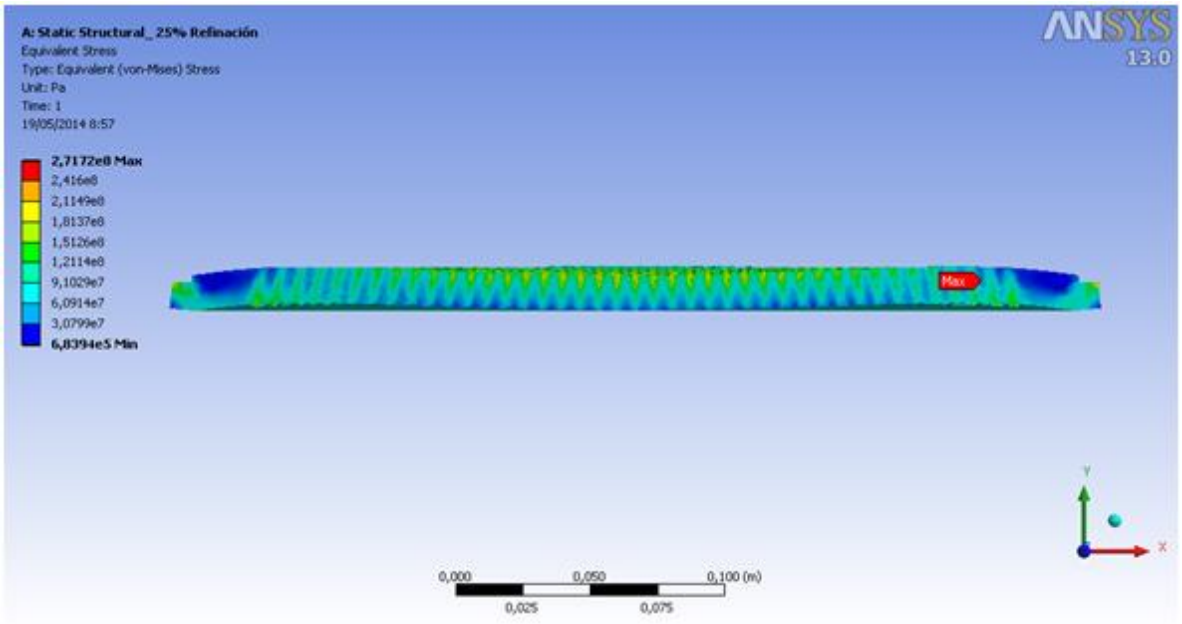
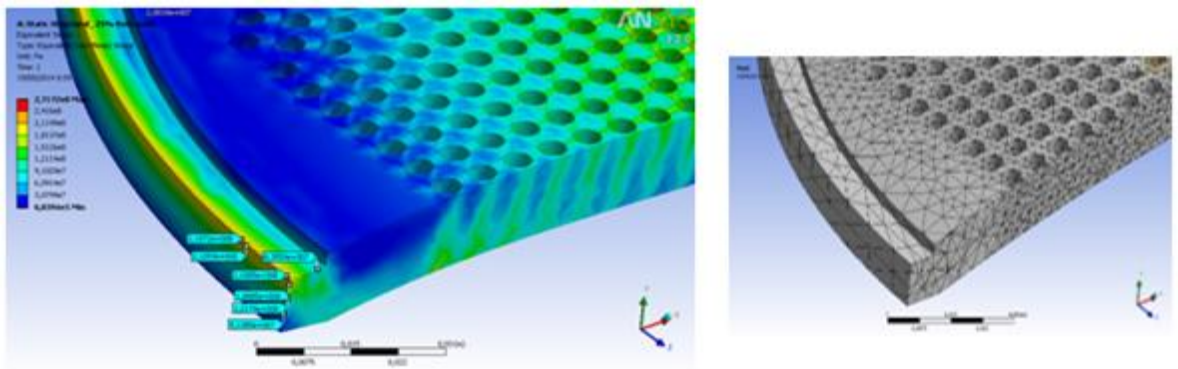


Figura 7. Tensiones equivalentes del plato con agujeros verticales, vista en sección.

Una vista ampliada de la sección y de la forma en que se distribuyen las tensiones en el extremo donde estas son máxima se muestra a continuación figura 8 (a), obteniéndose los valores en zona fundamental de variación del campo de tensiones. Consecuentemente se muestra el control de malla o refinamiento realizado para la zona representada debido a las diferentes zonas que presentan las transiciones más fuertes ver figura 8 (b).



a b

Figura 8. Distribución de las tensiones en el extremo (a) refinamiento de malla realizado (b).

Un proceso similar al anteriormente descrito a la hora de presentar los resultados se lleva a cabo en con el modelo del plato con agujeros radiales obteniéndose que las tensiones van desde σ_{eq} = *8,44e5Pa*hasta σ_{eq} = *2,68e8 Pa.* Todo esto se puede apreciar detalladamente en el campo de tensiones descrito en el modelo presentado en figura 9 para la vista superior.

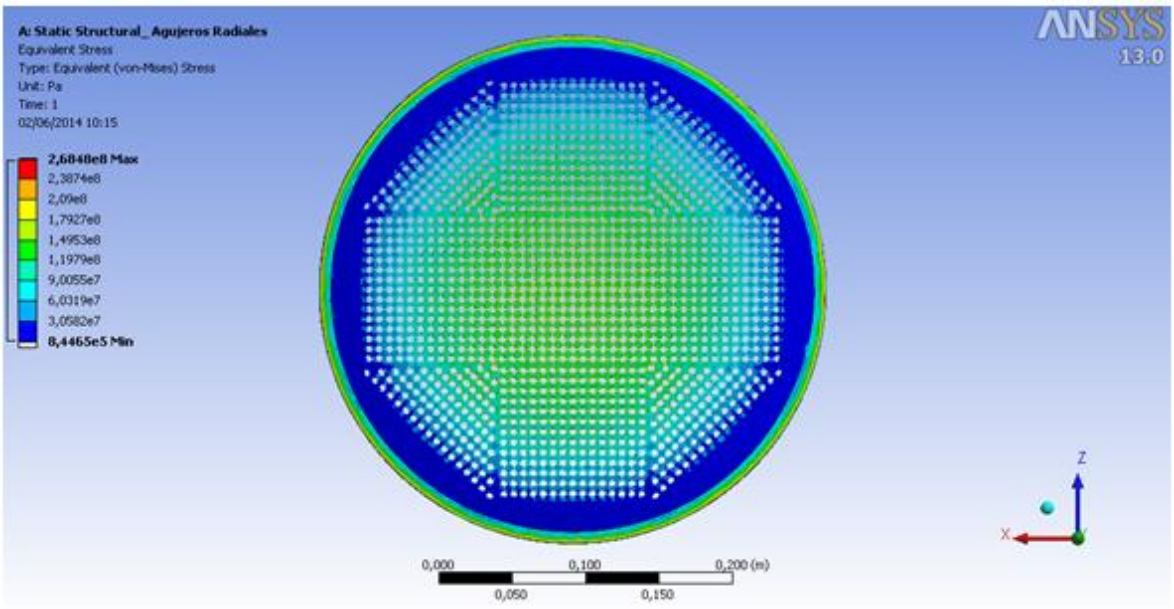


Figura 9. Tensiones equivalentes del plato con agujeros radiales, vista superior.

También se puede apreciar la distribución de las de tensiones al interior de la placa perforada radialmente como se muestra en la figura 10, donde se apreciauna zona extensa de transición que dan lugar a unas tensiones medias que varían de σ_{eq} *=6,03e7 Pa*aσ_{eq} *=1,79e8 Pa*, por otra parte si se recorre verticalmente la sección geométrica del modelo se observan tensiones que van desde una tensión media hasta decaer a la mínima con un valor de σ_{eq} = *8,44e5Pa*en la zona interior del plato.

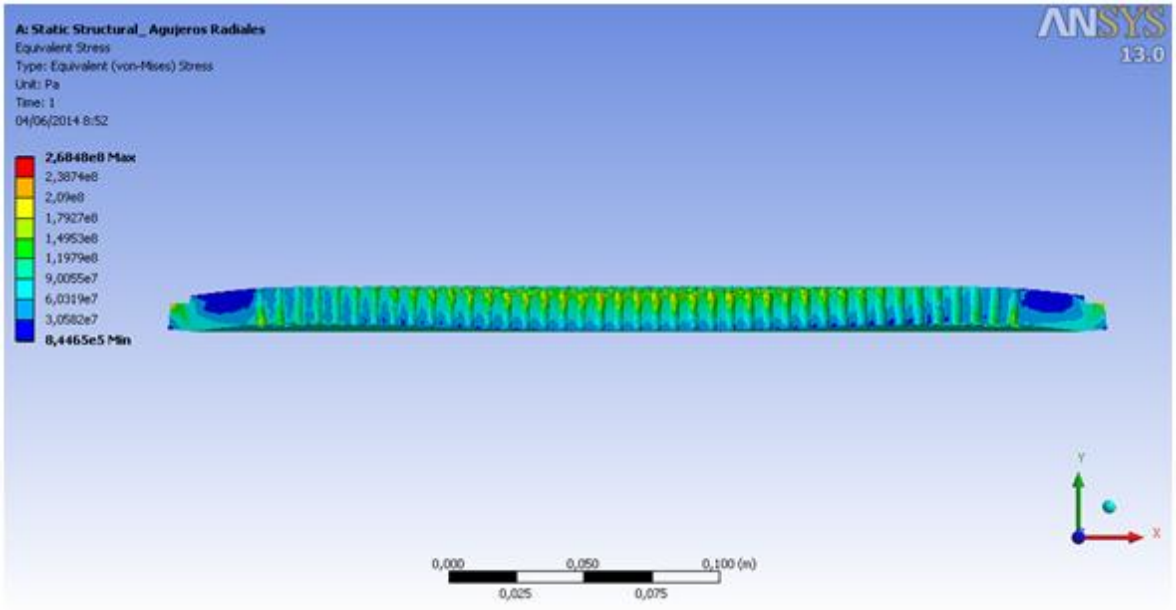
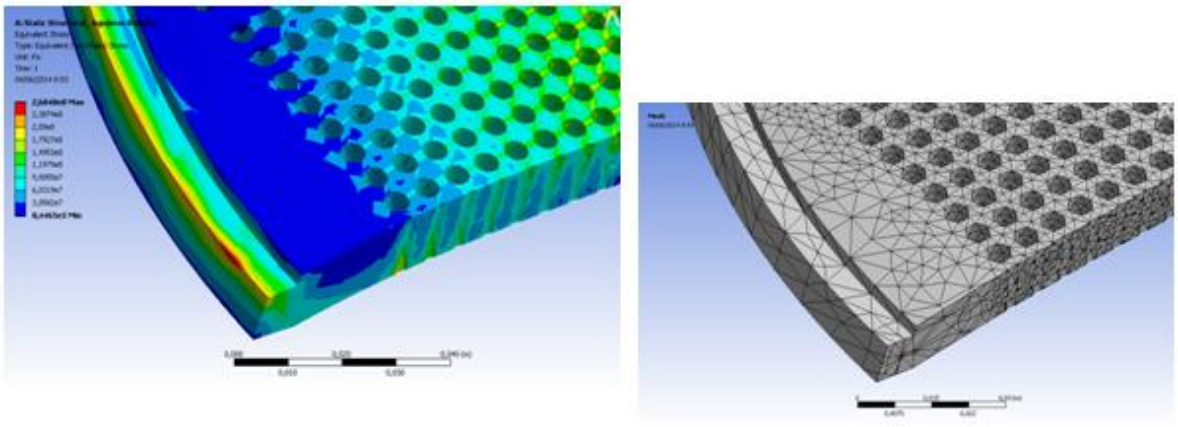


Figura 10. Tensiones equivalentes del plato con agujeros radiales, vista en sección.

Al igual que con el modelo anterior en el plato con agujeros radiales las zonas que presentan las transiciones más fuertes se encuentra en los extremos por lo que recibe el mismo tratamiento a la hora del refinar el mallado y a la hora de presentar los resultado ver figura 11b.



a b

Figura 11. Distribución de las tensiones en el extremo (a) refinamiento de malla realizado.

Una comparación de los resultados obtenidos para cada variante del plato de la bomba (agujeros verticales y agujeros radiales) se muestran a continuación,

apreciándose las pequeñas diferencias de tensiones existentes encada caso los cuales se encuentra en el orden de 5% en el contorno de la placa poniéndose en manifiesto la inviabilidad de la elaboración de un plato con agujero radial por el costo tecnológico tan alto que representaría su obtención y donde las ventajas en cuanto a resistencia son prácticamente las misma que el plato con agujero recto.

A continuación se muestra la figura 12 donde se puede apreciar lo expuesto en el párrafo anterior es decir las tensiones equivalentes para el plato con agujeros verticales y las del plato con agujeros radiales las cuales fueron obtenidas a través del software para las mismas condiciones de trabajo.

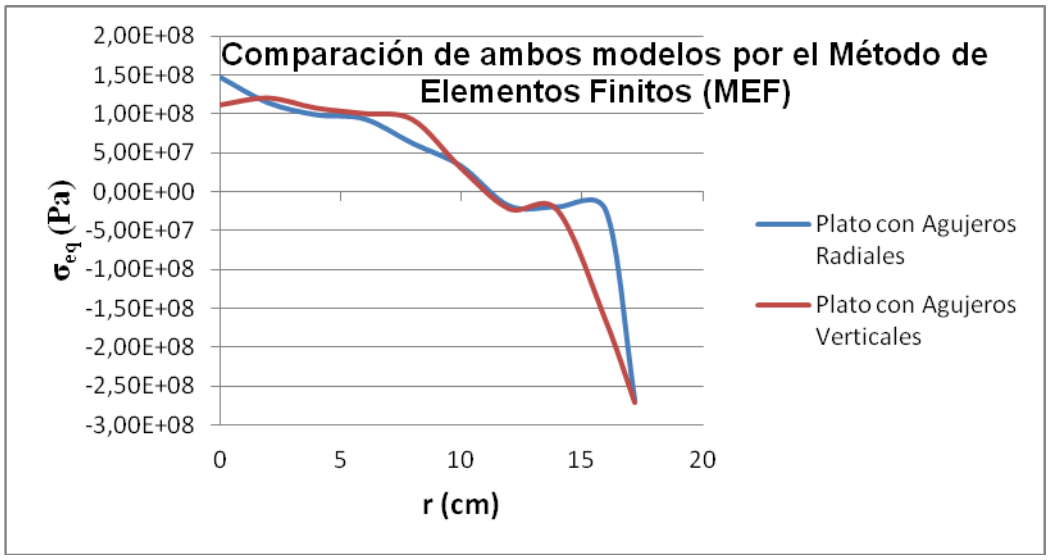


Figura 12. Comparación de las tensiones del plato con agujeros verticales y radiales.

CONCLUSIONES

En el trabajo se desarrollaron dos modelos en 3D para placas de respaldo de la Bomba Máster MP 2C120 de la Planta Glucosa de Cienfuegos, para poder determinar las tensiones equivalente para las condiciones de trabajo actuales todo esto a través de los software INVENTOR 2011 y ANSYS 13.0, un primer análisis se realizó considerando los agujeros de dicha placa verticalmente y posteriormente se realizó este mismo análisis para el caso en que los agujeros fuera hecho de forma radial.

En las placas curvas con orificios verticales estos se igualmente en el contorno, y las tensiones varían entre σ_{eq} = *6,83e56 Pa* a σ_{eq} = *2,71e8 Pa.* En las que tienen

orificios radiales las tensiones máximas se encuentra en el contorno, y las tensiones varían entre $\sigma_{eq} = 8,44e5\ Pa$ hasta $\sigma_{eq} = 2,68e8\ Pa$.

Las tensiones en las placas curvas con orificios radiales son menores que en las placas curvas con orificios verticales, pero es válido resaltar que la diferencia no es significativa, tan solo es de un 5 %.

Es descartable cualquier posibilidad de construir un plato de respaldo para la Bomba Máster MP 2C120 de la Planta Glucosa con agujeros radiales debido al reto tecnológico que esto representaría y las pocas ventajas desde el punto de vista de resistencia que estos tendrían con relación al plato de agujeros verticales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleksandrov A. V., & Potapov, V.D. (1990). Fundamentos de las Teorías de la Elasticidad y de la Plasticidad: Editorial Moscú. Vischaya Sckola.

Beer, F.P., & Jonhston, E.R (1993) Mecánica de los Materiales. 2ª. Ed. Colombia: Mc Graw-Hill.

Dobrovolski, V. (1991). Elementos de Máquinas. Moscú: Editorial MIR.

Faires, V.M. (1996). Diseño de Elementos de Máquinas. México: Editorial UTEHA.

Feodosiev, V.I. (1985). Resistencia de Materiales. Moscú: Editorial MIR.

Fitzgerald, F. (1996). Mecánica de Materiales. México: Editorial Alfaomega S.A. de C.V.

Fogiel, M. (1988). Problem solver in Strength of Materials and Mechanics of Solids. New Jersey: Editorial REA.

Warren, E.W., Bean, R., & Able, S. D. (2001). Diaphragm Pumps: Mc Graw- Hill

Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (2001) Diseño en Ingeniería Mecánica. Quinta Edición. España: Editorial Mc Graw-Hill.

Kenneth, J. (1990). Bombas, selección, uso y mantenimiento: Editorial Mc Graw-Hill

Claudio, M. (2006). Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Madrid: Ediciones del Castillo, S.A.

METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PERÍODO ÓPTIMO DE LIMPIEZA DE INTERCAMBIADORES DE CALOR UTILIZANDO EL CRITERIO DEL COSTO MÍNIMO

Lic. Yanileisy Rodríguez Calderón[1]
Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
Carmen Lilian Rodríguez Pérez[1]
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

Uno de los problemas más serios que presenta la Industria de Procesos en general es que no se aplican al planificar los mantenimientos de los Equipos Intercambiadores de Calor en general, metodologías basadas en criterios económicos para optimizar los períodos de limpieza de las superficies de transferencia de estos, lo que ocasiona gastos complementarios para la Empresa y para el país. En el trabajo se desarrolla y propone una metódica basada en el Criterio del Costo Mínimo para la determinación del período óptimo de limpieza. Se da un ejemplo de aplicación de este criterio para el caso de los enfriadores intermedios de un compresor centrífugo con un nivel elevado de ensuciamiento, pues se utiliza agua de mar con presencia de numerosos microorganismos como agente enfriante lo que incrusta severamente las superficies de transferencia del lado del agua. La metódica empleada puede ser generalizada en otras aplicaciones.

Palabras clave:
Equipos Intercambiadores de Calor, costo mínimo, compresor centrífugo.

INTRODUCCIÓN

En el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía (República de Cuba, 1993) se recalca la necesidad de elevar la eficiencia energética y la apropiada explotación de los equipos e instalaciones, así como los

mantenimientos oportunos y de mayor calidad, ya que estas ímedidas pueden dar resultados con inversiones menores y de rápida recuperación. En la Industria en General uno de los problemas que se presenta es el ensuciamiento de las superficies de los intercambiadores enfriadores de calor tanto del lado del gas como del agente enfriante. Este proceso de incrustaciones de las superficies conduce a la disminución de la capacidad de los enfriadores y en el fluido a enfriar se eleva la temperatura lo que representa generalmente un incremento de la energía consumida en el proceso. La mayoría de los trabajos de investigación que abarcan la dinámica del proceso de ensuciamiento y que implican la elaboración de modelos han sido desarrollados para los derivados del petróleo (Kern, 1959; Waltkinson, 1969; Taborek, 1972; (Taborek et al. 1972; Bott, 1979; Fassbender, 1985; Crittenden, 1987; Kanebetz; 1982). Con agua han sido desarrollados modelos para torres de enfriamiento y condensadores de refrigeración (Geller, 1961; Dungi, 1986; Lahm, 1986) o asociados al proceso de ensuciamiento provocado por productos de la corrosión (Collier, 1986; Somerscales, 1987). En intercambiadores de tubo y coraza se reportan modelos de ensuciamiento con agua de enfriamiento en los trabajos de Knudsen (1984); Mankovskii, (1976); Reitzer (1964); y Berman et al. (1984), En los trabajos de Mankovskii (1976); y Berman (1984) los modelos están basados en los datos experimentales dados por Aleksandrov (1973). Con agua de mar las investigaciones se han desarrollado para Centrales Termoeléctricas y Nucleares (Dykhno, 1974).

Cuando se evalúa la explotación y el mantenimiento de una instalación industrial cualquiera, como regla se considera que cada una de las alternativas a evaluar responde a un diseño técnico económicamente óptimo. Sin embargo, la determinación del diseño técnico económico óptimo es por sí mismo un problema que requiere cuidadosa atención, tanto por el ingeniero de mantenimiento como por aquellos que realicen la evaluación económica de las alternativas, ya que en ocasiones no son dos o tres, sino un número muy grande de alternativas las que deben compararse. Numerosos casos en la práctica involucran simultáneamente costos que aumentan y otros que disminuyen con un mismo tipo de variación de la magnitud de una variable común. Si existe una relación entre esos costos y la

variable, como el costo total está constituido por la suma de esos costos, es lógico pensar que existirá un valor de la variable para la cual el costo total sea mínimo y esta será la alternativa óptima (Portuondo, 2006).

El Criterio del Costo Mínimo fue aplicado por Goytisolo (1997), en la determinación del período óptimo de limpieza de los enfriadores de los compresores centrífugos con enfriamiento externo (Figura 1). En este caso si los enfriadores no se limpian sistemáticamente, el consumo de energía aumenta con el tiempo de explotación ya que la temperatura del aire comprimido aumente y esto implica mayor demanda de energía en el compresor, sin embargo, el costo de mantenimiento disminuye con el tiempo pues simplemente se gasta menos en limpieza. El costo total de explotación del compresor, que es la suma de ambos costos, tendrá un mínimo para un determinado período de tiempo que será precisamente el período óptimo de limpieza de los enfriadores.

Esto se ilustra en la figura 1 (Goytisolo, 1997), donde la curva I muestra precisamente el incremento del costo de producción del aire comprimido y la curva II la disminución de los costos de limpieza. El costo total, curva III, que es la suma de ambos tiene su mínimo en la que constituye el período óptimo de limpieza de los enfriadores del compresor.

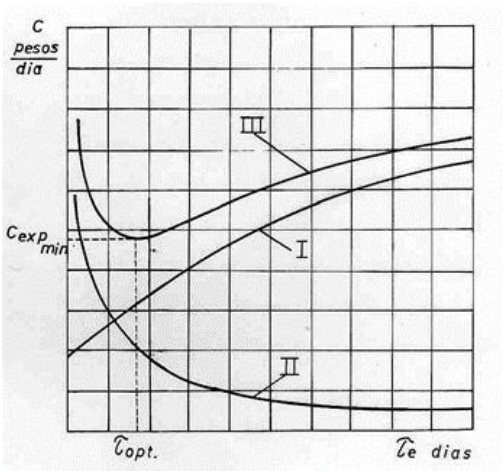


Figura 1. Determinación del período óptimo de limpieza de los enfriadores intermedios de un compresor centrífugo utilizando el criterio del Costo Mínimo.

DESARROLLO

Uno de los factores que más incide en la economía de las instalaciones de compresión es la insuficiencia del enfriamiento del aire en los enfriadores intermedios, a causa de las incrustaciones depositadas en las superficies de transferencia, tanto del lado del aire como del agua. El ensuciamiento de los enfriadores se refleja directamente en el incremento del costo de explotación, de aquí la necesidad de determinar los plazos racionales para su limpieza.

El procedimiento para determinar el período óptimo de limpieza de un intercambiador de calor se ilustrará para el caso de los 3 enfriadores intermedios de un compresor centrífugo accionado por turbina de vapor y enfriado por agua de mar. Para poder hallar el período óptimo de limpieza de los enfriadores intermedios de un compresor se necesita calcular el costo promedio diario de explotación y para poder determinar el costo promedio diario de explotación es necesario conocer cómo se modifican los parámetros de entrega y consumo del compresor en el tiempo de explotación τ_e, o sea, es necesario conocer las dependencias del flujo de gas en kg/día, entregado por el compresor: $G' = f(\tau_e)$ y su consumo específico de energía en kW-hr/día: $\omega = f(\tau_e)$ a causa del ensuciamiento de los enfriadores. Es evidente que si durante la explotación el compresor puede ser regulado para abastecer los requerimientos de la red en condiciones de ensuciamiento de los enfriadores, la potencia consumida por éstos se incrementará a causa de las deficiencias en el enfriamiento del gas, sin embargo, tal como se refleja en la literatura (Berman et al. 1984) y como lo demuestran los experimentos realizados por Aleksandrov (1973), el espesor de la capa de incrustaciones tiende a estabilizarse con el tiempo de explotación, de aquí que las funciones $G' = f(\tau_e)$ y $\omega = f(\tau_e)$ tendrán este mismo comportamiento. En general se puede suponer que las dependencias anteriores tienen el carácter que se muestra en la Figura 2.

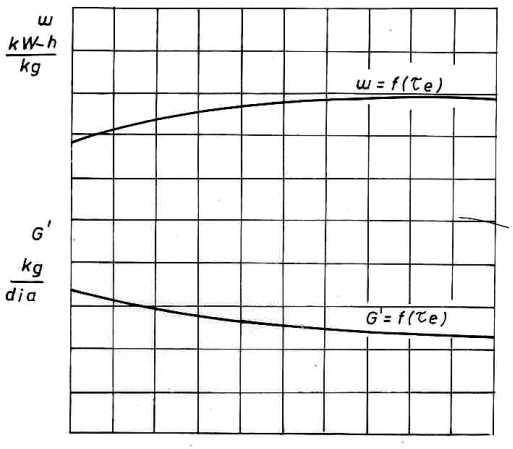


Figura 2. Dependencias del consumo específico de energía en kW – hr/kg y de la entrega de aire comprimido en kg/día del compresor.

Para una función continua cualquiera:

$$\bar{y} = \frac{\int_a^b f(x)dx}{b-a} \qquad (1)$$

La integral $\int_a^b f(x)dx$ independientemente del carácter de la función se puede obtener por el método de los trapecios. De aquí que los valores medios del consumo específico y el flujo medio del compresor se puedan hallar por las expresiones:

$$\omega_{d_m} = \frac{1}{2n}(\omega_0 + 2\,\omega_1 + \ldots\ldots + 2\,\omega_{n-1} + \omega_n) \qquad (2)$$

$$G'_{d_m} = \frac{1}{2n}(G'_0 + 2\,G'_1 + \ldots\ldots + 2\,G'_{n-1} + G'_n) \qquad (3)$$

Donde:

ω_0, ω_1.... ω_{n-1}, ω_n y G'_0, G'_1..... G'_{n-1}, G'_n son los valores instantáneos del consumo específico y del flujo del compresor obtenidos para n intervalos igualmente espaciados de tiempo en el período de explotación τ_e.

Según Murzin (1980), el costo promedio diario de producción del aire comprimido se puede hallar, para los compresores centrífugos, por una expresión de la forma:

$$C_{exp_m} = G'_{d_m}(\beta \cdot \omega_{d\,m} \cdot c_e + c_a) + \frac{Z_e \cdot c_l}{\tau_e} \qquad \text{Pesos/día} \qquad (4)$$

Donde:

G_{dm}´= f ($\tau_{e)}$ - Flujo diario medio de aire entregado por el compresor en kg/día.

ω_{dm} = *f* (τ_e) – Consumo específico medio diario de energía en kW-hr/kg.

β – Coeficiente de ajuste del incremento del consumo específico medio diario con el tiempo de explotación.

c_e – Costo del kW-hr de energía en Pesos/kW-hr.

c_a – Costo del aire comprimido en Pesos /kg.

Z_e – Número de enfriadores de aire del compresor.

c_l – Costo de la limpieza de un enfriador en Pesos/enfriador.

τ_e – Tiempo de explotación en días.

La determinación del período óptimo entre limpiezas puede obtenerse analíticamente de las ecuaciones (1) a (4), si se conocen las funciones: ω = *f* (τ_e) y $G^{'}$ = *f* (τ_e), determinando el tiempo τ_e para el cual el costo promedio diario de explotación es mínimo por la condición:

$$\partial\ C_{exp}/\partial\tau_e = 0$$

O por la vía gráfica construyendo la curva C_{exp} = *f* (τ_e) y determinando del gráfico el valor de τ_e para el cual se obtiene el $C_{exp_{min}}$ como se muestra en la figura 1.

Está claro que para poder comparar entre sí diferentes condiciones de explotación hace falta tener la posibilidad de apreciar el cambio de los parámetros ω y $G^{'}$ del compresor con el tiempo de explotación, por la vía de la investigación experimental, o mediante el cálculo. Este análisis será realizado a modo de ejemplo para el compresor centrífugo de aire de proceso de fabricación italiana de la firma "Nuovo Pignone" que operaba en una Planta Química. Esta investigación se realizó en el año 1984 con posterioridad al proceso de reparación general que se llevó a cabo en dicho compresor, donde se realizó la limpieza mecánica de los enfriadores intermedios del mismo (Pérez Águila, 1984). Se utilizaron los datos existentes en la misma acerca del costo de la limpieza mecánica realizada en los enfriadores. La instalación estaba adecuadamente equipada con instrumentos modernos de medición, de aquí que fuese posible medir todos los parámetros necesarios para obtener las dependencias de $G^{'}$ = f(τ_e) y ω = f(τ_e) requeridas, tal

como se explicó anteriormente. Las mediciones experimentales se realizaron durante un período de seis meses a partir del momento en que se inició la explotación del compresor con posterioridad a su reparación. Este compresor está accionado por turbina de vapor y es regulado mediante la variación de la velocidad de giro para mantener la presión de descarga constante durante la explotación. En el mismo el ensuciamiento de los enfriadores del lado del aire es prácticamente nulo de aquí que la función $G' = f(\tau_e)$ = const., o sea, en la expresión G'_{dm} = 711 120 kg/día = const. Teniendo en cuenta que el costo de la energía consumida por un compresor que opera en el orden de 7 500 h/año es aproximadamente el 87% del costo total de operación (Kaesser, 1996), la ecuación (4) para el caso analizado se puede escribir de la forma:

$$C_{exp_m} = G'_{d_m} \cdot (\beta \cdot \omega_m \cdot \frac{c_e}{0.87} + c_a) + \frac{Z_e \cdot c_l}{\tau_e} \qquad \text{Pesos/día} \qquad (5)$$

En la tabla 1 se muestran los resultados del cálculo del costo unitario de la energía consumida por el compresor c_e y el costo unitario de la limpieza por enfriador c_l. En el costo de producción por kg de vapor se tuvo en cuenta el hecho de que, para una Planta Generadora de vapor industrial, el costo del combustible es aproximadamente el 85% del costo total de operación de la planta (Pérez Águila, 1984). Los cálculos fueron actualizados sobre la base de la incorporación del precio del fuel oil para el año 1996 (OLADE; 1996) y los índices de costo anuales CE, para las plantas químicas, correspondientes al año 1984 en que se desarrolló la investigación y para el año 1996. El consumo específico de la turbina se determinó experimentalmente y sobre la base de estos datos se obtuvo el costo de la energía consumida por la misma, sin embargo, para la determinación del consumo específico del compresor fue necesario combinar los datos experimentales de presión y temperatura, antes y después de cada sección y de la entrega del compresor, con las ecuaciones de la metodología elaborada para el recálculo de las características del compresor (Goytisolo, 1997), pues al aumentar el tiempo de explotación la potencia consumida por la turbina crece no solo a causa del ensuciamiento de la superficie de transferencia de los enfriadores, sino también, a causa del ensuciamiento de la superficie del condensador. En la tabla 2

se muestran los resultados de los cálculos del costo medio diario de explotación, realizados para diferentes períodos entre limpiezas.

Como se aprecia en esta tabla 2 el período óptimo entre limpiezas se corresponde a 60 días, para el cual el costo promedio diario de explotación es mínimo, e igual a: 9 911,01 pesos/día. Si la limpieza no se realiza durante un año, el costo promedio diario de explotación se eleva a 9 986,92 pesos/día, lo que significa que la empresa perderá diariamente 75,91 pesos/día, que implica en 300 días de operación en el año, una pérdida de 22 773 pesos/año. Si la limpieza se realiza con una frecuencia de dos años esta pérdida se eleva a 42 819 pesos/año.

Para establecer un plazo racional para la limpieza de los enfriadores, hay que evaluar estas pérdidas económicas en dependencia de las pérdidas que pueda representar la parada del compresor para realizar la limpieza de los mismos y es posible que convenga, desde el punto de vista técnico-económico modificar este plazo ajustándolo a las paradas programadas para mantenimiento general de la Planta.

Tabla 1. Datos necesarios para el cálculo del período óptimo de limpieza de los enfriadores.

Parámetro		**Designación y fórmula**	**U/M**	**Magnitud del parámetro**
Costo de la energía consumida por el compresor	Capacidad del Generador de Vapor que alimenta la turbina	$G_{G.V.}$	kg $_{vapor}$/t $_{fuel\ oil}$	13 000
	Costo de una tonelada de fuel oil	$c_{t.\ f.\ o.}$	Pesos/ t $_{fuel\ oil}$	170,00
	Costo del combustible por kg de vapor	$c_{comb.} = c_{t.\ f.\ o.} / G_{G.V.}$	Pesos / kg $_{vapor}$	0, 0131
	Costo de producción de un kg de vapor	$c_{vapor} = c_{comb/0,85}$	Pesos / kg $_{vapor}$	0,0154
	Consumo específico de la turbina en el período investigado	q_{mt}	kg $_{vapor}$ / kW - hr	4,596
	Costo de la Energía consumida por el compresor	$c_e = c_{vapor} \cdot q_{mt}$	Pesos / kW - hr	0,069

Costo de Producción del aire	Salario de los Operadores del Compresor	S_{oc}	Pesos / día	32,88
	Producción promedio diaria de aire comprimido en el período investigado	$G´_{dm}$	kg_{aire} /día	711 120
	Costo de producción del aire comprimido	$c_a = S_{oc} / 0,8 \cdot G´_{dm}$	Pesos kg_{aire}	0,0000578
Costo de Limpieza de un enfriador	Salario de los obreros participantes en la limpieza	s_{ol}	Pesos / hr	11,77
	Tiempo de duración de la limpieza	τ_l	hr	76,75
	Gastos en salarios en la limpieza de un enfriador	$c_{s.l.}$	Pesos / enfriador	903,34
	Gastos en barrenas rotas y otros materiales más la energía consumida en la limpieza (Para el año 1996)	$c_{m\ y\ e}$	Pesos / enfriador	117,03
	Costo total de la limpieza de un enfriador	$c_l = c_{s.l.} + c_{m\ y\ e}$	Pesos / enfriador	1 020,37

Tabla 2. Costo promedio diario de explotación en función del período entre limpiezas de los enfriadores del compresor centrífugo “Nuovo Pignone”.

τ_e días	Potencia media demandada por el compresor en el período τ_e N_{mc} - kW	Consumo específico medio del compresor ω_m kW–h / kg	Costo medio de producción del aire comprimido Pesos / día	Costo medio de la limpieza de los enfriadores del compresor Pesos / día	Costo total de explotación del compresor Pesos / día
30	4 920,9	0,1661	9 636,30	102,04	9 938,34
60	4 934,1	0,1665	9 859,99	51,02	9 911,01
90	4 943,8	0,1669	9 883,67	34,01	9 917,68
120	4 951,8	0,1671	9 895,52	25,51	9 921,03
150	4 958,7	0,1674	9 913,28	20,41	9 933,69
180	4 064,9	0,1676	9 925,13	17,01	9 942,14
210	4 970,3	0,1677	9 931,03	14,59	9 945,63
240	4 975,3	0,1679	9 942,89	12,76	9 955,65
270	4 980,0	0,1681	9 954,74	11,34	9 966,08
300	4 984,3	0,1682	9 960,66	10,20	9 970,86
330	4 988,4	0,1684	9 972,50	9,28	9 981,78
360	4 002,3	0,1685	9 978,42	8,50	9 986,92
390	4 995,9	0,1686	9 984,35	7,85	9 992,20
420	4 999,4	0,1687	9 990,27	7,29	9 997,56
450	5 002,7	0,1688	9 996,19	6,80	10 003,00
480	5 005,9	0,1689	10 002,11	6,38	10 008,49
510	5 009,0	0,1691	10 013,96	6,00	10 019,96
540	5 011,9	0,1692	10 019,88	5,67	10 025,55
570	5 014,8	0,1692	10,022,84	5,37	10,028,21
600	5 017,5	0,1693	10 025,80	5,10	10 030,90
630	5 020,2	0,1694	10 031,72	4,86	10 036,58
660	5 022,8	0,1695	10 037,64	4,64	10 042,28
690	5 025,3	0,1696	10 043,58	4,44	10 048,00

CONCLUSIONES

La utilización combinada de la metodología elaborada para el recálculo de las características de los compresores centrífugos con enfriamiento externo y el criterio para cálculo técnico-económico conocido como Criterio del Costo Mínimo, posibilitan determinar las pérdidas económicas originadas por la explotación de los compresores centrífugos en condiciones de ensuciamiento para determinar el período óptimo de limpieza de los enfriadores de aire.

La utilización combinada de estos métodos da también la posibilidad de apreciar las pérdidas económicas originadas por la violación del gráfico de limpieza de los enfriadores, lo que permite decidir cual pudiera ser el plazo más racional para la limpieza periódica de los enfriadores.

Cálculos económicos similares pueden ser realizados para otras instalaciones energéticas, gracias a las posibilidades que ofrece la metodología descrita para procesar los datos necesarios para evaluar diferentes alternativas en la explotación de los intercambiadores de calor y sus gastos de limpieza y tomar de esa forma las decisiones más adecuadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleksandrov, M. B. (1973). *Investigación del ensuciamiento de los aparatos intercambiadores de calor.* Memorias de los Eventos Científicos del Instituto de Investigación “Khimmasha”. Rusia, No.7, pp. 97-102

Berman, et al. (1984). *Sistemas de enfriamiento de las instalaciones compresoras.* Leningrado: Editorial Mashinostroenie.

Collier, J. G. (1986). *Ensuciamiento y corrosión en los intercambiadores de calor.* Washington: Hemisphere Publ. Corp.

Crittenden, D. B., et al. (1987). *Modelación del ensuciamiento con hidrocarburos.* Revista: Chemical Engineering Research and Design. Inglaterra, vol.65, No.2, pp.171-179.

Dungi, X. (1986). *Correlación funcional de la temperatura superficial y velocidad del flujo durante el ensuciamiento de torres de enfriamiento de agua.* Revista: Heat Transfer Engineering, USA, vol. 7, No.1, pp. 63-71.

Dykhno, A. Y. (1994). *Utilización del agua de mar en las estaciones termoelétricas.* Moscú: Editorial Ehnergia.

Fassbender, L. (1985). Base de datos sobre el ensuciamiento de los intercambiadores de calor en la industria. Proceedings of the Exposition and Symposium on Industrial Heat Exch. Tech. Pittsburgh: ASM Energy Div.

Geller, Z.T. (1961). *Influencia del ensuciamiento de las superficies de condensadores de refrigeración.* Revista: Neftepererabotka i neftekhimiya, Rusia, No.10, pp.34-38.

Goytisolo Espinosa, R. (1997). *Recálculo y regulación de los compresores centrífugos de aire con enfriamiento externo.* Tesis en opción del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. Universidad de Cienfuegos.

Kanebets, G.E. (1982). *Intercambiadores de calor y sistemas de intercambiadores de calor*. Moscú: Editorial Naukova Dunka.

República de Cuba. (1993). *Comisión Nacional de Energía. Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía.* La Habana: Editado por C.N.E.

INTEGRIDAD DE LOS CORDONES DE SOLDADURA DE LOS GASÓMETROS DE HIDRÓGENO DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO "CAMILO CIENFUEGOS"

Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
Ing. Willian Beltrán Rodríguez[1]
Ing. María Rosario Sánchez Macías[1]
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

El efecto del medio ambiente, por las consecuencias negativas de la propia actividad del hombre ha adquirido una importancia social, ya que la amenaza es válida no solo para la salud humana, sino para la existencia de toda la humanidad. En particular la Refinería de Petróleo ha sido una industria muy golpeada por este fenómeno en diversos equipos y en particular los gasómetros de hidrógeno. En el año 2007 se le realizaron las inspecciones correspondientes a los gasómetros. Dentro de los aspectos estaba la situación que presentaba la corrosión en un número determinado de los pernos de anclajes. Esta situación se ha ido agravando desde esa fecha hasta la actualidad en que la situación de los pernos de anclaje se ha convertido en crítica, pues ya incluso los mismos no se pueden desenroscar para poner pernos nuevos pues se parten. En el presente trabajo se evalúa la posible alternativa de una estructura rigidizadora del conjunto de los ocho gasómetros para evitar su vuelco en caso de huracanes de gran intensidad. Se diseñaron columnas armadas, lo que garantiza no se pierda la estabilidad del equilibrio durante la acción del huracán. Se evaluó el posible vuelco de dos gasómetros contiguos y se concluyó que para evitar el vuelco del conjunto los tornillos de anclaje del gasómetro posterior tienen que soportar una carga que hace que se mantenga el riesgo.

Palabras clave:

Gasómetros de hidrógeno, cordones de soldadura, columnas armadas.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico-técnico ha resuelto innumerables problemas para la humanidad, sin embargo ha agudizado también muchos problemas, entre ellos uno de los más importantes es la relación entre el hombre y el medio ambiente. El problema de la protección de la naturaleza-medio ambiente del hombre, contra las consecuencias negativas de su propia actividad ha adquirido una importancia social, ya que la amenaza es válida no solo para la salud de los hombres, sino para la existencia de toda la humanidad (Pankratz, 2001).

Específicamente en Cuba la excesiva humedad ambiente durante la mayor parte del año hace que la corrosión sea unos de los aspectos que mayor influencia negativa tiene en las instalaciones industriales. En particular la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” de la ciudad de Cienfuegos, ha sido una de las industrias más golpeadas por este fenómeno. Ya desde el proceso de rehabilitación de la misma que se inició en Abril del 2006 cuando se firmaron los Acuerdos entre las Empresas PDV S.A. (Petróleos de Venezuela) y CUPET S.A. (Cuba Petróleo) para la constitución de la Empresa Mixta PDV-CUPET S.A. fue necesaria la reconstrucción completa de los Difusores de los Ventiladores Enfriadores de Gasolina de la Sección 100, 200 300 y 400 de la Planta de Destilación Atmosférica de la Refinería, que son equipos con grandes dimensiones y pesos, los cuales para la puesta en marcha se encontraban en óptimas condiciones, pero las Estructuras Soportes de estos se encontraban deterioradas, pues producto de la corrosión las barras de acero presentaban agujeros por diferentes partes. Una situación similar han presentado los gasómetros de hidrógeno. En el proceso de Reactivación de la Refinería “Camilo Cienfuegos”, ya desde el año 2007 se le realizan las inspecciones correspondientes a los gasómetros; dentro de los aspectos encontrados en dicha inspección estaba la situación que presentaban la corrosión en un número determinados de los pernos de anclajes. Para minimizar en algo la velocidad de corrosión de los pernos se emitió una recomendación para el tratamiento anticorrosivo de los mismos, la cual fue ejecutada. Otra situación que se detectó ya en esa ocasión fue la presencia de mini laminaciones en la línea media de la pared, que producto de un estudio

realizado en gasómetros idénticos, también de procedencia rusa, instalados en la Refinería “Ñico López” de La Habana, no se le dio importancia a ese fenómeno, sin embargo, nunca se ha valorado que implicación tendrían esas mini laminaciones combinadas con las tensiones de flexión que aparecen en el recipiente por el efecto de borde, sobre todo con la presencia de las grandes tensiones de flexión que pueden ser originadas por el viento de un huracán de gran intensidad. Esa investigación nunca se ha realizado y por el gran riesgo que existe por tratarse de ocho grandes recipientes, cada uno de ellos que contiene un volumen de 185 m^3 de hidrógeno entonces la situación adquiere una importancia muy singular.

DESARROLLO

En la Figura 1 se muestra una vista general de los gasómetros.

Figura 1. Vista general de los ocho gasómetros.

Los parámetros de trabajo y especificaciones técnicas de los gasómetros son:

Recipientes cilíndricos de fondos abombados.

Diámetro exterior de los recipientes (D): 3 000 mm.

Radio exterior del cuerpo (Re): 1500 mm.

Radio medio del cuerpo (R): 1470 mm.

Espesor de la pared (h): 60 mm.

Altura (H): 28. 00 m

Temperatura de explotación, t = 38 0C.

Presión máxima de explotación p = 55 atm = 56,86 kgf/cm^2 = 0,558 kN/cm^2.

El peso de cada gasómetro es: W = 131597 kg = 1 291 kN.

Para la obtención de la carga transversal distribuida provocada por el viento, que es la carga que trata de provocar el desplazamiento lateral y el momento de vuelco provocado por el mismo, es necesario resolver algunas incógnitas, como el cálculo de la presión del viento. La Norma Cubana 285 (2003), establece el método de cálculo para determinar la carga de viento que debe utilizarse en los cálculos estáticos y dinámicos de los edificios y obras de ingeniería, o de sus partes y elementos, para los cuales el viento resulta ser una sobrecarga de uso. Con los resultados de presión del viento calculada según esta Norma para alturas desde cero hasta 30 metros (Tabla 1) se realizó el ajuste de la curva, con el programa Curve Expert para los valores de altura y presiones resultantes calculadas con ayuda del Excel. Y se obtuvo el ajuste mostrado en la figura 2.

Con la ecuación del ajuste, se obtuvo integrando dicha expresión, la fuerza total provocada por la presión o Carga Transversal del Viento P_v sobre los gasómetros y el momento resultante M_v de dicha presión.

$$P_v = \int_0^A P_z \cdot dA = \int P_z \cdot D \cdot dz = D \int_0^H P_z \cdot dz \qquad (1)$$

Se multiplica por D para obtener la carga uniformemente distribuida por unidad de longitud D = 3 m.

$$P_z = \frac{a + bz}{1 + cz + dz^2}$$

$$P_v = D \int_0^{28.45} P_z \cdot dz = 103046\ kN$$

Tabla 1. Valores de la presión del viento con la altura.

No	Presión Resultante (kN/cm^2)	Altura
1	10,405	5
2	12,002	10
3	12,953	15
4	13,795	20
5	14,326	25
6	14,812	30

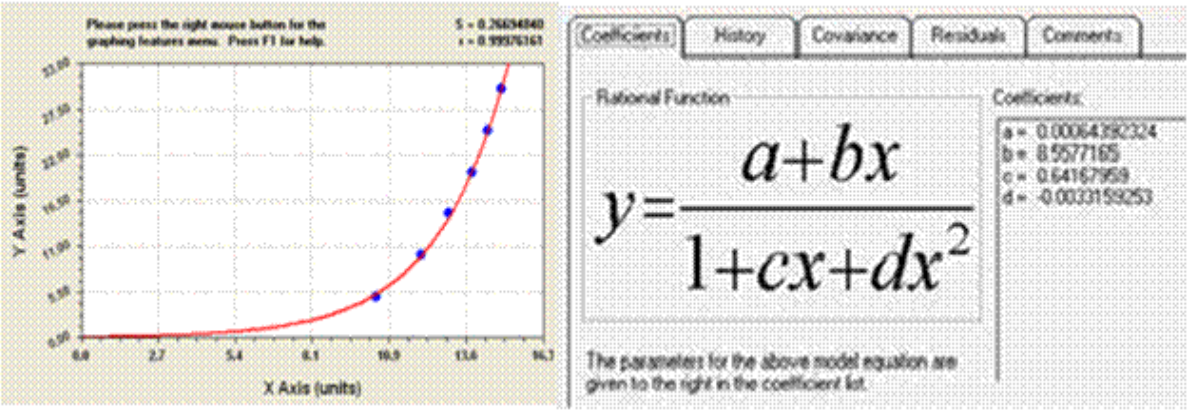


Figura 2. Ajuste en una función racional. Donde a, b, c y d son las constantes de la función.

Con la ecuación del ajuste, se obtuvo integrando dicha expresión, la fuerza total provocada por la presión o Carga Transversal del Viento P_v sobre los gasómetros y el momento resultante M_v de dicha presión.

$$P_v = \int_0^A P_z \cdot dA = \int P_z \cdot D \cdot dz = D \int_0^H P_z \cdot dz \qquad (2)$$

Se multiplica por D para obtener la carga uniformemente distribuida por unidad de longitud.

D = 3 m.

$$P_z = \frac{a+bz}{1+cz+dz^2}$$

$$P_v = D\int_0^{28.45} P_z \cdot dz = 10301.46\ kN$$

$$M_v = D\int_0^H P_z \cdot z \cdot d_z = D\int_0^{28.45} P_z \cdot z \cdot d_z = 162251.91\ kN \cdot m \qquad (3)$$

Con estas cargas se puede realizar el cálculo de las tensiones provocadas por el viento en los cordones de soldadura más peligrosos del mismo. La inspección visual de los cordones fue realizada desde el interior y exterior de los recipientes. Se pudo comprobar que existe linealidad entre los cordones soldados (no hay desplazamiento de bordes), y que el estado del material se encuentra en buenas condiciones. Se realizó la inspección ultrasónica de la pared del cuerpo cilíndrico y de los fondos abombados. En la pared se detectaron defectos que son minilaminaciones o exfoliaciones, propias de recipientes que se conforman por laminación, las cuales por su ubicación interior y orientación paralela a la

superficie lateral de la pared del cuerpo del recipiente, según Guliaev (1983), no influyen en las propiedades mecánicas longitudinales del material. Los mismos están concentrados en una franja de 30 mm de espesor, 15 mm a cada lado de la línea media de la pared, la longitud de los mismos no exceden los 10 mm y la separación entre ellos varía entre 5 y 80 mm. Esta situación no se observa en el material de los fondos, lo cual permite concluir que estas minilaminaciones tuvieron su origen en el proceso de rolado del cuerpo.

El material, el mismo se corresponde con el acero 16 M_n S_i, según la norma GOST 5520-72 (Maslenkov, et. al., 1991). Las propiedades mecánicas son:

σ_f = 29.6 kgf/mm^2 = 29,6 kN/cm^2, σ_r = 47.4 kgf/mm^2 = 47,4 kN/cm^2.

a_k = 12,5 kgf·m/cm^2, CVN = 98 J, E = 2 x 10^4 kN/cm^2, μ = 0,3.

Donde:

σ_f-Tensión en el límite de fluencia del acero.

σ_r-Tensión en el límite de resistencia del acero.

a_k- Resiliencia o resistencia al impacto Charpy del acero.

CVN-Energía del ensayo de impacto con probeta entallada en V.

E- Módulo de Elasticidad del material.

μ- Coeficiente de Poisson.

Los gasómetros están apoyados en un tubo de 3 m de diámetro interior y 1,6 cm de espesor en la pared y soldados al mismo con un cordón de soldadura de filete de cateto c = S = 1,6 cm tal como se muestra en la figura 3.

Dichos cordones de soldadura constituyen tal vez los elementos de mayor riesgo de falla en caso de huracanes. En el cordón surge una tensión tangencial provocada por el Momento de vuelco M_v cuya magnitud se pude hallar partiendo de la Ecuación de Navier de la siguiente manera:

$$\tau_{Mv}\max = \frac{M_v \cdot y\max}{Ix} = \frac{M_v}{Wx} \qquad (4)$$

El desarrollo de esta ecuación específicamente para una costura anular de filete, aparece desarrollada en el libro (Faires, 1985) de la forma siguiente:

$$\tau_{Mv\ \max} = \frac{5{,}66 \cdot M_v}{\pi \cdot c \cdot D^2} \qquad (5)$$

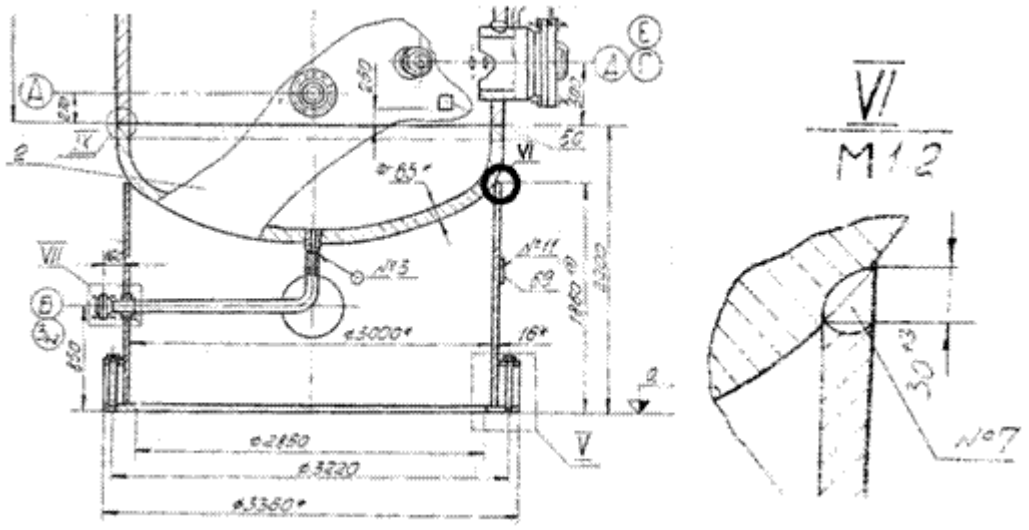


Figura 3. Tubo de apoyo de los gasómetros.

Para el cálculo del Momento del vuelco los datos son: H = 28.45 m, h´= 1.86 m, D = 3 m.

$$P_z = \frac{a + bz}{1 + cz + dz^2}$$

$$M_{f_{cordón}} = D \cdot \int_{h'}^{H} P_z \cdot z \cdot d_z = D \cdot \int_{.86}^{28.45} P_z \cdot z \cdot d_z = 1619624\ kN \cdot m = 1619624 kN \cdot cm \quad (6)$$

Sustituyendo los datos: M_v = 1 619 624kN·cm, c = 1.6cm, D = 300cm. Se obtiene:

$$\tau_{Mv\ \max} = \frac{5{,}66 \cdot 1\,619624}{\pi \cdot 1.6 \cdot 300^2} \approx 20.26\ kN/cm^2$$

(7)

El cortante directo provocado por la carga del viento Pv.

$$P_v = D \int_{.86}^{28.45} P_z \cdot dz = 100495\ kN$$

(8)

El cordón se considerará dividido para esta carga en cuatro cuadrantes tal como se muestra en la figura 4 para los cuadrantes 1 y 3 esta carga es una carga transversal y para los cuadrantes 2 y 4 constituye una carga longitudinal a los cordones. Existen diferencias en las ecuaciones para el cálculo de las tensiones

en las costuras de filete longitudinales y transversales (Hernández, 2005), de aquí que sea necesario realizar esta consideración. Para los cordones 1 y 3, cordones transversales:

$$\tau_{máx_{transversal}} = \frac{\frac{P_V}{4}}{1.414 \cdot c \cdot l_T} \cdot \sqrt{\left(6 \cdot \frac{(S+c)^2}{c}\right) + 2 \cdot \left[\frac{(S+c)}{c}\right] + 0.67} = 3.093 kN/cm^2 \quad (9)$$

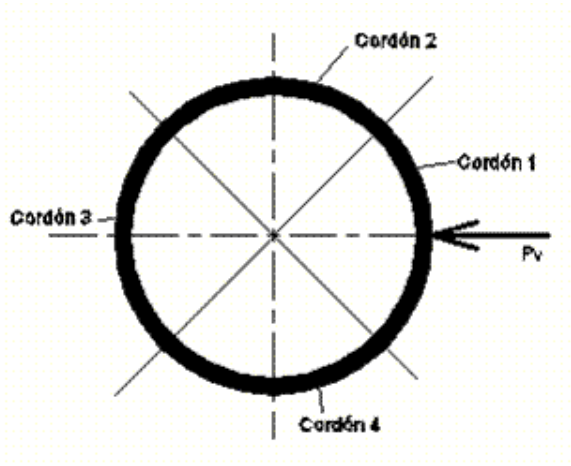


Figura 4. División de la costura de filete en cuatro cordones, dos longitudinales a la carga. (Cordones 2 y 4) y dos transversales a la carga (Cordones 1 y 3).

Para los cordones 2 y 4, cordones longitudinales.

$$\tau_{máx_{longitudinal}} = \frac{\frac{P_V}{4}}{1.414 \cdot c \cdot l_L} \cdot \left[0.25 + \frac{1.5 \cdot S + c}{c}\right] = 1.32\, kN/cm^2 \quad (10)$$

Los cordones transversales son los más cargados.

Con relación al peso propio del gasómetro se considerará que el peso propio descansa sobre el tubo y no sobre los cordones, o sea, que para evaluar la resistencia de este cordón se superpondrán solamente los efectos provocados por el viento. (P_V y M_V). En la figura 5 se muestran las direcciones de las tensiones tangenciales resistivas en la sección de los dos cordones transversales 1 y 3 que son los más peligrosos. Como se aprecia en la figura en el cordón 3 se suman todas las tensiones. De manera que la condición de resistencia del cordón será:

$\tau_{res} = \tau_{Mv\,max} + \tau_{máx_{transversal}}$ = 20.26 + 3.09 = 23.35 kN/cm^2<[τ] (11)

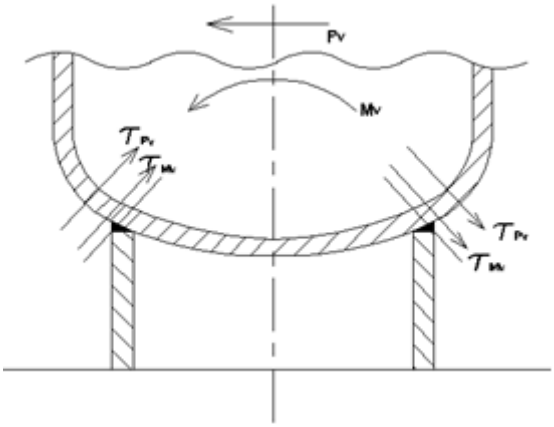


Figura 5. Superposición de las tensiones tangenciales en la sección de la garganta, provocadas por la Carga del Viento P_V y por el Momento de vuelco M_V.

Considerando una eficiencia de los cordones de filete, la más baja posible, o sea, para soldadura manual por arco eléctrico con electrodo de baja calidad φ = 0,5, la tensión admisible de los cordones, tomando un factor de seguridad mínimo n = 1,3, con relación al límite de fluencia será:

$[\tau] = \varphi \cdot \sigma_f / n = 0,5 \cdot 29,6 / 1,3 = 11,38 \text{ kN/cm}^2$.

Con relación a la resistencia máxima del cordón:

$[\tau] = \varphi \cdot \sigma_r / n = 0,5 \cdot 47,4 / 1,3 = 18,2 \text{ kN/cm}^2$.

Como se puede apreciar, en caso de un huracán de la intensidad evaluada esos cordones no tendrán ni siquiera el factor de seguridad mínimo asumido así por ejemplo despejando de las ecuaciones anteriores los factores de seguridad, se tiene que:

Con relación a la fluencia:

$n = \varphi \cdot \sigma_f / \tau_{res} = 0,5 \cdot 29,6 / 23,35 = 0,63$.

Con relación a la resistencia máxima:

$n = \varphi \cdot \sigma_r / \tau_{res} = 0,5 \cdot 47,4 / 23,35 = 1,01$.

Como se aprecia el cordón alcanzará casi la rotura. La posibilidad real de fractura lo determinará el carácter cíclico de las tensiones, en presencia de un huracán de gran intensidad, provocado por los momentos de ráfagas y calma, lo que se puede evaluar aplicando la Mecánica de la Fractura.

Las tensiones normales y tangenciales se incrementan sensiblemente en aquellos tramos del recipiente donde aparecen momentos flectores y fuerzas de cortante

originadas por el conocido efecto de borde, o sea, en la transición del cuerpo cilíndrico con los fondos abombados. Este fenómeno aparece detalladamente descrito en la literatura (Feodosiev, 1985) y conduce a la aparición de tensiones normales en las secciones transversales del recipiente (planos meridionales) y a tensiones tangenciales longitudinales, que toman su valor máximo en el plano de la línea media de la pared y que en presencia de cargas cíclicas (proceso de llenado-vaciado) y en el caso de un huracán efectos combinados de las ráfagas y los momentos de calma. Estas tensiones pueden conducir al crecimiento subcrítico de los defectos en los cordones y en la pared hasta que éstos alcancen su tamaño crítico y en presencia de sobrecargas instantáneas por la acción del viento pudieran provocar la fractura del material de los cordones de soldadura que son los elementos más débiles de los gasómetros.

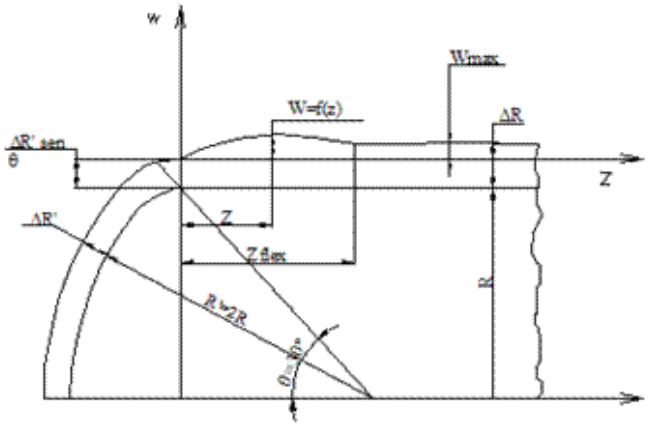


Figura 6. Deformación provocada en la pared y en el fondo del recipiente por el efecto de borde bajo la acción de la presión interior.

En la figura 6 se muestran los incrementos de los radios en las zonas cilíndricas y esférica respectivamente que se originan por la acción de la presión en un recipiente cilíndrico de radio R y fondo compuesto por un casquete esférico de radio R' = 2R y una transición teórica entre estos. Como se puede apreciar, al ser el fondo en el plano circunferencial más rígido, el incremento del radio en la zona del cuerpo cilíndrico es mayor que en la zona del fondo esférico. Esta diferencia origina flexión en toda una zona de longitud Z_{flex} que no solo incrementa las tensiones normales en el plano meridional del recipiente, sino que provoca la

aparición de tensiones tangenciales en estos planos y en los planos correspondientes a la línea media de la pared. La diferencia de radios después de la deformación será igual a la flecha máxima de la pared (Feodosiev, 1985).

$$W_{max} = \mu \cdot \frac{p \cdot R^2}{2 \cdot E \cdot h} \quad (12)$$

w_{max}-flecha máxima por flexión de la pared.

R-radio medio de la pared del gasómetro.

P-presión interior.

h-espesor de la pared.

E-módulo de elasticidad del material del recipiente.

μ-coeficiente de Poisson del material del recipiente.

z- longitud a lo largo del recipiente.

Se puede demostrar que la ecuación de la flecha W = f(z) queda descrita por la ecuación:

$$W = \mu \cdot \frac{p \cdot R^2}{2 \cdot E \cdot h} \cdot \left[1 - e^{-k \cdot z} \cdot (sen(k \cdot z) + \cos(k \cdot z))\right] \quad (13)$$

$$k = \sqrt[4]{\frac{3 \cdot (1 - \mu^2)}{R^2 \cdot h^2}} \quad (14)$$

Derivando la ecuación de la flecha se obtiene la ecuación de las pendientes:

$$W' = \frac{dW}{dZ} = k \cdot \mu \frac{p \cdot R^2}{E \cdot h} \cdot e^{-k \cdot Z} \cdot sen(k \cdot Z) \quad (15)$$

En (Den Hartog, 1992) se demuestra que el momento flector, en la zona de efecto de borde, se puede hallar por la expresión:

$$M_f = D \cdot \frac{d^2 W}{dZ^2} \quad (16)$$

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \quad (17)$$

Hallando la segunda derivada de W y sustituyendo en (15) se obtiene que:

$$M_f = \frac{\mu \cdot p \cdot R \cdot h}{4 \cdot \sqrt{3 \cdot (1 - \mu^2)}} \cdot e^{-k \cdot Z} \cdot (\cos(k \cdot Z) - sen(k \cdot Z)) \quad (18)$$

El momento flector máximo se halla de la condición $\frac{dM_f}{dZ} = 0$, de la cual se obtiene que éste se produce para Z = 0 y tiene un valor:

$$M_{f\max} = \frac{\mu \cdot p \cdot R \cdot h}{4 \cdot \sqrt{3 \cdot (1-\mu^2)}} \qquad (19)$$

La fuerza de cortante en la zona de efecto de borde se halla por la ecuación:

$$Q_y = D \cdot \frac{d^3 W}{dZ^3} \qquad (20)$$

De donde, derivando de nuevo W y sustituyendo se obtiene que:

$$Q_y = -\frac{\mu \cdot p}{2} \cdot \sqrt[4]{\frac{R^2 \cdot h^2}{3 \cdot (1-\mu^2)}} \cdot e^{-k \cdot Z} \cdot \cos(k \cdot Z) \qquad (21)$$

La fuerza de cortante máxima se halla de la condición $\frac{dQ_y}{dZ} = 0$.

$$Q_{y\max} = \frac{\mu \cdot p}{2} \cdot \sqrt[4]{\frac{R^2 \cdot h^2}{3 \cdot (1-\mu^2)}} \qquad (22)$$

En la figura 7, se muestra el comportamiento de la flecha, la pendiente, el momento flector y la fuerza de cortante calculados para los datos de los gasómetros. O sea: p = 55 atm. = 0,558 kN/cm^2, R = 147 cm, h = 6 cm, material acero 16 MnSi para el cual, según Guliaev (1983), E = 2.1·10^4 kN/cm^2 y μ = 0.3.

La zona en la cual se extiende el efecto de borde acotado como Z_{flex}, se puede precisar hallando el valor de Z donde la flecha es un valor tan pequeño como el 1% de la máxima O sea, de la ecuación (2.25).

$$e^{-k \cdot Z} \cdot (sen(k \cdot z) + \cos(k \cdot Z)) \leq 0.01 \qquad (23)$$

El término entre paréntesis no puede ser mayor que $\sqrt{2}$, de donde se cumple que:

$e^{-k \cdot Z} \leq \frac{0.01}{\sqrt{2}}$ y $k \cdot Z = 4.95$ Despejando Z, se obtiene que:

$$Z_{flex} \leq \frac{4.95}{\sqrt[4]{\frac{3 \cdot (1-\mu^2)}{R^2 \cdot h^2}}} \qquad (24)$$

Evaluando para los datos del gasómetro se obtiene que: $Z_{flex} \leq 1145\,cm$

La tensión normal máxima que surge en la sección de transición del cuerpo con el fondo se halla por la ecuación de Navier, de donde:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{f\,max} \cdot y_{max}}{I_x} = \frac{M_{f\,max}}{W_x} = \frac{M_{f\,max}}{0{,}1 \cdot D^3 \cdot (1 - c^4)}$$

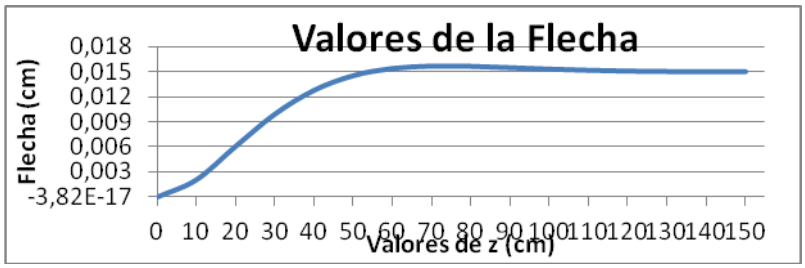
(25)

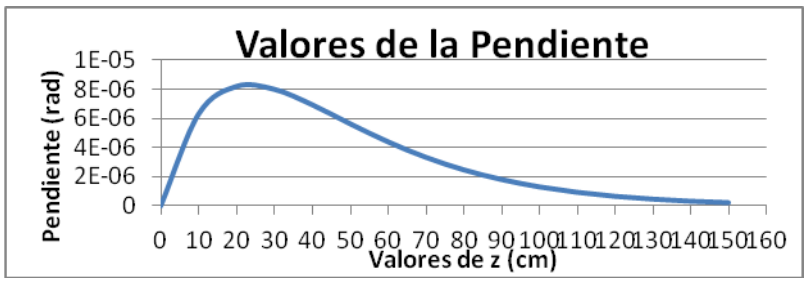
La tensión tangencial máxima que surge en la línea media de la pared del gasómetro, originada por la presencia de la fuerza de cortante $Q_{y\,máx}$, se halla por la ecuación de Zhuravski. Así, la τ_{max} por unidad de perímetro será:

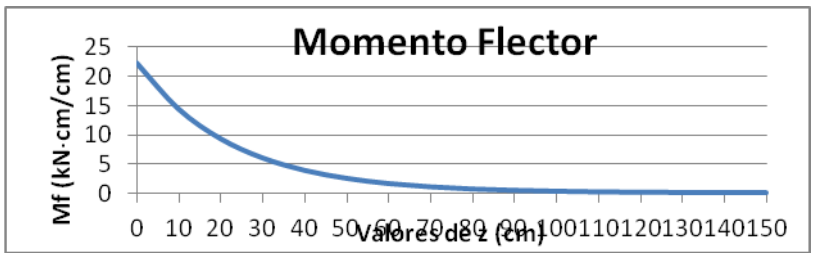
$$\tau_{max} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{y\,max}}{h}$$

(26)

En la figura 7 se dan los resultados de la evaluación para los gasómetros de los aspectos mencionados.







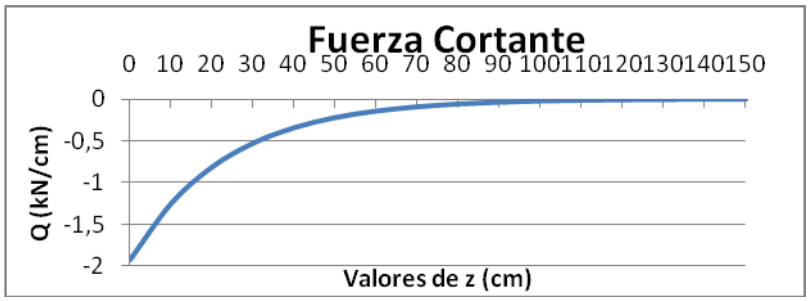


Figura 7. Valores de la flecha, pendiente momento flector y fuerza de cortante en la zona de efecto de borde.

Se evaluará a continuación la resistencia del cordón de soldadura a tope de unión del cuerpo del gasómetro con el fondo de los mismos (Figura 8). En el mismo hay varios factores involucrados: la presión interior, el efecto de borde y la acción del viento y como efecto favorable está la tensión de compresión originada por el peso propio.

En la figura 9 se muestran las tensiones provocadas por estas cargas y los cuatro puntos de la sección transversal del cordón más peligrosos:

El punto A donde ocurre la tensión normal máxima de tracción provocada por el Momento de Vuelco en dicha sección, sumado con el Momento Flector del Efecto de Borde y a la cual se le resta la tensión de compresión provocada por el peso propio.

El punto B donde ocurre la tensión normal máxima de compresión provocada por las tres tensiones de compresión mencionadas en el caso anterior.

El punto C donde ocurre la Tensión Tangencial Máxima provocada por la Carga transversal del Viento P_V.

El punto D donde se superponen, utilizando la Tercera Hipótesis de Resistencia, las Tensiones normales y de cortante provocadas por todos los efectos.

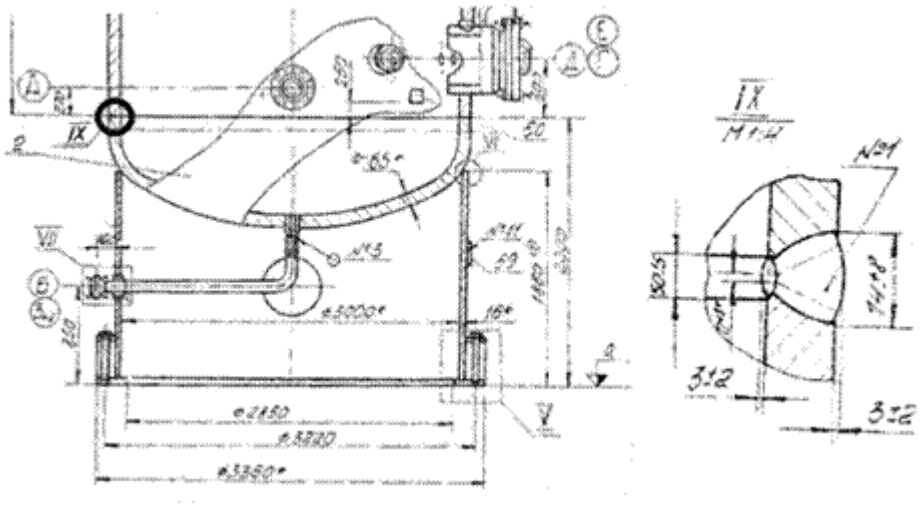


Figura 8. Costura soldada de unión entre el cuerpo y el fondo.

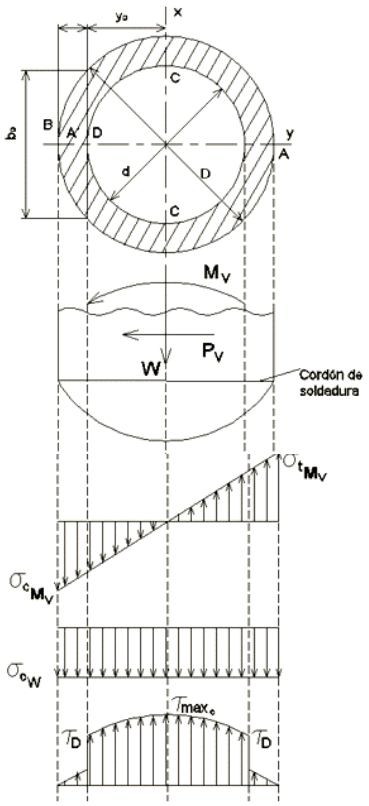


Figura 9. Tensiones provocadas por los distintos efectos en la soldadura a tope entre el cuerpo y el fondo.

La magnitud de la carga del viento y el momento de vuelco cambian pues la sección está a más altura del piso.

$$P_v = D \cdot \int_{h'}^{H} P_z \cdot dz = D \cdot \int_{2.2}^{28.45} P_z \cdot dz = 997.21\ kN$$

$$M_v = D \cdot \int_{h'}^{H} P_z \cdot z \cdot d_z = D \cdot \int_{2.2}^{28.45} P_z \cdot z \cdot d_z = 16180.52 \ kN \cdot m$$

La tensión provocada por el momento flector del efecto de borde (Feodosiev, 1985) es:

$$\sigma_{EB\max} = 1{,}82 \cdot \frac{p \cdot R}{h} = 1{,}82 \cdot \frac{0{,}558 \cdot 147}{6} = 24{,}88 \, kN/cm^2 \qquad (27)$$

La tensión meridional provocada por la presión interior es:

$$\sigma_{M\max} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot h} = \frac{0{,}558 \cdot 147}{2 \cdot 6} = 6{,}84 \, kN/cm^2 \qquad (28)$$

La tensión de flexión provocada por el Momento de Vuelco es:

$$\sigma_{máxMV} = \frac{M_R}{W} = \frac{1618052}{435990{,}75} = 3.71 kN/cm^2 \qquad (29)$$

$$W = 0.1 \cdot D^3 \cdot (1 - c^4) = 435\,990.75 \ cm^3$$

La tensión de compresión provocada en el cordón por el peso propio del recipiente será:

$$\sigma_W = \frac{W}{A} = \frac{W}{\pi \cdot D^2 \cdot (1 - c^2)/4} = \frac{1\,291}{\pi \cdot 312^2 \cdot (1 - 0{,}962^2)/4} = 0{,}227 kN/cm^2 \qquad (30)$$

La condición de resistencia superponiendo los efectos de la presión interior, el efecto de borde, a tensión provocada por la acción del viento y el peso propio es:

$\sigma_{res} = \sigma_{M\max} + \sigma_{EB\max} + \sigma_{máxMV} - \sigma_W$ = 6,84 + 24,88 + 3,71-0,227 = 35.203 kN/cm^2> [0,9·29,6/1.3] > 20,5 kN/cm^2

Tomando un factor de seguridad mínimo de n = 1,3, el cordón no resiste con relación a la fluencia y con relación a la resistencia máxima se obtiene que:

$\sigma_{resA} = \sigma_{M\max} + \sigma_{EB\max} + \sigma_{máxMV} - \sigma_W$ = 6,84 + 24,88 + 3,71-0,227 = 35,203 kN/cm^2> [0,9·47,4/1.3] >32,814 kN/cm^2 O sea, con relación a la Resistencia Máxima del material base, considerando una eficiencia de la costura a tracción del 90 % (φ = 0,9) el cordón tiene un factor de seguridad inferior al mínimo recomendado n = 1,3.

Si se despeja el factor de seguridad se obtiene que: $n = \frac{0{,}9 \cdot 47{,}4}{35{,}573} = 1{,}21$

Todavía queda cierta reserva de resistencia con relación a la rotura. El cortante máximo se produce en el punto C.

$$\tau_{\max C} = \frac{4}{3} \cdot \frac{P_v}{A} = 0.23\,kN/cm^2 \leq [\tau]$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (1 - c^2) = 5\,700.09\,cm^2$$

La tensión tangencial admisible al cizallamiento del cordón es:

$[\tau] = \varphi \cdot \sigma_f / n = 0{,}5 \cdot 29{,}6 / 1{,}3 = 11{,}38$ kN/cm^2. El cordón resiste en este punto.

El punto D es un punto crítico por la razón de que existe en ese punto la tensión máxima de compresión y una tensión tangencial que no es la máxima pero que es elevada.

Cálculo de la tensión normal en el punto D.

$$\sigma'_D = (\sigma_{máxMV} + \sigma_{EBmáx} + \sigma_{Mmáx}) \cdot \frac{d}{D} = 34.07\ kN/cm^2 \qquad (31)$$

$$\sigma_W = \frac{W}{A} = \frac{W}{\pi \cdot D^2 \cdot (1 - c^2)/4} = \frac{1\,291}{\pi \cdot 312^2 \cdot (1 - 0{,}962^2)/4} = 0{,}227\,kN/cm^2$$

$$\sigma_D = \sigma'_D + \sigma_W = 34.29\,kN/cm^2$$

Cálculo de la tensión tangencial según la ecuación de Zhuravski (Pisarenko, Yákovlev & Matveév, 1989).

$$\tau_{DPV} = \frac{P_V \cdot S_X}{b \cdot I_X} \qquad (32)$$

$$I_X = 0.05 \cdot D^4 (1 - c^4) = 68\,014\,556.75\,cm^4$$

$$b = 2\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} = 85.69\,cm$$

El cálculo del momento estático S_x se realizó con la ayuda del programa Autodesk Inventor, se calculó el área y el centroide cuyos valores son, A = 344.129 cm^2 y $\bar{y} = 152.404\ cm$

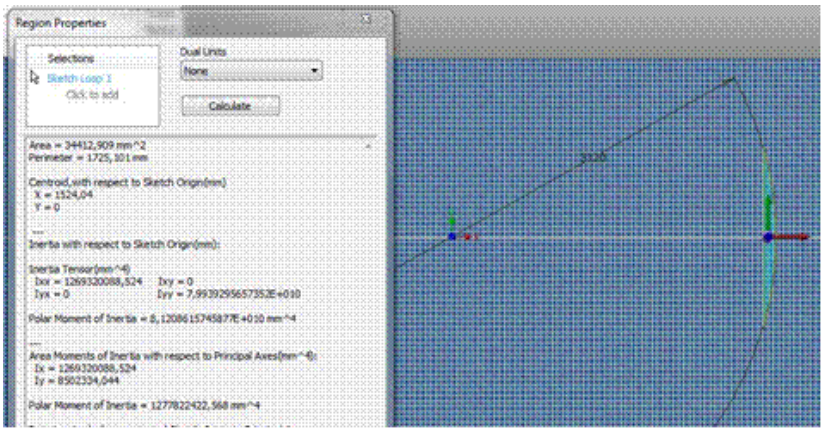


Figura 10. Cálculo del área y el momento estático con respecto al eje centoidal de la sección del gasómetro del área separada en el punto d.

$$S_X = A \cdot y = 52\,44664\ cm^2$$

$$\tau_{DPV} = \frac{P_V \cdot S_X}{b \cdot I_X} = 0.009\ kN/cm^2$$

$$\tau_{\max EB} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q_{y\max}}{h} = 1.93\ kN/cm^2$$

$$\tau_{res} = \tau_{máx\,EB} + \tau_{DPV} = 1.939 kN/cm^2$$

La tensión equivalente en el punto D se calcula por la Tercera Hipótesis de Resistencia que ofrece cierta reserva de resistencia. La tensión admisible de la soldadura en ese punto se tomará igual a la del punto A.

$[\sigma] = [0,9 \cdot 29,6/1.3] = 20,5\ kN/cm^2$

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_D^2 + 4\tau_D^2} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{eq} = 34,29\ kN/cm^2 \geq [\sigma] = 20,5\ kN/cm^2$$

$$n = \frac{0,9 \cdot 29,6}{\sigma_{eq}} = 0,78$$

Como se aprecia en ese punto no queda reserva de resistencia estática con relación a la rotura. Este cordón solo pudiera resistir si el huracán fuera de una categoría inferior.

CONCLUSIONES

Se determinaron partiendo de las Normativas existentes para valorar las cargas provocadas por el viento en caso de un huracán de gran intensidad, la Carga Transversal y el Momento de Vuelco que origina esta carga.

Se valoró la resistencia de la costura soldada de filete que conecta el tubo de apoyo del gasómetro con el cuerpo del mismo. Este cordón evidentemente es funcional para soportar el peso propio del gasómetro pues este se apoya realmente en el tubo y el cordón no ejerce prácticamente ninguna función. Sin embargo en caso de huracanes se producen tensiones tangenciales no previstas en el diseño original por la acción del momento de vuelco que provocan que el cordón no tenga la resistencia adecuada.

Se analizó la resistencia de la costura soldada a tope que conecta el fondo del gasómetro con el cuerpo del mismo. Este cordón está sometido a una superposición de diferentes efectos como son: presión interior, efecto de borde, acción del viento y peso propio del gasómetro. Es significativo que debido al gran espesor del recipiente la tensión debida al efecto de borde es la mayor pues la gran rigidez del fondo restringe las deformaciones del cuerpo y crea una gran tensión en el mismo. En caso de huracanes las tensiones provocadas por la acción del momento de vuelco provocan tensiones normales en el cordón no tan grandes como la del efecto de borde, pero en definitiva la superposición de todos los efectos hacen que el cordón esté en el límite de su resistencia. La Mecánica de la Fractura confirmará si el cordón resiste un huracán o no.

En el punto D donde se produce igualmente la superposición de todos los efectos, con el agravante que la tensión de compresión debido al peso se suma en lugar de restarse y además existe una tensión tangencial en ese punto la tensión equivalente es la más grande y por lo tanto el recipiente es más crítico. Como se aprecia en los cálculos realizados ese punto no queda reserva de resistencia estática con relación a la rotura. Este cordón solo pudiera resistir si el huracán fuera de una categoría inferior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Den Hartog, J.P. (1992). Advanced Strength of Materials. New York: Mc Graw. Hill Book Company, 379 p.

Feodosiev, V. I. (1985). Resistencia de Materiales. Tercera Edición. Moscú: Editorial MIR.

Guliaev, A.P. (1983). Metalografía Tomo I, Moscú: Editorial MIR

Hernández Delgado, P., & Blanco Heredia, R. (2013). Criterio para el diseño de estructuras resistentes a huracanes. Conferencia dictada en Cienfuegos en Enero del 2013.

Maslenkov S.B., & Maslenkova, E.A. (1991). Aceros y aleaciones para elevadas temperaturas. Manual. T-J, Moscú: Editorial Metallurgiya.

República de Cuba. (2003). Norma Cubana: NC 285: Carga de Viento.

Pankratz T.M. (2001). Environmental engineering dictionary and directory. Boca de Ratón, Florida: Lewis Publishers. CRC Press,

Pisarenko, G. S., Yákovlev, A. P., & Matveév, V. V. (1989). Manual de Resistencia de Materiales. Moscú: Editorial MIR.

INTEGRIDAD DE LOS PERNOS DE ANCLAJE DE LOS GASÓMETROS DE HIDRÓGENO DE LA REFINERÍA DE PETRÓLEO "CAMILO CIENFUEGOS" Y DISEÑO DE ESTRUCTURA RIGIDIZADORA PARA EVITAR EL VUELCO EN CASO DE HURACANES

Ing. Willian Beltrán Rodríguez[1]
E-mail: wbrodriguez@ucf.edu.cu
Ing. María Rosario Sánchez Macías[1]
Ing. Iván Castellanos Castresana[1]
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

El efecto del medio ambiente, por las consecuencias negativas de la propia actividad del hombre ha adquirido una importancia social, ya que la amenaza es válida no solo para la salud humana, sino para la existencia de toda la humanidad. En particular la Refinería de Petróleo ha sido una industria muy golpeada por este fenómeno en diversos equipos y en particular los gasómetros de hidrógeno. En el año 2007 se le realizaron las inspecciones correspondientes a los gasómetros. Dentro de los aspectos estaba la situación que presentaba la corrosión en un número determinado de los pernos de anclajes. Esta situación se ha ido agravando desde esa fecha hasta la actualidad en que la situación de los pernos de anclaje se ha convertido en crítica, pues ya incluso los mismos no se pueden desenroscar para poner pernos nuevos pues se parten. En el presente trabajo se evalúa la posible alternativa de una estructura rigidizadora del conjunto de los ocho gasómetros para evitar su vuelco en caso de huracanes de gran intensidad.

Palabras clave:

Gasómetros de hidrógeno, pernos de anclajes, estructura rigidizadora.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de Reactivación de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” en el año 2007 se le realizan las inspecciones correspondientes a los gasómetros, dentro de los aspectos encontrados en dicha inspección estaba la situación que presentaban un número determinados de los pernos de anclaje. Para dar solución a esa problemática se realiza la Recomendación No-286/2007 donde se mandan a fabricar un número determinados de pernos de anclaje para proceder a la sustitución de los mismos. Se planteó la situación que por el modo de fabricación de esos pernos en el Taller de la Refinería no se podía ejecutar ese trabajo, o sea, que se hacía necesario contratarlo, con Planta Mecánica en Santa Clara. Para minimizar en algo la velocidad de corrosión de los pernos se emitió una recomendación para el tratamiento anticorrosivo de los mismos. En la figura 1 se muestra la vista de uno de los pernos corroído pero con la pintura anticorrosiva.

Con el pasar del tiempo (Marzo 2010) la situación de los pernos se ha agravado (figura 2 a, b, c y d). En trabajo combinado con los compañeros del Departamento de Piezas de Repuesto se activa nuevamente el proyecto para la fabricación de los pernos o hasta la posible compra de los mismos.

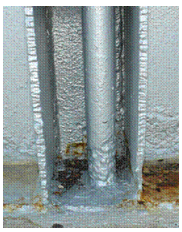


Figura 1. Vista de uno de los pernos de anclaje corroído pero con la pintura anticorrosiva.

Sería bueno destacar que esta situación no estaba aun totalmente generalizada sino que se encontraba localizada en un área en particular de los gasómetros por lo que técnicamente en esos momentos no pudiera considerarse una situación crítica, pero si una situación de alarma, si tenemos en cuenta el equipo del que hablamos y de su contenido. Dada esta situación y teniendo en cuenta el tiempo que necesariamente hay que esperar a que se fabriquen o se compren dichos pernos, se emitió una nueva recomendación de limpieza y tratamiento

anticorrosivo de los mismos, para mitigar la velocidad de corrosión y así evitar que estos se partan cuando sean extraídos para su cambio.

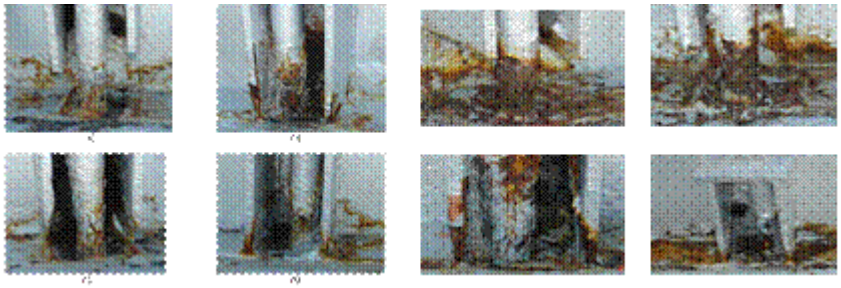


Figura 2. Estado de los pernos que continuaron deteriorándose a pesar del tratamiento anticorrosivo.

Dando seguimiento a esta problemática y realizando nuevamente una inspección (Febrero 2012) a los elementos de sujeción de estos equipos nos encontramos que la situación se va volviendo crítica si partimos que antes era localizada en una zona de los gasómetros y ya en estos momentos esa zona se ha ido ampliando y casi tenemos la situación en todo el diámetro de estos, aunque no en todos es así de crítica (Figura 2).

La situación actual es tan crítica que ya los pernos no se pueden extraer para colocar en su posición unos nuevos pues se parten al extraerlos. Se hace necesario entonces diseñar un sistema de protección contra el vuelco de los gasómetros en caso de huracanes Esa investigación nunca se ha realizado y por el gran riesgo que existe por tratarse de ocho grandes recipientes, cada uno de ellos que contiene un volumen de 185 m^3 de hidrógeno (Figura 3) entonces la situación adquiere una importancia muy singular.

Figura 3. Vista de los gasómetros.

Ante esta situación se ha planteado la hipótesis de que es posible evaluar el riesgo real de destrucción de las distintas partes componentes de los gasómetros

y diseñar una estructura capaz de rigidizar el conjunto de los ocho gasómetros para evitar el vuelco.

DESARROLLO

Los parámetros de trabajo y especificaciones técnicas de los gasómetros son:

Recipientes cilíndricos de fondos abombados.

Diámetro exterior de los recipientes (D): 3 000 mm.

Radio exterior del cuerpo (Re): 1500 mm.

Radio medio del cuerpo (R): 1470 mm.

Espesor de la pared (h): 60 mm.

Altura (H): 28. 00 m.

Temperatura de explotación, t = 38 0C.

Presión máxima de explotación p = 55 atm = 56,86 kgf/cm^2 = 0,558 kN/cm^2.

El peso de cada gasómetro es: W = 131597 kg = 1 291 kN.

Para la obtención de la carga transversal distribuida provocada por el viento, que es la carga que trata de provocar el desplazamiento lateral y el momento de vuelco provocado por el mismo, es necesario resolver algunas incógnitas, como el cálculo de la presión del viento. La (República de Cuba, 2003 establece el método de cálculo para determinar la carga de viento que debe utilizarse en los cálculos estáticos y dinámicos de los edificios y obras de ingeniería, o de sus partes y elementos, para los cuales el viento resulta ser una sobrecarga de uso. Con los resultados de presión del viento calculada según esta Norma para alturas desde cero hasta 30 metros (Tabla 1) se realizó el ajuste de la curva, con el programa Curve Expert para los valores de altura y presiones resultantes calculadas con ayuda del Excel. Y se obtuvo el ajuste mostrado en la figura 4.

Con la ecuación del ajuste, se obtuvo integrando dicha expresión, la fuerza total provocada por la presión o Carga Transversal del Viento P_v sobre los gasómetros y el momento resultante M_v de dicha presión.

$$P_v = \int_0^A P_z \cdot dA = \int P_z \cdot D \cdot dz = D \int_0^H P_z \cdot dz \qquad (1)$$

Se multiplica por D para obtener la carga uniformemente distribuida por unidad de longitud D = 3 m.

$$P_z = \frac{a + bz}{1 + cz + dz^2}$$

$$P_v = D \int_0^{28.45} P_z \cdot dz = 103046\ kN$$

Tabla 1. Valores de la presión del viento con la altura.

No	Presión Resultante (kN/cm^2)	Altura
1	10,405	5
2	12,002	10
3	12,953	15
4	13,795	20
5	14,326	25
6	14,812	30

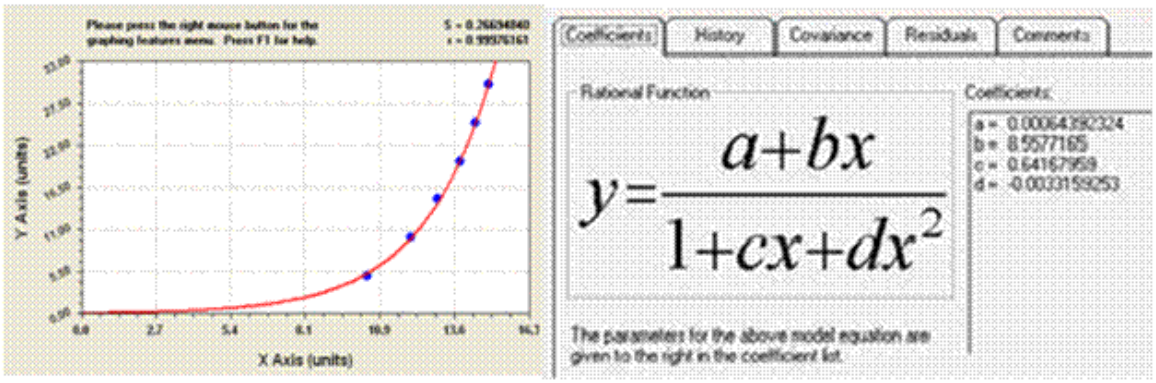


Figura 4. Ajuste en una función racional. Donde a, b, c y d son las constantes de la función.

Con la ecuación del ajuste, se obtuvo integrando dicha expresión, la fuerza total provocada por la presión o Carga Transversal del Viento P_v sobre los gasómetros y el momento resultante M_v de dicha presión.

$$P_v = \int_0^A P_z \cdot dA = \int P_z \cdot D \cdot dz = D \int_0^H P_z \cdot dz \qquad (2)$$

Se multiplica por D para obtener la carga uniformemente distribuida por unidad de longitud D = 3 m.

$$P_z = \frac{a + bz}{1 + cz + dz^2}$$

$$P_v = D \int_0^{28.45} P_z \cdot dz = 103046\ kN$$

$$M_v = D\int_0^H P_z \cdot z \cdot d_z = D\int_0^{28.45} P_z \cdot z \cdot d_z = 16225.91\ kN \cdot m \quad (3)$$

Con estas cargas se evaluó la capacidad resistiva de los pernos de anclaje en caso de vuelco. Se aplicó el Método de las Deformaciones para calcular la carga sobre el perno más cargado.

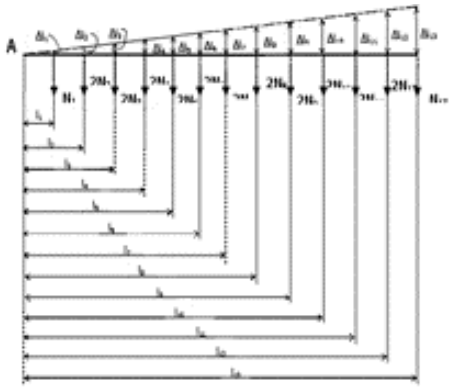


Figura 5. Esquema de Análisis para aplicar el Método de las Deformaciones para hallar la carga sobre el tornillo más cargado.

Aplicando sumatoria de momentos respecto a A y despejando N_{13} se obtiene:

$$N_{13} = \frac{M_v}{\left[\frac{l_1^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_2^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_3^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_4^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_5^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_6^{\,2}}{l_{13}} + \cdots + \frac{2*l_{11}^{\,2}}{l_{13}} + \frac{2*l_{12}^{\,2}}{l_{13}} + l_{13}\right]}$$

$$N_{13} = 542.37kN$$

Hay que comprobar si los pernos son capaces de resistir dicha fuerza. Se calculó el diámetro requerido. Según Dobrovolski (1991); y Shigley-Mischke (2005).

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1{,}3 \cdot Po}{\pi \cdot [\sigma_\perp]}} = 1{,}287\sqrt{\frac{Po}{[\sigma_\perp]}}$$

El material de los tornillos es Acero AISI 1045 con: σ_f = 36 kN/cm ^{2} y $[\sigma]_t$ = 21.6 kN/cm^2

$P_0 = N_{13}$ = 542.37 kN. El cálculo arrojó: d = 6.45 cm.

El diámetro real de los pernos de anclaje es d= 40 mm y el necesario calculado en presencia de un huracán es: d =n65 mm por lo que para estas condiciones de carga los gasómetros necesitan un refuerzo adicional ya que los pernos por si

solos no resistirán el embate de los vientos sin tener en cuenta el deterioro actual que presentan los mismos por la acción de la corrosión. Evidentemente los fabricantes rusos no tomaron en cuenta la presencia acción del viento de gran intensidad provocado por un huracán. Se requiere el diseño de una Estructura Rigidizadora que impida el vuelco de los Gasómetros.

En la figura 3 se muestra un esquema de la estructura compuesta por columnas armadas que conectan a todos los gasómetros entre sí. Para evitar soldar sobre la pared de los gasómetros las columnas se soldarán a zunchos.

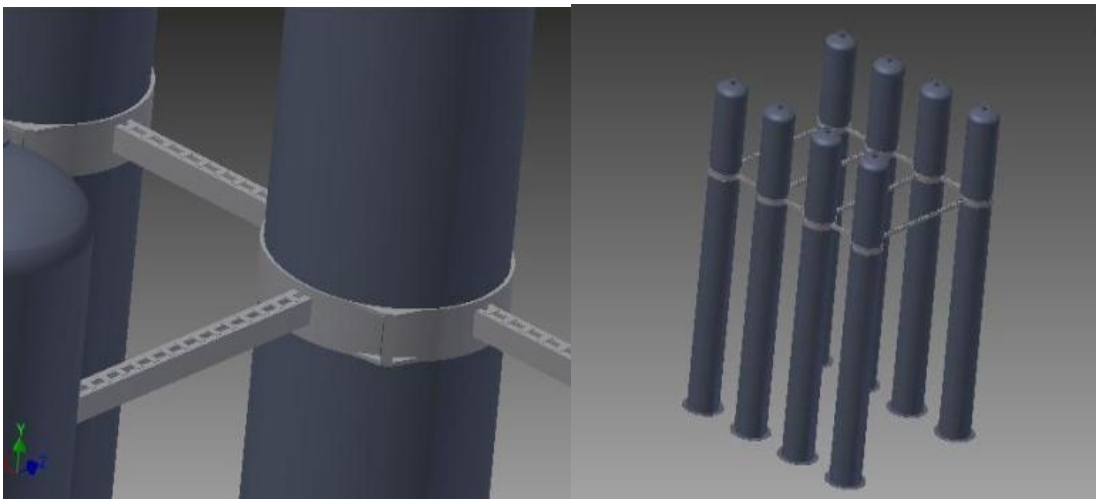


Figura 6. Esquema de la estructura rigidizadora.

En la figura 7 se muestra el Esquema de Análisis del primer gasómetro. La columna rigidizadora se colocará a una altura H_1. Se determinara que fuerza tiene que soportar la columna rigidizadora N_1 en el momento en que el gasómetro pivotea en el punto A un instante antes del vuelco. Se consideró que los pernos de anclaje no contribuyen durante el vuelco.

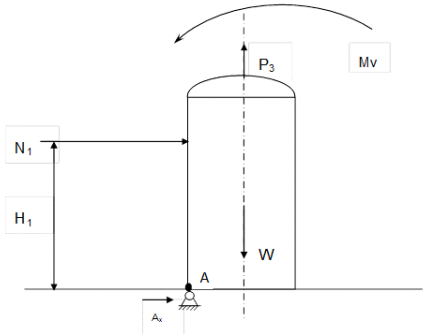


Figura 7. Esquema de Análisis del Primer Gasómetro.

Se tomó H_1 = 19 m ya que físicamente en los gasómetros a esta altura no existe ningún obstáculo para colocar las columnas rigidizadoras. El peso de un gasómetro es: W= 1 290.97 kN

De la ecuación de equilibrio N_1= 63 385 kN.

Las columnas armadas se calcularon según la metodología de cálculo dada en (Birger, et. al. 1966), necesitándose vigas canales No. 30.

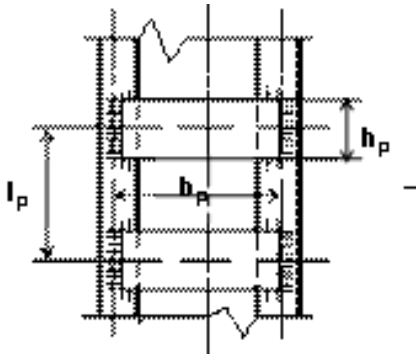


Figura 8. Esquema de las columnas armadas.

Verificando la capacidad de evitar el vuelco se comprobó que la interconexión de todos los gasómetros no evitaba el vuelco, se calcularon cables tensores adicionales como se muestra en la figura 9.

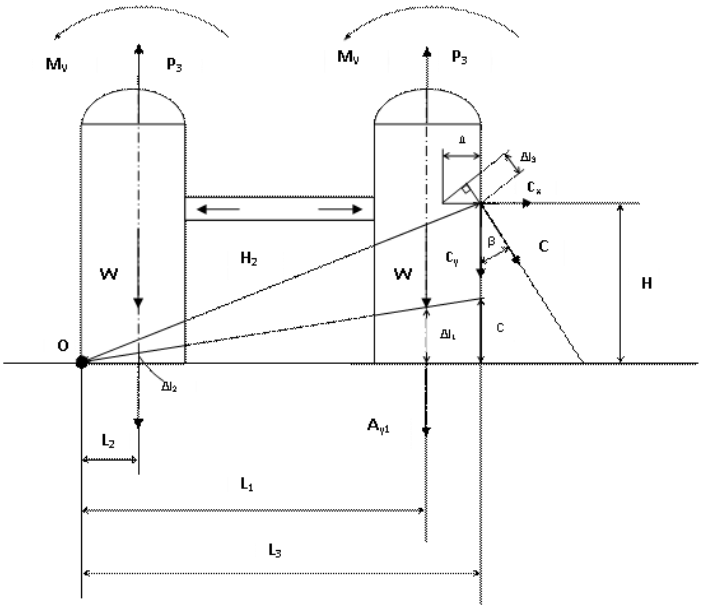


Figura 9. Esquema de cálculo de los cables tensores por el Método de las Deformaciones.

CONCLUSIONES

De la revisión bibliográfica realizada se lograron localizar todas las Normas existentes en cuba que establecen metodologías para calcular las fuerzas del viento sobre las construcciones civiles e industriales. Partiendo de dichas normativas se calcularon las presiones que actúan sobre los gasómetros de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” y se ajustó esa función para mediante su integración obtener el momento que trata de volcar los gasómetros en caso de un huracán de gran intensidad.

Se concibió una estructura rigidizadora que conecta entre sí a todos los gasómetros se logró diseñar una columna armada formada por dos canales No. 30. que se calculó a la esbeltez con la mayor longitud posible entre los gasómetros (13 m) suponiendo vientos provenientes del sur. Esa columna se puede utilizar como elemento de conexión rigidizador entre todos los gasómetros ya que en el otro plano la separación es menor (5 m).

Se calculó la fuerza de compresión que soporta la columna rigidizadora entre dos gasómetros contiguos en el plano de mayor separación entre los gasómetros que es cuando el viento incide desde el sur y se logró diseñar una columna armada con dos vigas canales No. 30 unidas entre sí con placas de unión garantizando que no se pierda la estabilidad del equilibrio de ese elemento durante el huracán.

Se evaluó el posible vuelco de dos gasómetros contiguos y se concluyó que para evitar el vuelco del conjunto los pernos de anclaje del gasómetro posterior tienen que soportar una carga que al estar muy corroídos hace que su resistencia pueda estar comprometida. Se concluye por lo tanto que además de la estructura rigidizadora hay que ponerle ocho cables tensores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Den Hartog J.P. (1992). Advanced Strength of Materials. New York: Mc Graw. Hill Book Company.

Feodosiev, V. (1985). *Resistencia de Materiales*. Tercera Edición. Moscú: Editorial MIR.

Guliaev, A.P. (1983). *Metalografía* Tomo I, Moscú: Editorial MIR.

Hernández Delgado, P., & Blanco Heredia, R. (2013). *Criterio para el diseño de estructuras resistentes a huracanes.* Conferencia dictada en Cienfuegos en Enero del 2013.

Maslenkov S.B., & Maslenkova E.A. (1991). *Aceros y aleaciones para elevadas temperaturas.* Manual. T-J, Moscú: Editorial Metallurgiya.

Pankratz, T.M. (2001). *Environmental engineering dictionary and directory.* Boca de Ratón, Florida: Lewis Publishers.

Pisarenko, G. S., Yákovlev, A. P., & Matveév, V. V. (1989). *Manual de Resistencia de Materiales.* Moscú: Editorial MIR.

República de Cuba. (2003). Norma Cubana: NC 285: *Carga de Viento.* Vigente desde Octubre del 2003.

MODELO MATEMÁTICO DEL DESPLAZAMIENTO LINEAL DE LAS EMPAQUETADURAS DE UNA BOMBA CENTRÍFUGA Y SU VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

Ing. Raúl Alfonso Rodríguez[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
Ing. Jannoyi García Cabrera[1]
[1]Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

Se utiliza un modelo Matemático para la rigidez de la empaquetadura que permite calcular la fuerza de reacción en la misma si se conocen las dimensiones de las empaquetaduras y el módulo de elasticidad de su material en dependencia de su desplazamiento radial y viceversa. Se hallaron las dependencias teóricas entre el desplazamiento y la carga aplicada a un prensa estopas con seis empaquetaduras: para los materiales amianto y teflón. Se construyó una instalación experimental compuesta de un prensa estopas real de una bomba de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” la cual fue preparada para apoyarla en las base de una prensa hidráulica existente en la propia Refinería. Se midieron los desplazamientos reales de las empaquetaduras producidos bajo una carga radial en la instalación experimental y se hizo una comparación de los resultados analíticos.

Palabras clave:
Fuerza de reacción, modelo matemático, Bomba centrífuga.

INTRODUCCIÓN

Una parte importante en el proceso de diseño de una instalación industrial cualquiera es el cálculo de los soportes del equipo industrial o máquina de la que se trate. Habitualmente estas estructuras se diseñan como entramados compuestos por elementos flexibles, pero los apoyos de la misma se consideran

rígidos. Una práctica común durante el proceso de cálculo, con el objetivo de considerar la rigidez de los apoyos, es que se asume que la rigidez de los soportes, sobre la cual se apoyan los equipos industriales es igual en todos los puntos de apoyo, con el fin de distribuir las cargas gravitatorias proporcionalmente al número de soportes del equipo. Esta práctica puede conducir a diseños inseguros, tanto para el propio equipo como para la estructura soporte del mismo, si no se tiene en cuenta el efecto que la rigidez tiene sobre la reacción en los apoyos (Canlé, 2011). En esta investigación se hace una llamada de atención sobre este hecho, precisamente buscando en la literatura científica aquellos ejemplos, métodos de cálculo, criterios, etc. donde se muestra la influencia de la rigidez de los apoyos en el diseño, y se aportan propuestas de soluciones y metodologías de cálculo recomendadas para este tipo de problemas.

Un caso particular muy importante de esta Investigación lo constituyen los árboles de máquinas. Los árboles de las máquinas constituyen su soporte principal, son precisamente los elementos que posibilitan el giro de la misma y existen diferentes criterios en la bibliografía de cómo considerar la rigidez de sus apoyos. Los soportes de los árboles de las máquinas históricamente se han idealizado a través de tres esquemas de análisis típicos: el apoyo articulado móvil, el apoyo articulado fijo y el apoyo empotrado, sin embargo, estos esquemas idealizados se alejan en cierta medida de la realidad. Los apoyos articulados provocan en los mismos: fuerzas internas, tensiones, flechas y pendientes mucho mayores que los reales y los apoyos empotrados: fuerzas internas, tensiones, flechas y pendientes mucho menores que las que existen en la realidad. Estas insuficiencias de los esquemas de análisis se han asimilado históricamente a través del controvertido factor de seguridad, encargado de llevar sobre su espalda todas las imprecisiones e incertidumbres de los cálculos. En el presente trabajo se describe una nueva metodología para el cálculo de árboles de bombas centrífugas utilizando un esquema de análisis considerando los cojinetes de rodamientos como empotramientos parcialmente elásticos en el cual se consideran además las empaquetaduras como apoyos elásticos suplementarios y se toma en cuenta la rigidez angular real de los cojinetes de rodamientos y la rigidez al desplazamiento

lineal de las empaquetaduras. La metodología desarrollada se ha aplicado en la práctica en la recuperación de los árboles de las dos bombas centrífugas multietápicas de la embarcación contra incendios “6 de Junio”, donde se recuperaron los árboles con acero inoxidable, mucho menos resistente a las cargas que el acero original y su cálculo, para evaluar su resistencia fue necesario hacerlo por dicha nueva metodología que considera el efecto favorable de las empaquetaduras como apoyos elásticos suplementarios (Goytisolo et al., 2010; Alemán et al,. 2010) y se aplicó también a una de las bombas de alimentación de agua desmineralizada a las Calderas de la Central Termoeléctrica de Cienfuegos que había fallado por desgaste en la zona de la empaquetadura (Alfonso, 2013). Si no se aplica dicha metodología elaborada en el trabajo no se hubiera podido hallar la fuerza radial que ejerce la empaquetadura sobre el árbol, no se hubiera podido hallar el par de fricción que provoca esa reacción radial sobre el árbol, tomando en cuenta el coeficiente de fricción que introduce la empaquetadura en la zona de contacto con el árbol y por lo tanto no se hubiera podido hallar la capacidad de la unión por interferencia del casquillo que se prensó en el árbol en la zona de la empaquetadura para restablecer esa zona desgastada.

DESARROLLO

En el caso de considerar las empaquetaduras de la bomba como apoyos lineales elásticos se necesita hallar la constante de rigidez de la empaquetadura. Para ello se parte de que la distribución de presiones que ejerce el árbol sobre la misma tiene una distribución sinusoidal tal como se muestra en la figura 1.

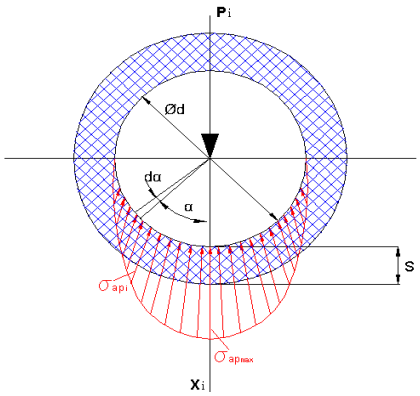


Figura 1. Distribución de presiones en el contacto empaquetadura árbol.

Se cumple entonces que:

$$\sigma_{api} = \sigma_{ap_{max}} \cdot cos\alpha$$

Un diferencial de la reacción vertical F, o sea: d_{Xi} se puede escribir como sigue:

$$d_F = \sigma_{api} \cdot d \cdot A \cdot cos\alpha = \sigma_{ap_{max}} \cdot cos\varphi \cdot \frac{d}{2} \cdot d \cdot \alpha \cdot l \cdot cos\alpha$$

Integrando.

$$F = \int d_{X_i} = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sigma_{ap_{max}} \cdot \frac{d}{2} \cdot l \cdot cos^2 d \cdot \alpha$$

$$F = \sigma_{ap_{max}} \cdot d \cdot l \int_0^{\frac{\pi}{2}} cos^2 d \cdot \alpha$$

$$F = \sigma_{ap_{max}} \cdot d \cdot l \cdot \frac{\pi}{4}$$

Despejando $\sigma_{ap\ max.}$

$$\sigma_{ap_{max}} = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d \cdot l}$$

Y el desplazamiento será igual a la variación del espesor de la empaquetadura, según la Ley de Hooke:

$$\delta_{emp_i} = \Delta S_{max} = \frac{\sigma_{ap_{max}} \cdot S_{emp}}{E_{emp}}$$

$$\delta_{emp_i} = \frac{4 \cdot F \cdot S}{\pi \cdot d \cdot l \cdot E_{emp}}$$

Donde:

d y l - Diámetro y longitud del árbol en la zona del árbol donde está la empaquetadura-cm

S_{emp}-Espesor radial de la empaquetadura-cm

E_{emp}-Módulo de elasticidad del material de la empaquetadura en kN/cm^2

δ_{emp}-Desplazamiento de la empaquetadura-cm

Estos valores procesados en Excel para empaquetaduras de teflón con módulo de elasticidad E = 30 kN/cm^2 (Ker, 1999) donde se fue aumentando la carga desde 2 hasta 30 kN se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Valores teóricos de los desplazamientos para empaquetadura de teflón.

Fuerza	**d árbol**	**longitud zona empaquetaduras**	**S Espesor Empaquetadura**	**E Modulo Elasticidad**	**δ despl az.**	**δ despl az.**
kN	cm	cm	cm	kN/cm^2	cm	μm
2	7,95	10,5	1,5	30	0,0015	15,253
4	7,95	10,5	1,5	30	0,0031	30,506
6	7,95	10,5	1,5	30	0,0046	45,759
8	7,95	10,5	1,5	30	0,0061	61,012
10	7,95	10,5	1,5	30	0,0076	76,265
12	7,95	10,5	1,5	30	0,0092	91,517
14	7,95	10,5	1,5	30	0,0107	106,770
16	7,95	10,5	1,5	30	0,0122	122,023
18	7,95	10,5	1,5	30	0,0137	137,276
20	7,95	10,5	1,5	30	0,0153	152,529
22	7,95	10,5	1,5	30	0,0168	167,782
24	7,95	10,5	1,5	30	0,0183	183,035
26	7,95	10,5	1,5	30	0,0198	198,288
28	7,95	10,5	1,5	30	0,0214	213,541
30	7,95	10,5	1,5	30	0,0229	228,794

A continuación en la figura 2 se muestran los valores de los desplazamientos que muestran el comportamiento lineal del modelo matemático utilizado.

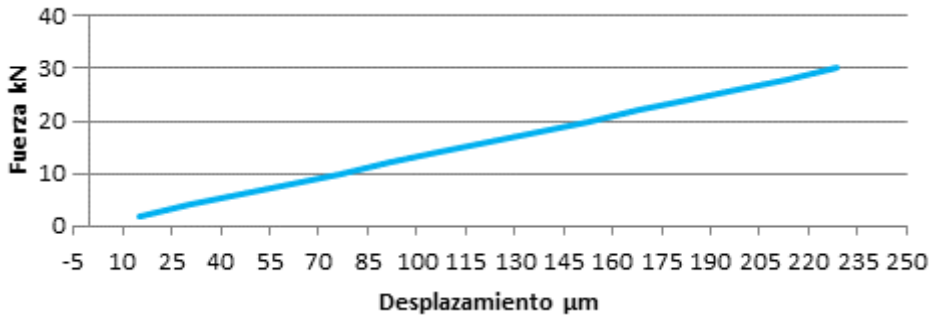


Figura 2. Diagrama analítico de fuerza contra desplazamiento para empaquetaduras de teflón.

El mismo procedimiento se realizó para la otra empaquetadura que tiene las mismas dimensiones y restricciones, solo que varía el material, esta es de fibras de amianto con módulo de elasticidad de E = 21 kN/cm^2 (Ker, 1999).

El gráfico de fuerza contra desplazamiento para el amianto se muestra en la figura 3.

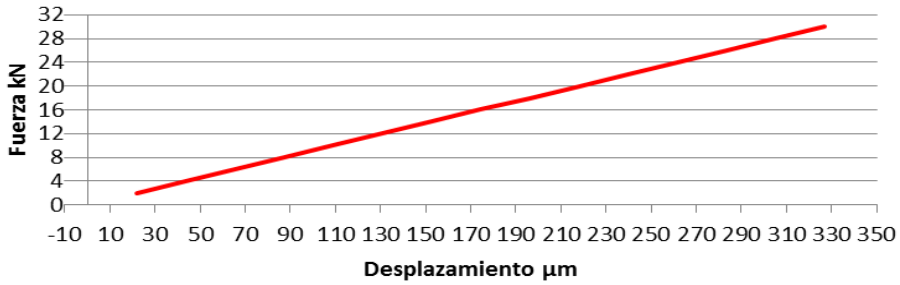


Figura 3. Diagrama analítico de fuerza contra desplazamiento para empaquetaduras de Amianto.

Tabla 2. Valores teóricos de los desplazamientos para empaquetadura de amianto.

Fuerza	**d árbol**	**longitud zona empaquetaduras**	**S Espesor Empaquetadura**	**E Modulo Elasticidad**	**δ desplaz.**	**δ desplaz.**
kN	cm	cm	cm	kN/cm^2	cm	µm
2	7,95	10,5	1,5	21	0,0022	21,7898698
4	7,95	10,5	1,5	21	0,0044	43,57973961
6	7,95	10,5	1,5	21	0,0065	65,36960941
8	7,9	10,5	1,5	21	0,008	87,159

	5				7	47922
10	7,95	10,5	1,5	21	0,0109	108,949349
12	7,95	10,5	1,5	21	0,0131	130,7392188
14	7,95	10,5	1,5	21	0,0153	152,5290886
16	7,95	10,5	1,5	21	0,0174	174,3189584
18	7,95	10,5	1,5	21	0,0196	196,1088282
20	7,95	10,5	1,5	21	0,0218	217,898698
22	7,95	10,5	1,5	21	0,0240	239,6885679
24	7,95	10,5	1,5	21	0,0261	261,4784377
26	7,95	10,5	1,5	21	0,0283	283,2683075
28	7,95	10,5	1,5	21	0,0305	305,0581773
30	7,95	10,5	1,5	21	0,0327	326,8480471

Para realizar la validación experimental se seleccionaron dos de los tipos de empaquetaduras más usadas en las bombas de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”, las de teflón de clasificación MAMUSA y las de amianto grafitado de clasificación CHEM-2, picándolas en ángulo de 45° alrededor del eje para cuando haga el cierre queden uniformes. Las características de cada una de estas empaquetaduras se pueden apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Propiedades de las empaquetaduras de amianto grafitado y de teflón.

Empaquetadura Grafitada para Bombas		**Empaquetadura de Teflón para Bombas**	
MAMUSA MM-3255-HN de Amianto		CHEN-2 de Teflón	
Temperatura	Hasta 315 ^{o}C	Temperatura	Hasta 550° F (280) °□
Rango ph	4-10	Rango ph	0-14
Presión psi	250 psi	Presión psi	350 psi
Velocidad lineal	10 m/s	Velocidad lineal	3 500 fpm
Empaquetadura diseñada para el servicio en bombas centrífugas que operen en presencia de líquidos		Empaquetadura diseñada para el servicio en bombas centrífugas que operen en presencia de agentes	

calientes, agua, alcohol, ácidos, álcalis débiles, aceites y solventes.	químicos extremos, ácidos, cáusticos y productos de petróleo.

Para hacer el ensayo experimental se utilizó una prensa certificada que se utiliza en el taller de transporte de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos”, la cual nos brinda los valores de la fuerza en toneladas por lo que hubo que convertirlos en kN. Al estopero se le soldaron 4 angulares como se puede apreciar en la figura 4 para fijarlos como base del mismo para garantizar el equilibrio del conjunto.

Figura 4. Vista de la instalación experimental, los comparadores de carátulas y la verificación del nivel.

Para poder aplicar la carga fue necesario construir un dispositivo en forma de marco, lo más rígido posible. Se construyó el dispositivo con dos angulares soldados para obtener un perfil cuadrado en forma de marco para que la carga que nos brinda la prensa fuese dividida a la mitad en los extremos del eje, con las dimensiones de este, quedando la carga colocada exactamente encima del centro de las empaquetaduras.

Las mediciones de los desplazamientos provocados por la carga sobre las empaquetaduras, fueron realizadas con comparadores de carátula en cada extremo del eje. Estos tienen una escala con apreciación mínima de 10 **m**m. Ya con la instalación lista se comenzó a aplicar las cargas al eje, aumentando progresivamente de 2 en 2 kN hasta la máxima carga que se decidió aplicar que fue de 30 kN. Esta operación se repitió 10 veces. Los resultados obtenidos se

procesaron en una hoja de cálculo de Excel estos resultados que se muestra en la tabla 4, en los que fueron eliminados los valores mayores (gris oscuro) y los valores menores (blanco) para cada carga y se determinó el promedio para el resto de los 8 valores.

Tabla 4. Valores experimentales de desplazamiento para empaquetadura de teflón.

Carga kN	Desplazamiento en Micrómetros										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
2	39	37	38	40	42	41	40	39	38	40	39,42
4	76	75	77	79	80	80	79	78	78	80	78,39
6	112	110	112	113	115	114	113	111	109	114	112,34
8	151	150	151	152	154	155	153	153	152	151	152,14
10	179	178	180	182	185	184	182	180	179	182	181,04
12	211	208	210	215	218	218	216	213	211	214	213,53
14	232	228	229	232	238	236	233	232	229	231	231,76
16	272	270	270	273	277	278	273	269	268	273	272,08
18	300	295	298	299	305	306	304	300	297	298	300,12
20	327	322	325	329	334	332	328	326	323	328	327,27
22	353	350	351	354	360	358	354	352	350	355	353,39
24	364	358	357	365	368	368	364	364	359	369	363,86
26	401	395	396	402	410	409	404	400	394	403	401,30
28	424	420	422	425	430	428	425	423	421	425	424,09
30	452	447	451	457	459	456	453	448	446	457	452,61

Con los valores promedio del desplazamiento para las distintas cargas para la empaquetadura de teflón se ploteó un diagrama de carga contra desplazamiento que se muestra en la figura 5.

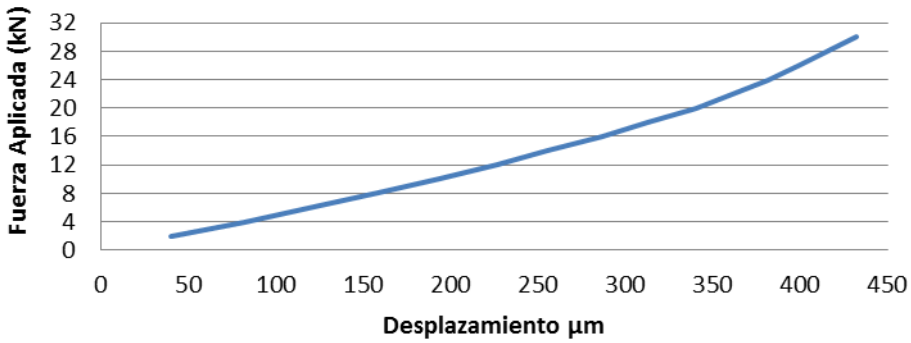


Figura 5. Diagrama experimental de fuerza contra desplazamiento para empaquetaduras de teflón.

Para la empaquetadura de amianto se hizo el mismo procedimiento arrojando los resultados que se muestran en la tabla 5 y en la figura 6.

Tabla 5. Valores experimentales de desplazamiento para empaquetadura de amianto.

Carga	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
2	40	42	38	37	43	41	40	38	43	41	40,375
4	82	80	83	80	85	83	81	84	82	83	82,25
6	123	122	124	120	123	123	125	119	120	120	121,875
8	159	155	160	154	163	158	161	159	157	160	158,625
10	194	192	195	192	198	193	192	195	192	198	193,875
12	227	230	225	224	229	227	222	225	225	230	226,5
14	250	254	257	253	260	256	254	257	253	260	255,5
16	290	287	285	284	289	291	287	285	284	289	287
18	310	315	312	311	318	311	309	310	312	317	312,25
20	340	347	340	335	342	342	341	340	338	339	340,25
22	367	363	355	358	365	366	361	356	357	362	361
24	382	385	380	378	386	379	384	380	376	382	381,25
26	397	401	395	396	405	398	401	395	396	405	398,625
28	415	418	412	413	420	416	419	415	413	418	415,875
30	432	435	426	427	436	432	438	429	428	436	431,875

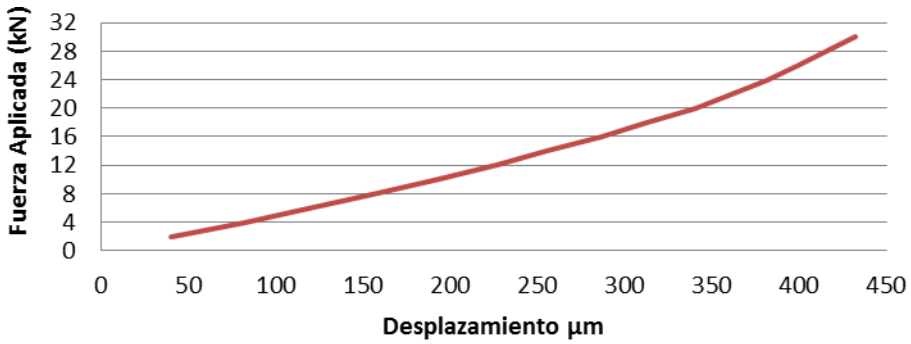


Figura 6. Diagrama experimental de fuerza contra desplazamiento para empaquetaduras de Amianto.

Con los valores analíticos y experimentales obtenidos se realizó la tabla 6 que nos muestra estos resultados para las dos empaquetaduras.

Tabla 6. Valores analíticos y experimentales de desplazamiento para empaquetadura de teflón y amianto.

Fuerza (kN)	**Desplazamientos (µm)**			
	Amianto		Teflón	
	Experimental	Analítico	Experimental	Analítico
2	40,375	21,7898698	39,42	15,2529089
4	82,25	43,57973961	78,39	30,5058177
6	121,875	65,36960941	112,34	45,7587266
8	158,625	87,15947922	152,14	61,0116355
10	193,875	108,949349	181,04	76,2645443
12	226,5	130,7392188	213,53	91,5174532
14	255,5	152,5290886	231,76	106,770362
16	287	174,3189584	272,08	122,023271
18	312,25	196,1088282	300,12	137,27618
20	340,25	217,898698	327,27	152,529089
22	361	239,6885679	353,39	167,781997
24	381,25	261,4784377	363,86	183,034906
26	398,625	283,2683075	401,30	198,287815
28	415,875	305,0581773	424,09	213,540724
30	431,875	326,8480471	452,61	228,793633

Con los valores de la tabla 6 se construyó los diagramas de carga contra desplazamiento para las dos empaquetaduras, tanto analíticos como experimentales, obteniendo los resultados que se muestran en la figura 7.

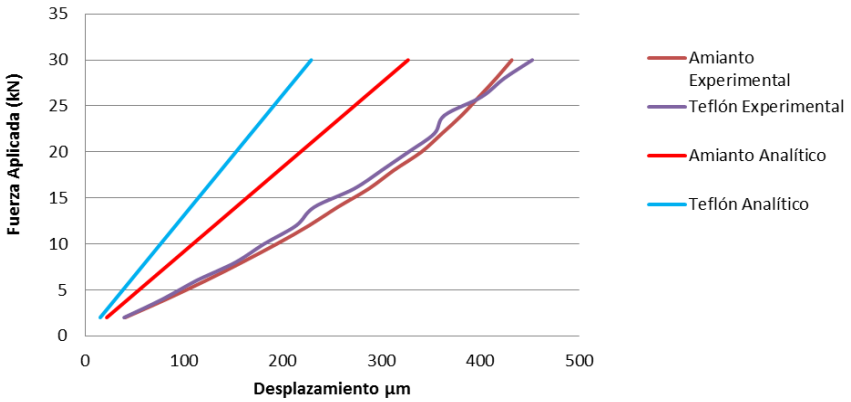


Figura 7. Diagrama comparativo de carga contra desplazamiento para las empaquetaduras de teflón y de amianto utilizando el modelo analítico y los resultados experimentales.

CONCLUSIONES

Se construyó una instalación experimental compuesta de un prensa estopas real de una bomba de la Refinería de Petróleo “Camilo Cienfuegos” la cual fue preparada para apoyarla en las base de una prensa hidráulica existente en la propia Refinería. Se seleccionaron los dos tipos de empaquetadura más utilizadas en las bombas de la Refinería: De amianto y de teflón y para cada empaquetadura se le realizaron 10 ensayos aumentando la fuerza progresivamente

Al comparar los resultados obtenidos experimentalmente con los obtenidos analíticamente, se puede concluir que estos no se distancian mucho. La diferencia está dada en que en los cálculos analíticos se tomó un estado tensional lineal que no se aleja mucho de la realidad, pero no toma en

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aleman G. et al. (2010). *Rediseño y Recuperación de las Bombas Multietapas Marca Berliet Pertenecientes a la Embarcación* “6 de Junio” del Departamento de Bomberos de la Provincia de Cienfuegos. XVII Forum de Ciencia y Técnica.

Bedford, A., & Fowler, W. (2002). *Engineering Mechanics.* New Jersey: Prentice Hall.

Beer, F., & Jonhston, E. (1984). *Mecánica Vectorial para Ingenieros.* México: Mc Graw-Hill.

Birger, I., Shorr, B., & Shneiderovich, R. (1966). Cálculo de Resistencia de Piezas de Máquinas. Moscú: Mashinostroenie.

Canle, R. (2011). *Influencia de la rigidez en el diseño de apoyos flexibles para equipos industriales.* Técnica Industrial, pp. 42-46.

Dobrovolski, V. (1991). *Elementos de Máquinas.* Moscú: MIR.

Feodosiev, V. (1985). *Resistencia de Materiales.* Moscú: MIR.

Fitzgerald, F. (1996). *Mecánica de Materiales.* México: Alfaomega S.A. de C.V.

Fogiel, M. (1988). Problem solver in Strength of Materials and Mechanics of Solids. New Jersey: REA.

Goytisolo R., et al. (2010). *Método de cálculo para árboles de bombas centrífugas considerando los cojinetes de rodamientos como empotramientos parcialmente elásticos y las empaquetaduras como apoyos elásticos suplementarios.*

Memorias de la VI Conferencia Científica Internacional de Ingeniería Mecánica COMEC 2010. Auspiciado por la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y la Universidad Otto von Guericke de Magdeburgo, Alemania.

Goytisolo R., Hidalgo, C., & Nodal, F. (2006). *Estudio teórico y experimental del coeficiente de rigidez de los apoyos en árboles con diferentes cojinetes de rodamientos. Memorias del Tercer Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y Primero de Mecatrónica.* Bogotá.

Hidalgo, C. (2009). *Estudio teórico y experimental del coeficiente de rigidez de los apoyos en árboles con diferentes tipos de cojinetes de rodamientos.* Cienfuegos.

Mott, R. (1996). *Resistencia de Materiales Aplicada.* México: Hall Hispanoamericana S.A. 3ª. Ed.

Olsen, G. (1962). *Elements of Mechanics of Materials.* La Habana: Editora de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería.

Pisarenko, G., Yakovlev, A., & Matveev, V. (1989). *Manual de Resistencia de Materiales.* Moscú: MIR.

Spiegel, L., & Limbrunner, G. (1999). *Applied Statics and Strength of Materials.Third* Edition. New Jersey: Prentice Hall.

Wilson, C. (1999). *Compute Integred Machine Design.* New Jersey: Prentice Hall.

NUEVO MÉTODO DE CÁLCULO DE ÁRBOLES DE BOMBAS CENTRÍFUGAS CONSIDERANDO LA RIGIDEZ ANGULAR DE LOS COJINETES Y ADEMÁS LAS EMPAQUETADURAS Y LOS SELLOS MECÁNICOS COMO APOYOS ELÁSTICOS SUPLEMENTARIOS

Ing. Raúl Alfonso Rodríguez[1]
Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
Leonel Díaz Tato[1]
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

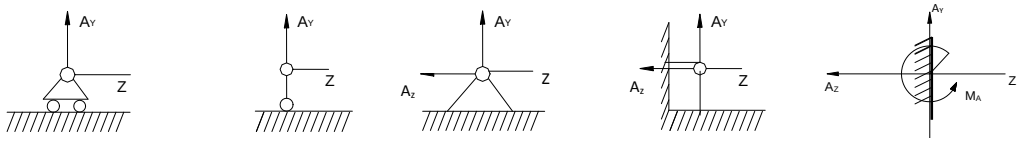
RESUMEN

En el trabajo se aborda el método de cálculo de árboles de bombas centrífugas, una multietápica y otra de una sola etapa, considerando la rigidez angular de los apoyos y la elasticidad de las empaquetaduras y de los sellos mecánicos. Se describe el primer problema perteneciente a la bomba de la embarcación contra incendios de la Refinería de Cienfuegos, aquí se desarrolló el método general de cálculo de los árboles de las bombas centrífugas, considerando los cojinetes de rodamientos como empotramientos parcialmente elásticos y los sellos mecánicos como apoyos elásticos suplementarios y se compara con la solución resuelta anteriormente de la misma bomba con empaquetaduras. Luego se desarrolla el mismo método aplicado al árbol de una de las bombas de una sola etapa de alimentación de agua desmineralizada a las Calderas de la Central Termoeléctrica de Cienfuegos. Tanto el primer análisis como el segundo se realizan con el objetivo de realizar un diagrama de momento flector más exacto y comparar la influencia de los sellos mecánicos y las empaquetaduras en el mejoramiento de la resistencia de los árboles.

Palabras clave:
Método de cálculo de árboles, bombas centrífugas, sellos mecánicos.

INTRODUCCIÓN

Los esquemas de análisis de los apoyos rígidos clásicos utilizados en los sistemas planos en la literatura de Mecánica Teórica se muestran en las Figura 1. En la literatura técnica en general se utilizan otros apoyos articulados que consideran las propiedades elásticas de los apoyos. Estos modelos se muestran en las figura 2. En la literatura de Mecánica Teórica (Bedford & Fowler, 2000); Beer & Johnston, 1884; Meriam, 2003) solo se hace referencia a los apoyos rígidos clásicos, ningún autor hace referencia a ningún otro tipo de apoyo que contemple una rigidez intermedia entre los apoyos articulados y los empotrados.



a) b) c)

Figura 1. Esquemas de Análisis Clásicos a) Apoyo Articulado Rígido Móvil.

a) Apoyo Articulado Rígido Fijo. c) Empotramiento Rígido.

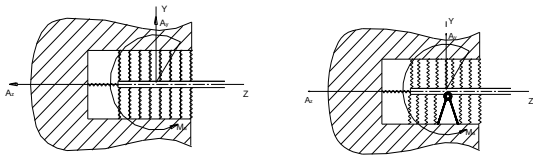
a) b)

Figura 2. Esquema de Análisis del Apoyo Articulado a) Elástico Móvil y b) Elástico Fijo.

En la literatura de Mecánica de Materiales, la mayoría de los autores se refieren también casi exclusivamente a los apoyos rígidos clásicos, sin contemplar en ningún caso la elasticidad de los apoyos (Fitzgerald, 1986; Fogiel, 1988; Mott, 1996; Spiegel & Limbrunner, 1999). Otro grupo de autores trata de alguna manera los apoyos elásticos mencionados anteriormente (Birger, 1966; Feodosiev, 1985; Pisarenko, Yakovlev & Matveev, 1989) y solo en Olsen (1965) se menciona la posibilidad de que los empotramientos no sean perfectamente rígidos, pero sin profundizar en las cualidades ni en el modelo físico-matemático de este tipo de Esquema de Análisis y mucho menos en los procedimientos de cálculo. En la literatura de Diseño de Elementos de Máquinas los autores se refieren en mayor medida a los aspectos vinculados con la rigidez de los apoyos y a los diferentes

posibles Esquemas de Análisis al situar las reacciones en los mismos, así por ejemplo: (Wilson, 1999) al analizar las reacciones en los elementos sometidos a flexión, señala que los soportes son usualmente idealizados con el objetivo de simplificar el análisis y añade que el soporte simple consiste en una fuerza concentrada resultante como reacción. Este tipo de soporte es utilizado para representar: cajas de bolas, rolletes, cojinetes de deslizamiento y otros soportes que permiten alguna rotación o pendiente en el plano durante la deformación por flexión.Más adelante expresa que "*si el soporte de la viga no permite movimiento relativo a lo largo del eje de la misma, entonces surgirá una restricción adicional que provocara una fuerza axial como resultado de dicha restricción".* Este efecto axial se desprecia siempre en los problemas de Diseño de Máquinas y continua diciendo: "*el apoyo empotrado, proporciona cómo reacciones una fuerza y un momento que no permiten rotación alguna en el plano de la deflexión del elemento. La pendiente de la curva elástica del elemento* es cero en el apoyo empotrado, los que son utilizados para representar soportes muy rígidos". Cuando se refiere a las reacciones en los cojinetes en el diseño de árboles, explica que: "*generalmente los mismos están soportados por dos cojinetes, como regla, los cuales son considerados como soportes simples o simple apoyos*". Al construir diagramas de momentos flectores, tanto en elementos sometidos a flexión como en el diseño de árboles, solo se refiere a los apoyos clásicos y sus reacciones correspondientes. Los autores que abordan el Diseño por el Método de los Elementos Finitos (MEF) (Hawkes, 1989; Volmir, 1986; Wilson, 1999) emplean diferentes tipos de elementos que se diferencian por su forma, a través de las posiciones relativas de sus nodos y por los grados de libertad, es decir por las posibles direcciones del movimiento de cada nodo, Eligiendo adecuadamente estos elementos en las zonas de apoyo es posible modelar apoyos con diferente rigideces y lograr una mayor aproximación a la realidad que en los clásicos apoyos articulados y empotrados. Esta cualidad del Método de los Elementos Finitos puede ser utilizada en la práctica para lograr aproximaciones más exactas. El Colectivo de Mecánica Aplicada de la Universidad de Cienfuegos ha definido dos Nuevos Tipo de Apoyo Elástico: El Empotramiento Elástico (Figura 5 a) y el

Empotramiento Parcialmente Elástico (Figura 5 b) y ha determinado experimentalmente (Goytisolo, 2006; Hidalgo 2009) el coeficiente de rigidez de los cojinetes de rodamientos más comunes al ser utilizados como apoyos en árboles. Una caja de bolas radial de doble hilera autoalineante se comporta a la flexión prácticamente como una articulación rígida, sin embargo, una caja de bolas radial rígida de simple hilera se comporta como un empotramiento parcialmente elástico con un coeficiente de rigidez φ = 0,346.



a) b)

Figura 3. a) Empotramiento Elástico. b) Empotramiento Parcialmente Elástico.

DESARROLLO

En la figura 4 se muestra el árbol de una bomba centrífuga cuya estructura será objeto de análisis para el desarrollo de un nuevo método de cálculo de los árboles de dichas bombas

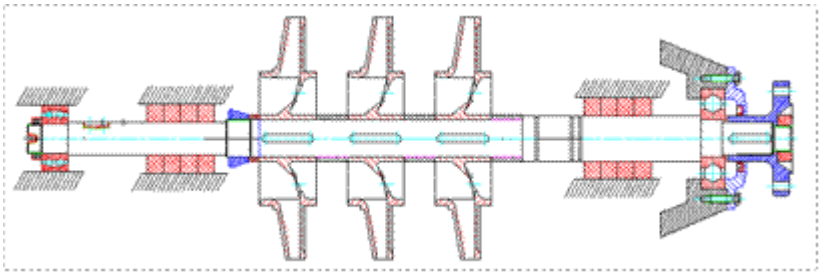


Figura 4. Esquema del árbol con los tres impelentes, las empaquetaduras y los tipos de cojinetes de rodamientos en cada apoyo en cada apoyo.

Se trata de bombas centrífugas multietápicas, de tres etapas, cuya estructura es tal que posee cojinetes de rodamientos en los puntos más exteriores del árbol, posee los impelentes ubicados en su parte central y posee empaquetaduras que limitan las fugas de líquido colocadas entre los cojinetes y los impelentes. Como se dijo anteriormente los cojinetes de rodamientos serán considerados como empotramientos parcialmente elásticos, cuyo coeficiente de rigidez angular φ fue

investigado anteriormente (Goytisolo, 2006; Hidalgo 2009) y un nuevo elemento en el cálculo de estos árboles: la consideración de las empaquetaduras como apoyos elásticos suplementarios. En la Figura 5 se muestra el esquema de análisis del árbol, con los dos empotramientos parcialmente elásticos en la posición de los cojinetes de rodamientos y dos apoyos linealmente elásticos en la posición de las empaquetaduras.

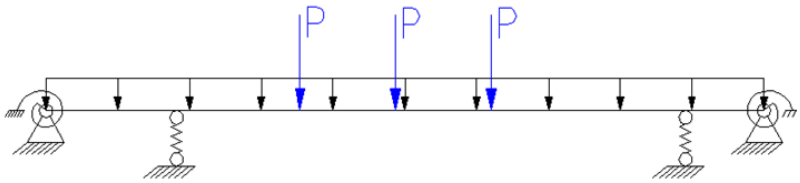


Figura 5. Esquema de análisis del árbol de la bomba centrífuga multietápica con empaquetaduras.

Para resolver este árbol hiperestático con empotramientos parcialmente elásticos se hace necesario resolver el árbol hiperestático con empotramientos rígidos clásicos, ya que como se demostró en los trabajos Nodal (2004); Goytisolo (2006); e Hidalgo (2009):

$M_{\text{empotramiento elástico}} = \varphi \cdot M_{\text{empotramiento rígido}}$

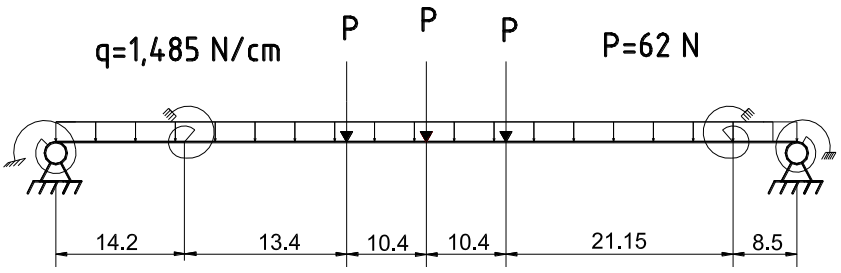


Figura 6. Esquema de análisis del árbol de la bomba centrífuga multietápica con sellos mecánicos.

El diagrama de momentos flectores obtenidos por el Método Clásico en la figura 7.

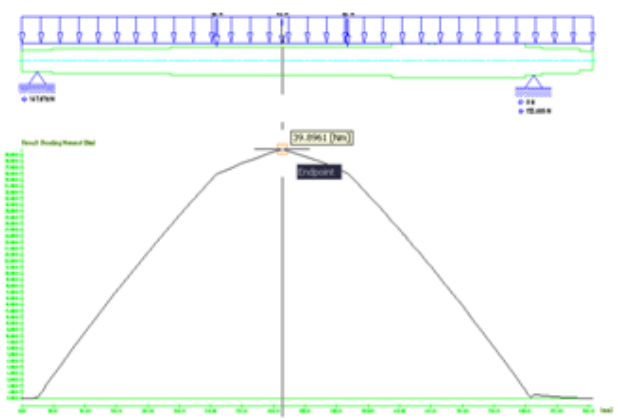


Figura 7. Diagramas de cortante y momentos flectores para el Esquema Clásico.

Los diagramas de fuerzas de cortante y momentos flectores obtenidos con el Nuevo Esquema de Análisis con empaquetaduras se muestran en la figura 8.La construcción de los diagramas de fuerzas de cortante y momentos flectores en el caso de los sellos Mecánicos fue asistida por el software de diseño *Autodesk Inventor* y se muestran a continuación.

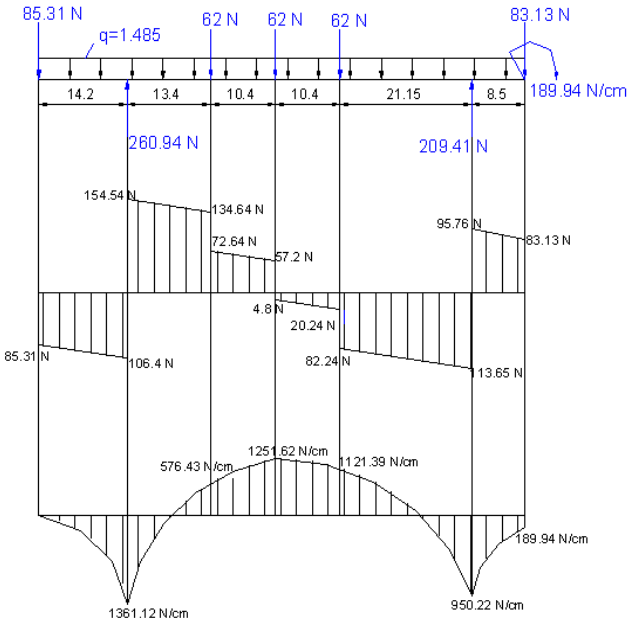


Figura 8. Diagramas de cortante y momentos flectores para el Nuevo Esquema de Análisis con empaquetaduras.

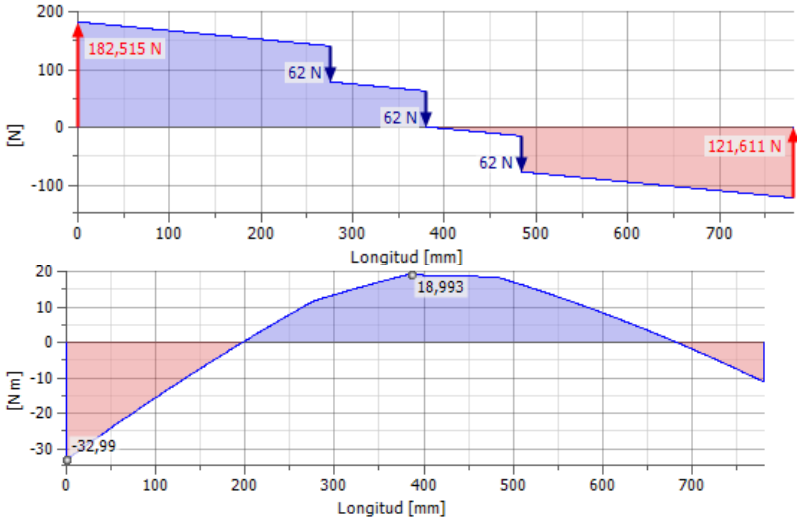


Figura 9. Diagramas de fuerzas de cortante y momentos flectores considerando la rigidez de los sellos mecánicos como apoyos elásticos suplementarios.

La resistencia mecánica del árbol se comprobó con el Nuevo Esquema de Análisis con empaquetaduras es más exacto que para el esquema Clásico y se demostró el momento flector se redujo en el árbol desde 3 600 N-cm hasta 1 361,12 N-cm. Con Sellos Mecánicos el momento flector máximo es Mfmax = 3299 N-cm, mayor que en el caso de las empaquetaduras, pero menor que sin considerarlos como apoyos, o sea, que el sello mecánico con esa rigidez en el muelle favorece mucho menos la resistencia del árbol que las empaquetaduras. Hay que tener en cuenta que el sello Mecánico evaluado fue fabricado en la Empresa de Glucosa de Cienfuegos y puede ser que la rigidez del mulle no sea la idónea. Si la rigidez del muelle es mayor el efecto favorable sobre el árbol es mayor.

En la figura 10 se muestra el esquema de uno bomba de simple etapa similar a la analizada.

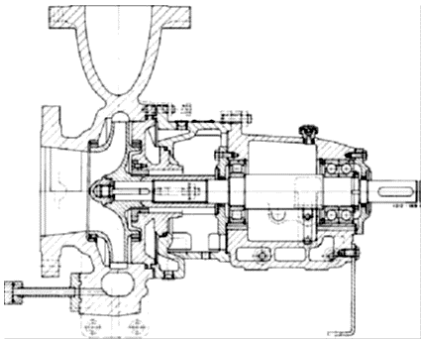


Figura 10. Esquema de una bomba centrífuga similar a la de objeto de análisis.

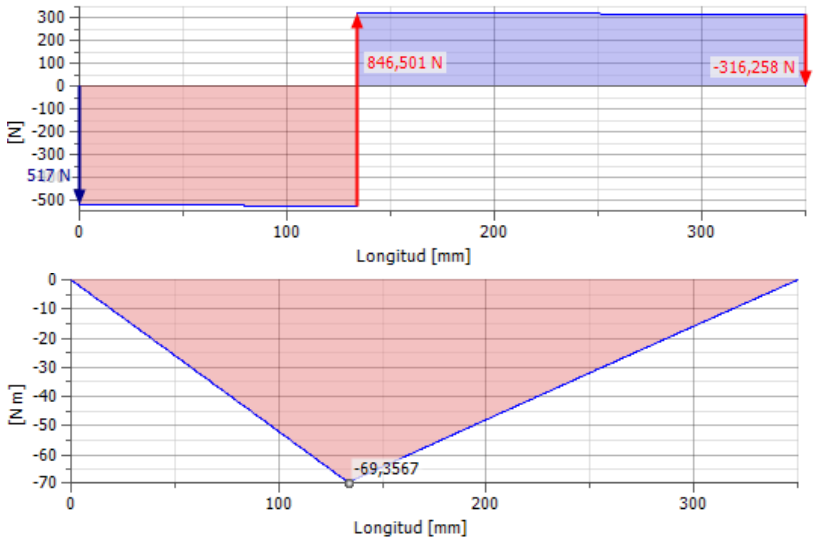


Figura 11. Diagramas de momentos flectores y esfuerzos cortantes considerando solo los cojinetes como apoyos.

El valor más alto del momento flector es de 6 936 N-cm correspondiente a la zona del apoyo con el cojinete autolineante.

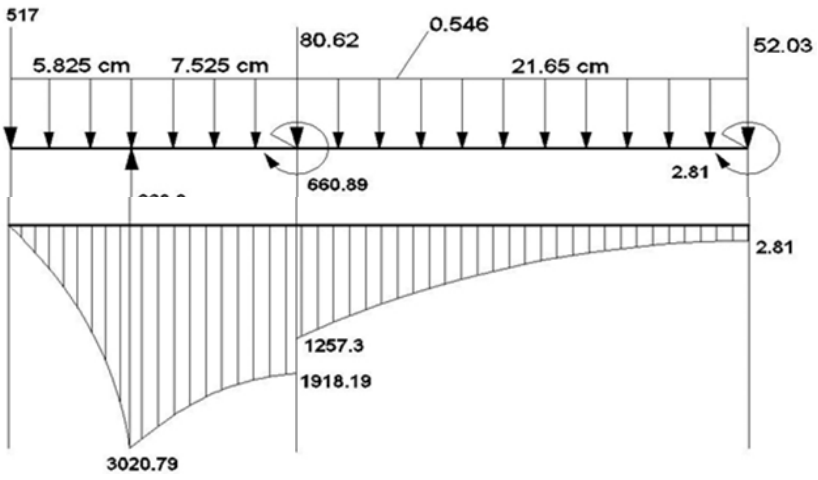


Figura 12. Diagramas de momentos flectores del árbol, considerando la acción de la empaquetadura y la rigidez al giro de los rodamientos.

El diagrama de fuerzas de cortante y momentos flectores en el caso de emplearse sellos mecánicos fue obtenido con ayuda del software *AutoDesk Inventor*. En la figura 12 se muestran los diagramas.

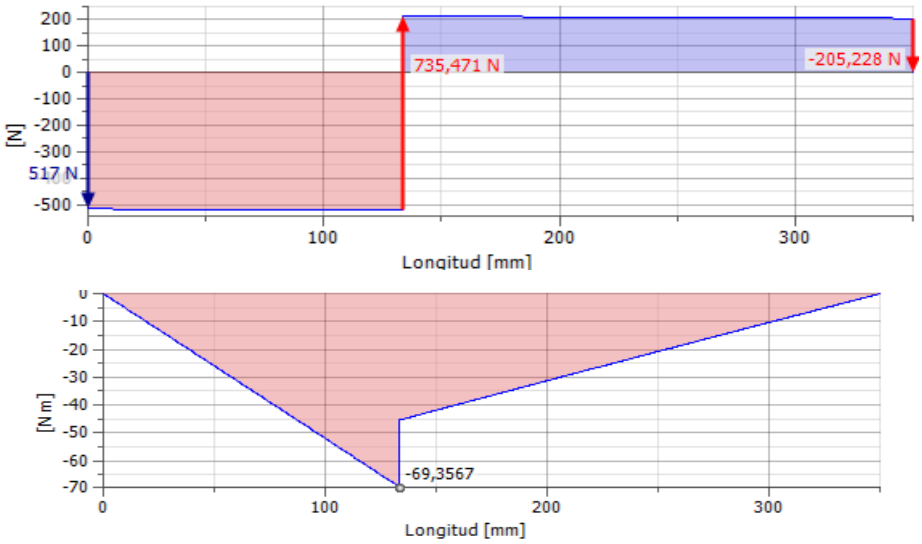


Figura 13. Diagrama de momentos flectores y esfuerzos cortantes considerando la rigidez de los sellos mecánicos como apoyos elásticos suplementarios.

El momento flector máximo en este caso es Mfmax = 6 936 N-cm, mayor que en el caso de las empaquetaduras, idéntico a si se considera solo los cojinetes como apoyos, o sea, que el sello mecánico con esa rigidez en el muelle no favorece la resistencia del árbol, Solo se beneficia la parte posterior del árbol donde se pudiera tal vez racionalizar el consumo de metal.

CONCLUSIONES

Se utilizó un Esquema de Análisis para el árbol novedoso y mucho más exacto que el clásico, en el cual se consideran las empaquetaduras como apoyos elásticos suplementarios. El empleo de este esquema permitió por un lado calcular la fuerza que ejerce el árbol sobre la empaquetadura y se calculó basado en la teoría de los prensaestopas con empaquetaduras blandas el coeficiente de fricción entre empaquetadura y árbol, se calculó el torque de fricción y se evaluó en el mismo la posibilidad de que el casquillo gire o no, y por otro lado permitió evaluar la resistencia del árbol después de rebajado para encasquillar.

El casquillo empleado para solucionar el desgaste del árbol en la zona de la empaquetadura se ajustó por interferencia al árbol, se eligió el ajuste adecuado y se comprobó que su resistencia a la presión máxima provocada por la interferencia es adecuada. La interferencia mínima del ajuste garantiza que el casquillo no desliza

En el trabajo se desarrolló un nuevo esquema de Análisis y la Metodología de Cálculo del árbol de las bombas centrífugas de simples a de múltiples etapas que considera la influencia favorable de la rigidez angular de los cojinetes de rodamientos, las empaquetaduras y los sellos mecánicos como apoyos elásticos suplementarios. Se logró establecer un modelo matemático para determinar el momento elástico que se genera en el sello mecánico bajo la presencia de una deformación angular.

El esquema de Análisis desarrollado es mucho más exacto que el clásico pues contempla aspectos que nunca habían sido considerados, que influyen decisivamente en las fuerzas internas en los árboles. Se demuestra igualmente que los sellos mecánicos casi no modifican el diagrama de momentos flectores del árbol pues su rigidez al giro es muy pequeña.

El sello mecánico que se tomó como referencia fue fabricado en la Empresa glucosa de Cienfuegos y tal vez la rigidez del muelle no es la idónea. Consideramos que sería necesario profundizar en lo referente a las rigideces de los muelles empleados en los sellos mecánicos para esclarecer este particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alemán, G. (2010). *Rediseño y Recuperación de dos Bombas Multietapas Marca Berliet Pertenecientes a la Embarcación "6 de Junio" del Departamento de Bomberos de la Provincia de Cienfuegos*. XVII Fórum de ciencia y técnica, Refinería de petróleo Camilo Cienfuegos.

Bedford, A., & Fowler W. (2002). *Engineering Mechanics. Statics*. Third Edition, New Jersey: Prentice Hall.

Beer, F.P., & Jonhston, E.R. (1984). *Mecánica Vectorial para Ingenieros*. México: McGraw-Hill.

Birger, I.A., Shorr, B.F., & Shneiderovich, R.M. (1966). *Cálculo de Resistencia de Piezas de Máquinas*. Moscú: Editorial Mashinostroenie.

Cherkasski, V.M. (1986). *Bombas Ventiladores y Compresores*. Moscú. Editorial MIR.

Dobrovolski, V. (1970). *Elementos de Máquinas*. Moscú: Editorial MIR.

Faires, V.M. (1985). *Diseño de Elementos de Máquinas*. México: Editorial UTEHA.

Feodosiev, V.I. (1985). *Resistencia de Materiales*. Moscú: Editorial MIR, 3ª Ed.

Fernández Levy, G.S. (1983). *Resistencia de Materiales.* La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Fitzgerald, F. (1996). *Mecánica de Materiales*. México: Editorial Alfaomega S.A.

Fogiel, M. (1988). *Problem solver in Strength of Materials and Mechanics of Solids*. New Jersey: Editorial REA.

Goytisolo, R. (1973). *Diseño de Elementos de Máquina*. Las Villas: Editado por el Dpto. Mecánica Teórica y Aplicada. UCLV.

Goytisolo, R., et. al. (1996). . *Análisis de la falla del Trunium de salida del Molino No. 1 de crudo de la Empresa de Cemento "Karl Marx"*. Trabajo presentado en el XI Forum Nacional de Ciencia y Técnica.

Goytisolo, R.; Hidalgo C.; Nodal, F.; & Noa, J.G. (2006). *Estudio teórico y experimental del coeficiente de rigidez de los apoyos en árboles con diferentes cojinetes de rodamientos.* Memorias del Tercer Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica y Primero de Mecatrónica, Bogotá, Colombia.

Grahan Kelly, S. (1993). *Fundamentals of Mechanical Vibratios*. New York: McGraw Hill.

Hidalgo Meizoso, C. (2009). *Estudio teórico y experimental del coeficiente de rigidez de los apoyos en árboles con diferentes tipos de cojinetes de rodamientos*. Tesis en opción del Titulo de Master en Ciencias Técnicas.

Mott, R.L. (1996). *Resistencia de Materiales Aplicada.* México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. 3ª. Ed.

Mukanov, K. (1968). *Design of metal structures.* Moscú: Editorial MIR.

Nodal Ordoñez, F. (2004). *Estudio teórico y experimental del Empotramiento Elástico*. Tesis en opción del Titulo de Master en Ciencias Técnicas.

Olsen, G.A. (1962). *Elements of Mechanics of Materials*. La Habana: Editora de la Asociación de Estudiantes de Ingeniería.

Partón, V.Z. (1990). *Mecánica de la Destrucción*. Moscú : Editorial MIR, 415 p.

Pisarenko, G.S., Yakovlev, A.P., & Matveev, V.K. (1989). *Manual de Resistencia de Materiales*. Moscú: Editorial MIR.

Reshetov, D. (1985). *Elementos de Máquinas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Shigley, J.; & Mitchell, L. (1985). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. México: Edit. Mc Graw Hill.

Timoshenko, S. (1961). *Teoría de la Estabilidad Elástica*. Buenos Aires: Editorial EDIAR.

Timoshenko, S. (1965). *Resistencia de Materiales*. Moscú : Editorial Nauka.

Volmir, A. (1986*). Problemas de Resistencia de Materiales*. Moscú; Editorial MIR.

Wilson, Ch. (1999). *Computer Integred Machine Design*. New Jersey: Prentice Hall.

MODELACIÓN POR EL MÉTODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS DEL PLATO DE RESPALDO DE UNA BOMBA DE DIAFRAGMA

Dr. C. Rafael Goytisolo Espinosa[1]
E-mail: ragoyti@ucf.edu.cu
Ing. Abdel Mendoza Fernández[1]
Ing. Reinier Jiménez Borges[1]
[1] Facultad de Ingeniería. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

En el trabajo, partiendo de la Teoría de las Placas Planas se desarrolla la Teoría de las Placas de Pequeña Curvatura, donde se realizan las mismas simplificaciones que para las placas planas. Partiendo de las ecuaciones obtenidas para las placas de pequeña curvatura de sección llena se obtienen una seria de ecuaciones para hallar el coeficiente de debilitamiento de la sección por la presencia de orificios tanto en posición radial como en posición vertical. Estas ecuaciones se desarrollaron lo más generales posibles. Con paso variable entre los orificios, los diámetros de los orificios pueden ser diferentes en cada una de las circunferencias de la placa, puede haber varias circunferencias con pasos iguales y diámetros de los orificios iguales. Estas ecuaciones serán utilizadas para calcular las tensiones en el Plato de Apoyo de Bomba Máster MP 2C120 de la Planta Glucosa de Cienfuegos, con orificios radiales, con orificios verticales y sin orificios, con el objetivo de esclarecer la influencia de estos factores en las averías del plato pero pueden ser empleadas para obtener un nuevo diseño del plato que minimice las averías. Se realiza la modelación por Elementos Finitos para validar el Modelo.

Palabras clave:

Método de elementos finitos, placas planas, bomba de diafragma.

INTRODUCCIÓN

Entre los equipos de la Empresa Glucosa Cienfuegos subordinada a LABIOFAM, se encuentra la Bomba Master KARL KROYER MP 2C120, Objeto de Estudio del presente trabajo, la cual se encarga de bombear la leche de almidón acidificada que se utiliza para la producción de glucosa. Debido al largo período de explotación de estas unidades, se han presentado fallas en la zona de producción, una de las zonas en la que frecuentemente se ve reflejado, es en la zona en la que se produce la glucosa, específicamente en la Bomba Master. A partir del período 2005-2006 la bomba empieza a presentar problemas en el plato perforado que le sirve como apoyo al diafragma, el cual se quiebra con la fractura del plato. Al quebrarse el diafragma se mescla el aceite que contienen los pistones con el producto, perdiendo así toda la materia prima, el aceite de la bomba y por consiguiente pérdidas económicas y de tiempo por la limpieza de las tuberías que se contaminan de aceite.

Figura 1. Vista de la Bomba Master KARL KROYER MP 2C120 y del plato de apoyo perforado y averiado, reparado por soldadura.

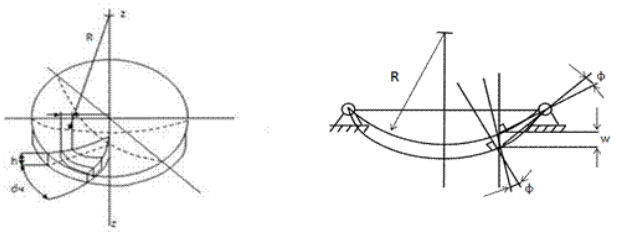
En la figura 1 se muestra la bomba y el plato perforado fracturado y recuperado por soldadura. Estas averías ha significado grandes pérdidas económicas al centro ya que al fallar el plato se para la producción completa en dicha planta. La fabricación del plato demora una semana, si tenemos en cuenta que la empresa en 8 horas de trabajo deja de producir 10 ton y cada tonelada hora representa 1.25 USD entonces la fábrica en una semana pierde 210 USD/hora, manifestando las consecuencias de la salida de servicio de esta bomba.

DESARROLLO

Los trabajadores de la planta en conjunto con los tecnólogos recuperaban estos, aplicándoles un proceso de soldadura y el posterior barrenado de algunos

agujeros para que no se altere el flujo. Como parte de la necesidad de investigar realmente las causas de la rotura de este plato perforado así como poder lograr soluciones que garanticen el correcto funcionamiento de la bomba dentro de la fábrica es que surge la presente investigación. El Problema Científico es que no existe un modelo matemático que permita calcular las tensiones en una placa curva perforada, como lo es el plato de apoyo de la Bomba Master KARL KROYER MP 2C120, que permita realizar un estudio técnicamente fundamentado sobre las posibles causas que provocan la fractura e investigar las posibles soluciones del problema. Se planteó entonces la siguiente Hipótesis: Es posible aplicando la Teoría de las Placas, desarrollar un Modelo Matemático para calcular las tensiones en las Placas Curvas Perforadas que permita realizar estudios del comportamiento de las tensiones para diferentes variantes de diámetros, pasos, distribución de diferentes diámetros de los orificios, buscando la solución más idónea que conduzca a la solución definitiva de las averías. El Objetivo General del trabajo es el siguiente: Desarrollar un Modelo Matemático para calcular las tensiones en las Placas Curvas Perforadas que permita realizar estudios del comportamiento de las tensiones para diferentes variantes constructivas de los orificios: con orificios colocados en posición radial y con orificios colocados en posición vertical.

En el caso de las placas circulares de relativamente pequeña curvatura se considerarán las mismas suposiciones simplificativas que en las placas planas En los cálculos de las placas curvas se considera también que la flecha *w* es considerablemente menor que el espesor h de la placa. Solamente admitiendo esta suposición se puede estudiar la flexión de la placa independientemente de la tracción.



a) b)

Figura 2. Esquema de una placa de pequeña curvatura sin orificios.

Se verá ahora cómo calcular las tensiones en una placa curva circular sin orificios. Veamos una placa curva de espesor constante *h*, solicitada por fuerzas situadas simétricamente con respecto al eje *z* de la placa. Las deformaciones, los desplazamientos y las tensiones que aparecen en la placa serán también simétricos respecto al eje *z*. La flecha de la placa se designa por *w* y el ángulo de giro de la normal, por ϑ (Figura 2 b). Las magnitudes *w* y ϑ son funciones del radio r solamente y están relacionadas entre sí por la expresión obvia,

$$\vartheta = -\frac{dw}{dr} \qquad (2.1)$$

(1)

El signo negativo se escoge de acuerdo al esquema de la flecha dado en la figura 2. Cuando la flecha *w*, es positiva el ángulo ϑ es negativo por convenio. El signo no tiene especial importancia por depender solamente de la dirección en que se miden las flechas *w*.y las pendientes ϑ. En la figura 3 está representada una sección axial de la placa. Los puntos situados sobre la normal A_1B_1, después de la flexión de la placa, forman la normal $A'_1B'_1$ girada un ángulo ϑ. La normal A_2B_2 girará el ángulo $\vartheta + d\vartheta$. El segmento *CD* situado a la distancia *z* del plano medio, y orientado radialmente recibe el alargamiento siguiente: $z(\vartheta + d\vartheta)$ -$z\,\vartheta$=$z\,d\vartheta$.

El alargamiento unitario será

$$\varepsilon_r = z\frac{d\vartheta}{dr} \qquad (2.2)$$

(2)

El alargamiento unitario en el punto *C* en la dirección perpendicular al plano del dibujo se puede obtener, comparando las longitudes de las circunferencias correspondientes, antes y después de la deformación. Antes de la deformación de la placa, la longitud de la circunferencia que pasa por el punto *C* era $2\pi r$, mientras

que después de la deformación, será $2\pi(r + z\vartheta)$. Por lo tanto, el alargamiento unitario circunferencia será,

$$\varepsilon_t = z\frac{\vartheta}{r} \qquad (2.3)$$

(3)

Separamos, mediante dos secciones axiales que forman un ángulo dφ y dos superficies cilíndricas de radios *r* y *r* + *dr* (Figura 2) el prisma elemental de la placa mostrado en la figura 4. Como en las secciones paralelas al plano medio no existen tensiones normales, los alargamientos y las tensiones estarán unidos por la ley de Hooke en la forma siguiente:

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E}(\sigma_r - \mu\sigma_t) \qquad (4)$$

$$\varepsilon_t = \frac{1}{E}(\sigma_t - \mu\sigma_r)$$

Expresando las tensiones por las deformaciones, se obtiene:

$$\sigma_r = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_r + \mu\varepsilon_t) \qquad (5)$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1-\mu^2}(\varepsilon_t + \mu\varepsilon_r)$$

O, de acuerdo a las expresiones (2) y (3):

$$\sigma_r = \frac{E_z}{1-\mu^2}\left(\frac{d\vartheta}{dr} + \mu\frac{\vartheta}{r}\right) \qquad (6)$$

$$\sigma_t = \frac{E_z}{1-\mu^2}\left(\frac{\vartheta}{r} + \mu\frac{d\vartheta}{dr}\right)$$

Sobre las caras del prisma (Figura 5) pueden actuar no solamente tensiones normales, sino también tensiones tangenciales. De la condición de simetría se deduce fácilmente que las tensiones tangenciales pueden aparecer solamente en los planos perpendiculares al radio *r* y que se orientan tangentes a dichos planos.

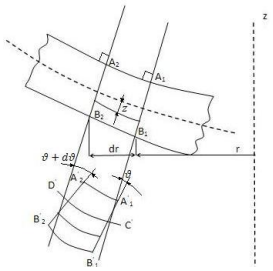


Figura 3. Sección axial de la placa curva.

Se verán ahora la condiciones de equilibro del prisma separado. Para ello, hallamos primero las resultantes de las fuerzas que actúan sobre las caras del elemento. Las tensiones tangenciales en la cara $A_1B_1A_1B_1$ (Figura 5) originan una fuerza resultante cortante dirigida según el eje *z*. la intensidad de esta fuerza, es decir la magnitud de la fuerza que se refiere a la unidad de longitud del arco $r\,d\varphi$ se designa por *Q* kN/cm

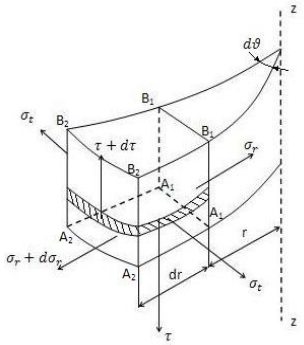


Figura 4. Prisma elemental de la placa.

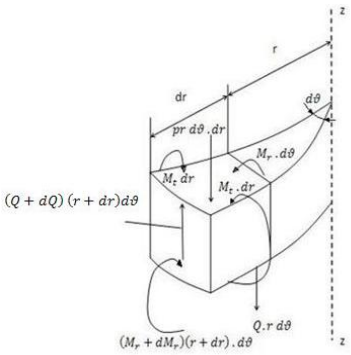


Figura 5. Fuerzas internas en el prisma.

Las tensiones tangenciales en la cara $A_1B_1A_1B_1$ (Figura 5) originan una fuerza resultante cortante dirigida según el eje *z*. la intensidad de esta fuerza, es decir la magnitud de la fuerza que se refiere a la unidad de longitud del arco $r\,d\varphi$ se designa por *Q* kN/cm. La fuerza cortante en la cara $A_1B_1A_1B_1$ será $Q{\cdot}r{\cdot}d\varphi$ y la fuerza cortante en la cara $A_2B_2A_2B_2$,, $(Q + dQ)\,(r + dr)\,d\varphi$ (Figura 5). Como las tensiones normales en las capas superiores e inferiores son iguales, pero de signo opuesto (distribución de tensiones en la flexión), serán nulas las fuerzas normales

sobre las caras del elemento. Las tensiones normales σ_r y σ_t que actúan sobre las caras correspondientes se producen por los momentos flectores resultantes en los planos verticales. La intensidad de los momentos sobre las caras $A_1B_1A_1B_1$ y $A_1B_1A_2B_2$., es decir, las magnitudes de los momentos referidos a la unidad de longitud de la sección se designan por M_r y M_t kN-cm/cm respectivamente. Las magnitudes M_r y M_t, para mayor comodidad, se denominarán en adelante simplemente momentos y Q, fuerza cortante. Conociendo las tensiones σ_r y σ_t determinamos los momentos resultantes sobre las caras como sigue,

$$M_r r d\varphi = r d\varphi \int_{-h/2}^{+h/2} \sigma_r z dz \qquad M_t dr = dr \int_{-h/2}^{+h/2} \sigma_t z dz .$$

De acuerdo a la expresión (6) se obtiene:

$$M_r = \frac{E}{1-\mu^2}\left(\frac{d\varphi}{dr} + \mu\frac{\vartheta}{r}\right)\int_{-h/2}^{+h/2} z^2\, dz, \qquad M_t = \frac{E}{1-\mu^2}\left(\frac{\vartheta}{r} + \mu\frac{d\varphi}{dr}\right)\int_{-h/2}^{+h/2} z^2\, dz \qquad (7)$$

Teniendo en cuenta que el momento de inercia por unidad de longitud es:

$$\int_{-h/2}^{+h/2} z^2\, dz = \frac{h^3}{12}$$

Se deduce:

$$M_r = D\left(\frac{d\varphi}{dr} + \mu\frac{\vartheta}{r}\right) \qquad (8)$$

$$M_t = D\left(\frac{\vartheta}{r} + \mu\frac{d\varphi}{dr}\right)$$

Siendo

$$D = \frac{E h^3}{12(1-\mu^2)} \qquad (9)$$

Esta magnitud se denomina *rigidez de la placa* (o de la bóveda) a la flexión. Entre las fuerzas aplicadas al elemento (Figura 5) se incluyen también la carga externa

de magnitud: *pr* $d\varphi\ dr$, siendo *p* la presión en kN/cm^2 que puede variar en función del radio. Proyectando todas las fuerzas que actúan sobre el elemento (Figura 5) sobre el eje de simetría obtendremos,

$(Q + dQ)\ (r + dr)\ d\varphi - Q\ r\ d\varphi - p_r\ d\varphi\ dr = 0$ De donde se halla,

$$pr = \frac{d}{dr}(Q_r) \qquad (2.9)$$

(10)

Planteamos ahora la suma de los momentos de todas la fuerzas respecto al eje *y*, tangente al arco del círculo de radio *r* en el plano medio,

$$(Mr + dMr)(r + dr)d\varphi - Mr\ rd\varphi - pr\ drd\varphi\frac{dr}{2} - M_t drd\varphi + (Q + dQ)(r + dr)d\varphi dr = 0$$

,

O, prescindiendo de las magnitudes de orden superior y pasando al límite,

$$M_t - \frac{dr}{d}(M_r r) = Q_r \qquad (2.10)$$

(11)

Las ecuaciones de equilibrio restantes se satisfacen automáticamente debido a las condiciones de simetría. Introduciendo $M_r\ y\ M_t$ de las expresiones (8) en la expresión (11) y suponiendo que la rigidez *D* es constante resulta,

$$r\frac{d^2\vartheta}{dr^2} + \frac{d\vartheta}{dr} - \frac{\vartheta}{r} = -\frac{Q_r}{D}$$

De donde se obtiene

$$\frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}(\vartheta r)\right] = -\frac{Q}{D} \qquad (2.11)$$

(12)

Después de una doble integración de la expresión (12) se obtiene:

$$\vartheta = C_1 r + \frac{C_2}{r} - \frac{1}{Dr}\int [r \int Q\ dr]\ dr, \qquad (2.12)$$

(13)

Siendo C_1 y C_2, las constantes arbitrarias de integración que se deben determinar de las condicione de borde, en cada caso concreto. La fuerza cortante *Q* se puede obtener de la ecuación de equilibrio (2.9), pero esto resulta mucho más cómodo, analizando las condiciones de equilibrio de la parte central de la placa que se obtiene por la sección cilíndrica de radio *r.* Este método de determinación de la fuerza cortante se ilustrara en los ejemplos que más abajo se analizan.

Una vez obtenida la función ϑ (2.12), se hallan las expresiones (2.7), los momentos flectores $M_r\ y\ M_t$ y de la expresión (2.1), la flecha *w*. Conociendo los momentos flectores es fácil obtener las tensiones. Comparando (2.6) con (2.7) se demuestra que

$$\sigma_r = \frac{E_z}{1-\mu^2} * \frac{M_r}{D} \quad ; \quad \sigma_t = \frac{E_z}{1-\mu^2} * \frac{M_t}{D}$$

E introduciendo aquí la expresión de *D* (9) se obtiene:

$$\sigma_r = \frac{12M_r}{h^3}\ z \ ; \ \sigma_t = \frac{12M_t}{h^3}\ z$$

Las máximas tensiones surgen cuando $z = \pm\frac{h}{2}$ y, por lo tanto,

$$\sigma_r^{max} = \pm\frac{6M_r}{h^2} \quad ; \quad \sigma_t^{max} = \pm\frac{6M_t}{h^2} \qquad (2.13)$$

(14)

Aplicando estas ecuaciones a placas con diferentes condiciones en el contorno figura 6 a) empotrada en el contorno y figura 6 b) articulada en el contorno se obtiene.

Para la placa empotrada en su contorno:

$$M_r = \frac{p}{16}[R^2(1+\mu) - r^2(3+\mu)] \qquad (15)$$

$$M_t = \frac{p}{16}\left[R^2(1+\mu) - r^2(1+3\mu)\right] \qquad (16)$$

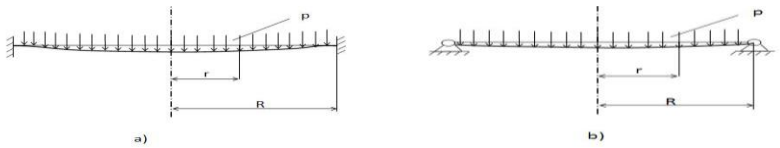


Figura 6. Placas curvas: a) Empotrada en su contorno. b) Articulada en su contorno.

$$w = \frac{p}{16D}\left[C_3 - \frac{1}{2}R^2r^2 + \frac{r^4}{4}\right] \qquad (17)$$

Donde C_3 se obtiene de que el desplazamiento w en el contorno es cero. Así:

$$C_3 = \frac{1}{4}R^4 \qquad \text{y} \qquad w = \frac{p}{16D}(R^2 - r^2)^2 \qquad (18)$$

Como vemos, la placa se flexiona según una superficie de cuarto orden.
En el segundo caso de apoyo articulado en el contorno se obtiene:

$$M_r = \frac{p}{16}(3+\mu)(R^2 - r^2) \qquad (19)$$

$$M_t = \frac{p}{16}(3+\mu)\left(R^2 - \frac{1+3\mu}{3+\mu}r^2\right) \qquad (20)$$

La expresión de los desplazamientos es la siguiente,

$$w = \frac{p}{16D}\left[C_3 - \frac{3+\mu}{1+\mu}\frac{R^2r}{2} + \frac{r^4}{4}\right] \qquad (21)$$

La constante C_3 se determina, de nuevo, de tal manera que sea nulo el desplazamiento w en el contorno,

$$C_3 = \frac{R^4}{4} * \frac{5+\mu}{1+\mu} \quad ,$$

y $$w = \frac{p}{16D}\left[\frac{1}{4}\frac{5+\mu}{1+\mu}R^4 - \frac{1}{2}\frac{3+\mu}{1+\mu}R^2r + \frac{1}{4}r^4\right] \qquad (2.18) \qquad (22)$$

Las ecuaciones para el cálculo de los momentos flectores M_r y M_t son las mismas para una placa curva con orificios que sin orificios, la diferencia estriba en el

momento de inercia de la placa por unidad de longitud y la distancia de la línea neutra a la fibra más alejada $y_{max.}$ Las ecuaciones para el cálculo de las tensiones son las que se modifican, pues varía el momento de inercia de la sección por unidad de longitud y en algunos casos puede variar la altura $y_{max.}$ Las ecuaciones generales para las tensiones máximas en este caso se escribirán como sigue:

$$\sigma_r = \frac{M_r}{Ir}\text{ymax} \;\; ; \;\; \sigma_t = \frac{12}{It}\text{ymax} \qquad (23)$$

Se analizará primero un plano radial de la placa. Para hacer más general la solución se considerará el paso de los orificios variable así como los diámetros de los orificios.

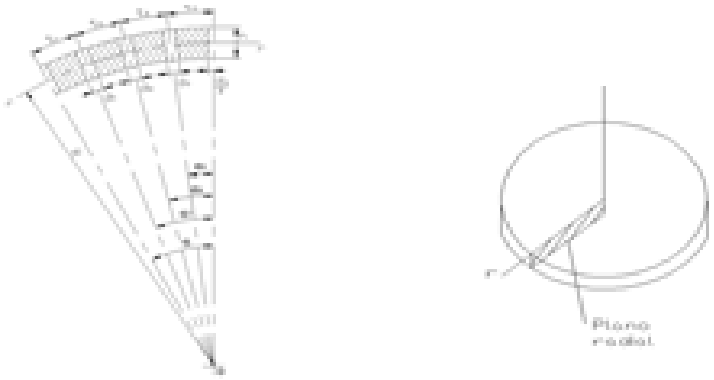


Figura 7. Vista del Plano Radial de una Placa con Orificios Radiales.

Caso1: Orificios radiales. Plano radial.

El momento de inercia por unidad de longitud de la placa en este plano para paso t variable y orificios de diferentes diámetros será:

$$I_r = \frac{\left(\frac{h^3}{12}\sum_{i=1}^{n} t_i - \frac{1}{12}d_1h^3 - \frac{1}{12}d_2h^3 - \cdots - \frac{1}{12}d_nh^3\right)}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \qquad (3.2)$$

(24)

$$I_r = \frac{h^3}{12}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}\right) \qquad (25)$$

$$\sigma_r = \frac{M_t * \frac{h}{2}}{I_r} \qquad (3.3)$$

(26)

$$\sigma_r = \frac{6\ M_t}{h^2\left(1 - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d_i}{t_i}\right)\right)}$$

En la figura 8 se dan las tensiones radiales para una con orificios radiales articulada y empotrada en su contorno y su variación a través del radio

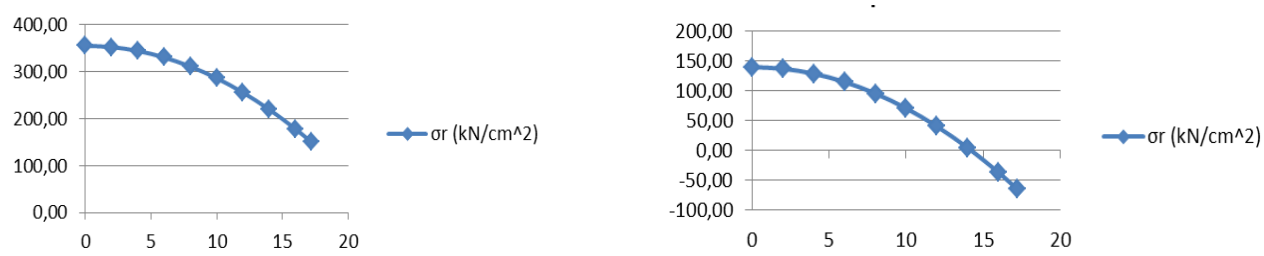


Figura 8. Valores de σ_r en una placa curva con orificios radiales a) Articulada en su contorno. b) Empotrada en su contorno.

Caso 2: Orificios radiales. Plano circunferencial.

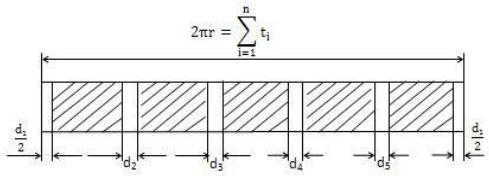


Figura 9. Orificios radiales. Plano circunferencial.

$$I_t = \frac{\frac{h^3}{12}\sum_{i=1}^{n} t_i - \frac{h^3}{12}\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i} \qquad (3.4)$$

(27)

$$I_t = \frac{h^3}{12}\left(1 - \sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{t_i}\right) \qquad (28)$$

$$\sigma_t = \frac{M_r \frac{h}{2}}{I_t} \qquad (3.5)$$

(29)

$$\sigma_t = \frac{6\ M_r}{h^2\left(1 - \sum_{i=1}^{n}\frac{d_i}{t_i}\right)}$$

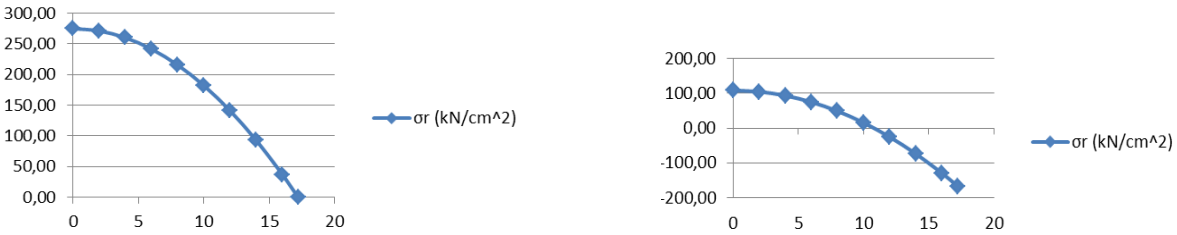


Figura 10. Valores de σ_t de una placa con orificios radiales a) Articulada en su contorno. b) Empotrada en su contorno.

Caso 3: Orificios verticales. Plano radial.

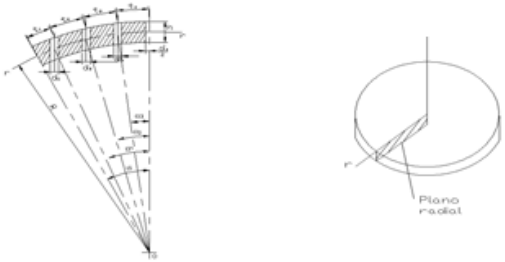


Figura 11. Vista del Plano Radial de una Placa con Orificios Verticales.

Momento de inercia de un orificio con relación al eje r.

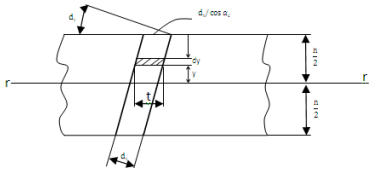


Figura 12. Momento de inercia de un orificio vertical con relación al eje r.

$$I_r = 2\int_0^{\frac{h}{2}} y^2\, dA = 2\int_0^{\frac{h}{2}} y^2 d_i\, d_y$$

$$I_r = 2\int_0^{\frac{h}{2}} \frac{d_i}{\cos\alpha_i} y^2 d_y = \frac{2\, d_i y^3}{3\cos\alpha_i}\int_0^{\frac{h}{2}} = \frac{h^3 d_i}{12\cos\alpha_i}$$

$$I_r = \frac{\frac{h^3}{12}\sum_{i=1}^{n} t_i - \sum_{i=1}^{n}\frac{h^3 d_i}{12\cos\alpha_i}}{\sum t_i}$$

$$I_r = \frac{h^3}{12}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{\cos \alpha_i}}{\sum_{i=1}^{n} t_i}\right) \qquad (3.6)$$

$$\sigma_r = \frac{M_t \frac{h}{2}}{I_r} \qquad (3.7)$$

$$\sigma_r = \frac{6\, M_t}{h^2\left[1 - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d_i}{t_i \cos \alpha_i}\right)\right]}$$

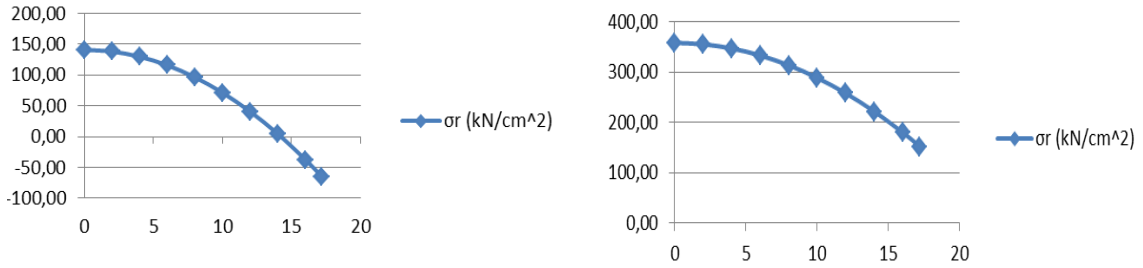
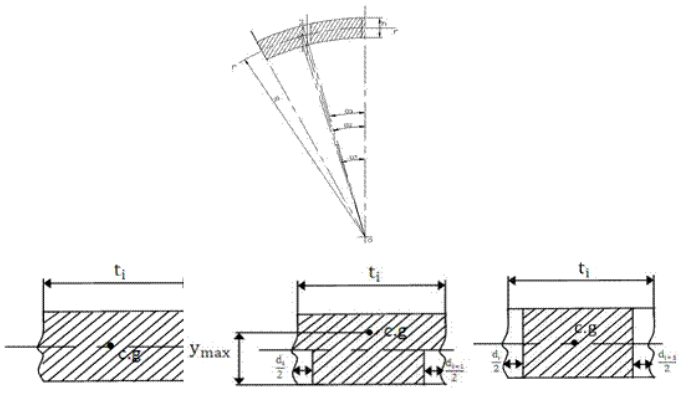


Figura 13. Valores de σ_r y σ_t de una placa con orificios verticales articulada en su contorno.

Caso 4: Orificios verticales. Plano circunferencial

En la Figura 13 se muestran las tres posibles posiciones de la sección radial que abarque un orificio en una placa con orificios verticales. La posición 1 (Figura 13 a) es la menos peligrosa ya que los orificios en esta sección no representan ningún debilitamiento del área y el centroide se mantiene a la altura de la línea media de la placa. Es igual a la placa sin orificios. En la posición 2 el área de la sección en un paso cualquiera se debilita tal como se muestra en la figura 13 b y su centroide se desplazará hacia arriba lo que es perjudicial para las tensiones ya que $y_{max} > \frac{h}{2}$

La posición 3 coincide con la placa con orificios radiales caso que fue analizado anteriormente. Se limitará el análisis a lo que sucede en el caso 2 que es la situación nueva en este caso. Se hallará primero la posición del centroide para poder hallar y_{max}



a) Posición 1 b) Posición 2 c) Posición 3

Figura 14. Posiciones del centroide para este caso del plano circunferencial de una placa con orificios verticales.

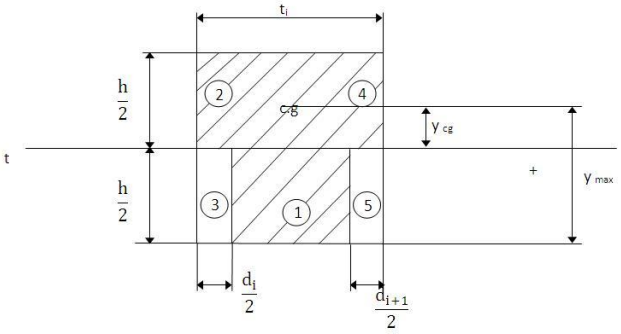


Figura 15. Posición del centroide para el caso b) posición 2.

$$y_{cg} = \frac{\sum A_i * \overline{yi}}{\sum A_i} = \frac{\frac{d_i\, h}{4} + \frac{d_{i+1}\, h}{4}}{\left(t_i - \frac{d_i}{2} - \frac{d_{i+1}}{2}\right) h}$$

$$y_{max} = \frac{h}{2} + y_{cg} = \frac{h}{2} + \frac{\frac{d_i\, h}{4} + \frac{d_{i+1}\, h}{4}}{\left(t_i - \frac{d_i}{2} - \frac{d_{i+1}}{2}\right) h} \qquad (3.8)$$

Momento de inercia de la sección neta con relación al eje r-r para un paso cualquiera aplicando el teorema de los Ejes Paralelos

$$I_t = \frac{\frac{1}{12} t_i . h^3 - \left[\frac{1}{12} * \frac{d_i}{2} * \left(\frac{h}{2}\right)^3 + \frac{d_{i+1}}{2} * \frac{h}{2} * \left(\frac{h}{2}\right)^2\right] - \left[\frac{1}{12} * \frac{d_{i+1}}{2} * \left(\frac{h}{2}\right)^3 + \frac{d_{i+1}}{2} * \frac{h}{2} * \left(\frac{h}{2}\right)^2\right]}{t_i}$$

El momento de inercia general será:

$$I_t = \frac{\frac{h^3}{12}\sum t_i - \frac{h^2}{12}\left[\sum_{i=1}^{n} d_i\ h + \sum_{i=1}^{n} d_i\right]}{\sum_{i=1}^{n} t_i}$$

$$I_t = \frac{h^3}{12}\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i - \sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} t_i}\right] \qquad (3.9)\ \sigma_t = \frac{M_r^* \left[\frac{h}{2} + \left(\frac{\frac{d_i\ h}{4} + \frac{d_{i+1}\ h}{4}}{\left(t_i - \frac{d_i}{2} - \frac{d_{i+1}}{2}\right) h}\right)_{max}\right]}{\frac{h^3}{12}\left[1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i - \sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{n}}{\sum_{i=1}^{n} t_i}\right]}$$

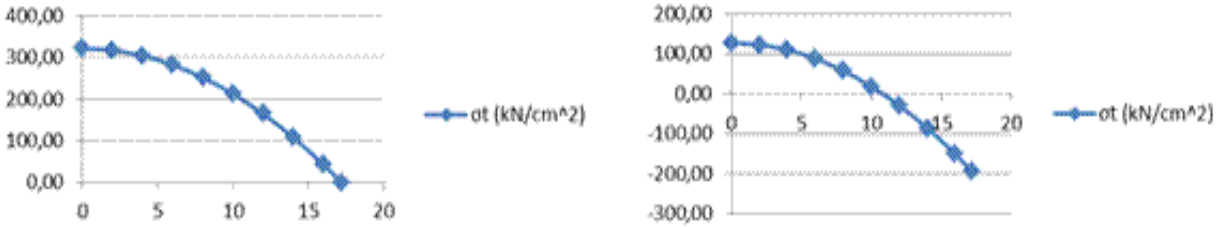


Figura 16. Valores de σ_t de una placa con orificios verticales a) Articulada en su contorno. b) Empotrada en su contorno.

Tabla 1. Comparación de los resultados.

	Modelo análitico			
Tensión equivalente (σ_{eq})	Condiciones	Placa Rellena	Placa con Orificios Verticales	Placa con Orificios Radiales
	Centro	25.89 kN/cm^2	134.58 kN/cm^2	127.32 kN/cm^2
	Contorno	35.22 kN/cm^2	171.59 kN/cm^2	145.74 kN/cm^2
	Valores de Tensión mediante el Software ANSYS 13.1			
Tensión equiv. (σ_{eq})	Centro	10.20 kN/cm^2	13.30 kN/cm^2	12.96 kN/cm^2
	Contorno	37.50 kN/cm^2	25.71 kN/cm^2	25.09 kN/cm^2

Se procesó el Plato Macizo sin orificios para validar el modelo MEF. En la figura 17 se muestra los resultados y la comparación con los analíticos, la que fue muy buena.

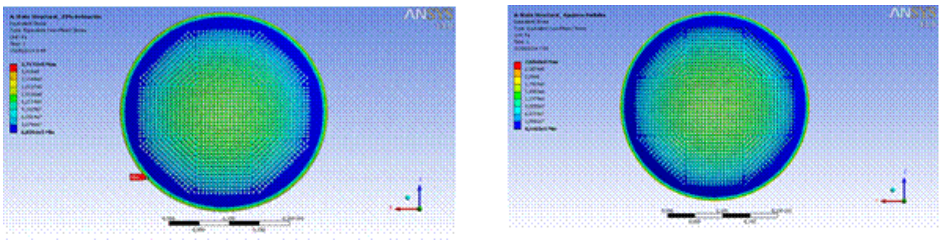


Figura 17. Tensiones equivalentes por la 4ta Teoría de Resistencia de Hubber-Von Mises-Hencky y su comparación con los analíticos para la placa curva sin orificios.

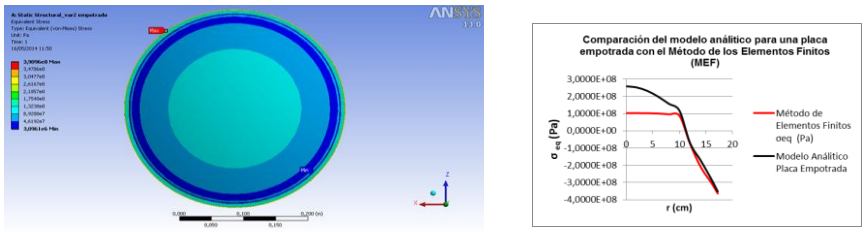


Figura 18. Tensiones equivalentes por la 4ta Teoría de Resistencia de Hubber-Von Mises-Hencky para la placa curva con orificios a) verticales y b) radiales.

El análisis de la tabla 1 corresponde a la placa empotrada en sus extremos comparando los resultados por la cuarta hipótesis de resistencia. Como se

observa en la tabla en la placa con orificios verticales las tensiones dan mayores que con orificios radiales, o sea, que se confirma la Hipótesis de que los orificios verticales perjudican a la placa. Se aprecia también de la Tabla que las tensiones calculadas por el MEF dan menores que por el Método Analítico.

El Método de los Elementos Finitos contempla la rigidez de los elementos al calcular las tensiones y evidentemente la placa con orificios es mucho menos rígida, se comporta de forma mucho más cercana a una membrana y por lo tanto al ser más flexible las tensiones dan menores.

Tal vez la razón más importante es que el Método de los Elementos Finitos contempla el área real sobre la cual actúa la presión del fluido, esa es la razón por la cual por este Método las tensiones máximas en la placa rellena o maciza dan en el orden del 50 % mayores que en las placas con orificios. La relación de áreas netas entre ambas placas es: para la placa maciza: A = 94 491,5 mm^2 y en la placa con orificios es: A = 67 539,2 mm^2, como se aprecia en el orden del 50 % mayor lo que explica las diferencias en este sentido.

El otro Elemento que introduce diferencias es la concentración de tensiones. En el cálculo analítico se consideró la concentración de tensiones para una placa con un solo orificio. En la Mecánica de Materiales no existe ningún Modelo para orificios múltiples en una placa, sin embargo el Método de los Elementos Finitos considera la concentración real existente en cualquier modelo tomando en cuenta la forma real del elemento.

Por todas estas razones es necesario considerar que el Modelo de Elementos Finitos es válido y se hace necesario introducir algunos coeficientes de corrección para el Modelo Analítico, que se pretende calcularlos como la relación entre la tensión obtenida por el MEF y la del Modelo. Los coeficientes serán menores que la unidad.

CONCLUSIONES

Se desarrollaron sendos modelos matemáticos para placas curvas de pequeña curvatura con orificios verticales y radiales. Se obtuvieron las ecuaciones para calcular las tensiones en los planos radial y circunferencial. Las cuales se aplicaron al plato de apoyo de la Bomba Máster MP 2C120 de la Planta Glucosa

de Cienfuegos, con orificios verticales y con orificios radiales, con contorno articulado y contorno empotrado, obteniéndose las siguientes conclusiones específicas:

Las tensiones en las placas curvas con orificios radiales son menores que en las placas curvas con orificios verticales, concluyéndose que la posición vertical de los orificios que es como se están fabricando los platos actualmente incrementa las tensiones. En las placas curvas con contorno articulado con orificios, las tensiones máximas ocurren en el centro de la placa:

En las placas con orificios radiales estos valores máximos son:

σ_r = 355 kN/cm^2 y σ_t = 274,9 kN/cm^2.

En las placas con orificios verticales estos valores máximos son:

σ_r = 358 kN/cm^2 y σ_t = 320,72 kN/cm^2.

En las placas curvas con contorno empotrado con orificios las tensiones máximas pueden ocurrir casuísticamente en el centro o en el contorno de la placa:

En las placas con orificios radiales estos valores máximos son:

σ_r = 139,83kN/cm^2 (en el centro) y σ_t = 166,61 kN/cm^2 (en el contorno).

En las placas con orificios verticales estos valores máximos son:

σ_r = 141,03 kN/cm^2 (en el centro) y σ_t = -194,37 kN/cm^2 (en el contorno).

Todos estos valores de tensiones incluyen el factor de concentración de tensiones de una placa con orificios dado por Pisarenko, Yakovlev, & Matveevm (1989).

Durante la aplicación se concluyen las razones de por qué aplicando esta tecnología las tensiones dan menores que las obtenidas por el Modelo analítico. Se confirma la conclusión obtenida ya anteriormente que los orificios verticales perjudican la resistencia del as placas más que los orificios radiales.

Se explican las razones por las cuales existen diferencias en la aplicación del MEF entre una placa rellena o maciza en el cual las tensiones máximas dan en el orden del 50 % mayores que en las placas con orificios. Se concluye finalmente que el Modelo de Elementos Finitos es válido y se hace necesario introducir algunos coeficientes de corrección para el Modelo Analítico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becker, A. (1999). Introduction to Nonlinear Finite Element Analysis. University of Nottingham: United Kingdome.

Beer, F. P., & Johnston, E .R. (1993). Mecánica de Materiales.2ª. Ed. Colombia: Mc Graw -Hill.

Burgos, J. S. (2000). Teoría de los Procesos de Soldadura. Material de la Maestría de Ingeniería Mecánica. Santa Clara: UCLV.

Cernuschi, D. J. (2003). Elementos Finitos. Ejemplo de aplicación. Consideraciones sobre el uso de los Elementos Finitos. Recuperado de http://www.unlp.edu.ar/estruc3b/mefa.pdf

Chandrupatla, T., & Belengundu, A. (1997). Introduction to Finite Elements in Engineering. New Jersey: Prentice Hall.

Dobrovolski, V. (1970). Elementos de Máquinas. Moscú: Editorial MIR.

Felippa, C.A. (2001). Introduction to Finite Elements Methods. Colorado: University of Colorado.

Feodosiev, V.I. (1985). Resistencia de Materiales. Moscú: Editorial MIR.

Feodosiev, V.I. (1993). Diez conferencias sobre Resistencia de Materiales. Moscú: Editorial MIR.

Fernández Levy, G. S. (1983). Resistencia de Materiales. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Fitzgerald, F. (1996). Mecánica de Materiales. México: Editorial Alfa Omega S.A. de C.V.

Kenneth, J. (1990). BOMBAS Selección, uso y mantenimiento. Madrid: Editorial Mc Graw Hill.

Mataix, C. (2006). Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Madrid: Ediciones del Castillo, S.A.

Pisarenko, G., Yakovlev, A., & Matveev, V. (1989). *Manual de Resistencia de Materiales.* Moscú: MIR.

Reshetov, D. (1985). Elementos de Máquina. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.

Shigley, J. E., & Mischke, C. R. (1997). Diseño en Ingeniería Mecánica. Quinta Edición. Madrid: Editorial Mc Graw Hill.