

# TECNO ESUFA

Revista de Tecnología Aeronáutica

ISSN 1900-4303 VOLUMEN 11-JULIO 2009



**“La innovación de la investigación científico  
tecnológica al servicio de la defensa del país”**

*90*  
Años

**FUERZA AÉREA COLOMBIANA**

Escuela de Suboficiales

“CT Andrés M. Díaz”



## TECNO ESUFA

VOL. 11 JULIO DE 2009

### LA INNOVACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICO TECNOLÓGICA AL SERVICIO DE LA DEFENSA DEL PAÍS

Es una publicación académica, científica y tecnológica de la Escuela de Suboficiales CT. Andrés María Díaz Díaz de la Fuerza Aérea Colombiana, cuyo propósito se fundamenta en la divulgación de artículos, resultado del proceso de investigación formativa, de investigación tecnológica y de las investigaciones de las instituciones involucradas y especializadas en el campo aeronáutico militar y civil.

#### DERECHOS RESERVADOS

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización del Consejo Editorial.

La publicación y la institución no es responsable legal de los conceptos expresados en los artículos ya que solo expresan la opinión de los respectivos autores y no genera la acusación de honorarios.

Nos reservamos el derecho de publicar los artículos seleccionados por el Comité Evaluador.

**Idioma:** Español

**Publicación:** Semestral

**Número de ejemplares:** 500

**ISSN:** 1900 - 4303

**Publicación:** Sin ánimo de lucro

**Distribución:** Interna

#### NORMAS PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

El artículo debe ser un trabajo inédito y responder a un proceso de investigación en ciencia y tecnología aeronáutica.

El artículo debe relacionar el nombre, cargo, y especialidad del gestor y autor del proyecto.

El artículo debe llevar un resumen en inglés y en español con sus palabras claves.

Los artículos deben ser enviados en el primer y tercer trimestre de cada año, en medio impreso, magnético o vía Internet.

## INFORMACIÓN Y CORRESPONDENCIA

Enviar los artículos a: Escuadrón de Investigación Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz Cra . 5 No. 2 - 92 Sur Madrid Cundinamarca www.esufa.edu.co E-mail:investigacion.academico@gmail.com

#### COMITÉ ARBITRAJE.

##### Francia Cabrera Castro

Magister en Física, Estudiante Doctorada

##### Olga Esperanza Terreros Carrillo

Magister en Educación

##### Mariela Rodríguez Acosta

Magister en Educación

##### TE. Gerson Ricardo Jaimes Parada

Candidato a magister en tecnologías de la información aplicadas a la educación

##### Alicia Del Pilar Martínez

Especialista en docencia universitaria y alta gerencia.

##### Flor Esperanza Hernandez De Santos

Magister en Educación

#### COMITÉ DE EVALUACIÓN

##### TJ. Carlos Orlando Grau Acero

Jefe Tecnología Mantenimiento Aeronáutico

##### TJ. Jesús Antonio Rodríguez Muñoz

Jefe de Tecnología Electrónica Aeronáutica

##### TS. Juan Alfonso Piñeros

Jefe Tecnología Comunicaciones y Tránsito Aéreo

##### TP. Jorge Puentes Fajardo

Jefe Tecnología Seguridad Aeroportuaria

##### OD13. Carlos Escobar

Jefe Tecnología Abastecimientos Aeronáuticos

##### OD13. William Pinilla

Piloto Administrador Educativo. Esp. Docencia Universitaria.

##### OD13. Efrain Quintero

Ing. Mecánico, Esp. Docencia Universitaria OD13 . OD13.

##### OD13. Fernando Cortés Díaz

Lic. Matemáticas. Esp. Docencia Universitaria Esp. Didáctica de las Matemáticas.

##### OD14. Luis Alfonso Rey Mora

Lic. en Ciencias Sociales. Abogado. Esp. Docencia Universitaria. Esp. Derecho Administrativo y Contratación Estatal.

##### OD13. Patricia Cadena

Ing. Electrónica especialista en docencia universitaria

##### TJ (R) Jairo Alfonso Ruiz Baracaldo

Técnico en mantenimiento aeronáutico Esp. motores

#### ESPAÑOL · INGLES

##### Od14. Neyda López Arévalo

Licenciada en lenguas. Esp. Docencia Universitaria

# TECNO ESUFA

VOL. 11. • JULIO DE 2009

LA INNOVACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICO TECNOLÓGICA AL SERVICIO DE LA  
DEFENSA DEL PAIS.



## EDITOR

**CR. Iván José Chamorro Vallejo**  
Director Escuela de Suboficiales

## COMITÉ EDITORIAL

**CR. Julián Forero Soto**  
Subdirector de la Escuela de Suboficiales  
**MY. Francisco Javier García Celis**  
Comandante Grupo Académico (E)  
**TE. Gerson Ricardo Jaimes**  
Comandante Escuadrón Investigación  
**ST. Gina Marcela Zabaleta**  
Comandante Escuadrón Tecnológico  
**ST. Nelson Enrique Gómez Reina**  
Jefe de Laboratorios  
**OD16. Alicia Martínez**  
Jefe de Investigación Formativa  
**OD13. Francia María Cabrera**  
Jefe de Investigación Desarrollo Tecnológico

## DIRECCIÓN

**Escuela de Suboficiales**  
**CT. Andrés María Díaz Díaz**  
Cra. 5 No. 2-92 Sur  
Madrid Cundinamarca/Colombia  
Teléfono (1) 8209078 / 80  
Escuadrón de Investigación  
E-mail: investigacion.academico@gmail.com  
Website: www.esufa.edu.co

## Diseño, Prerensa e Impresión:

**Marquillas S.A.**  
www.marquillas.com.co

# Índice

## EDITORIAL

**Coronel Iván José Chamorro Vallejo**  
Director Escuela Suboficiales FAC 3

## INSTITUCIONALES

**Una práctica permanente que consolida cultura de la calidad y fortalece la comunidad académica**  
PU.04 Esperanza Hernández de Santos 4

**Un camino hacia la recertificación de alta calidad de los programas tecnológicos.**  
PU.04 Olga Esperanza Terreros Carrillo 6

## CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

**Banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T y PT-6/T-3b.**  
S. Jiménez Pérez Juan  
DS. Lancheros Moreno William  
DS. Herrera Velazco Luís 10

**Herramienta extractora de los visores de aceite de las cajas de transmisión en los helicópteros medianos de la Fuerza Aérea Colombiana.**  
DS. Infante Moreno Rodrigo 18

**Herramienta de sujeción de los Locking Strip para la rueda de turbina motor J 85**  
BR. Morales Amaya Jhon Heidisson  
DS. Tarazona Salcedo Ángel Enrique 21

**Conjunto de herramientas especializadas para la medición del juego axial en balineras de los links de los helicópteros medianos**  
SB. Quiroga Vergara Luis  
SB. Ramirez Ramirez Duberney  
DR. Serrano Soler Anderson 26

**Diseño conceptual y preliminar de un cohete portador para órbitas bajas.**  
Octavio H. Calderón Urrea.  
Jhonathan O. Murcia Piñeros. 36

**Avance de los sensores de captación de video en los circuitos cerrados de televisión**  
T3. Alfaro Duarte Bernardo 42

## EDUCACIÓN AERONÁUTICA

**La argumentación paradigmática en ciencias físicas. La equivalencia entre el calor y el trabajo**  
Francia M. Cabrera C. MgT 46

## HISTORIA AERONÁUTICA

**Notas y claves hacia la investigación musical, en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea**  
TS. Forero Farfán Carlos Arturo 57

**Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana 77 años** 64

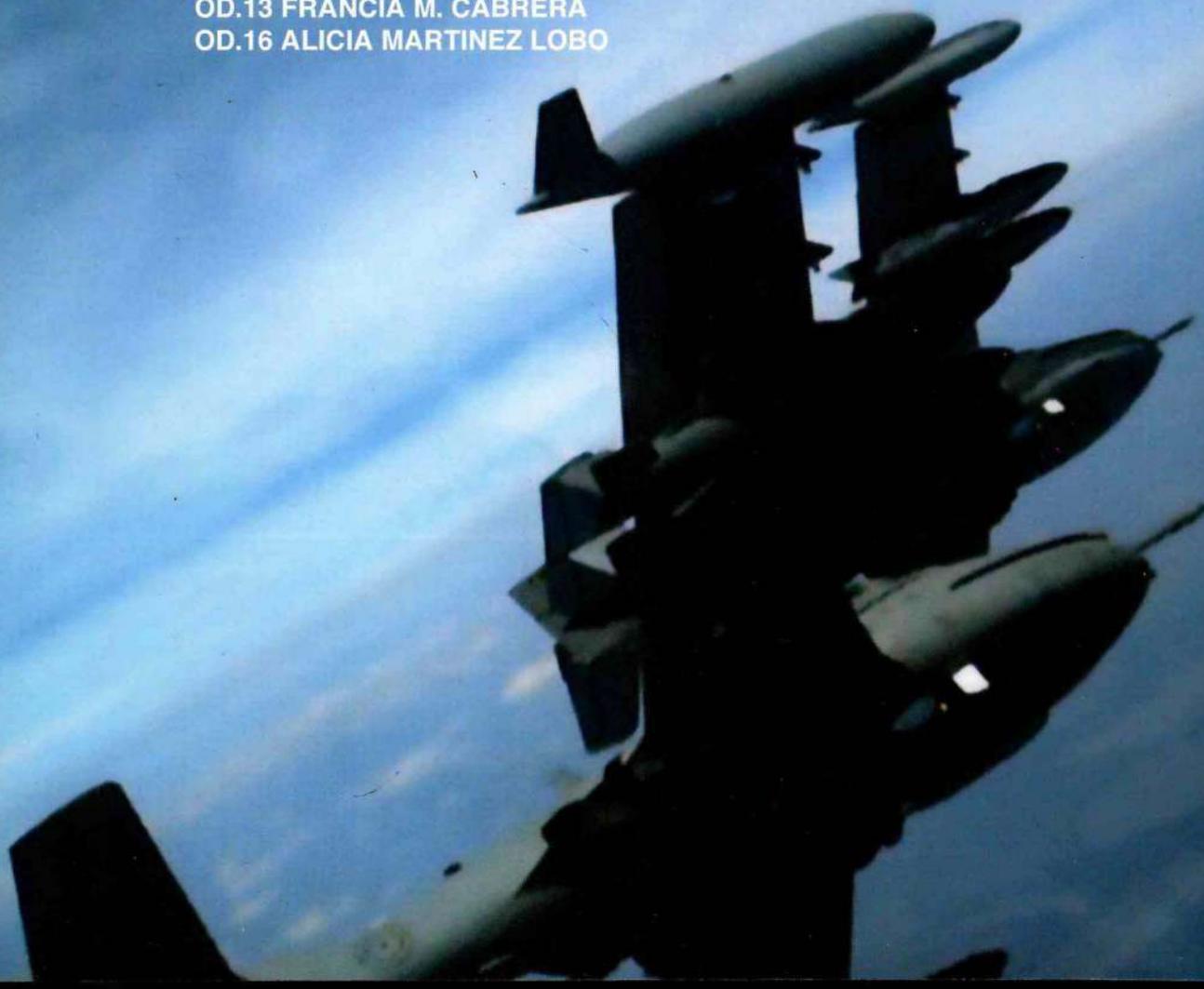
# Presentación



La investigación en innovación ciencia y tecnología aeronáutica ofrece la posibilidad del desarrollo competitivo, el cual puede entenderse como el proceso que transforma un problema o necesidad en una solución creativa, la cual se caracteriza por conducir, combinar ideas o sistemas de una manera original estableciendo asociaciones entre ellas y por su capacidad para canalizar las aportaciones creativas hasta convertirlas en resultados productivos.

En su proceso de mantener la alta calidad y alcanzar la excelencia académica, la Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz, en el campo de la investigación tanto formativa como desarrollo tecnológico aeronáutico, ha tomado una dinámica visible hacia la investigación en innovación y creatividad para el desarrollo competitivo de una tecnología aeronáutica en el siglo XXI, con la realización de varios proyectos prototipo que siguen las rutas y campos de la Fuerza Aérea Colombiana los cuales presentamos a continuación en modalidad de artículo. Esto evidencia la visibilidad que la Escuela ha logrado en adquirir en el contexto de las instituciones de educación superior y su participación activa en procura de una cultura aeronáutica y aeroespacial.

**TE. GERSON RICARDO JAIMES PARADA**  
**ST. NELSON ENRIQUE GOMEZ REINA**  
**OD.13 FRANCIA M. CABRERA**  
**OD.16 ALICIA MARTINEZ LOBO**



# Editorial

La Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana "CT ANDRÉS M. DIAZ" en sus 77 años de existencia, ha contribuido con la cultura aeronáutica del País, desde el nivel de la educación tecnológica.

Esta contribución se hace evidente en la Escuela con resultados tales como la obtención de Registro Calificado para dos nuevos programas tecnológicos: Inteligencia y Defensa Aérea, con el fin de contar con profesionales altamente calificados en el espacio aéreo y de esta manera poder cumplir con la misión constitucional.

Se está fortaleciendo la formación de los alumnos, mediante la movilidad internacional y a través del convenio con la *Inter American Air Force Academy* (IAFAA), donde los futuros suboficiales adquieren nuevas competencias y habilidades para su desempeño profesional.

Igualmente se han encaminado esfuerzos en el desarrollo profesoral, generando espacios y recursos que permitan al docente alcanzar niveles de formación en especialización, maestría y doctorado.

Finalmente se tiene articulación de nuestros procesos en innovación e investigación tecnológica con otras instituciones de ciencia y tecnología del Ministerio de Defensa, la Dirección de Ciencia y Tecnología de la Fuerza Aérea Colombiana, la Corporación para la Industria Aeronáutica de Colombia (CIAC), el Departamento de Ciencia y Tecnología e Innovación de Colciencias y Departamentos de Investigación de Instituciones de Educación Superior del País.

Todo esto con el fin de seguir en el camino de la búsqueda del desarrollo tecnológico de nuestra Fuerza Aérea.

**CORONEL IVÁN JOSÉ CHAMORRO VALLEJO**  
Director Escuela de Suboficiales FAC



CR. Iván José Chamorro Vallejo





## **La auto-evaluación en ESUFA: Una práctica permanente que consolida cultura de la calidad y fortalece la comunidad académica**

**The self-evaluation in ESUFA:  
A practice that consolidates the culture  
of permanent quality and strengthens the  
academic community**

*Fecha de recepción: Febrero 10 de 2009*  
*Fecha de aprobación: Abril 23 de 2009*

PU.04 ESPERANZA HERNÁNDEZ DE SANTOS \*

"Dos son los agentes del acto de asignar valores de calidad:  
La institución cuando así misma se evalúa y se valora con lealtad- visión desde  
adentro e introspectiva o autoevaluación, y alguna persona o entidad externa  
que desde fuera juzga las calidades universitarias; es la heteroevaluación"

Alfonso Borrero C., S.J.

Estas reflexiones surgen desde la experiencia obtenida a través de una década de implementación de la Auto-evaluación como proceso en la Escuela de Suboficiales, proceso que ha contribuido significativamente al mejoramiento continuo de la calidad educativa y ha construir "camino y cultura hacia la excelencia educativa".

Hace diez años hablar de evaluación desde la óptica educativa generaba gran incertidumbre, interrogantes, resistencia al proceso y finalmente ante los resultados tensiones, reacciones y aún más cuando estos resultados en términos de gestión académica no eran los esperados.

Sin embargo, la perseverancia, el compromiso y el dar crédito a esos resultados, finalmente condujeron a que la Escuela se adhiriera a unas estrategias, instrumentos y métodos, válidos, transparentes y objetivos conducentes a ese

\* Magister en Educación. Jefe Autoevaluación-Institucional. E-mail:Investigación.academico@gmail.com

auto-examen sobre su quehacer, para demostrar no solo la construcción de comunidad académica, sino el aseguramiento de la calidad educativa.

Hoy, el tema de la evaluación permanente, se ha convertido en objetivo en nuestra institución, mostrando año tras año, la preocupación y el interés de Directivos, Docentes, Estudiantes, Egresados y personal Administrativo por la calidad de los procesos académico-administrativos. Por ello ha hecho de este mecanismo una oportunidad para generar consensos en la comunidad académica, cultura de la autoevaluación y autorregulación y algo muy importante: la lectura y comprensión de nuestra propia cultura –castrense- que desarrolla procesos de educación superior para la Fuerza Aérea en el ámbito tecnológico, de su personal militar.

Así mismo por la especificidad de los procesos misionales que desarrolla la institución Fuerza Aérea Colombiana, la propuesta de evaluación para la Escuela está concebida teniendo en cuenta que la Escuela como una organización del estado, que cumple funciones esenciales de servicio en el ámbito educativo y de seguridad para la sociedad dentro de la cual está inmersa y ella apunta a consolidar un modelo incluyente y sistémico de las diferentes formas de evaluación y seguimiento con las que cuenta la institución.

**El esquema muestra como se integran las formas de evaluación en ESUFA, como una práctica permanente que garantice una mejora continua de la calidad de la institución**

El esquema anterior muestra como se integran las formas de evaluación en ESUFA, como una práctica permanente que garantice una mejora continua de la calidad de la institución, la cual debe hacerse a partir de unas fuentes de información institucional y de procesos que conduzca a verificar y evidenciar el cumplimiento de estándares, parámetros, requisitos y criterios en coherencia con los entes que nos regulan como institución del Estado.

En tal virtud considero necesario exhortar a la comunidad académica a retomar el camino ya aprehendido y recorrido pues pertenecer a una institución excelente en materia educativa significa, como estudiante: sentir que sus esfuerzos por su formación están siendo evidenciados no solo por los académicos, sino posteriormente por sus superiores en el ámbito profesional como egresados; como docentes: es la satisfacción de tener el reconocimiento del gobierno, de la academia y de la sociedad por la labor desarrollada; como directivo: es mostrar que la contribución a la calidad de la tarea misional ha sido fructífera y significativa en términos de la sociedad y del país.

Finalmente, reitero lo expresado anteriormente en asumir desde el ejercicio auto-evaluativo una posición activa, participativa y de liderazgo que nos lleve a fortalecer el desarrollo de una cultura de auto-evaluación, auto-reflexión y mejora continua de la calidad.

# Un camino hacia la recertificación de alta calidad de los programas tecnológicos.

## A way for a second time high quality certification for technology programs

Fecha de recepción: Febrero 19 de 2009  
Fecha de aprobación: Abril 23 de 2009

PU4. OLGA ESPERANZA TERREROS CARRILLO.\*

*“La renovación de la Acreditación se mantiene en la misma línea de autonomía con responsabilidad y se fundamenta en un concepto de calidad dinámico en que la aproximación al deber ser se da como un proceso histórico de continuo acercamiento a la excelencia.”*

**Consejo Nacional de Acreditación – CNA – Guía 04. 2006**

Han transcurrido tres años desde el momento en que la Escuela de Suboficiales logró el reconocimiento en alta calidad para sus cinco programas tecnológicos por parte del Ministerio de Educación Nacional.

Hoy, ad portas de la finalización del periodo definido para verificar nuevamente el cumplimiento de la misión social que enmarca la escuela como Institución de Educación Superior, surge como respuesta el proyecto “Rotor II”, como sucesor de aquel que facilitó el camino metodológico para el logro de la Acreditación. Rotor II pretende de igual forma ser la herramienta académico – administrativa unificadora de conceptos, estrategias y acciones que en forma clara, precisa y ante todo contextualizada demarque la ruta a la renovación de la acreditación de programas con el sello tácito del mejoramiento continuo y la permanente construcción de comunidad educativa que pretende nuestro ente rector en este aspecto que es el Consejo Nacional de Acreditación.

Gracias a las bondades que el proceso de acreditación ha dejado en la Escuela de Suboficiales contamos con un sistema de navegación que apunta al faro de la alta calidad en forma unificada con las políticas que como Institución militar cumplimos, logrando demostrar que la calidad, no es solo un concepto; sino un cambio en la cultura institucional donde el adormecimiento ante las fallas es prohibido y la permanente reflexión sobre el quehacer se convierte en una norma.

\* Jefe Sección Acreditación. Magister en Educación . Escuela de Suboficiales. E-mail:Investigación.academico@gmail.com



Foto 1. Diplomas acreditación

Mas... llegando hacia lo tangible se hace necesario como ya se expresó demarcar la ruta de la calidad que en el momento histórico de la escuela apunta tanto a la Recertificación de programas como a la Acreditación Institucional y al nacimiento de nuevos programas tecnológicos Aeronáuticos. Cada una de estas vertientes ha sido cobijada con un proyecto específico, dos de los cuales ya han sido referenciados en anteriores ediciones de esta revista. Hoy esbozamos el "Rotor II" que está siendo desarrollado por toda la comunidad, pero especialmente exige el trabajo mancomunado de los directivos de cinco programas tecnológicos aeronáuticos :

**Objetivo del proyecto**

Elaborar una herramienta académico – administrativa que facilite el proceso de recertificación de programas Tecnológicos en la Escuela de Suboficiales

**Propósitos:**

- Consolidar la cultura de la autoevaluación y construcción de la alta calidad educativa en la Escuela de Suboficiales.
- Mostrar a la sociedad y el Estado la calidad del servicio educativo que presta la Escuela y su compromiso con el mejoramiento continuo.
- Desarrollar la responsabilidad de la función social de la Escuela de Suboficiales mediante el ejercicio pleno de la autonomía

institucional que posee como institución de educación superior.

- Implantar el modelo de recertificación de programas, como herramienta de la administración educativa, para el funcionamiento de la Escuela en forma coherente con la misión de formación militar y tecnológica.
- Ser una herramienta que facilite el engranaje de la formación militar y tecnológica en busca de la excelencia educativa.

**Estrategias para el logro de la recertificación:**

- Trabajar directamente con el Comité Central de Acreditación de la Escuela, para lograr la ejecución del proyecto en forma coherente, organizada y acorde al direccionamiento estratégico de la Institución.
- Crear estímulos para el trabajo en equipo.
- Propiciar espacios de reflexión académica con la comunidad educativa.
- Trabajar mancomunadamente en la construcción de proyectos de desarrollo académico con las dependencias de planeación y calidad educativa, autoevaluación, proyecto educativo y acreditación.
- Orienta el trabajo atendiendo a la experiencia obtenida en el proceso de acreditación de programas ( ROTOR I).



- Adelantar el proyecto de acreditación institucional en forma simultánea con los procesos recertificación de programas tecnológicos.

### Fases del proyecto Rotor II

Tomando como fundamento el mirador del Consejo Nacional de Acreditación en cuanto al objetivo amplio del desarrollo de los procesos con miras a la renovación del sello de alta calidad de programas, se ha diseñado el proyecto Rotor II atendiendo a tres grandes fases como son :

**Fase I :** Estudio y análisis y evaluación de la consolidación y proyección de las fortalezas

**Fase II :** Comprobación de la efectividad de los planes de mejoramiento diseñados para superar las debilidades identificadas en los procesos de acreditación

**Fase III :** Capacidad Innovadora del Programa

El trabajo ejecutado bajo estas tres fases permitirá situarnos en un mismo momento en las tres dimensiones de tiempo que actuarán como filtro tanto para la comunidad académica como para los pares externos así:

PASADO	PRESENTE	FUTURO
Resultados autoevaluación	Efecto planes mejoramiento	Nuevos planes de Mejora
Mirada pares	Debilidades superadas	Posibilidades de renovación
Proyección fortalezas	Capacidad Innovadora	

Es decir, se logra demostrar la autonomía que la educación superior nos permite con la responsabilidad que debe enmarcarla para ser proyectada a la sociedad a la cual nos debemos.

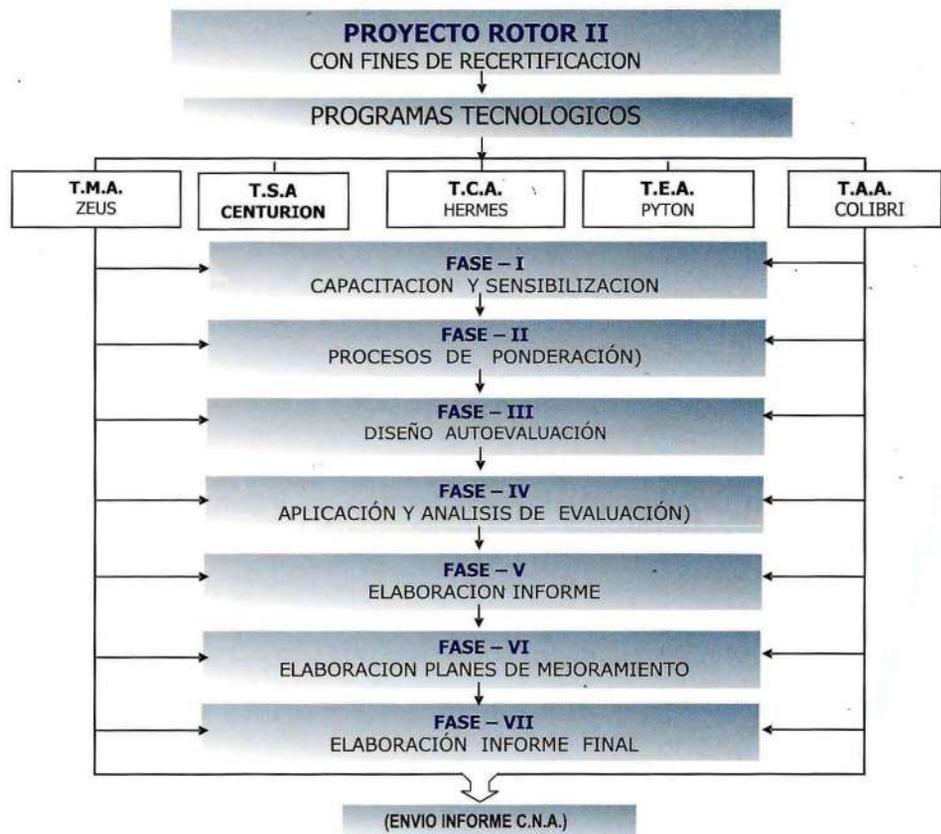
De igual manera el manejo de las fases relacionadas obliga a retomar tanto el proceso como los resultados de la autoevaluación y evaluación pareada en su momento, realizar el análisis de los mismos en el momento actual (3 años después) y medir el grado de avance del programa en general para así encontrar la causa raíz de los resultados.

El proceso de recertificación así esquematizado se convierte en una radiografía de los programas que facilita "renovar" la proyección de los mismos, atendiendo a los cambios que la vivencia académica genera expresados por el CNA en la temporalidad que otorga a la acreditación.

### Fases para la autoevaluación

Así mismo la estrategia de adelantar al unísono los proyectos de recertificación y acreditación institucional implica el despliegue continuo de políticas, acciones y recursos que integrados en los planes de desarrollo, promueven el cumplimiento de la misión y del ideal de excelencia definido en el modelo de autoevaluación y autorregulación propuesto por la escuela de suboficiales.

Finalmente solo queda invitar a la comunidad copartícipe de este proyecto a trabajar en forma convergente con los ideales descritos en la visión institucional y aceptar mediante una actitud crítica y reflexiva que los momentos de crisis y desasosiego que se puedan vislumbrar son parte necesaria e inherente a los procesos de mejoramiento continuo en la nunca finalizada acción educativa.



## "ACREDITACIÓN UN COMPROMISO DE TODOS"



## Banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T y PT-6/T-3b.

### Bench test injectors for PT-6 engine A/T and PT-6/T-3b.

Fecha de recepción: Noviembre 10 de 2008  
Fecha de aprobación: Marzo 23 de 2009

DS. JIMENEZ PEREZ JUAN\*  
DS. LANCHEROS MORENO WILLIAM\*\*  
DS. HERRERA VELAZCO LUIS\*\*\*

#### Resumen

*El banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B, dará un mejor desarrollo en el mantenimiento de los motores, disminuyendo el tiempo de inspección de los inyectores, para que de esta manera se cumplan a cabalidad con todas las operaciones aéreas y se observe la gran contribución que se le hace a la Fuerza Aérea Colombiana al diseñar y modificar un banco de esta magnitud*

**Palabras claves:** Aeronave, Inyector, Motor, Presurización, Transformador, Manómetro, Combustible, Presión, Reservorio, Interruptor, Angulo De Aspersión, Combustión.

#### Abstract

*The bank of test of injectors for motors PT-6 A/T AND PT-6/T-3B, will give a better development in the maintenance of the motors, diminishing the time of inspection of the injectors, so that this way they are fulfilled to the perfection all the air operations and the great contribution is observed that is made to the Colombian Air force when designing and to modify a bank of this magnitude.*

**Key words:** Aircraft, Injector, Engine, Pressurization, Transformer, Gauge, Fuel, Pressure, Switch, Angle of Aspersion, Combustion.

\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.académico@gmail.com

\*\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

\*\*\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

## Introducción

La acreditación de los cinco programas tecnológicos otorgada a la ESCUELA MILITAR DE SUBOFICIALES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA y los proyectos de investigación formativa y tecnológica culminados, reafirman la excelente calidad de la institución, cuya prospectiva demarca el desarrollo de nuestra Fuerza Aérea Colombiana.

Se propone un banco que se adapta a una de las necesidades que tiene el taller de PT-6 de CAMAN de tal manera que se puedan probar los inyectores de combustible sin ninguna obstrucción permitiendo ver claramente el ángulo del roseado de combustible con el cual se verifica el estado del inyector, del mismo modo observar de manera más eficiente la presión que va a ejercer el combustible por medio de lectores de presión digitales obteniendo medidas más exactas para realizar un mantenimiento ágil y eficaz y contribuir a la disminución de errores de medida para así tener los motores en excelente estado y puedan dar el rendimiento necesario para que las aeronaves puedan desarrollar las operaciones diarias que mantiene la Fuerza Aérea Colombiana.

## Descripción del problema

En el COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN) se realizan procesos de mantenimiento para diferentes aeronaves, el cual depende de la pericia de muchos de los suboficiales y oficiales quienes trabajan día tras día con el único fin de dejar todas las aeronaves en perfecto estado para que puedan salir a vuelo sin complicaciones, pero para esto es necesario utilizar tecnología de última categoría para que dichos procesos de mantenimiento se garanticen y tengan un alto nivel de calidad con el fin de dar cumplimiento a la misión de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA, defender y mantener el control y la soberanía del espacio aéreo colombiano.

Algunas aeronaves de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA cuentan con el funcionamiento y excelente operación de los motores PT6, en los cuales es necesario realizar pruebas exhaustivas de componentes, entre los que se encuentran los inyectores. En el COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), en el taller de motores PT6, actualmente se carece de un banco para la inspección de inyectores de este tipo de motores pues el existente no cumple con las exigencias requeridas para su revisión, causando ineficacia en el proceso de alistamiento de los motores.

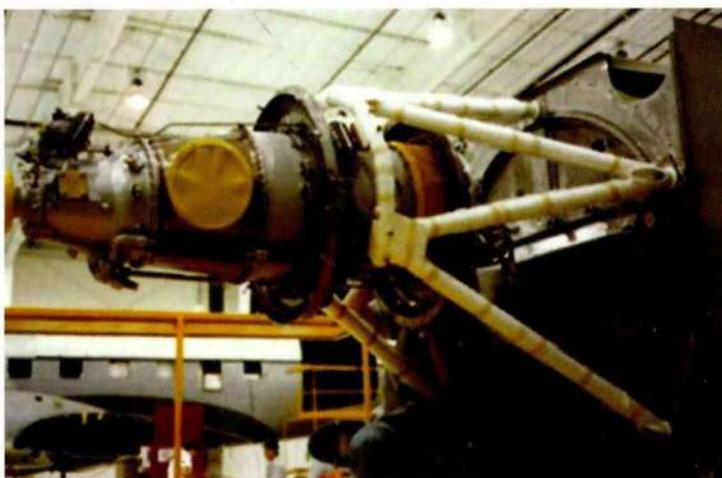


Foto 1. Motor PT-6 con bancada

## Justificación

Para el desarrollo de la tecnología de Mantenimiento Aeronáutico y los trabajos de mantenimiento efectuados en la Fuerza Aérea Colombiana es de vital importancia mantener un alto nivel de calidad que conlleve a un excelente cumplimiento de los programas requeridos y ordenados en la Fuerza Aérea Colombiana.

Para la institución es necesario poseer equipos eficientes con los cuales se puedan desarrollar los trabajos requeridos con la mayor agilidad; por consiguiente la creación de un banco para prueba de inyectores de los motores PT-6 suplirá las necesidades de inspección para conocer el estado en el cual se encuentran los inyectores

y llevar al personal técnico a realizar un trabajo rápido y confiable, además redundara en que no se tardaran las operaciones efectuadas por la Fuerza Aérea Colombiana trayendo beneficios en el aspecto operacional y económico.

De esta manera se incentiva a que el alumno desarrolle sus capacidades intelectuales y ponga en práctica sus conocimientos de estudios vistos en el transcurso del periodo académico y contribuir con el desarrollo tecnológico de la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana.

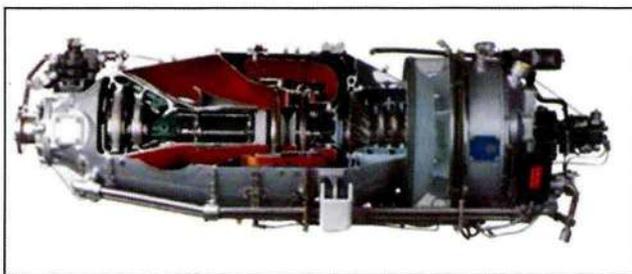


Foto 2. Motor PT 6 Vista transversal

Todo esto lleva a un desarrollo integro de la persona, creando en ella un espíritu investigativo, que lo lleve a poner en práctica sus habilidades; demostrando sus capacidades, creciendo como persona y haciendo crecer la institución.

## Objetivo

### OBJETIVO GENERAL

Optimizar el proceso de inspección de inyectores para los motores PT-6, contribuyendo con el alistamiento de manera eficiente, segura y rápida, evitando daños estructurales externos e internos de los motores, mediante la creación de un banco en el Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN), de tal manera que este sea productivo y eficaz atendiendo a las necesidades del taller.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar y construir un banco de prueba de inyectores para motores PT-6 para que el mantenimiento de estos sea favorable y eficiente.

2. Elaborar los manuales de operación, mantenimiento y de seguridad industrial, correspondientes al banco de prueba de inyectores.
3. Realizar un estudio tecnológico que determine los materiales y medidas de construcción del banco de prueba.
4. Realizar pruebas para establecer el respectivo comportamiento y funcionamiento del banco de prueba.

## FUNCIONAMIENTO DEL INYECTOR

### DISEÑO METODOLÓGICO

### TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada en el presente proyecto es de tipo aplicado, ya que comprueba y afronta el aprendizaje teórico adquirido en la ESCUELA DE SUBOFICIALES "CT. ANDRÉS MARIA DÍAZ DÍAZ" y el conocimiento práctico desarrollado en el taller de motores en el COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), buscando el progreso teórico-práctico y la innovación de instrumentos de trabajo mediante el diseño y la fabricación de herramientas que permitan agilizar, optimizar y tecnificar los procesos de mantenimiento, aumentando el nivel de calidad de dichos procedimientos con seguridad, eficacia y eficiencia.



Foto 3. Inyector

## Método de investigación

Para emprender la búsqueda del objetivo principal del presente proyecto, fue necesaria la aplicación del método de observación y entrevista guiada por el personal de operarios del taller de motores PT-6 del COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), permitió la visualización y ejecución de una alternativa que resolviera los inconvenientes presentados en la inspección de los inyectores de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA. Posteriormente, se efectuó la aplicación de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos y requeridos en este campo, para hacer uso del método científico que permitiera el diseño y sucesiva fabricación del banco de prueba para inyectores de los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B, sometiénolo a pruebas de funcionamiento, que afianzaran la aplicabilidad de dicho banco dentro de los procesos de mantenimiento de las aeronaves anteriormente descritas.

## Sistematización de la información

Recolección de la información. El desarrollo del presente proyecto, hizo que fuera necesario recurrir a diferentes fuentes de información, dentro de la cuales se pueden citar las más importantes y primordiales, como lo fue la ofrecida por los señores jefes de los talleres de motores PT-6 del COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), COMANDO AÉREO DE TRANSPORTE MILITAR (CATAM) respectivamente, así como también la de todo el personal de operarios civiles y militares anexos a estas dependencias, quienes día tras día realizan tareas de mantenimiento a las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, enfrentando la problemática en la inspección de los inyectores de las plantas motrices ya mencionadas. Así mismo, se utilizaron fuentes secundarias de información tales como manuales de mantenimiento, manuales de herramientas, catálogos de partes y ordenes técnicas, todos aplicables a los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B.



Foto 4. Aviones Skytrain Ac-47T

Análisis de la información. A través de un estudio exploratorio o de campo, utilizando un método cualitativo de análisis como lo es la entrevista, se logro visualizar y al mismo tiempo determinar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de mantenimiento de los inyectores de los motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, en el taller de motores del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN).

Entrevista. Para adquirir una apreciación de la aplicabilidad del banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B en el taller de motores PT-6 COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN) y el COMANDO AEREO DE TRANSPORTE MILITAR (CATAM), la presente entrevista tuvo como único fin, interpretar y conocer el punto de vista del personal de operarios que labora a diario en los talleres de motores PT-6, respecto a la necesidad presente en los procesos de mantenimiento de dichas plantas motrices, obteniendo una respuesta satisfactoria y clara a las actuales limitaciones que con la implementación del banco, se cubrirían totalmente, cumpliendo con el objetivo de detallar su funcionalidad y alto nivel de eficiencia.

A continuación se relacionan los diferentes interrogantes y preguntas que se le realizaron al personal de operarios, teniendo en cuenta la problemática a solucionar:

1. ¿Qué inconvenientes presenta la institución, y más específicamente el taller de motores PT-6 de CAMAN, al realizar estas pruebas de inspección de inyectores?
2. ¿Qué problemas presentaba el banco de inyectores que se estaba utilizando anteriormente para realizar las pruebas a los inyectores?
3. ¿Cree que la ergonomía y diseño del antiguo banco era el adecuado para realizar las pruebas a los inyectores de los motores PT-6?
4. ¿Como se sentía al realizar las pruebas de los inyectores en el antiguo banco?
5. ¿Piensa que la implementación del banco de prueba de inyectores aumentara la capacidad de mantenimiento del taller?.

Conclusiones de la entrevista. Una vez realizada la entrevista al cuerpo de jefes de taller, operarios y demás personal orgánico perteneciente al COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), específicamente al personal que labora en el taller de motores PT-6 se llegan a las siguientes conclusiones:

1. El retraso en el proceso de mantenimiento para contribuir con el alistamiento de los motores y deficiencias en la inspección que se le realiza a cada uno de los inyectores pues no se cuenta con una estructura o banco de prueba de inyectores adecuado para los mismos.

Con la implementación del banco, el taller estará en la capacidad de realizar el mantenimiento de los inyectores de una forma eficiente y rápida demostrando las grandes capacidades que tiene el taller y el personal que labora en el.

2. A pesar de que el trabajo se realizaba rápido era muy incomodo el observar el verdadero ángulo de aspersion que producía el inyector al hacer las pruebas, ya que era alumbrado con una luz inadecuada y por un solo lado; también la cámara era transparente y era muy poco lo que se inspeccionaba en cuanto al correcto funcionamiento del inyector.

3. El diseño del banco anterior no era el adecuado, ya que estaba hecho en madera, y el combustible estaba afectando las características del material, además de eso estaba recubierto en una pasta blanca que en varias partes ya se había despegado y lo hacía ver viejo y en mal estado; también la ergonomía no era la adecuada, puesto que el operario tenía que accionar el interruptor de paso de combustible desde un lugar que estaba lejos de la cámara en la cual se observaba el funcionamiento del inyector.

El banco cumplía con su función, pero el operario sentía insatisfacción, preocupación, inseguridad, y desanimo, al utilizar un banco que no se encontraba en excelente estado en cuanto a la parte estructural, también se pensaba que el trabajo se estaba realizando mal porque no había mucha precisión al inspeccionar el ángulo de aspersion que daba el inyector.

Con la implementación del banco, el taller estará en la capacidad de realizar el mantenimiento de los inyectores de una forma eficiente y rápida

demostrando las grandes capacidades que tiene el taller y el personal que labora en el.

## Estudio tecnológico

El banco existente para la prueba de inyectores para motores PT-6 se encuentra en condiciones muy deficientes, ya que demuestra que su estructura es vieja y no es la adecuada para realizar la inspección de una parte tan importante del motor como es el inyector; el material en el cual está hecho es madera, demuestra deficiencia en cuanto a dureza, resistencia y durabilidad, también hay deficiencias en la cámara en la cual se observa el Angulo de aspersión que produce el inyector, puesto que utiliza una luz que normalmente es para odontología, además de eso la cámara es de un acrílico transparente lo que impide ver verdaderamente el estado del inyector que se esta inspeccionando. Sin embargo a pesar de que existían una serie de novedades ya mencionadas el mantenimiento de los inyectores se realizaba bien pero producía un poco de inseguridad e ineficiencia en la inspección de esta parte del motor. Por lo tanto se tomo la determinación de crear un prototipo con base en el banco anterior con varias modificaciones pero aplicable a los inyectores de los motores AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA, pero que fuera similar en forma y tamaño, tanto de características estructurales externas, como también aquellas referentes a los sistemas de presurización y eléctrico, pero con algunas modificaciones en el material que se va a trabajar los cuales son necesarios para su correcto funcionamiento y con los cuales se podrán realizar los siguientes procedimientos de inspección:

- Ángulo de aspersión de combustible inyectado.
- Flujo de combustible inyectado en las cantidades adecuadas

## Prototipo final del banco de inyectores

**Construcción del banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T y PT-6/-3B.**

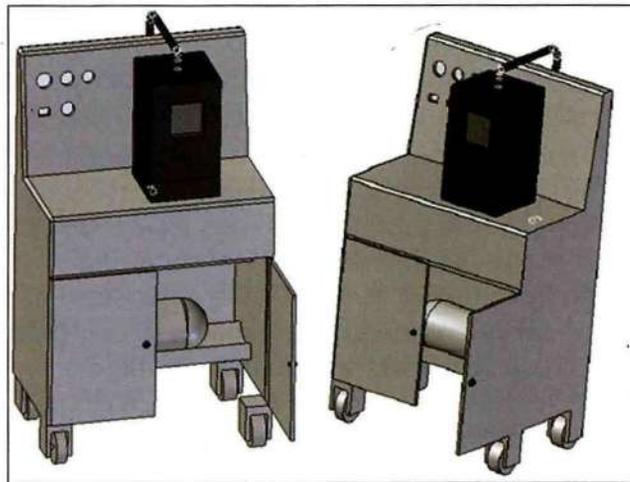


Foto 5. Prototipo del banco en sistema CAD

**Estructura externa.** Debido a los anteriores requerimientos a los cuales debe corresponder el banco, se entiende que es necesaria la implementación de un sistema de presurización que permita simular la presión de combustible requerida por los inyectores dentro del motor, y así mismo, permitir su control y manejo según los criterios y exigencias necesarias para lograr los resultados esperados del procedimiento de prueba. Por ello, se hizo necesaria la construcción de la estructura externa del banco en lamina Cold Rolled, un material derivado del acero con índice de maleabilidad escaso que presenta resistencia a fuerzas de vibración ocasionadas por el funcionamiento de dicho sistema de presurización y al peso de los materiales e instrumentos que debe soportar. Además, en este tipo de lámina es mínima la posibilidad de contraer corrosión u oxidación que, ya sea por las condiciones sanitarias del taller de trabajo, la intensidad en los procesos de inspección o por factores ambientales, llegaran a alterar su apariencia y ocasionar destrucción o deformación del mismo.

Dicha estructura externa se divide principalmente en tres partes, las cuales son la parte inferior en el cual van a estar contenidos los reservorios, las líneas de fluido y aire, la parte electrónica que hace funcionar los manómetros, la segunda parte está compuesta por el lugar donde se encuentran los manómetros, ya que la lamina que los contendrá es ancha y tiene propiedades de dureza. Y la tercera parte es el mesón el cual contiene una parte plástica para que al trabajar

con los inyectores, el banco no sufra ningún rayón o percance.

**Cámara de pruebas.** Debido a la necesidad de realizar uno de los procesos más importantes como lo es la inspección del ángulo de aspersion de combustible producido por los inyectores, se opto por la construcción de un visualizador de forma rectangular, el cual estaría compuesto por cinco caras en acrílico de espesor 3 mm para que fuese resistente a la intensidad de los trabajos realizados sobres si con los inyectores y demás componentes para realizar la inspección de los mismos. Este visualizador, permite que el desarrollo del proceso de inspección de los inyectores se pueda observar detenidamente para así constatar y determinar irregularidades explícitas a simple vista.

Dicha cámara de pruebas, posee en su interior una lámpara reflectora la cual le suministra luz a la cámara para que de esta manera se pueda ver con más claridad el ángulo de aspersion y se puedan conocer en realidad la situación de cada inyector, también contiene dos cubos que protegen la lámpara de cualquier fluido que caiga sobre ella una que tiene unas dimensiones de y la otra de por lo cual adquiere más seguridad por si se produce algún accidente. La cámara en su interior en todo el centro tiene un orificio por donde saldrá el combustible utilizado que bajara a uno de los depósitos y este lo llevara al depósito principal y de esta manera se pueda repetir el ciclo, la cámara está sujeta por unos tornillos que la unen con la lámina y queda totalmente hermética para hacer las pruebas.

**Lámpara.** Con el objetivo de garantizar que el desarrollo del proceso de inspección del ángulo de aspersion de combustible de los inyectores fuera lo menos dudoso posible, y que al contrario ofreciera al operario la capacidad de evaluar a simple vista las condiciones del fluido, se implemento en el interior del banco de prueba de inyectores una lámpara eléctrica de 110V la cual cumple la función de irradiar y dirigir luz hacia la cámara de pruebas, cumpliendo con el propósito de hacer lo más visible posible el ángulo de aspersion del inyector que se esté inspeccionando.



Foto 6. Banco de prueba de inyectores

**Sistema de presurización.** El sistema de presurización del presente banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/-3B se diseño con base a los requerimientos de los manuales de mantenimiento de las aeronaves AC-47T, TUCANO T-27, BELL 212, BELL 412, C-90, CESSNA 208 CARAVAN, ARABA.

Los cuales especifican las características que deben tenerse en cuenta en el proceso de prueba de los inyectores para así obtener resultados veraces y rigurosos. Dicho sistema de presurización está compuesto principalmente por una línea de aire suministrada por el taller, un indica-



Foto 7. Cessna 208

dor de presión inyectores, un indicador de presurización del tanque o deposito, un deposito con entrada de aire y varsol, una válvula reguladora de presión que varía entre los 60 a 100 psi, una salida de aire para limpiar los componentes en la mesa de trabajo del banco.

**Válvula Reguladora.** Permite modificar la presión con la cual entra el aire al sistema de tal manera que haya un control sobre todo el banco como tal, también no sirve para después de haber terminado el proceso de inspección, sirve para despresurizar el banco y dejarlo en el inicio y listo para una nueva inspección.

**Llave de paso simple.** Cumple la función de graduar el paso de varsol proveniente directamente de uno de los reservorios para que pueda pasar al reservorio principal y se repita el proceso de inspección.

## Conclusiones

El taller de motores PT-6 del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN), será dotado con el banco de prueba de inyectores para motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B, el cual ha sido diseñado y elaborado mediante estudios técnicos, con materiales y componentes de la más alta calidad, bajo la supervisión de asesores y especialistas en construcción de bancos especiales. Por ello, el banco de prueba de inyectores, como resultado del trabajo realizado durante varios meses de investigación y construcción, reflejara su importancia y calidad de implementación, en el desarrollo de los procedimientos de overhaul y los procesos de mantenimiento de las aeronaves Cessna 208 Caravan, Tucano T-27, C-90, Araba, AC-47T, Bell 412, Bell 212, King 300.

El banco de prueba de inyectores para los motores PT-6 A/T Y PT-6/T-3B cumplirá rigurosamente el propósito para el cual fue diseñado, de una manera eficiente que ofrecerá un alto margen de seguridad al operario, para así dar cumplimiento al proceso de mantenimiento de dichos componentes de una manera confiable. Además de esto, le reducirá considerablemente los costos a la institución, teniendo en cuenta el ahorro,

en términos de tiempo, que se obtendrá con la implementación de dicho banco para realizar la inspección y prueba de los inyectores, cumpliendo directamente con la necesidad de disminuir el periodo que la aeronave debe cumplir en el hangar para desempeñar el debido mantenimiento de la misma; y aumentando la capacidad operativa de la aeronave, para que influya formidablemente en el desarrollo y cumplimiento de la misión institucional.

Finalmente, se puede deducir que el proceso de inspección de inyectores a través de la implementación de dicho banco de prueba, cumple con los objetivos anteriormente propuestos en el planteamiento del proyecto.

## Bibliografía

AERONÁUTICA CIVIL. Reglamentos aeronáuticos de Colombia. Parte IV.

FUERZA AÉREA COLOMBIANA. Directiva permanente N° 69. 2005.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Ley 30 de 1992. Organización del servicio público de la educación superior. 11 p.----- Ley 115 de 1994. Ley general de educación. 1 p.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 1991. 1, 11, 12, 13 p.

ESCUELA DE SUBOFICIALES "CT. "ANDRÉS MARÍA DÍAZ DÍAZ". Reglamento académico. Tercera edición 2005. Madrid, Cundinamarca.

FUERZA AÉREA COLOMBIANA. Manual Mantenimiento FAC. MM-1-01. 3, 4, 5 p. ----- Manual de Seguridad Industrial FAC 3-13 publico. Segunda edición. Primera parte. Capítulo I- Sección A. 1 p.

# Herramienta extractora de los visores de aceite de las cajas de transmisión en los helicópteros medianos de la Fuerza Aérea Colombiana.

Comando Aéreo de Mantenimiento

## Extractor tool for oil viewer transmission force boxes in the Colombian Air Force medium helicopters. Air command maintenance base

Fecha de recepción: Noviembre 21 de 2008  
Fecha de aprobación: Marzo 23 de 2009

DS. INFANTE MORENO RODRIGO \*

### Resumen

El mantenimiento aeronáutico requiere de la seguridad, lográndose en una buena medida por sus herramientas especializadas y en el seguimiento de las ordenes técnicas de la casa fabricante. Es así que, para cumplir desde el nivel 1 al 4 con el mantenimiento existen procesos que al ser investigados exigen una innovación. Esta debe cumplir toda la normatividad de ingeniería y la reglamentación exigida por el RAC y casas fabricantes. En el presente artículo se presenta el diseño y construcción de la herramienta para extraer los visores de aceite, se realizó en tres fases: fase de diseño apoyada en sistemas CAD (solid edge, autodesk y visualnastran), fase de construcción, fase de prueba y ajuste. Transformando el proceso, facilitando al operario su manipulación, transporte y disminuyendo los tiempos en las líneas requeridas.

**Palabras claves:** Herramienta, visores de aceite, mantenimiento, overhaul, calidad, confiabilidad.

### Abstract

The aeronautical maintenance of every aircraft requires security. It is carried out through the use of specialized tools and following the manufacturer instructions. Analyzing the different levels of maintenance, from 1 through 4, there are different processes that should be followed and require innovation from the researcher. This innovation has to comply with the regulations and engineering standards asked by the RAC and manufacturers. This work covers the design and construction of an extracting tool. It was designed in three phases: During the design phase it was used the CAD program (Solid edge, autodesk and visualnastran). The construction phase and finally the testing and adjustment phase. It was transformed the process, the operator can easily manipulate and transport the tool and it diminishes the times in the required lines.

**Key works:** Tool, viewers of oil, maintenance, overhaul, quality, reliability

\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: investigación.academico@gmail.com

## Planteamiento del problema

El área de Componentes dinámicos en el Comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN), no posee una herramienta adecuada para extraer los Visores de aceite de las cajas los helicópteros medianos para el correcto mantenimiento. Esta pieza es extraída al realizar un mantenimiento preventivo general o un Overhaul. Al extraer esta pieza como se extrae actualmente se corre el riesgo de ruptura en aproximadamente un 87% estas rupturas, que son irreparables (perdidas), obliga a la reposición de la parte afectada generando así pérdidas económicas para la Fuerza Aérea Colombiana.



Foto 1. Visor de aceite de la caja de transmisión de un helicóptero

Contribuir al taller de componentes dinámicos del Comando Aéreo de mantenimiento (CAMAN), con una herramienta multifunción de fácil manipulación y transporte, y así dar cumplimiento del mantenimiento a los diferentes tipos de helicópteros realizado por el personal técnico.

Facilitar de manera segura, al personal de mantenimiento, la extracción del visor de por lo menos tres (3) tipos de helicópteros de la Fuerza Aérea Colombiana.

Aumentar el servicio de mantenimiento en el hangar, ya que el tiempo usado por el personal del hangar se incrementa porque solo es utilizando un solo operario para que pueda extraer la pieza de tres (3) tipos de helicópteros diferentes.

Disminuir los gastos por mantenimiento no solo en el Comando Aéreo de mantenimiento (CAMAN) sino en otras bases.

Generar el informe detallado sobre la realización de la nueva herramienta extractora

## Forma actual de extraer el visor

La actual forma de extraer el visor es muy rústica y peligrosa debido a que consiste en tomar

DESCRIPCIÓN	COSTO
Recurso humano	\$ 1.600.000
Materiales e insumos	\$ 88.730
Equipo de oficina	\$ 85.000
Gastos adicionales	\$ 56.000
Trabajo de maquinaria	\$ 80.000
<b>TOTAL COSTO HERRAMIENTA</b>	<b>\$1'909.730</b>

## Objetivo general

Diseñar e implementar una herramienta extractora del visor en la caja intermedia de los helicópteros medianos y así poder contribuir en el mejoramiento y fortalecer el proceso de mantenimiento en el taller de componentes dinámicos, asistiendo a su vez con el mantenimiento de manera eficiente, segura y rápida; que se ve reflejado en la reducción de costos y tiempo en el overhaul.

## Objetivos específicos

Diseñar, e implementar una herramienta que en el presente no existe o no asido conocida por la aviación colombiana para extraer tan delicada pieza de la forma correcta para así optimizar el trabajo del personal técnico y la seguridad del mismo.



Foto 2. Inspección de aceite

dos alambres y enroscarlos o apretarlos y luego jalarlos intentando extraer así la pieza. También se extrae por medio de pinzas y destornilladores.

Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente se entrevistó al personal del taller de Componentes Dinámicos del Comando Aéreo de Mantenimiento, a un ingeniero metalúrgico y a un ingeniero mecánico; se tomó la decisión de diseñar y construir una herramienta extractora la cual permitiera realizar la extracción de los visores de la forma correcta.

### Costo beneficio

Los beneficios que obtendremos con esta herramienta directamente benefician a la institución en su presupuesto, tiempo empleado en la extracción del visor de aceite y sobretodo se lograría un mayor grado de aislamiento de las aeronaves de la FUERZA.

**TIEMPO:** Actualmente al extraer el cojinete de forma inapropiada se estropea en su totalidad y para ser sustituido se requiere que el jefe del taller, cumpla con la normatividad de calidad para solicitar al almacén de abastecimientos un visor nuevo y en buen estado, retardando así el

aislamiento de la aeronave aproximadamente por 3 días.

### Conclusiones

La herramienta creada para la extracción de los visores de las cajas de aceite de los helicópteros medianos cumplirá la función para la cual fue diseñada de una manera exacta, ofreciendo seguridad en la extracción y beneficios al operario, reduciendo el tiempo de trabajo y aumentando la operatividad de la aeronave. La construcción y utilización de la herramienta incentiva al desarrollo de nuevas ideas para la realización de proyectos en beneficio del mantenimiento aeronáutico y de esta forma de la modernización de nuestros talleres puede ser efectuada por nuestra propia planta de suboficiales evitando costos de estudio y planeación y aplicando todos los conocimientos brindados por nuestra Fuerza Aérea.

### Bibliografía

- NASH.W. 2003. Resistencia de Materiales, Serie Schaum, Ed. Mc graw hill
- REY, G. 2005. Comformado de los metales. EDICIONES URMO.
- BELL HELICOPTER TEXTROM TECHNICAL MANUAL – 205 A1 – IPB.
- BIBLIOTECA DE CONSULTA MICROSOFT ENCARTA 2008- 1993- 2007 MICROSOFT CORPORATION. RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS, NORMAS COLOMBIANAS DE TRABAJO DE INVESTIGACION.
- MODULO DE METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION – PROGRAMA DE PROFESIONALIZACION – ESCUELA DE SUBOFICIALES DE FUERZA AEREA COLOMBIANA.
- REGLAMENTO ACADEMICO – ESCUELA DE SUBOFICIALES CT. ANDRES MARIA DIAZ
- QUINTA BELL HELICOPTER TEXTROM

# Herramienta de sujeción de los Locking Strip para la rueda de turbina motor J 85

## Holding tool for locking strip for wheel turbine engine J-85

Fecha de recepción: Noviembre 21 de 2008  
Fecha de aprobación: Marzo 23 de 2009

BR. MORALES AMAYA JHON HEIDISSON\*  
DS. TARAZONA SALCEDO ANGEL ENRIQUE\*\*

### Resumen

*Este proyecto se fundamenta en el diseño y construcción de una herramienta que sujeta la rueda de turbina N1 junto con los locking strip para la colocación y balanceo de los alabes la cual permitirá desarrollar el proceso técnico adecuadamente sin ningún problema, evitando el desgaste de la pieza por la utilización de una herramienta no adecuada para esta operación, y lo mas importante que sería una herramienta que brinda las garantías técnicas y de calidad exigidas en la aviación por los manuales de mantenimiento; además de esto brinda la tranquilidad a los técnicos del taller de utilizar una herramienta confiable, cómoda, y apropiada y diseñada para dicho proceso de mantenimiento.*

**Palabras claves:** Motor, aeronave, turbina, alabe, balanceo, diseño, vibración, herramienta, mantenimiento.

### Abstract

*This project is based in the design and construction of a tool. That it holds the wheel of turbine n1 together with the locking strip for the placement and swinging of you praise them which will allow to develop the technical process appropriately without any problem, avoiding the waste of the piece for the use of a non appropriate tool for this operation, and him but important that serious a tool that offers the technical guarantees and of quality demanded in the aviation by the maintenance manuals; besides this it offers the tranquility to the technicians of the shop of using a reliable, comfortable, and appropriate tool and designed for this maintenance process.*

**Key words :** Engine, aircraft, turbine, blade, balance, design, vibration, tool, maintenance.

\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com.

\*\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico. Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com



Foto 1. Avión Fuerza Aérea Colombiana

## Introducción

En el taller de balanceo situado en el COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO CAMAN "JUSTINO MARIÑO CUESTO" de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA se realiza el mantenimiento y balanceo de las ruedas de turbina y compresor de los motores J85 perteneciente A-37 dragón fly, los cuales operan en la base de Malambo Atlántico y son de gran utilidad e importancia para la seguridad de nuestro país.

En estos momentos se carece de una herramienta para el balanceo de la rueda de turbina N1 que cumpla con las especificaciones técnicas descritas por el manual T.O 2J-J85-113-6 procedimientos técnicos overhaul compresores y ruedas de turbina, como consecuencia nuestros técnicos se ven en la necesidad de utilizar otras herramientas inadecuadas y no diseñadas para este proceso de mantenimiento.

## Descripción del problema

En la base aérea del CACOM 3 se encuentran las aeronaves A-37 Dragón Fly las cuales cumplen una importante misión de seguridad en la parte norte de nuestro país, por eso es de gran importancia que la disponibilidad de estas aeronaves estén siempre al 100% y para esto es necesario tener una gran disponibilidad de equipos y herramientas para el mantenimiento de este equipo y de sus componentes como el motor el cual se realiza en algunas fases en el Comando Aéreo de Mantenimiento CAMAN.

Parte de este mantenimiento del motor J85 se realiza en el taller de Balanceo de la unidad de CAMAN, en el cual se realiza un proceso de balanceo de las ruedas de turbina.



Foto 2. Vista transversal del motor J85

Al instruirnos sobre como es realizado este proceso de balanceo de las ruedas de turbina del motor J 85. En el taller de balanceo de la unidad de CAMAN, de esta manera se pudo establecer que en este proceso no se aplica la norma técnica según el manual, el cual nos dice que los locking strip se deben instalar en sentido opuesto de las manecillas del reloj, y que además de que la herramienta utilizada no cumple con unas medidas correspondientes a la rueda a balancear ni tuvo algún estudio técnico, de materiales, o de diseño, y la cual todavía es utilizada por los técnicos de este taller.

## Justificación

El diseño y elaboración de esta herramienta, tiene una gran importancia para el proceso de balanceo en la unidad de CAMAN. Ya que además de ser necesaria para su uso en el taller de balanceo nos permite obtener un mejor rendimiento de tiempo, calidad, profesionalismo, técnica, optimización de un proceso de mantenimiento y vida útil de la pieza a la cual se le aplica este proceso.

Para darle una solución a este problema encontrado en este proceso de mantenimiento. Nos dimos en la tarea de diseñar y construir una herramienta que la cual contribuye con la optimización de este proceso garantizando de esta manera la aplicación de la norma descrita en el manual T.O 2J-J85-113-6 "PROCEDIMIENTOS TECNICOS OVERHAUL COMPRESORES Y RUEDAS DE TUBINA", J85; realizando este proceso con calidad al desarrollarse de forma eficiente, y brindando una mejor comodidad para el técnico que realiza este proceso y evitando el mal uso de herramientas que no corresponden a la aplicación de dicho proceso, así contribuimos con el desarrollo tecnológico y mejoramiento de procesos para estar en constante innovación y búsqueda de mejores alternativas que vayan acorde con los requerimientos establecidos por la aviación.

## Objetivos

### Objetivo general

Optimizar los procesos de mantenimiento de la rueda de turbina del motor J85 mediante el diseño, construcción e implementación de una herramienta de sujeción de los locking strip, como una solución innovadora para el mantenimiento. Y sirva como complemento y solución a problemas presentados en el proceso de mantenimiento y balanceo de la rueda de turbina del motor J85, de esta manera agilizando este proceso y haciéndolo de una manera mas técnica y tener mejor alistamiento de los motores para la operación de las aeronaves que sirven como medio cumplir la misión de la FUERZA AÉREA COLOMBIANA.

### Objetivos específicos

- Seleccionar los materiales apropiados para que cumplan con los requerimientos técnicos para la elaboración de la herramienta.
- Elaborar el diseño y cálculos para la herramienta, teniendo en cuenta su funcionalidad y factores externos a los cuales va a ser sometida la herramienta.

- Elaborar la herramienta con un debido control de calidad en el proceso de fabricación.
- Realizar la práctica y pruebas necesarias con la herramienta para verificar que no presente ninguna novedad en su presentación y uso.
- Hacer los diferentes ajustes y último control de calidad para que nuestra herramienta se vea satisfactoriamente aprobada.
- Elaborar un manual de operación de la herramienta.

## Estudio metodológico

La investigación realizada en el presente proyecto es tipo aplicado, ya que confronta el aprendizaje teórico que se adquirió en la Escuela De Suboficiales CT. Andrés María Díaz Díaz y la unidad CAMAN, con la realidad de los problemas y necesidades que se presentan en el taller de balanceo de la unidad de CAMAN que realizan el balanceo de las etapas de los compresores y turbina del motor j85, buscando el progreso Teórico practico e innovando mediante el diseño y fabricación de herramientas que agilicen, optimicen y tecnifiquen los procesos de mantenimiento con seguridad, eficacia y eficiencia.

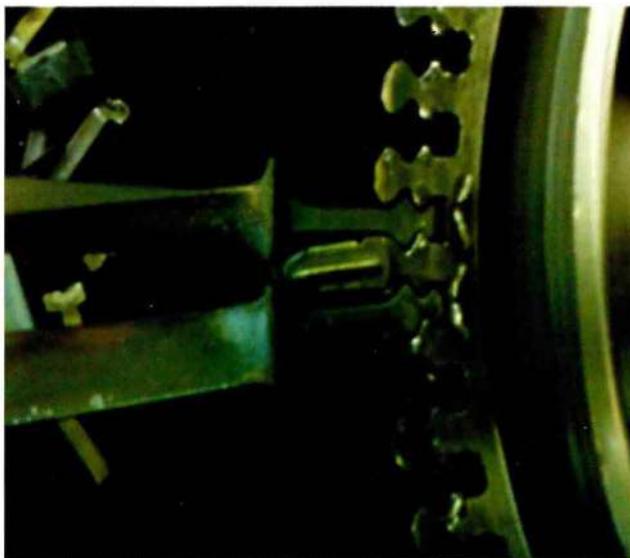


Foto 3. Rueda de turbina

Para dar inicio a este proyecto se aplicó el método de observación guiado por el jefe y operarios del taller balanceo de la unidad CAMAN y posteriormente la aplicación de los conocimientos teórico prácticos adquiridos en este campo; haciendo uso del método científico que permitió el diseño de la herramienta, y posteriormente la fabricación de la herramienta sometiéndola a calibraciones y pruebas de funcionamiento, que afianzaron la aplicabilidad de la herramienta dentro de los procesos de balanceo de la rueda de turbina del motor j85.

### Recolección de la información

Se obtuvieron de diferentes medios o fuentes de información, dentro de las cuales tenemos las fuentes primarias, que fueron obtenidas de el jefe de taller de balanceo de CAMAN y sus operarios quienes día a día realizan tareas de balanceo que por su gran experiencia en este campo nos permite afianzarnos en un método para la realización de este proceso de manera mas ágil y eficiente por ellos establecimos la necesidad de diseño y fabricación de una herramienta que cilitara este proceso con las normas y métodos establecidos por el manual de mantenimiento

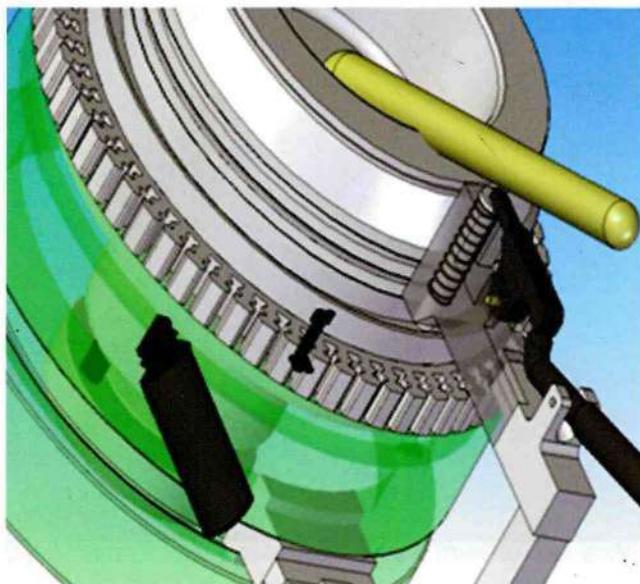


Foto 4. Vista de la herramienta en el proceso de arme de la rueda de turbina

y el manual de procedimientos técnicos para el overhaul de compresores y ruedas de turbina.

### Análisis de la información

Se realizó un estudio exploratorio o de campo utilizando la técnica de la entrevista, la cual permito visualizar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de balanceo antes mencionados en el taller de balanceo de la unidad de CAMAN.



Foto 5. Vista explosionada de la herramienta. Sistema CAD.

### Conclusiones

Basados en la herramienta que se utiliza en el balanceo de la primera rueda de turbina que se había construido por el jefe de taller de balanceo, y las deficiencias que aún se presentan en dicho proceso de balanceo de las ruedas de turbina del motor j85, realizados en el taller de balanceo de la unidad de CAMAN, tomamos la decisión de enfocar nuestro proyecto hacia la solución de estas falencias.

Se propuso la misión del diseño de la herramienta basados en la auditoria brindada por el jefe de taller y los demás operarios que tienen conocimiento de dicho proceso los cuales nos sirvieron de guía para el desarrollo físico

de como debería ser el diseño de la herramienta para la colocación de la segunda etapa de la rueda de turbina del motor J85. Después de realizar algunos bocetos, y tomar las respectivas mediciones para el desarrollo de la herramienta nos decidimos en implementar el diseño mas apropiado y de fácil construcción, después llevamos estos bocetos para llevarlos a un programa de diseño llamado solid edge el cual nos permite hacer diseño de forma fácil y de gran aplicación en el área industrial, además ya contábamos con

el respectivo conocimiento que habíamos obtenido dentro de el programa de formación de la Escuela, una vez hecho el diseño en solid edge nos dirigimos entonces al departamento de ingeniería, donde recibimos información suplementaria para la cual se debe llevar un diseño y así asegurar el correcto diseño de la herramienta, se hicieron entonces los cálculos de resistencia de materiales, y se procedió a escoger los materiales a utilizar en la fabricación de la herramienta y realizar pruebas y ajustes de calidad.

### Bibliografía

- Manual T.O 2J-J85-113-6 "PROCEDIMIENTOS TECNICOS OVERHAUL COMPRESORES Y RUEDAS DE TUBINA", J85 AMERICAN MACHINIST MAGAZINE; maquinas y herramientas para la industria metalmecánica; Mc Graw Hill; México; 1986
- HIBBELER, RUSSELL C.; Mecánica de materiales (6a ED AERONAUTICA CIVIL. ; Reglamentos aeronáuticos de Colombia (parte4). ; Aeronoticias.; Colombia; 2002
- HIBBELER, RUSSELL C.; Mecánica de materiales (6a ED); Prentice hall; 2005.
- Reglamento académico ESUFA 2008
- Mecánica de taller, CULTURAL DE EDICIONES,S.A
- NASH A William - Resistencia de materiales- serie Schaum--Mc Graw Hill.
- DENTON Seguridad Industrial (Administración y Métodos) — MC Graw Hill.
- Manual de Mantenimiento FAC. MM-1-01 AERONAUTICA CIVIL.; Reglamentos aeronáuticos de Colombia (parte 4). ; Aeronoticias.; Colombia; 2002.
- WWW.VORTECHINTERNATIONAL.COM
- WWW.FAC.MIL.CO
- WWW.AF.MIL
- Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2008. Microsoft Corporation.

# Conjunto de herramientas especializadas para la medición del juego axial en balineras de los links de los helicópteros medianos

## Bearing special kit tool of medium helicopters links

Fecha de recepción: Noviembre 21 de 2008  
Fecha de aprobación: Marzo 23 de 2009

SB.QUIROGA VERGARA LUIS\*  
SB.RAMIREZ RAMIREZ DUBERNEY\*\*  
DS.SERRANO SOLER ANDERSON\*\*\*

### Resumen

*La herramienta para determinar el juego axial permitido en las balineras de los links y balineras del hub del rotor de cola para los helicópteros HUEY II, BELL 212 Y UH-1H dará un mejor desarrollo en el mantenimiento de estos componentes, disminuyendo el tiempo de inspección de los mismos para que de esta manera se cumplan con todas las operaciones aéreas y se observe la gran contribución que se le hace a la Fuerza Aérea Colombiana con el diseño y la construcción de esta herramienta.*

Palabras claves: Aeronave, balinera, brazo o conexión, hub, helicóptero, juego axial, aleación, herramienta, inspección, acero, perno

### Abstract

*The tool for check the bearings of the link's shopper BELL 212, HUEY II and UH-1H going to give better development in the maintenance of helicopters, diminishing the time of bearing inspection, so this is the way air force is contribution whit the technology all this is made to the Colombian Air force when designing a tool of this magnitude.*

Key words: Aircraft, bearing, link, hub, shopper, axial play, alloy, tool, inspection, steel, bolt

\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

\*\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

\*\*\* Tecnología de Mantenimiento Aeronáutico Escuela de Suboficiales CT. Andrés M. Díaz. E-mail: Investigación.academico@gmail.com

## Introducción

La acreditación de los cinco programas tecnológicos otorgada a la ESCUELA MILITAR DE SUBOFICIALES DE LA FUERZA AÉREA COLOMBIANA y los proyectos de investigación formativa y tecnológica culminados, reafirman la excelente calidad de la institución, cuya prospectiva demarca el desarrollo de nuestra Fuerza Aérea Colombiana.



Foto 1. Rotor de helicóptero.  
Controles rotatorios

Se hace una propuesta de construcción de una herramienta para suplir el requerimiento y la necesidad con la que cuenta el taller de componentes dinámicos del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO con el propósito de que puedan determinar de manera fácil y exacta el juego axial que presentan las balineras de los links y hub del rotor de cola de los medianos según lo ordenado por los manuales de mantenimiento y el manual de prácticas estándar de la Bell Helicopter permitiendo determinar el cambio o el estado en que se encuentra el componente para realizar un mantenimiento ágil y eficaz y contribuir a la disminución de errores de medida para así mantener estos componentes en excelente estado y puedan dar el rendimiento necesario para que las aeronaves puedan desarrollar las



Foto 2. Helicóptero Huey II de la Fuerza Aérea Colombiana

operaciones diarias que mantiene la Fuerza Aérea Colombiana.

## Descripción del problema

El buen desempeño en los procesos de mantenimiento dependen en su totalidad de la pericia y profesionalismo de sus técnicos y operarios.

La flota de helicópteros HUEY II, UH 1H Y BELL 212 cumple con funciones específicas requeridas para la FUERZA AEREA COLOMBIANA como la de salvaguardar y proteger nuestro espacio aéreo, por esta razón estas aeronaves deben estar en óptimas condiciones para el cumplimiento de la misión.

En el taller de componentes dinámicos del COMANDO AEREO DE MANTENIMIENTO se realiza el mantenimiento, inspección y overhaul de la transmisión, servos, cajas intermedias y rotores de la flota de helicópteros medianos. Una de sus principales falencias es que carecen de una herramienta para determinar el límite de juego axial permitido según la orden técnica. Para Los cojinetes de los links de cambio de paso del rotor principal, link de cambio de paso del rotor de cola, cojinetes del hub del rotor de cola y que actualmente no se tiene la exactitud de predeterminar las milésimas de pulgada de juego axial

que presentan estas Balineras, el cojinete puede estar excediendo de acuerdo a los límites permitidos por el manual. Y es muy posible que la aeronave presente problemas en vuelo y vibraciones que pueden causar daños a otros sistemas.

Es así como se ve la necesidad de implementar un proceso técnico mediante el diseño y la construcción de una herramienta que cumpla con la medición de este tipo de juego para el correcto funcionamiento de estos componentes y de esta manera cumplir con un buen mantenimiento y los estándares de calidad.

## Justificación

En la actualidad el desarrollo de las tecnologías modernas, exigen implementar y mejorar procesos en el mantenimiento de las aeronaves de la Fuerza Aérea, y elevar el nivel de calidad que conlleva el cumplimiento en lo ordenado en los manuales técnicos:

El diseño y construcción de esta herramienta tecnifica los procesos de mantenimiento aeronáutico, ya que garantiza exactitud al determinar el juego de las balineras, asegurando la tripulación y la seguridad de la aeronave. Es de vital importancia que la fuerza tenga a su disposición una herramienta para probar las fallas y chequeo del juego de las balineras de los links del rotor principal y rotor de cola, con esto se demuestra la calidad de los trabajos y el avance a una tecnificación y perfeccionamiento en la mano de obra de los talleres, sabemos que la aviación esta entrando en una etapa continua de mejoramiento, en la cual todos los procesos de mantenimiento se hacen mas rápido y con calidad gracias a la tecnología y a la ciencia.

Con el desarrollo de este proyecto pretendemos hacer una reducción de costos, tiempo y garantizar la calidad del trabajo. Aportando con el avance tecnológico a la especialidad de mantenimiento aeronáutico.

Para nosotros es de gran importancia el integrar la teoría adquirida durante nuestros 3 años de formación académica con la práctica, incentivándonos al desarrollo de las capacidades intelectuales y puesta en práctica de los conocimientos; aumentando el nivel investigativo y tecnológico de la escuela de suboficiales CT. Andrés María Díaz Díaz.

La herramienta creada para la extracción de los visores de las cajas de aceite de los helicópteros medianos cumplirá la función para la cual fue diseñada de una manera exacta

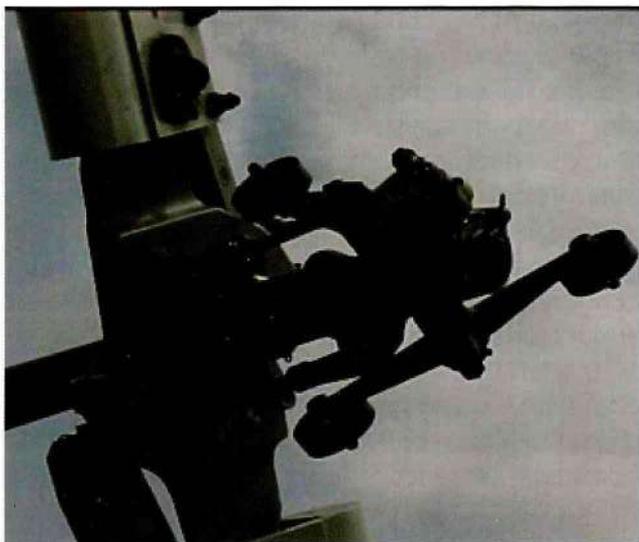


Foto 3. Rotor de cola

## Objetivo general

Implementar un proceso técnico para el control del juego de las balineras de los links del rotor principal y rotor de cola de los helicópteros HUEY II, UH-1H, BELL 212 ,garantizando el proceso de mantenimiento en el taller de componentes dinámicos del comando aéreo de mantenimiento.

## Objetivos específicos

Mejorar la calidad en los procesos de mantenimiento de una forma más rápida y técnica disminuyendo así el tiempo de una aeronave en mantenimiento, aportando a los estándares de calidad y ahorrando de manera significativa costos a la Fuerza.

Facilitar y optimizar el trabajo realizado por el personal técnico que se encarga de realizar el mantenimiento de los componentes dinámicos de los helicópteros medianos, del mismo modo el aporte tecnológico a la Fuerza Aérea Colombiana.

Aportar con esta herramienta a los parámetros de seguridad industrial dando más certeza sobre los límites permitidos para las balineras

de acuerdo a la orden técnica. Disminuyendo las probabilidades de rompimiento por fatiga.

## Diseño metodológico

La investigación que se realiza en este proyecto es de tipo aplicado ya que se trata de diseñar y construir una herramienta especial con el objetivo de contribuir con el mantenimiento en el taller de componentes dinámicos del Comando Aéreo de Mantenimiento y dar solución a la falencia que se lleva con la inspección de las balineras de los links en los helicópteros Bell 212, Huey II. El tipo de investigación es experimental, por que se requiere comprobar el funcionamiento de la herramienta en concordancia con sus materiales y el diseño apropiado para la fabricación de la misma. Y se puede decir también que es científico tecnológico con base en nuestros conocimientos. Se realizaran los estudios y pruebas de ingeniería que garanticen que la herramienta cumplirá el objetivo.

Para dar inicio a este proyecto se aplico el método de observación guiado por el jefe y operarios del taller de componentes dinámicos de CAMAN y posteriormente la aplicación de los conocimientos teóricos prácticos adquiridos en este campo; haciendo uso del método científico

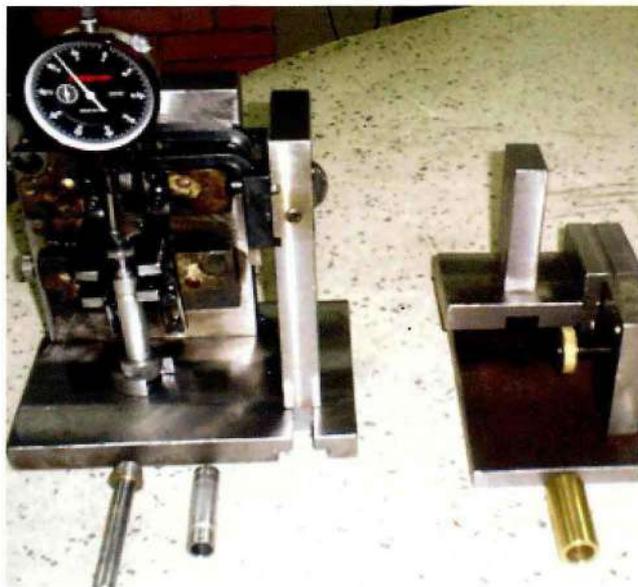


Foto 4. Partes del rotor

que permitió el diseño y posteriormente la fabricación, que afianzaron la capacidad de la herramienta PLAY BERING KIT SPECIAL TOOL, sometiéndola a pruebas de funcionamiento, que afianzaron la aplicabilidad de la herramienta dentro de los procesos de mantenimiento de las balineras de los links mencionados anteriormente.

## Sistematización de la información

El desarrollo del presente proyecto, hizo que fuera necesario recurrir a diferentes fuentes de información, dentro de las cuales se pueden citar las más importantes y primordiales, como lo fue la ofrecida por los señores jefes de los talleres de componentes dinámicos de CAMAN y el personal de operarios del taller de maquinaria de la misma unidad, así como también la de todo el personal militar orgánico de esta unidad quienes día tras día realizan tareas de mantenimiento a las diferentes aeronaves de ala rotatoria enfrentando la problemática en el chequeo de los links y balineras mencionadas anteriormente. Así mismo, se utilizaron fuentes secundarias de información tales como manuales de mantenimiento, manuales de herramientas, catálogos de partes y ordenes técnicas y manual de prácticas estándar de la Bell.

**Análisis de la información.** A través de un estudio exploratorio o de campo, utilizando un método de análisis cualitativo como lo es la entrevista, se logró visualizar y al mismo tiempo determinar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de mantenimiento, en el taller de componentes dinámicos del COMANDO AÉREO DE MANTENIMIENTO (CAMAN).

**Entrevista.** Se realizó un estudio exploratorio utilizando la técnica de la entrevista, la cual le permitió visualizar el problema actual, la viabilidad del proyecto, y su posterior aplicación a los procesos de mantenimiento de la flota de helicópteros de la Fuerza Aérea Colombiana para ver una apreciación de aplicabilidad de la play bearing Kit. special tool para los helicópteros medianos en el taller de componentes. La presente

entrevista tuvo como único fin, interpretar y conocer el punto de vista del personal de operarios que labora a diario en el taller de componentes dinámicos, respecto a la necesidad presente en los procesos de mantenimiento de dichos componentes obteniendo una respuesta satisfactoria y clara a las actuales limitaciones, que con la construcción de la herramienta, se cubrirían totalmente, cumpliendo con el objetivo de detallar su funcionalidad y alto nivel de eficiencia.

A continuación se relacionan las diferentes preguntas que se le realizaron al personal de operarios, teniendo en cuenta la problemática a solucionar:

1. ¿Considera que el proceso para medir el juego de los links de la balineras para overhaul de los helicópteros HUEY II, BELL 205 Y BELL 212 actualmente es el mejor?
2. ¿Cree usted que con la elaboración de la herramienta se contribuirá al mejoramiento de los procesos técnicos de mantenimiento en el taller y seguridad?
3. ¿Considera confiable y efectivo el actual proceso de medición que se hacen a los links de las balineras de cambio de paso del rotor principal y rotor de cola?
4. ¿Considera que con el uso de la herramienta se mejorara la calidad en los procesos de mantenimiento que se realizan en el taller?
5. ¿El proceso de medición de los links con la herramienta adecuada disminuye costos de mantenimiento de los helicópteros HUY II, BELL 205 Y BELL 212?

## Conclusiones de la encuesta

Según la encuesta realizada para el personal de técnicos de helicópteros y componentes dinámicos del comando Aéreo de Mantenimiento (CAMAN) se llegó a las siguientes conclusiones:

Se determina que la construcción de la herramienta es de vital importancia para el desarrollo de las operaciones de mantenimiento.

Es necesario puesto que en la base aérea de CAMAN se lleva a cabo el overhaul de los componentes del rotor principal y rotor de cola anteriormente mencionados.

Con la construcción de la herramienta se proporciona mayor seguridad industrial en el taller de componentes dinámicos.

Se agilizará el proceso de mantenimiento y alistamiento más eficaz de componentes dinámicos.

Se disminuirán los costos por concepto de mantenimiento en el taller de componentes dinámicos.

## Estudio tecnológico

Tras la necesidad de cumplir con el procedimiento para determinar el juego axial de los componentes mencionados de los helicópteros medianos, y luego de descartar cualquier margen de error por los diseños que se realizaron con anterioridad al diseño final se determinó que la herramienta estaría constituida de varias piezas, es decir permitirá un desarme total, pero que no necesariamente tendrá que ser desarmada o estar desarmada para ser guardada o transportada, es por esta razón que la herramienta fue fabricada en acero 1045 y acero 1020 puesto que estos materiales brindaban las características necesarias para la finalidad de la herramienta se tomó la decisión de instalar en la herramienta un comparador de carátula de alta precisión para el registro del desfase de juego que posea el rodamiento además de la adecuación de unas uñas de sujeción en acero 1020 que como su nom-

bre lo dice cumplen con la función de sujetar el componente y el instrumento de medida, tornillos prisioneros que dan el ajuste a los soportes principales, tornillos tipo Allen que sujetan las uñas de agarre, tornillos sinfín de roscas opuestas para permitir el ajuste del tamaño del rodamiento o componente, tornillos pasantes y sus respectivos bujes que son los encargados de ejercer presión sobre la balinera por acción del desenrosque de una perilla rotatoria y de este modo obtener la indicación por el desplazamiento y la presión que se ejerce sobre el rodamiento.

El peso de la herramienta está adecuado de tal manera que cuando el operario necesite tomar la indicación esta permanezca estática y evitar accidentes y contratiempos reflejados tanto en el recurso humano como en la maquinaria.

Debido a los requerimientos y necesidades expuestas anteriormente y por los cuales nace este diseño y la complejidad de sus partes, el estudio del material a utilizar teniendo en cuenta la función que cumplirá la herramienta se divide en las siguientes partes.

### Soporte principal

La herramienta consta de una base principal cuyas medidas son 159.32 mm. de largo, 130.1mm de ancho y un espesor de 17.6 mm, la función de este soporte es acoplar dos plantillas verticales por medio de guías y una perilla del tornillo el cual está situado en la mitad del soporte principal. En sus extremos están situadas las pistas de 10 mm de ancho y un ángulo de 45 °.

### Base vertical fijación pistas

Esta base de acero al igual que toda la herramienta entra en la pista superior de la base principal se le elaboró un taladrado de 30 mm en dos partes de la pieza para la guía de los tornillos de desplazamiento, posee un espesor de 23.6 Mm, 178.7 Mm de largo y 113,38 mm de ancho.



Foto 5. Helicóptero Fuerza Aérea Colombiana

### **Base vertical fijación palpador doble uso.**

Esta base de un ancho mas pequeño ajusta en la pista inferior derecha de la base principal se le elaboro un taladrado en la parte superior de 20 mm para que retenga un tornillo de desplazamiento sus medidas son 179.72 Mm de largo, 60.57 Mm ancho, 18,81 mm de espesor.

### **Tornillo de desplazamiento.**

Son dos tornillos (02) de 7/8 y 18 hilos con roscas opuestas (izquierda derecha) y un anillo grafilado en el centro para permitir ser girado por los dedos del operario y generar el desplazamiento de las platinas de agarre y que encajan en el taladrado de la base vertical fijación pistas atravesados por un eje.

### **Ejes de tornillo desplazamiento.**

Dos (02) tornillos de 5/8 cabeza tipo estrella o fija que cumplen la función de ejes de los tornillos de desplazamiento rosca fina .

### **Tornillo desplazamiento de la base doble uso**

Tornillo de 3/8 y 18 hilos con anillo en el centro grafilado un orificio transversal para permitir el paso de un tornillo eje.

### **Eje de tornillo desplazamiento base doble uso.**

Tornillo de 5/16 que cumple la función de eje con rosca fina.

## **Tuercas de tornillo desplazamiento.**

Consiste de seis (06) tuercas lisas maquinadas en bronce que encajan en los hilos de los tornillos de desplazamiento de las dos bases verticales (04) de 7/8 "y (02) de 3/8 "sobre estas se acoplaran las platinas de sujeción uñas.

## **Platina sujeción uñas**

Conjunto de (04) platinas de 39.93 Mm de largo, 40.2 Mm ancho, 10.27 Mm espesor que estarán acopladas alas tuercas del tornillo de desplazamiento, en su diseño cuentan con dos agujeros de 1/4 rosca fina para sujetar las uñas de agarre mediante tornillos tipo allen.

## **Platinas sujeción uñas palpador**

Estas son solo dos (02) platinas de 35 mm largo, 20 mm ancho , 5 mm espesor que retendra dos uñas que cuentan con una guía para sostener el comparador de carátula. Las uñas están sujetas por medio de pernos tipo allen.

## **Uñas de sujeción**

Es un conjunto de cuatro (04) uñas de agarre que sujetaran los rodamientos para tomar la medida, están agarradas por pernos tipo allen a las platinas de sujeción de las mismas.

## **Uñas de sujeción del palpador**

Son dos (02) uñas que poseen una guía que soporta el comparador de carátula se acopla a las platinas de sujeción por pernos tipo allen

## **Base de la perilla**

Esta pieza esta unida al perno de fijación y en ella reposara la perilla rotatoria, tiene unas medidas de 19,53 mm de longitud total y 10 mm de longitud de cabeza con un diámetro externo de 15,88 mm y un diámetro interno de 14,07 mm.

## **Perno de fijación**

La función de estos dos pernos de fijación es mantener fija la base de la perilla, tiene una longitud total de 15,88 mm y una longitud de cabeza de 9,53 mm, con un diámetro externo de 9.53 mm y un diámetro interno de 6,35 mm. Estarán ubicados uno en el soporte central y otro en la base vertical porta perilla

## **Perilla rotatoria**

Esta pieza tiene una longitud total de 16,76 mm y una longitud de cabeza de 12 mm con un a altura de 20,26 mm, cuya función es la de enroscar el tornillo sujeto al link además tiene tres secciones internas roscadas de 5/32, 1/4, y 3/8. en profundidad.

## **Tornillo allen de las uñas**

Los tornillos Allen de las uñas tendrán una longitud de 14 mm con un diámetro de 4 mm, en su cabeza tendrá un diámetro de 7 mm y un agujero tipo Allen de 3 mm de diámetro.

## **Palpador**

La función de esta pieza es sostener al comparador de carátula para que marque y registre el desplazamiento.

## **Segundo kit de la herramienta**

Diseñando otras partes adicionales y utilizando algunas de las ya mencionadas se implemento cambiando el arme de la herramienta para dar otra forma que permita tomar la medida del juego axial de las balineras del hud del rotor de cola .

## **Acople base vertical fijación doble uso**

Este es un acople que permite cambiar de posición la base vertical doble uso pasando a ser horizontal en su diseño el-acople cuenta con una pista de ajuste en la que entra la otra pieza y

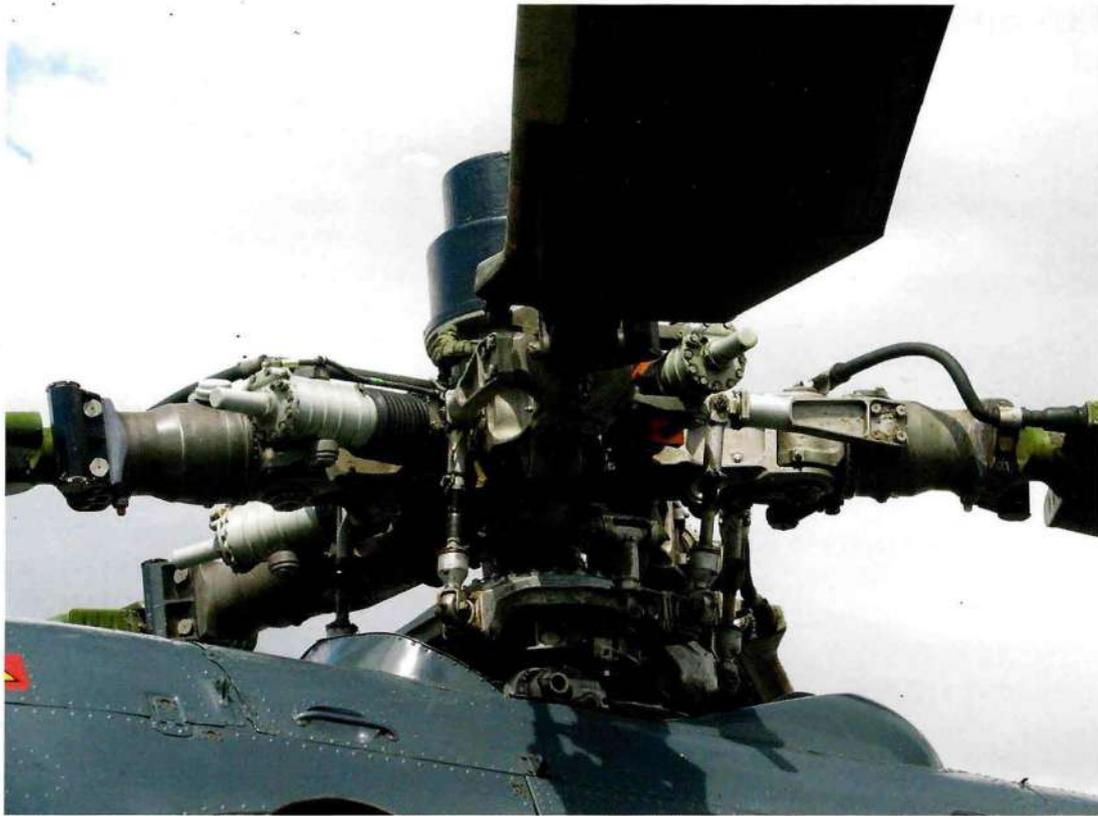


Foto 6. Hélice helicóptero Fuerza Aérea

recibe presión por parte de tornillos avellanados que lo sostienen sobre la base montante. Sus dimensiones 50.6 mm largo, 60 mm ancho, 16.50 mm de espesor.

### Acople base multi acople

Este acople posee las mismas dimensiones del anterior, a diferencia del sentido de la guía de encaje que los hace ser opuestos este acople se ajusta a una base soporte por medio de (04) tornillos avellanados de  $\frac{1}{4}$  de rosca fina tipo allen.

### Base multi acople

Esta base posee unas dimensiones de 90,06 mm de largo, 60, 06 mm de ancho y 18,08 mm de espesor, cuenta con dos guías de ajuste para dos piezas en sentido contrario u opuesto. Donde se acopla una base porta perilla y un acople conformando de este modo una herramienta que cumple una segunda función.

### Base vertical portaperilla

Esta base será la encargada de soportar la perilla que retendrá el tornillo que ara presión sobre el rodamiento para obtener la medida, se conecta a la base multi acople por las guía y se da ajuste por medio de un tornillo prisionero tipo allen de  $1 / 4$  " .

### Base soporte

La base es cuadrada cuenta con unas dimensiones de 153,2 mm X 4 y un espesor de 13,39 mm es en esta base donde se sostiene los acoples mencionados por medio de pernos avellanados de  $1 / 4$  "

### Retenedores

Constan de dos paredes de acero que estarán atravesadas verticalmente por un par de tornillos de cada lado que darán ajuste al hub a la hora de someterlo a la medición.

## Tornillos retenedores

Son dos tornillos de 3/8 " con cabeza de bronce acoplada y grafilada , además cuentan con acoples de nylon en la puntas para evitar cualquier daño a la estructura de hub.

## Tornillos pasantes de presión

Son tres (03) tornillos de medidas diferentes uno de 1/2 para el hub y los otros de 5/16 y 3/8 para los diferentes diámetros de las balineras.

## Bujes de presión

Es un conjunto de tres bujes que son atravesados por los tornillos pasantes de presión.

## Conclusiones

El play bearing kit special tool creada para medir el juego axial de los links del rotor principal y links de rotor de cola, balineras del Hub del rotor de cola, cumplirá la función para la cual fue diseñada de una manera exacta ofreciendo seguridad en la medición y beneficios al operario, reduciendo el tiempo de trabajo y aumentando la operatividad de la aeronave.

El taller de componentes dinámicos del comando aéreo de mantenimiento CAMAN será dotado con la herramienta la cual ha sido elaborada mediante estudios técnicos, con materiales de la mejor calidad, bajo la supervisión de asesores y especialistas en diseño y construcción de herramientas especiales; por ende la herramienta es el resultado del trabajo realizado durante varios meses el cual se vera reflejado en el momento que se desarrolle el trabajo de inspección y chequeo y mantenimiento de los componentes antes mencionados. Por último se nota que el proceso que se implementa a través de la herramienta funciona y cumplió los objetivos planeados al inicio del proyecto.

## Bibliografía

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2007 Premium DVD. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Constitución política de Colombia de 1991.

REGLAMENTO ACADÉMICO -ESCUELA DE SUBOFICIALES CAPITÁN ANDRÉS M. DIAZ-3 EDICION 2008.

NORMAS TÉCNICAS ley 1486 de IN-CONTEC, normas colombianas para la presentación de trabajos de investigación, S.A.

MECÁNICA DE TALLER materiales Metrología I, cultura de ediciones.

MECÁNICA DE TALLER metrología II, torno y fresadora, cultura de ediciones, S.A.

WWW.FAC.MIL.CO.

MANUAL BHT-212-IPB

MANUAL BHT-212-IPC

MANUAL BHT-212-MM

MANUAL BHT-212-COMPONEN REPAIR AND OVERHAUL MANUAL.

WILLIAM A. Nash Resistencia de materiales- serie schaum - Mac graw Hill.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española Vigésima segunda edición.

BIBLIOTECA VIRTUAL FUERZA AÉREA COLOMBIANA ,INTRANET

# Diseño conceptual y preliminar de un cohete portador para órbitas bajas.

## Conceptual and preliminary design of a rocket carrier for low orbits

Fecha de recepción : Abril 18 de 2009  
 Fecha de aprobación: Mayo 29 de 2009

OCTAVIO H. CALDERÓN URREA.\*  
 JHONATHAN O. MURCIA PIÑEROS.\*\*

### Resumen

*El presente artículo plantea el diseño conceptual y preliminar de un cohete portador de dos etapas para el transporte de carga útil (satélites, sondas) de una tonelada a órbitas bajas de la tierra, acoplándose al desarrollo tecnológico de Colombia. Partiendo de la velocidad requerida, se desarrolla un algoritmo de diseño para la determinar el número de etapas y seleccionar los propelentes a utilizar en los motores cohete del vehículo propuesto.*

*Palabras clave: Cohete, cohetería, espacial, órbita, propelente, supersónico.*

### Abstract

*The article presents the conceptual and preliminary design of a two-stage rocket for carrying payload (satellites, probes) to low earth orbits, coupled to technological development in Colombia. Based on the speed required, develops a design algorithm for determining the number of stages and the selection of propellants used in rocket engine of the vehicle proposed.*

*Key words: Orbit, propellant, rocket, rocketry, spatial, supersonic.*

\*Ingeniero Aeronáutico. Técnico en Línea de Aviones. Cadete Escuela Militar Aviación Marco Fidel Suarez. E-mail: octavio2023@hotmail.com

\*\*Ingeniero Aeronáutico. Cand. Mag. Astronomía. Universidad Nacional de Colombia. E-mail: jomp13@msn.com  
 Director de Proyecto: Ing. Andres Gravenhost Y Aurelio Mendez

## Introducción

El presente documento recopila la investigación realizada para el desarrollo de la tesis de grado en Ingeniería Aeronáutica, enfocando los conocimientos adquiridos durante el nivel de pregrado para el desarrollo de una futura carrera espacial colombiana.

Se plantea el diseño conceptual y preliminar de un cohete portador que sea capaz de competir a nivel mundial por el transporte de carga útil al espacio exterior, que promueva el desarrollo de una industria aeroespacial en Colombia, que motive el surgimiento e investigación de profesionales en el área del espacio, y que permita en un futuro no muy lejano la necesidad socio-política para explorar mas allá de las fronteras de la atmósfera.

## Requerimientos de la misión

Son aquellas características específicas con las cuales va a ser diseñado el vehículo. Los requerimientos impuestos son:

- Transportar una carga útil de una tonelada de peso a una órbita LEO de 500Km.
- Generar la velocidad orbital necesaria para que la carga útil se encuentre rotando sobre la tierra a 500Km de altura.

El presente caso de estudio requiere del diseño conceptual y preliminar de un vehículo capaz de cumplir los anteriores requerimientos impuestos.

Para ello se selección un cohete portador como vehículo de transporte debido a que histórica y tecnológicamente es el único sistema de transporte capaz de llevar a cabo los requerimientos de la misión, y sus motores le permiten funcionar en condiciones sin atmósfera como es el espacio exterior desarrollando una gran velocidad. Su misión será transportar la carga útil desde Colombia al espacio, determinando una trayectoria tierra-orbita, la cual puede servir a la carga para su posicionamiento en orbitas circu-

lares bajas de la tierra (LEO), o para realizar una transferencia a orbitas lejanas (GTO).

## Velocidad requerida

En los cohetes portadores se determina una trayectoria inicial en ascenso vertical para vencer la fuerza gravitacional, y durante el trayecto de vuelo se genera una curva parabólica de posicionamiento en órbita que le permite al vehículo adquirir la velocidad orbital necesaria para posicionar la carga útil [1].

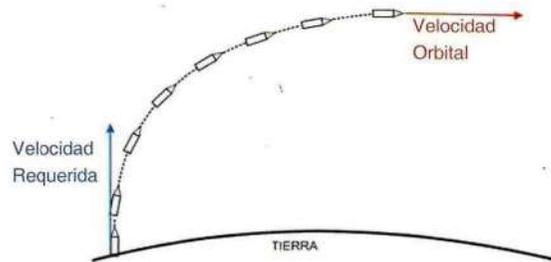


Fig. 1. Trayectoria de ascenso.

El cambio necesario de la velocidad de un cohete para una misión espacial específica con relación a su punto de salida adicionalmente con pérdidas (ej., fricción del aire durante un ascenso en atmósfera, pérdidas por gravedad y dirección,) se define como propulsión requerida o velocidad necesaria y se expresa en (1) como la sumatoria de la velocidad orbital (unidades  $m/s$ ), perdidas por campo gravitacional ( $\Delta V_{grav}$ ) Resistencia del aire ( $\Delta V_{resis}$ ) y dirección del vehículo ( $\Delta V_{dir}$ ), menos la velocidad de rotación terrestre en el sitio de lanzamiento ( $\Delta V_{rot}$ ) [2]:

$$\Delta V = \Delta V_{orb} + \Delta V_{grav} + \Delta V_{resis} + \Delta V_{dir} - \Delta V_{rot} \quad (1)$$

$$\Delta V = 7613 + 1363 + 95 + 198 - 465.1$$

$$\Delta V = 8803 \text{ m/s}$$

Como resultado de la búsqueda de variables en tablas de misiones estadísticas, se obtiene que la velocidad a desarrollar por los motores cohete corresponda a 8803 m/s.

### Motores cohete

El motor cohete es un conjunto de dispositivos que conforman un sistema de propulsión. Su mayor característica es que la masa propulsada como fuente de energía cinética se encuentra auto contenida en forma de energía química, siendo capaz de proporcionar la fuerza de empuje necesaria para generar un movimiento opuesto a la salida de los gases de escape mediante el principio físico de la tercera ley de Newton, acción y reacción: "A toda acción corresponde una reacción igual y en sentido contrario". Esta ley es equivalente al Principio de Conservación de momento para un sistema de partículas aislado, en este caso el sistema lo conforman el cohete, y los gases expulsados.

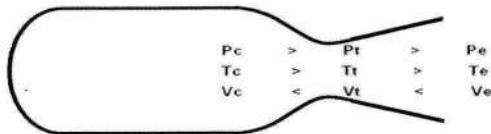


Fig. 2. Distribución de presión, temperatura y velocidad de los gases en un motor cohete.

El proceso químico que lo alimenta es la combustión de determinados propulsores que generan las partículas gaseosas a altas temperaturas y velocidades responsables del empuje, como se observa en la figura 2. Este tipo de propulsores contienen un combustible y oxidante en el vehículo (propelente), es decir un compuesto químico necesario para hacer quemar el combustible, sobre todo en el espacio por la carencia del oxígeno, y las altas velocidades que logra desarrollar.

El factor de selección para los motores cohete es el impulso específico que logran generar, gracias a las propiedades químicas de los pro-

pelentes. El impulso específico es determinado por la temperatura y la masa molecular del propelente, entre mayor sea el impulso específico del propelente tiene mayor energía química para transformarla en energía cinética, que de acuerdo a la misión es seleccionada en función del empuje o la velocidad a desarrollar como se observa en (2), donde el impulso específico ( $I_{sp}$ ) esta dado en función de la fuerza de empuje ( $F$ ), gravedad ( $g$ ) y flujo másico ( $m$ ), o en función de la velocidad de los gases ( $Ve$ )

$$I_{sp} = \frac{F}{mg} = \frac{Ve}{g} \quad (2)$$

Para órbitas muy cercanas a la tierra, y menores a 500 km de altura, los cohetes portadores utilizan dos etapas para alcanzar el objetivo de su misión. Estos cohetes portadores utilizan motores cohete de energía química. Como primera etapa del despegue se utilizan motores cohete de combustible sólido debido a que no se apagan fácilmente y liberan su energía rápidamente, para vencer a la fuerza gravitacional.

En las segundas etapas o etapas espaciales se utilizan de combustible líquido por su alto impulso específico, y porque se pueden apagar y encender. Debido a que los motores cohete de combustible líquido tienen un mayor impulso específico que los de propelente sólido, la velocidad generada por estos al vehículo es de alrededor del 75% de la velocidad total. Es decir que para este caso de diseño los LRM (liquid Rocket Motor) desarrollaran 6500m/s, de los 8803 m/s totales.

Con (3) del movimiento del cohete de Tsiolkovski, se determina la velocidad de salida de los gases en el ducto propulsivo, en función de la velocidad total del vehículo allada en la ecuación (1), y la determinación de masas iniciales ( $M_i$ ) y finales ( $M_f$ ) para cada etapa.

$$\Delta V = -Ve.Ln \left( \frac{M_f}{M_i} \right) \quad (3)$$

Para la primera etapa de combustible sólido o cohetes impulsores, se selecciona el propelente de mayor impulso específico que corresponde a la mezcla de nitrato de amonio, aluminio y polietilglicol, desarrollando 225s de impulso específico y una velocidad de los gases de 2205m/s. Para el sistema motor cohete de combustible líquido la mezcla seleccionada es hidrogeno y oxigeno líquido con un impulso específico de 425s desarrollando una velocidad en los gases de 4300 m/s. Con los datos obtenidos de velocidad en los gases de escape, se procede a dejar esta velocidad en función del número Mach ( $M_e$ ) y la relación de calores específicos en cada gas ( $\gamma$ ) para determinar la relación de expansión ( $\epsilon$ ) de (4), y así hallar las dimensiones del ducto propulsivo en el área de salida y área de tobera de cada sistema motor cohete.

$$\epsilon = \frac{A_e}{A_t} = \frac{1}{M_e} \left[ \left( \frac{2}{\gamma+1} \right) \left( 1 + \frac{\gamma-1}{2} M_e^2 \right) \right]^{\frac{\gamma+1}{2\gamma-2}} \quad (4)$$

Con la ecuación (4) se hallan las dimensiones de la sección convergente y divergente de las toberas tipo laval, en unidades de milímetros y se proceden a dimensionar en un programa CAD para obtener las figuras 3 y 4.

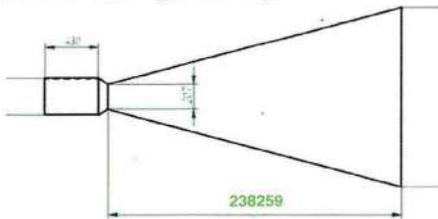


Fig. 3. Dimensiones tobera del motor cohete de combustible líquido.

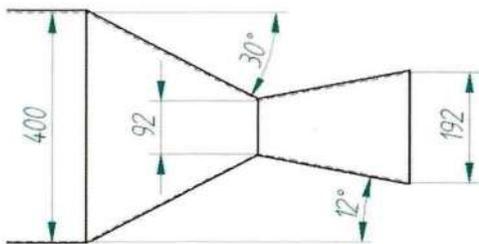


Fig. 4. Dimensiones tobera del motor cohete de combustible sólido.

Debido a que los sistemas motor cohete no solo se encuentran conformados por el ducto propulsivo (tobera) sino que también dependen de los sistemas de almacenamiento de los propelentes, se elijen las configuraciones estándar históricas más sencillas para su fabricación y funcionamiento.

De esta manera el sistema motor cohete de combustible líquido contiene tres tanques (fig. 5), una de presurización para mantener el flujo adecuado de oxigeno e hidrógeno a la cámara de combustión, y los dos de almacenamiento del oxigeno e hidrógeno líquidos. Para el caso del sistema motor cohete de combustible sólido (fig. 6), la misma cámara de combustión se encarga de contener en su estructura el propelente a utilizar.



Fig. 5. Distribución sistema motor cohete de combustible líquido.

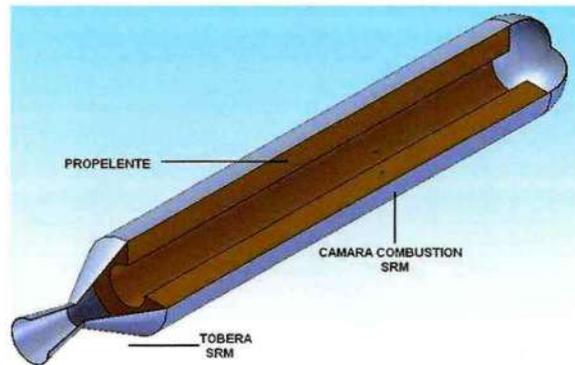


Fig. 6. Distribución sistema motor cohete de combustible sólido.

## Estructura

El tipo de construcción utilizado para la estructura que integra el cuerpo de la segunda etapa, es decir la sección del motor cohete de combustible líquido y sus tanques, es de tipo anillos finales, stringers y mamparos.

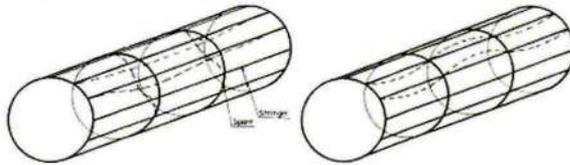


Fig. 7. Distribución de la estructura.

Se selecciona una forma cilíndrica, tipo fuselaje para la estructura de 12m de longitud y 1.5m de diámetro. Se determinan para los cálculos iniciales una distribución de 12 stringers, espaciados cada 5 grados y distribuidos uniformemente en el perímetro de la circunferencia del cilindro central. La carga axial distribuida uniformemente, se toma como la fuerza de empuje generada por el motor cohete de combustible líquido para aplicarla a la estructura.

Los stringers son determinados en materiales de aviación como el aluminio dural 2024 – T6, y se procede a realizar los análisis por elementos finitos para determinar la tensión máxima del perfil del stringer de cada sección, con la carga de la fuerza de empuje y corroborar el factor de seguridad para la sección diseñada.

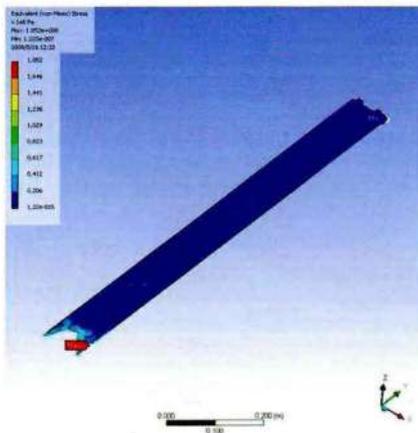


Fig. 8. Tensión equivalente stringer.

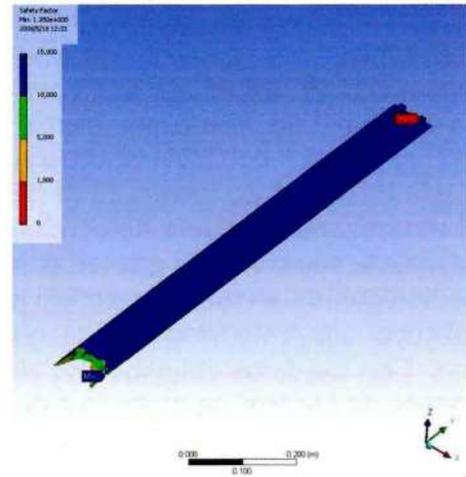


Fig. 9. Factor de seguridad stringer.

A continuación se observa la estructura diseñada, compuesta por 32 stringers distribuidos uniformemente alrededor del centro circular, y 15 mamparos, Con 12 metros de longitud y 1.5 metros de diámetro ideal para albergar los componentes del motor cohete de combustible líquido.

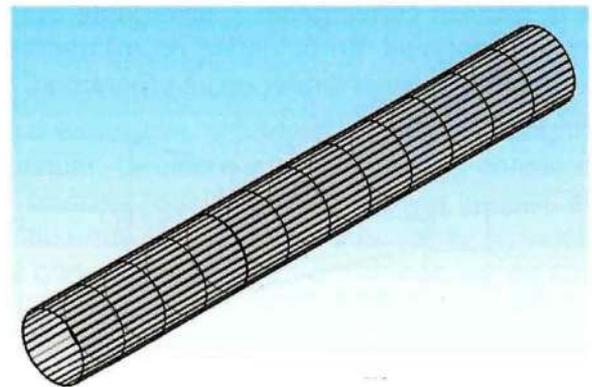


Fig. 10. Distribución final de la estructura.

## Características del vehículo

Como disposición final de la investigación se ensambla la estructura diseñada con la disposición del sistema motor cohete de combustible líquido y los cuatro sistemas de motor cohete de combustible sólidos separados a 90°, para dar paso a la disposición final de un futuro cohete portador colombiano.

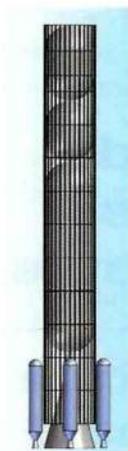


Fig. 11. Cohete portador.

En la fig. 11 Se observa el cohete portador más detalladamente. Como se puede ver no posee la punta, o el cono debido a que este es diseñado de acuerdo al volumen de la carga paga, a la distribución de los equipos de aviónica y a las consideraciones aerodinámicas del vuelo atmosférico, que se tienen en cuenta como pérdidas en (1).

Para finalizar, se obtienen los datos principales de todo el sistema del vehículo portador, y son enunciados en la siguiente tabla:

Tabla 1 Datos cohete portador.

Altura	13 m
Diámetro máximo	2m
Masa inicial	6232.8 kg.
Etapas	2
Carga paga	1000 Kg.(LEO 500 Km)
Combustibles	2 ETAPA LIQUIDO $H_2/O_2$ 1 ETAPA SOLIDO $NH_4 NO_3/$ $Al/C_2H_4O$
Fuerza empuje	2 ETAPA 60.76 KN 1 ETAPA 91.8 KN
Velocidad máxima	7613 m/s

## Conclusiones

Una de las principales características del motor cohete es la velocidad que puede desarrollar producto de los gases de escape. Esta velocidad determina el mayor factor de empuje, sin necesidad de trabajar el motor cohete con presiones muy elevadas, lo importante es el diseño de la zona de expansión de la tobera. Entre más amplia sea mayor será la velocidad de los gases y

la fuerza de empuje, y menor la necesidad de aumentar la presión, y esto a su vez reduce el espesor y peso de la cámara de combustión.

Los cohetes a lo largo de la historia de la humanidad han sido utilizados para la exploración espacial. Estos vehículos no solamente cuentan con motores cohetes y estructuras disponibles para el vuelo espacial, sino que también cuentan con toda una gama de materiales y sistemas especializados para el rendimiento en ambientes extremos como lo es el espacio exterior. En esta investigación se determino el desarrollo de los dos sistemas más significativos, el sistema de propulsión y el sistema estructural, para no extenderse demasiado, y debido a la dificultad de recopilar información de estos temas en el país.

El diseño conceptual y preliminar del cohete portador determina un acercamiento de los profesionales hacia el desarrollo espacial del país. Se debe tener en cuenta que no es solo el desarrollo y el diseño de un vehículo, si no toda una industria aeroespacial que debe ser desarrollada para el bienestar de la sociedad, el impulso de las ciencias y la tecnología, promovida por políticas de desarrollo.

## Reconocimientos

Los autores agradecen a la universidad los Libertadores, al Ing. Andreas Gravenhorst y Aurelio Mendez.

## Bibliografía

- KOELLE. Handbook of astronautical engineering 1 Ed. Unites States: Mc Graw Hill, 1965. 822 p.
- GRAVENHORST, Andreas. Sistemas de Propulsión Espacial y Transporte Espacial. Bogotá. p.14.
- CALDERÓN, MURCIA, Diseño conceptual y preliminar de un vehículo que transporta carga útil de una tonelada a orbitas bajas de la tierra.
- Tesis de grado en ingeniería aeronáutica. Universidad Los Libertadores. Bogotá 2008.

# Avance de los sensores de captación de video en los circuitos cerrados de televisión

## Sensors progress in the video collection of television closed circuits

Fecha de recepción : Abril 3 de 2009  
 Fecha de aprobación: Mayo 29 de 2009

T3. ALFARO DUARTE BERNARDO \*

### Resumen

*El desarrollo de la seguridad por medio de la tecnología de circuito cerrado de televisión ha pasado por diferentes etapas. Actualmente con la moderna nanotecnología cuántica y el desarrollo de la era digital se presentan variedad de equipos. Elegir el apropiado depende de las propiedades de los equipos especialmente de la potencia, del sensor, de las lentes y de la función que cumpla, según capte, almacene o evidencie información.*

**Palabras claves:** *circuito cerrado de televisión, seguridad, sensores, longitud de onda, infrarroja, lentes.*

### Abstract

*The development of security through the technology of television closed circuits has gone through several stages. Nowadays, with the modern quantum nanotechnology and the development of the digital age there is a wide range of equipments. Choose the appropriate equipment depends specially on the properties as power, sensor, and the lenses it has and how this equipment captures, saves or evidences information.*

**Key words :** *CTV, security, sensors, wavelength, infrared, lenses*

\* Coordinador del programa Tecnológico en Seguridad Aeroportuaria, Docente de Electrónica en Seguridad, Ingeniero Electrónico de la Fundación Universitaria Los Libertadores, especialista en Docencia Universitaria de la Universidad Nueva Granada, especializado en Sistemas Electrónicos de Seguridad por la Universidad San Buenaventura así como en Seguridad Física Avanzada por Andross LTDA.

Una pregunta general en CCTV es: ¿Qué cámara debo utilizar para que mi seguridad sea la mejor y que esté en mi presupuesto?

De allí se pueden desprender unas preguntas de componente técnico como:

¿Qué tecnología deben tener las cámaras de mi sistema según los requerimientos de seguridad?

¿Qué formato es el que requiero para mi sistema?<sup>2</sup>

¿Cuál resolución debo manejar en mi aplicación?

Con la iluminación actual, ¿Qué características deben tener las cámaras?

Para contestar todas esas inquietudes y escoger la cámara más apropiada, es necesario tener en claro ciertas características técnicas que pueden tener estos dispositivos.

En esta oportunidad se hará una disertación sobre la evolución que han tenido las cámaras en la captación de los rayos de luz<sup>1</sup> que se reflejan en los objetos, el desarrollo tecnológico está interrelacionado con el concepto de "formato" del sensor de la imagen, el formato de una cámara está definido como la medida que tiene el sensor de imagen (que es cuadrado) en su diagonal.

Aunque los primeros desarrollos de las cámaras tuvieron su aplicación en la televisión, la incursión de estas en el ámbito de seguridad se remonta hacia los años 60, en aquella época se utilizaba la tecnología de los tubos electrónicos (poco usadas en la actualidad), que se fabricaban en formatos de 1" y 2/3"; las cámaras de 1" en relación con las de formato 2/3" tenían mayor sensibilidad<sup>3</sup> a los rayos de luz y la imagen era más grande ya que tenían mejor resolución<sup>2</sup> por las dimensiones del sensor de imagen, eran óp-

timas para funciones de seguridad en exteriores; mientras que las cámaras de formato 2/3" fueron utilizadas generalmente en interiores; los especialistas en seguridad tenían el precepto que entre mayor formato tuviese la cámara era mejor, por supuesto era más costosa.

Entre los tubos que tuvieron mayor comercialización fueron los de tecnología Vidicón (con poca sensibilidad, buena resolución y además necesitaban de una óptima iluminación para su operación), la Newvicon (con una excelente resolución, con un promedio de respuesta alta y mejor sensibilidad que las cámaras vidicón), y la de Objetivo intensificado de silicio (usada para condiciones de iluminación muy tenue, buena resolución y alta sensibilidad).

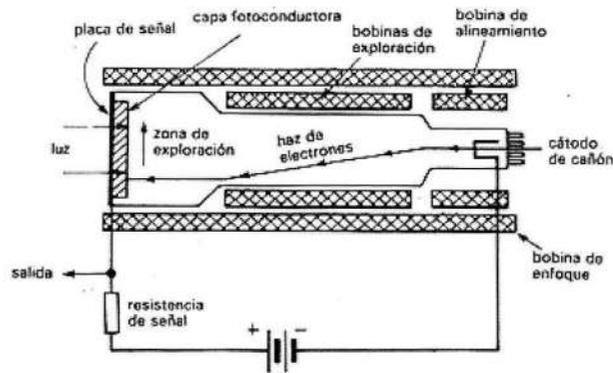


Figura 1: Diagrama esquemático de un tubo vidicón

A finales de la década del 80 y principios del 90 con la aparición del dispositivo de carga acoplada "CCD" estos formatos empezaron a disminuirse, es así que se están fabricando cámaras de formatos 1/2", 1/3" y 1/4", siendo los dos últimos de mayor comercialización y uso; además la paradoja de que a mayor resolución, mejores características se derrumbó, pues en la actua-

1. Los rayos de luz que se requieren en CCTV están referenciados al espectro visible que va desde el color violeta a 400 nm de longitud e onda hasta el rojo que tiene una longitud de onda de 700 nm, rayos menores al violeta son denominados ultravioleta mientras que haces de luz superiores a la longitud de onda del rojo son denominadas infrarrojos.

2.Sensibilidad: capacidad de reproducción de imágenes de acuerdo con los niveles de luz que inciden en el sensor de imagen.

3.Resolución: Calidad de la imagen que depende de las líneas horizontales que posee el sensor de imagen.

lidad se puede conseguir en el mercado un sin número de cámaras con características particulares sin importar el formato, ahora la variable que se usa para la adquisición de una cámara es su aplicación y su valor comercial.



Figura 2: (Izquierda y centro: Tubo orticon de 4.5" y 3" usados en cámaras de televisión hasta los años 60. Derecha: Tubo vidicón de 1" usado tanto en la cámaras de televisión como en cámaras de seguridad)

Pero, ¿Cómo funciona el CCD?, para comprender el funcionamiento del chip CCD debemos mirar anatómicamente como funciona el ojo humano, en primera instancia este dispositivo se debe comparar con la retina que está conformada por una gran cantidad de microsensores, los cuales perciben una serie de haces de luz refractada en los objetos y que la convierte en señales eléctricas que la transfiere al cerebro de una manera organizada para su reconstrucción e interpretación; en el caso del sensor CCD, toma los haces de luz en una matriz de sensores de estado sólido sensibles a la luz de 525 x 525 pixeles (generalmente) que mediante un barrido horizontal las envía a un DSP (Procesador digital de señales) y las convierte en una señal eléctrica (de video), que luego es transportada a los monitores para su visualización.

Cada pixel registra dos características importantes de los haces de luz: la longitud de onda específica de cada color que lo identifica de otro y la cantidad de luminiscencia percibida en ese momento, lo que comúnmente se denomina brillo

y contraste, como se comenta anteriormente este barrido se hace de manera horizontal, y luego va bajando verticalmente con un algoritmo establecido, de acuerdo a normas estándares de manejo de señal de video como son la NTSC y PAL.

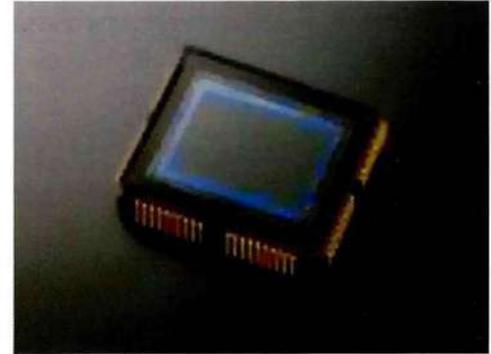


Figura 3: Chip CCD D200 de formato 1/3" (Nikon)

Siguiendo con el desarrollo tecnológico, las primeras cámaras que utilizaron la tecnología CCD, se construyeron con un chip denominado CMOS/CCD, estas tenían un bajo costo, alta sensibilidad a la luz infrarroja (IR) que minimizaba su operación en exteriores, por esto su mejor aplicación es en interiores, pero con muy baja sensibilidad a la luz visible; posteriormente surgieron los chip CCD de transferencia interlineal, se mejoraron los algoritmos para la reconstrucción de la señal y eran recomendables para trabajos con luz IR, aunque se mejoró la sensibilidad hacia la luz visible, presentaba una deficiencia ya que generaba borrosidad en puntos donde la escena tenía focos de iluminación alta y reflejo de una gran cantidad de luz (en vidrios, espejos, entre otros).

Como estos dispositivos resultaron muy sensibles a la luz en la gama de infrarrojos que ocasionaban la deformación de la imagen en su reconstrucción, se desarrollaron varias alternativas desde el punto de vista físico – eléctrico, una de las primeras soluciones para aquel problema fue la implementación de filtros IR ubicados generalmente adelante del lente, luego con el desarrollo del obturador electrónico (dispositivo aplicado a la cámara para compensar los cambios de luz), el

cual funciona paralelamente al iris del lente (tanto el obturador como el iris pueden ser manuales o automáticos) se minimizaron ostensiblemente estos problemas externos de iluminación y el uso de los filtros IR.

En la construcción del chip CCD de transferencia de cuadro se usaron otros materiales menos sensibles a la luz IR, se construyó con capas múltiples, generando una excelente imagen de video, además los algoritmos que se manejaban anteriormente pixel por pixel se mejoraron por información entrelazada cuadro por cuadro; la principal desventaja de este chip es su alto costo, por ello su aplicación no tuvo tanto éxito en el mercado.

Debido a que los sensores del chip se colocaban en una base plana, por efecto de la reflexión existía una pérdida considerable de luz que incidía en el pixel de forma diagonal, que a la hora de la reproducción del video afectaban principalmente en el tema del color, para evitar esto cada sensor se encapsuló en un domo transparente, lo cual hace que mayor cantidad de luz ingrese al domo y se dirija hacia el pixel por el efecto de refracción, aunque la sensibilidad al color mejoró notablemente, desmejoro en cuanto a las situaciones de luz brillante, este tipo de chip es denominado CCD HYPER-HAD y es utilizado únicamente en cámaras a color, otra desventaja es que genera enfoque suave en distancias cortas al objetivo.

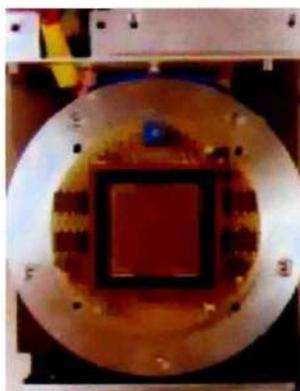


Figura 4: Se pueden realizar microchips CCD, el inconveniente es que los fabricantes de los lentes no han podido realizar lentes más pequeños para su ensamble.

Muchos de estos inconvenientes se han solucionado no desde la sensorica, sino del procesamiento de las señales a través de la digitalización de las mismas y de componentes electro ópticos como el control automático de ganancia, para amplificar la señal en caso de pérdida, la automatización del obturador electrónico y el manejo de iris de la lente, filtros electrónicos que solo dejan pasar las frecuencias de los haces de luz visible, entre otros, todo esto con el fin de poder reproducir algo casi exacto a lo que se pretende observar y llevar a otro punto de la manera más fiel posible.

En la actualidad la tecnología del CCD está muy avanzada, inclusive no se han podido comercializar cámaras más pequeñas debido que a los fabricante de los lentes (componente indispensable para el funcionamiento de una cámara) se les ha tornado difícil la construirlos más pequeños; es así que los dispositivos de carga acoplada son la tendencia actual, los cuales llevan solamente dos décadas en desarrollo; pero ¿Es posible que exista en los próximos decenios una nueva alternativa en la captación de los rayos de luz con fines al desarrollo de los Circuitos Cerrados de Televisión ó el CCD seguirá siendo la tecnología más apropiada junto con su compañero inseparable: el lente.

### Bibliografía

- Pierce, C. (1999). La Guía de CCTV de los profesionales. Davenport: L.T.C. Training Center.  
[www.sapiensman.com/ESDictionary](http://www.sapiensman.com/ESDictionary). (21 de 05 de 2009). Recuperado el 22 de 05 de 2009, de Technical Dictionary: [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)  
 TSA (2004). Módulo Circuito Cerrado T.V. Tecnología en Seguridad Aeroportuaria. Escuela de Suboficiales



# La argumentación paradigmática en ciencias físicas. La equivalencia entre el calor y el trabajo

## The paradigmatic argumentation in physical sciences The equivalence between the heat and the work

Fecha de Recepción: Abril 13 de 2009  
Fecha de Aprobación: Mayo 29 de 2009

FRANCIA M. CABRERA C. MgT\*

### Resumen

*La comprensión de las ciencias físicas requiere en el contexto pedagógico el reconocimiento y búsqueda de significación lingüística desde los conceptos y los procesos de la lógica racional. Estos procesos para las ciencias han estado separados. En el presente artículo consolidamos los resultados de la investigación y categorización desde el modelo de Tulmin del concepto de equivalencia entre el calor y el trabajo en Robert Mayer y su diferencia con el pensamiento de las sociedades científicas del siglo XIX.*

**Palabras claves:** *categorización lingüística, ciencias físicas, equivalencia entre el calor y el trabajo, sociedades científicas, argumentación paradigmática.*

### Abstract

*The comprehension of the physical sciences needs in the pedagogic context the Recognition and search of linguistic meaning from the concepts and the processes of the rational logic. These processes for the sciences have been separated. In the present article we consolidate the results of the research and categorization from the model of Tulmin of the concept of equivalence between the heat and the work in Robert Mayer and his difference with the thought of the scientific societies of the S. XIX.*

**Key words:** *Linguistic categorization, physical sciences, equivalence between the heat and the work, scientific societies, paradigmatic argumentation*

\* Línea de Resolución de problemas en ciencias naturales e ingeniería. Dra Margie Jessup PhD y Dra Rosalba Pulido de Castellanos PhD, Universidad Pedagógica Nacional. Magíster en Física, estudiante doctorado interinstitucional énfasis ciencias, Jefe desarrollo tecnológico aeronáutico. E-mail: doc6\_cabrera@pedagogica.edu.co; investigación.academico@gmail.com

## Introducción

La categorización desde el modelo de Tullmin, del trabajo de Robert Mayer con relación a la equivalencia entre el calor y el trabajo y de acuerdo a este orden, demarca la diferencia con la tradición del pensamiento del siglo XIX especialmente en el dominio de las sociedades científicas y su categorización lingüística paradigmática dada a la ciencia física en el rechazo de la ingeniosa participación de la obra de Mayer hacia el inicio de la termodinámica.

La investigación propuesta es interdisciplinaria; adopta una metodología exploratoria documental y se basa en actividades que conjugan la investigación científica, la formación de recursos humanos en el campo de las ciencias en especial la física y la lingüística. Entre los resultados se encuentra la innovación en el análisis de modelos argumentativos para las ciencias y su comparación documental, desarrollando una nueva línea de investigación desde la lingüística para la comprensión de la ciencia, su pedagogía y didáctica. La elaboración de los conceptos científicos desde una perspectiva interdisciplinaria que integre los aportes de la lingüística, al análisis del discurso, a la Sociolingüística y al género paradigmático que dan el giro copernicano a los referentes.

Se puede partir de la importancia del lenguaje como herramienta semiótica fundamental para la adquisición y producción de conocimientos y se postula por ello la necesidad de su dominio en relación con los campos disciplinares.

A pesar de la cantidad de documentos de ciencia física publicada y difundida, se observa la carencia de trabajos que consideren particularmente en los géneros académicos sobre la Argumentación paradigmática una circulación para la educación superior. Estos estudios resultan necesarios, ya que, los estudiantes universitarios requieren una alta competencia en la comprensión y producción de diferentes géneros de esta discursividad y en especial en la argumentación científica, tecnológica y de la ingeniería.

Si buscamos desarrollar desde las ciencias el pensamiento crítico deberíamos enseñar a identificar y a elaborar argumentos paradigmáticos convincentes y coherentes con justificaciones y fundamentaciones relevantes, como también a comunicar decisiones usando un lenguaje apropiado de acuerdo al contexto y a las metas o intenciones que preparar una estrategia para sostener y defender un punto de vista facilitando la elaboración de textos argumentativos más completos, coherentes y con carácter persuasivo para ese dominio.

## La argumentación en las ciencias naturales

La ciencia es un sistema complejo de conocimientos en desarrollo, el cual se obtiene mediante los correspondientes métodos cognitivos y se refleja en conceptos cuya veracidad se comprueba y demuestra a través de la práctica social. Kedrov, 1971. Esta ciencia para ser analizada entra en el contexto de la filosofía de ciencia y los diversos paradigmas esenciales que posee la ciencia, nos conduce particularmente a escoger entre otros, a la cognición científica y al campo social de la ciencia, por ser los componentes de mayor articulación y dinamismo con la dimensión de la educación. Morin, 1980.

La cognición científica implica la existencia de un sistema constituido por premisas iniciales o hipótesis, leyes determinadas que agrupan los conocimientos en un único sistema donde la transformación de los conceptos en un sistema conexasiónado con base en sus principios y leyes, le dan la científicidad. Toda ciencia cumple e incluye una etapa de formación que va desde una materia determinada a investigar, a la elaboración de los conceptos correspondientes, al descubrimiento o creación de las teorías que permiten explicar el gran número de hechos en el campo en cuestión y el establecimiento en una ley Universal. Al ser dialéctica la ciencia se caracteriza por la combinación del análisis, la síntesis, separando las partes y su suma en un todo.

El camino del conocimiento de las ciencias parte del estudio de los fenómenos directos al descubrimiento de su esencia que bajo un método experimental en el que la observación se realiza directamente sobre los fenómenos en: condiciones naturales; en la reproducción del fenómeno artificial en el experimento de laboratorio; en la comparación; en la medición que constituye un caso particular y en la deducción e inducción, en la generalización de la lógica empírica de los datos hasta establecer las leyes universales.

Para el reconocimiento, validez y función cognitiva la ciencia se materializa necesariamente en un sistema: el lenguaje.

En el libro el lenguaje y el entendimiento Chomsky se afirma la existencia de reflexiones anteriores sobre la existencia de un sistema abstracto propio de la mente humana, manifiesto en la filosofía cartesiana del siglo XVII donde se vislumbraba una conciencia de la existencia divergente entre el sistema de conceptos que somos capaces de comprender de un modo suficientemente claro, de un lado, y la naturaleza de la inteligencia humana, del otro” Chomsky.1971.

El aporte teórico central se podría resumir en la constitución del lenguaje de una nueva ciencia (terminología propia de una comunidad científica), hecho que evidencia la existencia de un sistema de constructos teóricos propios. A esto le correspondió también la identificación y consolidación de una metodología específica para el estudio de su objeto de estudio central: el lenguaje como facultad esencialmente humana. Santos.2000.

El trabajo empírico propio del enfoque positivista que consolidó la lingüística como ciencia ha cumplido ya su finalidad; especialmente en una época entre el siglo XIX y primera mitad del siglo XX en la que el paradigma del trabajo científico era el único reconocido en las ciencias humanas y sociales. Sin embargo, habría que explorar, desde este paradigma la posibilidad de ampliar nuestro conocimiento sobre el lenguaje humano como sistema y el paradigma de la investigación científica en los modelos autónomos que puedan coexistir en la lingüística con otros paradigmas y otro tipo de modelos no-autónomos. Kuhn. 1971.



En lo que respecta a la práctica social de la ciencia, es el espacio de aplicación y difusión de los conocimientos y a la vez la transición paulatina del pensamiento científico a un desarrollo de la producción en la sociedad desde lo económico, político, educativo y cultural. El pensamiento científico como proceso cognoscitivo se encuentra indisolublemente articulado al lenguaje y desarrollado a través de la lingüística en un sistema de conexión entre la actividad mental y la funcionalidad del mismo

como forma material de expresión del pensamiento. Leone1996.

Las ciencias naturales presentan una doble naturaleza, la de proceso y la de producto en sus logros intelectuales materializados en el qué sabemos y cómo lo sabemos Duschl, 1998 y por qué la actividad científica está a menudo caracterizada por la controversia, el disenso y la necesidad de elección entre elementos teóricos en pugna. Adúriz-Bravo et al 2005.

La argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten. Para argumentar hace falta elegir entre diferentes opciones o explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluar como sea más adecuada la opción elegida. Sanmartí, 2003. Adúriz-Bravo et al 2005. La argumentación es vista, desde la lingüística y la epistemología actuales, como una herramienta central de la ciencia para construir relaciones sustantivas entre modelos y evidencias Martín y Veel, 1998. Al argumentar se encuentran semejanzas entre el modelo teórico, abstracto, 'epitómico', y su contraparte concreta, que es la reconstrucción teórica del hecho. Adúriz-Bravo et al 2005.

En una argumentación científica, Adúriz-Bravo et al 2005, reconocen cuatro componentes:

1. La componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico (en el sentido de Giere, 1988) que sirva como referencia al proceso explicativo;
2. La componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser 'formalizada' en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transductivos...;
3. La componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor.
4. La componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido.

Sin embargo, observamos que de acuerdo a la particularidad de la ciencia se pueden presentar diferentes visiones sobre la estructura de los componentes de la argumentación estableciendo variación en los géneros textuales, en el diseño de la evidencia y en la existencia contenidos científicos apropiados para la validez de la argumentación. Silvestre, 2002

Incursionar en el análisis de las diversas formas en que la argumentación científica se torna en los diversos autores, en textos escritos científicos conduce el campo de la educación científica. Contribuyendo en los procesos de estudiantes y profesores en sus competencias para identificar qué tipologías textuales solo aportan datos, definen convencionalmente o narran una historia, y cuáles de ellas pretenden poner en marcha un modelo teórico de la ciencia intentando, al mismo tiempo, persuadir de su potencia explicativa y generando las habilidades que puedan llevarlos a escritos y prácticas orales más versadas.

## La argumentación paradigmática de la ciencia

### Física del siglo XIX equivalencia entre el calor y el trabajo

Las ciencias Físicas del siglo XIX en las naciones europeas presentaron un gran avance en el dominio de la enseñanza y de la investigación científica, debido a la indiscutible supremacía política y económica ejercida por Europa en el curso de este período. La evolución de la ciencia durante el siglo XIX se convirtió en un fenómeno social que, por sus diversas repercusiones, preocupó a los diferentes estamentos. Las obvias implicaciones que tienen, en el plano industrial, los progresos realizados en los diversos sectores de las ciencias físicas, conllevo a una creciente influencia del progreso científico en las condiciones de vida de la humanidad. Muchas ramas de la física experimentaron una profunda transformación en este siglo XIX pero básicamente la termodinámica y la teoría electromagnética presentaron mayor importancia e influencia. La ciencia física en procura de la validez de sus teorías daba a conocer sus presupuestos teóricos en papers o ensayos escritos ante las sociedades de ciencias y sustentados ante la comunidad de científicos para ser aceptadas o rechazados. Estas sociedades siempre dirigidas por los científicos o sabios más versados de la época, destacándose la Academia dei Lincei, la Academia francesa y la Royal Society de Londres.

El método establecido para los análisis y validaciones de las teorías físicas presentaba gran variabilidad, pero lo fundamental se centraba en el método experimental, en el modelo matemático y en la formulación de una ley. Parte de esa herencia la vivenciamos hoy siglo XXI en nuestros grandes centros de gestión y administración de la ciencia, la tecnología e innovación que para validar trabajos de investigación y artículos deben contener una misma estructura.

Al tomar el modelo de Tulmin para establecer el sistema de validez en los argumentos de las sociedades de ciencias para papers o informes de investigación o teorías de innovación, encontraríamos un esquema como el siguiente:

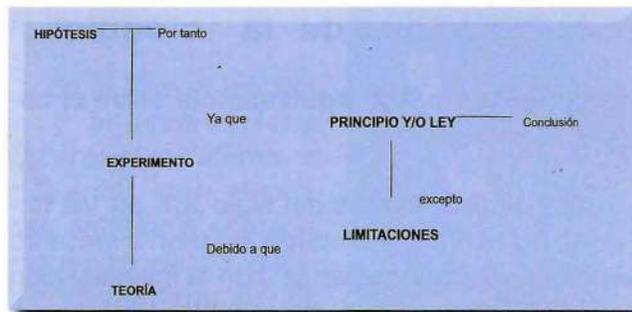


Fig. 1 Esquema del Modelo de Tulmin para la ciencia física del siglo XIX

**Hipótesis:** sistemática de hechos o afirmaciones

**Experimento:** comprobación de los hechos

**Teoría:** fundamentos que universalmente justifican u direcciona sistemática de eventos validados.

**Principio y/o Ley:** proposición confirmada que establece la relación entre variables representada en la propiedad de los sistemas.

**Limitaciones:** son las restricciones que se presentan en algunas leyes por comportamiento de variables.

Según este modelo, para que una teoría presente una validez argumental paradigmática, se parte de una Hipótesis obtenida de hechos observados o datos, justificados experimentalmente de forma relevante en función de razones del conocimiento científico aceptado-teoría-, estableciendo propiedades o leyes con sus correspondientes limitaciones.

Un argumento paradigmático es un fragmento discursivo compuesto de una serie de afirmaciones expresadas en oraciones del lenguaje científico o natural, las cuales juegan un papel de premisas y otra el de conclusión. Barceló. 2003. Estos presupuestos teóricos nos presentan racionalmente la validez de la conclusión para ser aceptada, es decir, de tomarla como verdadera, con base en las razones expresadas en la conclusión. A lo que Bruner, nos afirma que: la aplicación imaginativa de la modalidad paradigmática da como resultado una teoría sólida, un análisis preciso, una prueba lógica, argumentaciones firmes y descubrimientos empíricos guiados por una hipótesis razonada.

El papel de los diversos tipos textuales y géneros discursivos en la cognición no involucra sólo el contenido de los enunciados, a la información que estos vehiculizan y con la cual operan los procesos de conocimiento, sino también a la forma de las operaciones requeridas para realizar una tarea mental. Así, diversas formas del pensamiento verbal se llevan a cabo y se comunican mediante formas específicas del discurso.

En Bruner.1988 se distinguen dos modalidades básicas del pensamiento que requieren diferentes tipos de operaciones: la paradigmática y la narrativa. La primera modalidad, característica de los dominios que son objeto de conocimiento de las ciencias físico-matemáticas y naturales, constituye un sistema formal de descripción y explicación. Sus enunciados son verificables y la secuencia de razonamiento se encuentra regulada por requisitos de coherencia y no contradicción. Esta modalidad de pensamiento se aplica a entidades observables o a mundos posibles que pueden generarse lógicamente por las reglas del mismo sistema. Cada modalidad se desarro-

lla discursivamente por medio de géneros tales como, por ejemplo, la demostración y la explicación lógica en el pensamiento paradigmático.

La argumentación razonada comparte operaciones de pensamiento con ambas modalidades y tiene características propias que la constituyen como una tercera modalidad. Se aproxima al pensamiento paradigmático en tanto exige un desarrollo discursivo asentado sobre una secuencia lógica, que en la argumentación no se asienta sobre principios de coherencia y no contradicción, sino en criterios de pertinencia y compatibilidad. Perelman y Olbrechts-Tyteca, 1989. La demostración, la explicación lógica y la argumentación pueden concebirse como polarizantes en un continuo.

Historiadores recientes han mostrado cómo cierta, la idea de que es sólo una media verdad: siendo más importantes las confrontaciones sobre la metodología abstracta frente a la constructiva, que habían empezado, ya en el S. XIX. Pero, en todo caso, las paradojas intervienen en el estudio de los fundamentos de la lógica racional y de las teorías de las ciencias. Sin embargo esta innovación de análisis estructural desde el lenguaje en la ciencia física posibilita una reflexión sobre las características de una argumentación científica, profundizando sobre cómo se establecen las coordinaciones y las subordinaciones en los diferentes tipos de estructuras y su funcionalidad.

## Rechazo a los escritos sobre la equivalencia entre el calor y el trabajo en Julius Robert Mayer<sup>1</sup>



Fig2. Portada del Libro de Mayer sobre el equivalente mecánico del calor

<sup>1</sup> Julius Robert Von Mayer, En 1840 durante un viaje a Java empezó a interesarse en física cuando notó la diferencia de color entre la sangre arterial y la sangre venosa era menor en climas tropicales cuando se les comparaba con climas templados. Reflexiona sobre el hecho de que a temperaturas elevadas el cuerpo humano cede menos energía por combustión y esto lo conduce a la hipótesis de la equivalencia entre el trabajo mecánico y el calor. En 1842 obtiene un estimado para el equivalente mecánico del calor basado en un experimento donde la acción de un caballo permitía que un mecanismo moviera pulpa de papel dentro de una gran caldera y donde se compara el trabajo realizado por el caballo con el incremento de temperatura en la pulpa. Estos experimentos no resultaron ser de la misma calidad que aquellos reportados en 1845 por James Joule (1818-1889), pero pudo hacer interesantes interpretaciones y llegar a la conclusión de que la energía total debe conservarse antes de que lo hicieran Joule ó Helmholtz. Inicialmente enfrenta dificultades para publicar sus resultados y finalmente Liebig lo acepta para la revista que edite. Mayer publica sus pensamientos sobre el tema en 1842 bajo el título "The Forces of Inorganic Nature" ("Annalen" de Liebig, Bd. 42, 1842) y en esta publicación formula la ley general de la conservación de la energía y calcula el equivalente mecánico del calor. El no haber obtenido el crédito por todo lo anterior lo afecta severamente y En 1851 es internado en una institución para enfermos mentales y allí es olvidado hasta que a principios de la década de 1860 es Tyndall quien emprende una campaña para rescatarlo y lograr su reconocimiento. Como consecuencia de ello se le otorga a Mayer el derecho de añadir el "Von" a su nombre y recibe la Medalla Copley



Foto 1. Julius Robert Mayer (1814-1878)

Las ciencias físicas por su complejidad presentan problemas en su conocimiento y en su solución. El entender de una manera sistémica los fenómenos, nos guía hacia la preocupación deliberada y reflejada, de examinar las teorías e hipótesis implicadas, y a la vez realizar la búsqueda controlada y crítica de las relaciones entre dichos fenómenos. Por lo tanto, se presentan diversos caminos para llegar al conocimiento de un problema y su solución.

El problema que se ha elegido para esta investigación corresponde a un análisis estructural y funcional del escrito de Robert Mayer sobre la equivalencia mecánica del calor aplicando el modelo de categorización de Tulmin para la argumentación. Esta experiencia es innovadora y nos permite observar la diferencia entre modelos argumentales paradigmáticos en las diferentes teorías de las ciencias demarcando aquellos cambios o limitaciones que no conducen a una conclusión válida y universal. Mayer parte de la revisión de la obra de Gay-Lussac, y se

encuentra con un experimento, el cual se había olvidado, por no existir una teoría que diera la explicación válida y confiable; explicación que Mayer presentará, aportando nuevos conceptos que dieron inicio a la termodinámica, transformando el modelo mecanicista vigente como única alternativa para la comprensión de los diversos fenómenos en los siglos XVIII y XIX y sin embargo fue rechazado en las grandes sociedades científicas. Esta teoría posteriormente será retomada y comprobada experimentalmente por Joule, quien aportará las bases para el desarrollo de una nueva técnica del calor para ser aprovechada en la naciente era industrial y en la ciencia física por la termodinámica y el electromagnetismo. Cabrera.2007

### Experimento crítico sobre calor

En el año de 1807 un célebre físico y químico, Gay-Lussac,<sup>2</sup> propuso un experimento devastador para la teoría del calórico, comparable al experimento de Thomas Young sobre la interferencia de la luz. Mientras que Young con el

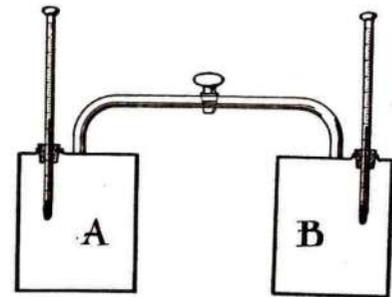


Fig.3 Experimento de Gay-Lussac

experimento de la doble rendija producía un patrón de interferencia que no podía ser explicado dentro del contexto de la teoría corpuscular de la luz, decidiendo de esta manera la discusión

2. Louis Joseph Gay Lussac (1778-1850) Nació en St.Léonard, Francia. Alumno de la École Polytechnique, École Nationale des Ponts et Chaussée, discípulo de Berthollet, profesor de química en la Polytechnique y en el Muséum National d'Histoire Naturelle, profesor de física en la facultad de Ciencias de París, miembro de la sección de física del Institut de Francia y de prestigiosas sociedades sabias, como la de Arcueil y la Philomatique. Sus investigaciones se centran en la expansión térmica de los gases, en la que empezó a trabajar animado por Berthollet y Laplace a finales de 1801. Tras diversas experiencias, concluyó que "volúmenes iguales de gases sometidos a incrementos iguales de temperatura experimentan una misma expansión". En 1807, investigó experimentalmente la relación existente entre los calores específicos de los gases y sus densidades. Muere en París, el 9 de mayo.

entre los partidarios de la teoría corpuscular y la teoría ondulatoria, Gay-Lussac proponía un experimento cuyo resultado, él, ni ninguno de sus contemporáneos pudo explicar.

El experimento de Gay Lussac sobre la expansión libre de un gas, presentaba dos recipientes iguales A Y B, aislados térmicamente y conectados por un tubo, en cuyo centro se coloca una válvula de paso. A, se llena con aire y el otro B, al vacío. Los termómetros se han colocado en cada recipiente para observar los cambios, en cada termómetro. Se realiza una primera lectura del termómetro como parámetro y en el momento que se abre la válvula, el gas pasa rápidamente de A al recinto B, presentándose una variación en el volumen del gas, de V pasa a 2V. Las temperaturas registradas por el termómetro no cambiaron.

Cómo explica Gay -Lussac, la situación de que los termómetros no registren cambio en la temperatura?

Según la teoría del calórico la temperatura debe disminuir por que se incrementa el volumen. Al observar en el instante los termómetros encontraron que el termómetro en A presentaba un leve cambio y el de B lo mismo, retornando posteriormente ambos a su lectura inicial, por lo tanto no hubo cambio en la temperatura. Gay-Lussac y sus colegas nunca dieron explicación a lo sucedido en el experimento, manifestando una contradicción con la teoría del momento (calórico). Por lo tanto fue olvidado. Cabrera.2007

Un médico, aprendiz de físico, a la edad de 28 años y un médico alemán participó en una expedición de sanidad a las islas de Java. Un hecho, en apariencias insignificante, le llamó la atención, según cuentan sus biógrafos. El color de la sangre de los nativos era más brillante que el de los pacientes alemanes. ¿Por qué? Mayer había leído el pequeño tratado de Lavoisier sobre la respiración. En los pulmones se llevaba a cabo una combustión lenta entre la sangre y el oxígeno contenido en el aire inhalado. Los habitantes de Java, por estar en tierras más cálidas pierden menos calor por irradiación y en consecuencia necesitan menos oxígeno. La hipótesis, demasiado simple y primitiva, dio lugar a una serie de reflexiones y de investigaciones de

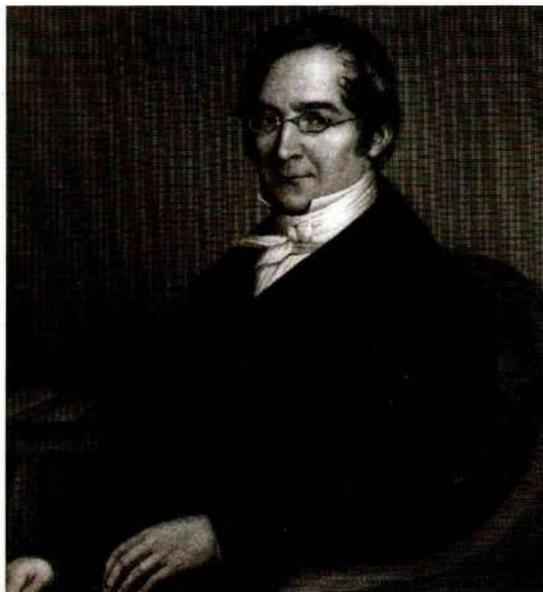


Foto 2. Gay-Lussac (1778-1850)

innegable importancia en la historia, no solo de la moderna teoría del calor, sino del principio de conservación de la energía.

Lavoisier había demostrado que la fuerza, la energía de los seres vivos, dependía de ese fuego interior, de esa combustión lenta que tenía lugar en los pulmones. Afortunadamente, Mayer desconocía la teoría del calórico o al menos no le prestaba ninguna importancia. Para él, sólo había una proposición innegable: Sin el calor suministrado por la oxidación de la sangre, que a su vez porta los nutrientes adquiridos en la digestión, no es posible la actividad de los organismos vivos. Hasta aquí no habría nada especialmente innovador, pero Mayer va más allá, lo que se pierde en calor se gana en trabajo exterior, de lo contrario no se explicaría por qué hay que renovar continuamente el alimento y el calor suministrado por la combustión interna.

Mayer estaba viviendo en plena revolución industrial debida a la máquina de vapor inventada medio siglo antes por Newcomen y mejorada técnicamente por J. Watt. Que el calor se necesita para realizar trabajo, nadie lo niega, pero que parte del calor se pierda cuando se realiza trabajo era una afirmación que pocos se hubieran atrevido a sostener después del breve y admirable tratado del ingeniero francés Sadi Carnot publicado en 1824. Para Carnot, el trabajo realizado por las máquinas se debía a la caída

del calórico del foco caliente al foco frío, de una manera semejante a como el agua al descender de un nivel superior a un nivel inferior realiza trabajo, moviendo las aspas de un molino. Mayer no era un ingeniero, mucho menos un físico, era afortunadamente en este caso, un médico. Decimos afortunadamente, porque su paradigma no era un fenómeno mecánico, sino un fenómeno orgánico. El alimento no cae de un nivel a otro, el alimento se consume al realizar trabajo.

Cuando el gas encerrado en un cilindro se expande a presión constante, desplaza el émbolo en contra de la presión atmosférica realizando un trabajo que se puede calcular fácilmente si se tienen en cuenta las investigaciones hechas por Boyle y otros investigadores. La temperatura desciende, no porque el calor sensible se transforme en calor latente como piensa la mayoría de los sabios, sino porque parte del calor contenido en el gas se transforma en trabajo, de una manera semejante a como el alimento se transforma en energía vital. ¿Por qué en el experimento de Gay-Lussac no hay descenso de temperatura? Ni los físicos ni los químicos lograron dar una respuesta convincente. Mayer tiene el atrevimiento de intervenir donde los demás han fracasado. En el experimento de Gay-Lussac la expansión se lleva a cabo en un espacio vacío por consiguiente el gas no realiza trabajo exterior, al no realizar trabajo exterior, la cantidad de calor permanece constante, al permanecer constante no hay disminución de temperatura. Se trata de una simple hipótesis, sencilla, pero con un inmenso poder explicativo, que habrá que someter a experimentación y cálculo.

La explicación de Mayer, se fundamenta en que ordinariamente un gas se expande en oposición a la presión, por lo cual realiza trabajo. La temperatura disminuye no porque que se incrementa el calor específico del gas, el descenso en el calor contenido, es debido a que se convierte en trabajo. Cuando el gas se expande en el vacío, no tiene oposición de la presión, por lo que no realiza trabajo, no hay pérdida de calor por conversión en trabajo, no baja la temperatura. El calor específico del gas no cambia con este volumen.

Por lo tanto debe existir una relación de equivalencia entre el calor y el trabajo. Mayer .1842.

Al integrar el modelo de categorización de Tulmin, al trabajo de Mayer podemos diseñar y analizar la siguiente estructura argumental paradigmática:

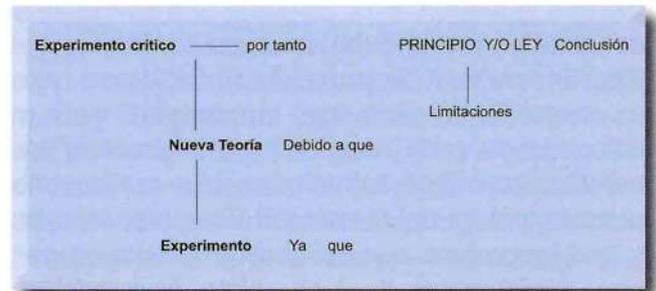


Fig.4 Modelo de Tulmin aplicado a la obra de Robert Mayer.

**Experimento Crítico:** Situación experimental que presenta limitaciones en la explicación de los eventos que ocurren. Experimento de Gay Lussac y la imposibilidad de explicar lo sucedido.

**Nueva Teoría:** El nuevo sistema de conceptos y relaciones que se deben establecer para dar explicación a los eventos que ocurren experimentalmente. La asociación de experiencia medica con relación al color de la sangre en pacientes que habitaban a nivel del mar y zonas montañosas. Influencia de la presión atmosférica .

**Experimento:** la práctica científica que permite comprobar los eventos susceptibles de estudio en relación con el fenómeno estudiado en un universal. Consideración ideal de un experimento en condiciones especiales de presión y temperatura y observar el trabajo y el calor en las dos situaciones y enunciar la respuesta al experimento de Gay Lussac,

**Principios y/o Leyes:** proposición confirmada que establece la relación entre variables representada en la propiedad de los sistemas. La equivalencia entre el calor y el trabajo.

**Limitaciones:** son las restricciones que se presentan en algunas leyes por comportamiento de variables. Los modelos matemáticos utilizados por el Dr. Mayer al ser un médico y la forma de expresar los conceptos físicos.

Según este modelo, la teoría para la validez argumental paradigmática en Mayer, parte de un experimento crítico obtenido de datos directos, justificados en una nueva teoría cuyos principios integran experiencias en otro campo de forma relevante en función de experimentos teóricos analizados desde el conocimiento científico y estableciendo propiedades o leyes con sus correspondientes limitaciones.

Por la dificultad en la estructura del análisis y por la variabilidad de la notación y modelo lógico abordado por Mayer, su trabajo es rechazado en las grandes sociedades por no mantener la estructura argumental, el mismo orden y no ser comprendido, sin embargo se presenta un método inductivo que permite una mayor correlación e integración entre los hechos físicos, biológicos y naturales.

El abordaje matemático de demostración es muy sencillo y limitado y por lo tanto su análisis y cuantificación no está en los campos de la lógica abstracta tradicional presentada por los modelos de la ciencia física, como los de un Laplace o Fourier.

Esto nos permite desde el modelo argumental paradigmático demarcar las diferencias en la organización para la comprensión de la lógica de la ciencia física y el observar con mayor detalle, el por qué del rechazo a la obra de Mayer y el establecer una evolución de los referentes argumentales para las ciencias en los diferentes períodos de la historia, además de servir de ejemplo didáctico para el análisis estructural y argumentativo de la ciencia física.

La posibilidad de observar una sistemática de la argumentación paradigmática y su comparación para cada una de las épocas, aporta a una nueva visión argumental de la ciencia y establece patrones de comprensión y crítica para la misma. Para la educación en ciencias, es el capital cognoscitivo más valioso por el orden y validez de cada uno de los elementos científicos establecidos desde los criterios lógicos hacia una funcionalidad - estructural científico.

## Conclusiones

Para la educación en ciencias, especialmente la ciencia física en relación con las teorías del calor, trabajo, su equivalencia y conservación; se presenta un aprendizaje reflexivo en el profesor y en el estudiante una comprensión superior en la teoría, en la formulación de los fenómenos físicos y de situaciones prácticas para la tecnociencia.

El determinar las diferencias entre las formulaciones teóricas argumentales paradigmáticas y sus ordenes bajo intuiciones geniales de un médico y las estructuras argumentales paradigmáticas de los físicos con relación a la formulación, planteamientos, teorías y la experimentación como comprobación, enriquecen las experiencias novedosas tanto de los campos de la ciencia física como los de la pedagogía y lingüística.

De innovación para los textos guías de física tanto de secundaria como universitarios, por que en los actuales, no se contemplan profundizaciones en cuanto a la elaboración de los Argumentos, conceptos, formulaciones teorías, experimentos estos son consideradas bajo un método algorítmico y escasamente comprensivo; resaltando los enunciados, descripciones dejando de lado lo valioso para el aprendizaje y dominio del saber de la física.

Se revalorizan la visión dinámica del contexto a la hora de analizar el discurso del cual toman sentido las justificaciones, siendo la finalidad de la argumentación el convencer a otra persona, poniendo énfasis así en el carácter dialógico y persuasivo del discurso argumentativo. El esquema de Tulmin presenta la efectividad reque-

rida la planificación de la escritura además de posibilitar un análisis y comprensión muy rigurosa. Posibilita el encuentro y la delimitación de una asección, eje del proceso de generación de un conocimiento nuevo.

Los estudiantes a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia podrán hacerlo especialmente desde la argumentación paradigmática siendo efectivos por la estructura y funcionalidad que la misma presenta.

La enseñanza a partir de la resolución de problemas desde la perspectiva de investigación fundamentada en los conceptos científicos y su categorización desde una argumentación paradigmática, logran mayor significación con problemas científicos que se transforman en investigables, con diseños experimentales contrastables, supera la transmisión verbal y permite desarrollo de pensamiento científico del estudiante con calidad de vida.

### Bibliografía

- ADÚRIZ-BRAVO ET al 2005. Estudios sobre enseñanza de la Argumentación científica escolar, Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, Centro de Formación e investigación enseñanza de las ciencias, 2. Número extra. VII congreso.
- BARCELÓ, A. 2003. Los alcances de la argumentación lógica, Conferencia Conferencia Magistral, Encuentro Nacional de Didáctica de la Lógica
- BAJTÍN, M. (1982). El problema de los géneros discursivos. En: Estética de la creación verbal. México : Siglo XXI.
- BRUNER, J. 1988. Realidad mental y mundos posibles. Barcelona, GEDISA.
- CABRERA, F. 2007. Investigación indiscutible de la naturaleza a un experimento genial olvidado la equivalencia mecánica del calor. TECNOESUFA, Vol. 7. Bogotá
- CAMPANER, G Enseñar a Argumentar, un aporte a la didáctica de las ciencias Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba.
- CHOMSKY, N., 1971. El lenguaje y el entendimiento. 3ª edición. Barcelona: Editorial Seix Barral.
- DUSCHL, R. 1998. La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. Enseñanza de las Ciencias, Vol. 16 (1), pp. 3-2
- GAY-LUSSAC. 1802. The Expansion of Gases by Heat Annales de Chimie 43, 137. [reprinted in William Francis Magie, ed., A Source Book in Physics (New York: McGraw-Hill, 1935) .
- KUHN, T. 1971. La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica.
- MAYER, R. 1842. The Forces of Inorganic Nature, a paper, Liebig's Annalen,
- PATÍÑO ROSELLI, C. 1999. Un repaso lingüístico al siglo XIX. En Forma y Función. No. 12 Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Pp. 15-32.
- PERELMAN, Ch. y OLBRECHTS-TYTECA .L 1989. Tratado de la argumentación. La nueva retórica. Madrid: Gredos.
- SILVESTRI Adriana, 2006. La formulación de preguntas para la comprensión de textos: estudio experimental, Revista signos: estudios de lingüística, ISSN 0035-0451, N°. 62, Págs. 493-51.
- SILVESTRI Adriana, Dificultades en la producción de la argumentación razonada en el adolescente: las falacias del aprendizaje, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Buenos Aires.
- TYNDALL, J. 1863, Heat Considered as a Mode of Motion. New York: D. Appleton and Co.
- TOULMIN, S. 1993. Les usages de l'argumentation. Paris: PUF. 1ª. ed. The uses of Argument. 1958.
- VAN DIJK, T. 1997. Estructuras y funciones del discurso. 11.ª ed. México: Siglo XXI Editores.
- VIGOTSKY, L. 1963. Pensamiento y lenguaje. La Pléyade.
- VIGNAUX, G. 1986. La argumentación. Ensayo de lógica discursiva. Hachette.

# Notas y claves hacia la investigación musical, en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea

## Notes and clefs to the musical research in the air force non commissioned officers school.

Fecha de recepción: Mayo 22 de 2009  
Fecha de aprobación: Junio 12 de 2009.

TS. FORERO FARFÁN CARLOS ARTURO\*

### Resumen

*La música es uno de las mayores manifestaciones de la capacidad del humana en su evolución sensible y racional, al producir los instrumentos y establecer sus sonidos para constituirlo en un lenguaje sonoro, con contenido, significado e interpretación objeto de la cultura. Las bandas sinfónicas militares son parte de esta cultura, las cuales poseen también una significación, una tradición histórica e integración social a las comunidades, permitiendo conocer sus diferentes composiciones y ritmos.*

**Palabras claves:** Música , Música Militar, banda sinfónica, marcialidad, investigación musical, historia música militar

### Abstract

*The music is the most form of human knowlodge in evolution sensitive and rational. they are doing the tools and the own sounds for sony with language the musical military band interpretation*

**Key words:** Music, Music army, Band symphony military, music reserch, history of symphony bands, classification of bands

\* Músico, Banda Sinfónica Fuerza Aérea Colombiana. E-mail: cafofa5@yahoo.es

Para referirnos a investigación, es imprescindible remitirnos a los orígenes, o raíces de lo que se quiere crear, desarrollar, o efectuar mejoras; en sus diferentes aplicaciones y usos. Cuando nos referimos al área musical y en especial desde una perspectiva de músico de la Banda Sinfónica de la Fuerza Aérea Colombiana, decimos: Que a partir del siglo XVII, según la raíz Banda (Band, en inglés; Bande, en francés) cuyo significado es: faja, lazo o unión; comenzaría a aplicarse este término a nivel mundial, al grupo de músicos o soldados, que con instrumentos musicales (Percutivos y de viento), cumplían la misión de enardecer y redoblar, el ánimo de los combatientes. Era el enlace, entre la táctica y la marcialidad de las tropas.

## Orígenes de las Primitivas Bandas

Con relación a los orígenes de estas agrupaciones musicales, citaremos algunos personajes bíblicos, como el caso de Jubal, descendiente de Caín, el cual se considera como padre de los que interpretan Kinnôr (Lira portátil) y úgabh (flauta vertical de varios tubos). Ya desde aquella época se determina la existencia de grupos musicales. Los hebreos, desde el año 5.650 A.C.; utilizaban, una trompa o cuerno de carnero sin boquilla, llamada Shofar (para rituales) e instrumentos de percusión como el Tof (antiguo tambor hebreo) y



Foto 1. Banda sinfónica Fuerza Aérea Colombiana

el Pa`amon, campanilla de los príncipes tribales; en conjunto con sus voces. Todo aquello, con fines de celebraciones netamente de adoración, llamados cultos. Estos eran celebrados, por lo general, el día sábado o sabat; en mezquitas, sinagogas y templos. Para sus Batallas, incluían, una trompeta de plata denominada Jazozra, antes de entrar en combate, y de esta manera lograr la bendición de Dios.

El Torá (La Biblia) nos ofrece numerosas menciones y referencias originales, acerca de la importancia, de los diferentes usos y formas musicales; inmersas en rituales cantados e interpretados instrumentalmente. A su vez no podemos desvincularla de las innumerables batallas y enfrentamientos.

Al recopilar, información que avale, la existencia de dichas afirmaciones, contamos, con: testimonios escritos, tapices, grabados y pinturas de la época; sobre el empleo de la música y sus intérpretes, en las múltiples operaciones militares, la cual es tan antigua, como el mismo arte de la guerra. Es allí, donde se evidencia la honrosa función, que desempeñaban en las batallas de las milenarias civilizaciones. Otro claro ejemplo de su existencia, lo podemos palpar, en las excavaciones arqueológicas, realizadas en el territorio de Sumeria (antigua Mesopotamia, cerca del golfo Pérsico, hacia el año 10.000 A.C.); Aquí concluimos que los primitivos habitantes de dicha región, manejaban instrumentos de percusión y otros tales como el gi-bu, tubo largo sin embocadura y sostenido en forma casi vertical; al igual que trompetas rectas y trompetas en forma de espiral; de uso exclusivo en la parte militar y ceremonial.

Además de los hebreos y mesopotámicos; otras culturas se suman a la extensa lista de empleadores de la música para múltiples acciones; es el caso de los egipcios, los cuales dedicaban gran culto y técnicas a la música militar; introducen la tuba, trompeta recta que precedía los desfiles seguida de tambores y sistros (sonajero para el culto de Isis); así lo señaló Ptolomeo Filadelfo, también utilizaron flautas

Foto 2. Presentación Banda Sinfónica  
Fuerza Aérea Colombiana



verticales: nay y uffata; dobles chirimías: zumarah y trompetas, las cuales eran utilizadas en el culto a los muertos. Los chinos en 3.000 A.C., introducen en sus ceremonias y rituales el uso de largas trompetas cuya longitud era aproximadamente tres palmos, construidas de madera con incrustaciones de oro.

En la Edad de Bronce, en los Países Escandinavos se desarrollan, conjuntos instrumentales como el de Luras vikingas (instrumentos de sonoridad fuerte y vigorosa, comparable a la del moderno trombón), para ser usados en funciones de ceremoniales y rituales.

Los Caldeos en el año 2.000 A.C., practicaban la música guerrera como lo demuestran los trabajos arqueológicos realizados en los monumentos de Senaquerib y Nabucodonosor. Asurbanipal (668-625 a.C.), también utilizó grupos de músicos militares asirios, según consta en grabados y relieves que podemos apreciar en el Museo de Louvre en París. Y en los relieves y vasos del Museo Arqueológico Nacional de Madrid, se pueden observar, claramente, guerreros ibéricos tocando instrumentos musicales de uso militar.

En la antigua Grecia los soldados marchaban al combate al son del aulos, (especie de doble oboe) con el fin de mantener un correcto orden en la formación y el mismo ritmo, en la marcha. Antes de la batalla, los aulistas tocaban un preludeo con el objeto de poner a los soldados en dis-

posición de ánimo para la lucha, mientras que, el llamado Canto de Castor, constituía la señal para el ataque. Como instrumento de señales y órdenes militares, utilizaron una trompeta de metal; junto con otros instrumentos de viento, como la syrinx o siringa (flauta de Pan, en homenaje al dios pastoril de la Arcadia) y la flauta travesera. También en (530 a.C.) se destacan Midas de Agrigento, hábil flautista y Herodoro de Mergara, trompetista ganador por diez veces del premio olímpico por su habilidad, según lo relata el poeta Píndaro (518-438? A.C) en sus Epinicios Olímpicos.

En Roma, durante el reinado de Servio Tulio (578-534 A.C), sexto rey de Roma, fueron instituidos formalmente los Grupos de músicos en las Milicias o Legiones Romanas con funciones específicas. Sobre estos hechos abundan los testimonios en Sófocles, Pitágoras, Aristóteles, Dídimos, Platón, Aristóteles, Herodoto, Plutarco, Tucídides y Gelio. Durante el reinado de Servio Tulio (578-534 A.C), sexto rey de Roma. Los romanos desarrollaron múltiples actos, ceremonias, usos y costumbres militares, al igual que rituales en los cuales, se hizo frecuente la utilización de diversos instrumentos musicales tales como la Bucina (Trompeta plegada con boquilla desmontable), la Tibia (Instrumento Nacional de los romanos, al principio era una flauta de hueso, luego pasó a ser transversal y finalmente, este término, designó al aulos y doble aulos), el Tympanum (Pandereta), el Scabillum (Sonajas para los pies);

la Cymbala (Platillos), la Crótala (Sonajas), además de la Tuba (Trompeta recta), el Cornu (Trompa con vara transversal para sostenerla), la Syrinx (Flauta pastoril griega), el Lituus (Trompa etrusca de campana curva) y otros más.

Los virtuosos de la música eran respetados y considerados en todo el Imperio. Estudiaban bajo la tutela de memorables maestros; debían llevar una vida metódica y sana; realizaban giras de conciertos por el Imperio y recibieron pagos importantes.

Marco Terencio Varrón (116-26 A.C), célebre autor del libro DE MUSICA, séptimo volumen de su obra Disciplinarum Libri; destaca la importancia de la música como una de las principales disciplinas de la educación.

Más tarde, el emperador Tito Flavio Sabino Domiciano (54-97d.C), estableció los Juegos Capitolinos, en los cuales se premió la actuación de instrumentistas, músicos, cantores y poetas. A partir de estas fechas y acontecimientos, la música además era considerada como espectáculo.

La Corte germana del Káiser Friedrich II, tenía en 1217 un cuerpo de Trompeteros Reales con funciones claramente definidas para el ceremonial y los usos militares, incluidos diferentes toques y señales musicales.

Resumida historia de las Bandas y del desarrollo de su repertorio desde la Edad Media hasta el S.XVI

Juan Vercher, en conjunto con otros historiadores y musicólogos, coinciden, en el hecho de afirmar que las primeras Organizaciones Musicales de carácter Municipal, Bandas Municipales o Hermandades (Brüderschaft), aparecen a partir de la Edad Media, hacia la mitad del siglo XIII.

Podemos hablar de Tres tipos de Bandas, que corresponden a tres segmentos diferentes de la sociedad, según afirma David Whitwell en su libro: A Concise History of the Wind Band, son ellas:

### 1. Banda de Iglesia:

La primera que nos aparece reseñada, corresponde a la Iglesia Germana del Obispo de Passau en el año 1203. Las funciones de estas Bandas de Iglesia eran las de realzar la solemnidad del culto.

### 2. Bandas de Corte:

Cuyas funciones eran evidentemente, el protocolo ceremonial; por las crónicas, tenemos noticias de la existencia de Spielmann o Grupos de Músicos de Viento en la corte germana del Conde de Kraiburg, hacia el año de 1050.

En 1212, el Conde de Chester promueve la Organización Corporativa (con diferentes nombres como: City Piper, Ratsmusikant, Stadtmusikant, Zinkenist o Stadtpfeiffer) de los músicos ejecutantes de instrumentos de viento, percusión, etc., en la región de Gran Bretaña.

### 3. Bandas de Ciudades (Municipales):

Sabemos que surgen y se desarrollan Bandas en Wismar (1272), en Luebeck (1280) y en Rostock (1285).

A fines de 1288, el Conde Pedro de Ebersdorff instituye, en la ciudad de Viena (Austria), la famosa Nicolaibrüderschaft (Hermandad de San Nicolás) una de las primeras confraternidades o hermandades profesionales de músicos municipales (Stadtpfeiffer) la cual estaba integrada por ejecutantes de pífanos, flautas, violas, tambores, trompetas y un Director.

El 23 de noviembre de 1321, Felipe IV de Valois, decide dar el título de Ménétriers (equivalente a profesores) a los músicos que tocaban al servicio de su Corte. También tenemos datos de Bandas de Ciudades en Lueneburg (1335), Hamburg (1387), Koenigsberg (1391), Aachen (1338), Kiel (1340) y Zwickau (1348).

Estos grupos tocaban, además, en plazas y lugares públicos con el auspicio de reyes, duques y nobles para el esparcimiento de las comunida-



Foto 3. Banda Sinfónica  
Fuerza Aérea Colombiana

des. El uso de Bandas de viento y percusión por parte de las cortes europeas, viene documentado desde muy remotos tiempos, incluso con argumentos tan interesantes como los que señalo a continuación:

En el siglo XIV, llega el Tambor a Francia, con las tropas inglesas, cuando se produce la invasión de Eduardo III de Inglaterra a Calais en 1347; el cual hace su entrada triunfal con una fusión de trompetas, timbales y toda clase de tambores. Este monarca, que dio inicio a la Guerra de los Cien Años, hacía uso de estos instrumentos, para producir efectos de pánico y horror en el enemigo durante las batallas, como lo describe perfectamente, una crónica en verso de la época, alusiva a la batalla de Hallidown Hill contra los Escoceses. A partir de este siglo, el uso del Tambor Sarraceno se generaliza por las diferentes Cortes europeas para sus usos y necesidades protocolares y militares. Por esta época, en la ciudad de Lucca, surgió la Compañía de Trompeteros.

En Alemania, el Emperador Segismundo de Luxemburgo (1368-1437) concedió a la ciudad de Augusta, en 1426, el privilegio de formar y mantener un cuerpo de trompetistas y timpanistas municipales (Cfr.R.Bonfadini., Le Origini del Comune di Milano. 1897).

Durante los siglos XIV y XV se desarrolló todo un sistema de señales tanto para instrumentos de viento como para tambores; el compositor Clément Jannequin (1475-1560) en su obra La Bataille (1500) recopila y transcribe para coro de voces esos toques militares.

Vemos como el 24 de octubre de 1541, los músicos de la banda que acompañaron al Papa Alejandro Farnesio, gran amante y mecenas de las artes, llamado Paulo III (1534-49); hace su encuentro con el emperador Carlos V, a fin de tratar la paz entre Francia y España, (Cfr. E.Rodocanaghi., Château Saint Ange & A.Bertolotti., Speserie segrete e pubbliche de Paolo Terzo., vol. III).

El rey Enrique VIII de Inglaterra (rey 1509-47) envía emisarios a Viena para que adquieran pares de timbales para ser colocados en las cabalgaduras al estilo húngaro.

### **Grandes cambios a partir del Siglo XVIII**

Sin dudas, el proceso de transformación y mejoramiento de los instrumentos avanzaba a pasos decididos, en el año 1700, en Nüremberg, Alemania, da la forma conocida al Clarinete, A partir de la Revolución Industrial del S.XVIII, la industria de fabricación de instrumentos también

tomará cuerpo y se producirán más y mejores instrumentos. Este hecho dará lugar a la aparición de organizaciones musicales más complejas y completas que incorporan los nuevos y más efectivos instrumentos.

Surgen así, las Modernas Bandas Militares, a las cuales se les llamará también: Charangas, Fanfares, Military Bands, Harmonies, Koninklijke Militaire Kapel, Königliche Militär Kapelle, Musique Militaire o simplemente, BANDAS.

En 1724, bajo el reinado del emperador Federico Guillermo I de Prusia (el Rey Sargento 1713-40), se establece la primera Escuela de Música Militar en Berlín, bajo la dirección de Gottfried Pepusch; para esta época la instrumentación militar más usual era: oboes, fagotes y cornos; luego se añadirá la enseñanza de los clarinetes. (Cfr. David Whitwell, *The History and Literature of the Wind Band and Wind Ensemble*, 1984/Mark Reimer, *The Evolution of Wind Musik in Germany*, 1994).

Desde 1726, George F. Händel, quien se había trasladado y establecido en Inglaterra, escribe varias obras para las incipientes Bandas Militares Británicas, integradas con la participación de músicos ingleses y otros extranjeros que se importaban para tales fines. Entre estas obras destaca la famosa Marcha para el Regimiento Real de Granaderos, que luego incluyó en su ópera Scipio.

Una de las más importantes transformaciones sucede en 1763, cuando el Emperador Federico El Grande de Prusia (rey 1740-86), organiza su Banda Imperial que marca las pautas para la Banda Moderna. Su orgánico será: 2 oboes, 2 clarinetes, 2 cornos, 2 fagotes, 1 flauta, una o dos trompetas, contrafagote y serpentón. Además, encarga varias obras para su banda a los compositores: Franz Joseph Haydn, Wolfgang Amadeus Mozart, Carl Ditters von Dittersdorf, Luigi Cherubini, Ignace Pleyel y el joven Ludwig van Beethoven. Carl Philipp Emmanuel Bach, escribe en Berlín de 1775, tres Marchas; una en Fa (Wq. 187, N°1), otra en Re (Wq.185, N°1) y la última en Do (Wq.185, N°2), por encargo del Emperador Federico El Grande.

En esta segunda mitad del S.XVIII y como consecuencia además, del gran auge en la demanda y construcción de instrumentos musicales, se logran nuevos parámetros de calidad sonora, derivados de los materiales que se utilizan, de la tecnología en el perfeccionamiento de los mecanismos y llaves con los cuales se les dota para mejorar y facilitar su ejecución y consecuentemente, la calidad y precisión en la afinación de los mismos, los cuales se construirán cuidadosamente, poniéndolos en condiciones de responder a las nuevas exigencias técnicas y sonoras. Se cuenta, con una agrupación musical de instrumentos de viento bien conformada y equilibrada en sus timbres.

En 1785 el Duque de York autoriza la ampliación de la Gran Banda para la Guardia de Coldstream; En 1789 se crea la Musique de la Garde Nationale en París, Francia. En 1790 el maestro francés François Gossec (1734-1829), compone su conocida Marcha Lúgubre pour Orchestre Militaire.

Franz Joseph Haydn (1732-1809), Maestro del Clasicismo, escribe en 1792, durante su visita a Inglaterra, la marcha Príncipe de Gales y en 1793, F. Gossec su Sinfonía Militar en Fa.

En 1795, François Gossec compone para estas Bandas su Obertura Clásica en Do. Y, por su parte, Etienne Méhul (1763-1817) escribe sus Obertura en Do, en Fa y su Sinfonía Militar, obras todas concebidas originalmente, para Banda.

El 11 de julio de 1798, en Norteamérica el presidente de los Estados Unidos, John Adams (1735-1826), crea The U.S. Marine Band, la más antigua de las organizaciones bandísticas norteamericanas que aún existen. Su primer director será William Farr. 1799 es el año de fundación de la más antigua Banda Civil de los Estados Unidos, se trata de la Temple Town Band (New Hampshire).

Partiendo de estas importantes informaciones, y basado en estos datos cronológicos, la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana, con su Banda Sinfónica, está dando pasos pequeños, pero a su vez acertados en la

búsqueda y consolidación; hacia una investigación musical como lo hicieron Reyes, Príncipes, Héroes Bíblicos, Filósofos, Interpretes, Compositores y Músicos, en épocas anteriores.

La Banda Sinfónica de la Fuerza Aérea, con sede en Madrid Cundinamarca, esta interpretando e indagando, composiciones de compositores que combinan diversos ritmos y movimientos musicales, logrando así crear, nuevas sensaciones y sentimientos a su publico. En los diversos conciertos lleva el folclor colombiano a las nuevas y ancestrales generaciones, a lo largo y ancho de nuestra amada patria.

Es propicio citar a dos compositores, que poseemos en nuestra institución musical; los cuales crean, investigan y plasman en sus composiciones, el sabor y la riqueza de nuestras raíces; Estos maestros son: el Aerotécnico Johan Alexander Trujillo López, clarinetista y compositor. Cuenta con varias obras musicales de su autoría, como Bambucos, Pasillos, Himnos, entre otros; otro gran valuarte con que contamos, es el maestro Fidel Ángel Chavarro Peñalosa, que además de ser el Director de la Banda, también se encuentra incursionando en composición y arreglo de Himnos, para las diferentes entidades internas y externas.

En el año 2009 la Escuela de Suboficiales y la Banda Sinfónica se han propuesto, iniciar la investigación musical. Objetivo que se ha trazado desde su creación a la fecha. Para ello este año se esta conformando un grupo de trabajo investigativo en esta área, sobre ritmos autóctonos, medidas y utilización de los mismos en la trayectoria de rituales en todo su territorio, para crear nuevas fusiones, que engrosen, y enriquezcan el extenso y maravilloso repertorio nacional. Al

estar efectuando esta investigación, estaríamos siendo pioneros en el ámbito Militar, con fines culturales.

En posteriores números estaremos dilucidando, más notas y claves hacia una investigación musical.

**Bibliografía recomendada sobre el desarrollo de las Bandas en el Mundo**

El Torá (La Biblia) Sagradas Escrituras Disciplinarum Libri, de Marco Terencio Varrón (116-26 A.C)

Cfr.R.Bonfadini., Le Origini del Comune di Milano. 1897

Cfr. E.Rodocanaghi. Château Saint Ange & A.Bertolotti, Speserie segrete e pubbliche de Paolo Terzo.,vol. III

Cfr. David Whitwell, The History and Literature of the Wind Band and Wind Ensemble, 1984/ Mark Reimer, The Evokution of Wind Musik in Germany, 1994

Las Bandas de Música en el Mundo, Bernardo Adam Ferrero;

El Maravilloso Mundo de la Banda, Jesús Ignacio Pérez-Perazzo;

Artículo evaluado por:

Marco Antonio Tapia Linares, Licenciado en Música, profesor de la Escuela de Bellas Artes de Tultepec,Mexico,composer@marcprojet.com



# Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana

## 77 años

### Reseña histórica

*En sus principios las misiones francesas y suiza que se contrataron, condujeron las instrucciones de pilotaje y mecánica a la par, estando conformado este último por suboficiales del Ejército y aprendices de mecánica. Estos hombres así formados fueron realmente los pioneros de las especialidades técnicas.*

*El 05 de julio de 1932 se expidió el Decreto No. 1144 que creó la Escuela de Radiotelegrafía y Mecánica de Aviación, con sede en la misma escuela de pilotaje en Madrid, con capacidad para 24 alumnos.*

*Los primeros instructores fueron los Jefes Técnicos Justino Mariño, Julio Parga y Antonio Rozo, asesorados por el técnico Adolph Rubín de la misión Aérea Suiza. Las primeras materias estudiadas fueron: aerodinámica, carpintería, entelaje y laminas, mantenimiento aéreo y motores, además de las materias de carácter militar.*

*En 1934 cambió su nombre por el de Escuela de Mecánicos de Aviación, el cual varió nuevamente en 1947 por el de Escuela de Clases Técnicas.*

*Por disposición del Comando de la FAC fue trasladada a principios de 1953 a la Escuela Militar de Aviación en Cali, en razón de misiones, comodidad e instalaciones.*

*Ese mismo año (1953), viajo al Albrook A.F.B., USAF-IAAFA, en la zona del canal de Panamá el primer grupo de 50 soldados alumnos integrantes del Curso No. 15 a especializarse. Hacia 1970 se desplazó de nuevo la Escuela a Madrid a su moderna, amplia y funcional edificación.*

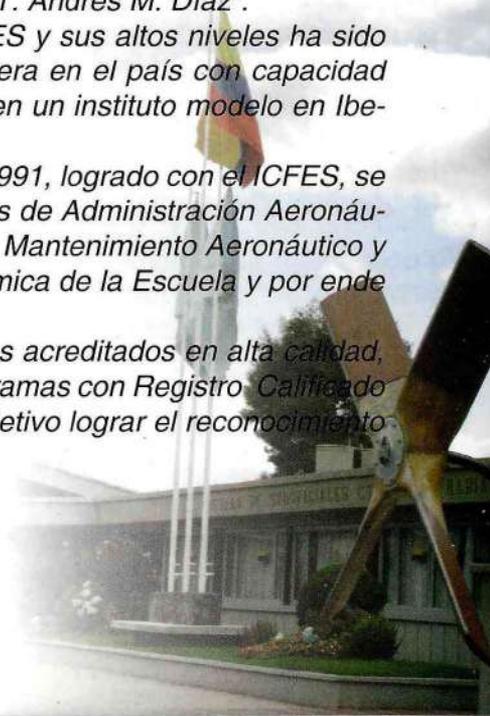
*Con el cierre del Instituto Militar Aeronáutico en 1971, la Escuela de suboficiales asumió la tarea de adelantar los cursos de capacitación para ascenso de todos los suboficiales de la FAC, cobrando entonces su gran importancia como Unidad docente y se le confirió el verdadero nivel que le correspondía.*

*La Directiva No. 057 del Comando de la FAC, del 29 de Julio de 1971, constituyó la Escuela como el plantel piloto de las doctrinas y filosofías técnicas que inculca. En Agosto del mismo año, la Resolución No. 053 le asignó el nombre de "CT. Andrés M. Díaz".*

*Por sus programas académicos homologados por el ICFES y sus altos niveles ha sido reconocida como la Institución Tecnológica de la FAC, primera en el país con capacidad de otorgar títulos de Tecnólogos Aeronáuticos y convertida en un instituto modelo en Iberoamérica.*

*Mediante acuerdo inicial No. 275 del 05 de Diciembre de 1991, logrado con el ICFES, se dio carta blanca a la creación de los Programas Tecnológicos de Administración Aeronáutica, Comunicaciones Aeronáuticas, Electrónica Aeronáutica, Mantenimiento Aeronáutico y Seguridad Aeroportuaria mejorando la infraestructura Académica de la Escuela y por ende la Fuerza Aérea.*

*En la actualidad cuenta con cinco programas tecnológicos acreditados en alta calidad, una especialización en el área tecnológica y dos nuevos programas con Registro Calificado ante el Consejo Nacional de Acreditación, teniendo como objetivo lograr el reconocimiento a la excelencia educativa en el año 2009.*



### EDITORIAL

---

CT. Fabio Baquero Valdés  
Director Escuela Suboficiales FAC

### INSTITUCIONALES

---

Puesta en marcha del nuevo laboratorio de aviónica en ESUFA  
TP. Omar Morales Cueto

### CIENCIA Y TECNOLOGÍA AERONÁUTICA

---

Nitruración de titanio asistido por plasma del acero Aisi 1020 con una capa de cromado electrolítico.  
Diego A. Cañadulce C. Paulo Velázquez

Diseño y construcción de un banco interactivo de sistemas electrónicos de seguridad aeronáutica.  
Alumnos 80-2 Seguridad Aeroportuaria ESUFA-FAC

Herramienta para lavado del compresor del motor T-56 para optimizar la seguridad industrial.  
DS. Perdomo Villamil Julio A.  
DS. González Gonzalez Diego  
DS. Convariza Monroy Andres -ESUFA-FAC.

Interface Hardware-software para control electrónico de la maqueta de tránsito aéreo del laboratorio de comunicaciones aeronáuticas ESUFA  
BRI. Martínez Agudelo Julián Alberto  
DS. Moreno Vega Hawer Alexander  
DS. Vera Cerón Carlos Eduardo ESUFA-FAC

Implementación del banco de calibración por HF  
BRI. Sánchez Juan Daniel  
DS. Trujillo Peña Jairo ESUFA-FAC

Simulación de consola de instrumentos meteorológicos para la practica de control de aeródromo.  
DS. Beltrán Nariño Jairo  
DS. Céspedes Gaviria José  
DS. Blanquicett Suárez José

Revisión de la compresibilidad y propuesta de medición adiabática en sistemas de potencia fluida.  
Mario Hoyos Mesa  
William Prado Martínez

### EDUCACIÓN AERONÁUTICA

---

Formación por competencias en la Escuela de Suboficiales de la Fuerza Aérea Colombiana "CT. Andrés María Díaz".  
T4. José Bernardo Alfaro Duarte

Proyectos y tecnologías aeronáuticas curso 80-2008

### HISTORIA Y PERSONAJES EN LA ESUFA

---

Suboficial Técnico Jefe de ESUFA asciende a Jefe de Comando. TJC. Linares Amèzquita Javier  
Mejor Suboficial del año 2008 -ESUFA TP. Omar Morales Cueto  
Condecoración "Policarpa Salavarrieta" a ESUFA  
AT. Luis Fernando Martínez

# PROGRAMAS TECNOLÓGICOS ACREDITADOS EN ALTA CALIDAD



**Comunicaciones  
AERONÁUTICAS**



**Electrónica  
AERONÁUTICA**



**Abastecimientos  
AERONÁUTICOS**



**Mantenimiento  
AERONÁUTICO**



**Seguridad  
AEROPORTUARIA**



**CNA**  
CONSEJO NACIONAL DE ACREDITACION

Primera Fuerza Militar Certificada en todos sus procesos.

Escuela Militar de Suboficiales FAC "CT. ANDRÉS M. DÍAZ"  
Cra 5 No. 2-92 Sur. Madrid – Cundinamarca – TEL: 820 90 80 / 820 96 67 / 820 20 71 / 820 92 78

[www.esufa.edu.co](http://www.esufa.edu.co)