



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: EDUARD OSWALDO LLAIN RANGEL
YONY RAMON LÓPEZ SOTO

FACULTAD DE INGENIERIA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR: JESUS BETHSAID PEDROZA ROJAS

**TITULO DE LA TESIS: DISEÑO, CALCULO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE
UN MOLINO EXPERIMENTAL DE BARRAS PARA EL LABORATORIO DE
PROCESOS DE MINERALES DE LA UFPS**

RESUMEN

En el siguiente trabajo se diseñó y calculó cada una de las partes que conforman el molino experimental de barras. Se realizó el montaje e instalación del molino experimental de barras. Se elaboraron planos de construcción y montaje. Y se puso en funcionamiento el molino experimental de barras.

CARACTERISTICAS

PAGINAS 175 PLANOS 3 ILUSTRACIONES CD-ROM 1

**DISEÑO, CALCULO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MOLINO
EXPERIMENTAL DE BARRAS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE
MINERALES DE LA UFPS**

**EDUARD OSWALDO LLAIN RANGEL
YONY RAMON LÓPEZ SOTO**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**

**DISEÑO, CALCULO, CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE UN MOLINO
EXPERIMENTAL DE BARRAS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE
MINERALES DE LA UFPS**

**EDUARD OSWALDO LLAIN RANGEL
YONY RAMON LÓPEZ SOTO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

**Director
JESUS BETHSAID PEDROZA ROJAS
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2007**



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: Cúcuta, 20 de noviembre de 2007
HORA: 14:30
LUGAR: TALLER DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS
Plan de Estudios: INGENIERIA MECANICA

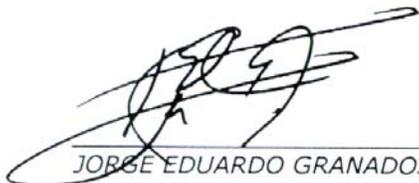
Título de la Tesis: "DISEÑO, CALCULO, CONSTRUCCION Y MONTAJE DE UN MOLINO EXPERIMENTAL DE BARRAS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE MINERALES DE LA UFPS"

Jurados: Ing. JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS
Ing. SERGIO VILLAMIZAR LOPEZ

Director: Ing. JESUS BETHSAID PEDROZA ROJAS

Nombre de los estudiantes	Código	Calificación
		Letra Número
YONY RAMON LOPEZ SOTO	122800	Cuatro, Cuatro 4,4
EDUARD OSWALDO LLAIN RANGEL	122861	Cuatro, Cuatro 4,4

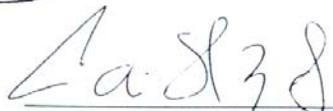
A P R O B A D A



JORGE EDUARDO GRANADOS GRANADOS



SERGIO VILLAMIZAR LOPEZ



Vo.Bo. CAMILO FLOREZ SANABRIA
Coordinador Comité Curricular
Ingeniería Mecánica

Martha A

Av. Gran Colombia No. 12E-96 Barrio Colsag- Teléfonos: 5776655 ext: 115-116 Fax: 5771988
Cúcuta - Colombia

A mi papa Adán, mi mama Gladis, mi novia lilibeth y mis hermanos Fernando y yesica, por toda su colaboración, apoyo y confianza que siempre depositan en mí.

A todas mis tías, tíos y primos por su colaboración y confianza. A mis compañeros, bladimir, Mario, Edgardo, jader, jhon, Daniel, danilo, marvin y ñelo por su apoyo y colaboración.

Eduard Oswaldo llain rangel

A mi madre ana dilia (QEPD) quien me impulso y apoyo hasta los últimos días de su vida para que mis metas se cumplieran y fuera un profesional.

A mi hermano edilson por su apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida y por haber hecho que mis metas se cumplieran. A mis tías doris ana y mi nona Paula que con sus consejos me fortalecieron y no permitieron que retrocediera en ningún instante de mi cerrara, llegando a ser como mis segundas madres. A mis tíos ramón Paulo por sus sabios consejos y porque siempre me brindaron una palabra de aliento para continuar.

yony ramón López soto

AGRADECIMIENTOS

Los Autores del presente proyecto de grado expresan sus agradecimientos a:

Al ingeniero JESUS B. PEDROZA por su respaldo y orientación en la en la ejecución del proyecto de grado.

Al profesor DAVID MARTÍNEZ RODRÍGUEZ por sus enseñanzas y consejos en la construcción de la maquina.

Al ingeniero Ismael garcía por su colaboración.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MOLINO EXPERIMENTAL DE BARRAS	22
1.1. METODO DE FRED C. BOND	22
1.2 INDICE DE TRABAJO DE BOND O DEL MATERIAL	23
1.3. INDICE DE TRABAJO DE BOND CORREGIDO	23
1.4. FACTORES DE CORECCION DEL INDICE DE TRABAJO DE BOND	24
1.5. CALCULO DEL INDICE DE TRABAJO DE BOND CORREGIDO	27
1.5.1. Parámetros de diseño	27
1.6. CALCULO DE LAS DIMENSIONES DEL MOLINO DE BARRAS POR EL METODO DE BOND.	29
1.6.1. Potencia mecanica requerida	30
1.6.2. Potencia electrica requerida	31
1.7. TAMAÑO DE LOS CUERPOS MOLEDORES	34

1.7.1. Parámetros de diseño	34
1.7.2. Calculo del diámetro óptimo de las barras	35
1.7.3 Cálculo del peso de las barras.	36
1.7.4 Calculo del número de barras de cada diámetro	40
1.8. VELOCIDAD ROTACIONAL DEL MOLINO	41
1.8.1. Cálculo de la velocidad crítica	41
1.9. CALCULO DE LA POTENCIA DE ARRANQUE	44
1.9.1 Parámetros de diseño	44
1.9.2 Torque de molienda.	45
1.9.3 Momento de inercia de las partes que conforman el molino	45
1.9.4. Calculo del torque para vencer la inercia de los elementos móviles	52
1.9.5. Torque ocasionado por el conjunto de barras y material dentro del molino, cuando este se encuentra en movimiento	54
1.9.6. Potencia requerida para mover las barras.	56
1.9.7. Potencia requerida por el motor.	57
1.10. DISEÑO DEL EJE	58

1.10.1. Parametros de diseño	58
1.10.2. Fuerza de impacto.	59
1.10.3. Calculo de la carga distribuida que soporta el eje.	63
1.10.4. Análisis del eje a carga estatica	64
1.10.5. Calculo del factor de seguridad del eje.	69
1.11. SELECCIÓN DE LOS RODAMIENTOS.	69
1.12. ANALISIS DEL EJE POR FATIGA	74
1.12.1. Parámetros de diseño	74
1.12.2. Factor de seguridad por fatiga para muescas	75
1.12.3. Calculo de la vida del eje.	81
1.12.4. Factor de seguridad del eje despues del rodamiento derecho	83
1.13. CALCULO DE LOS TORNILLOS PARA LA UNION DE LA TAPA LATERAL DERECHA DEL MOLINO	85
1.13.1. Parámetros de diseño	86
1.13.2. Fuerzas que actuan en los tornillos.	86
1.13.3 selecciones del tornillo.	89

1.14. CALCULO DE LA ESTRUCTURA	96
1.14.1. Parámetros de diseño	96
1.14.2. Análisis de fuerzas en la estructura	96
1.15. CALCULO DE LA SOLDADURA DEL CILINDRO	102
1.15.1. Parámetros de diseño.	102
1.15.2. Análisis de la soldadura a flexión	103
1.15.3. Análisis de la soldadura a torsión.	105
1.16. CALCULO DE LA SOLDADURA PARA LA ESTRUCTURA.	109
1.16.1. Parámetros de diseño.	109
1.16.2. Análisis de la soldadura a torsión	110
1.16.3. Análisis de la soldadura a flexión.	114
2. DESGASTE DEL CILINDRO Y LOS CUERPOS MOLEDORES.	118
2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.	118
3. SELECCIÓN DEL ACOUPLE.	124
3.1. PARÁMETROS DE DISEÑO.	124

3.2. SELECCIÓN.	124
4. SELECCIÓN DE LA CUÑA PARA EL EJE.	125
4.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.	125
4.2. CÁLCULOS PARA LA SELECCIÓN	126
5. COSTOS	129
6. CONCLUSIONES	131
7. RECOMENDACIONES	132
BIBLIOGRAFIA	133
ANEXOS	134