

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA NEUMÁTICO
DEL BLOQUE 42 DEL ITSA**

POR:

CHICAIZA TAIPE EDGAR GERMÁNICO

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la
obtención del Título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. **ALNO. CHICAIZA TAIPE EDGAR GERMÁNICO** como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.**

Ing. Bassantes Dag

DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga, 21 de Abril del 2004

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mi familia, que con gran amor, esfuerzo y apoyo, me han ayudado a alcanzar una meta que me propuse al ingresar al ITSA, y de esta manera aportar al desarrollo y engrandecimiento del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, a la Fuerza Aérea Ecuatoriana y al País.

ALNO. EDGAR CHICAIZA

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar un profundo agradecimiento a Dios, por guiarme en el camino del saber, a la FUERZA AÉREA ECUATORIANA por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente y ser parte de ella, a mis padres, mis hermanos, mi familia y a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional y me instruyeron para adquirir los conocimientos empleados para la realización de este proyecto.

ALNO. EDGAR CHICAIZA

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Resumen.....	1
Definición de Problema.....	2
Objetivos.....	2
Justificación.....	3
Alcance.....	4
CAPÍTULO I GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	5
1.2 Diagrama del Sistema Neumático.....	5
1.3 Características del sistema neumático de los bloques 41 y 42.....	6
1.3.1 Compresor.....	7
1.3.2 Depósito de aire comprimido.....	8
1.3.3 Red de distribución.....	9
1.3.4 Filtros de aire.....	10
1.3.5 Válvulas neumáticas.....	13
1.3.6 Manómetros.....	14
1.3.7 Tomas de aire.....	15
1.4 Nomenclatura símbolos neumáticos.....	16

CAPÍTULO II CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO

2.1 Compresor.....	17
2.2 Motor eléctrico del compresor.....	18
2.3 Acumulador.....	19
2.4 Red de distribución.....	19
2.5 Filtros de aire comprimido.....	20
2.6 Válvulas neumáticas.....	21
2.7 Manómetros.....	22
2.8 Tomas de aire.....	22

CAPÍTULO III ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Introducción.....	23
3.2 Sistema eléctrico.....	23
3.2.1 Acometida.....	23
3.2.2 Tablero de conexión.....	24
3.2.3 Motor eléctrico.....	26
3.3 Compresor.....	27
3.4 Depósito del compresor.....	32
3.5 Red neumática.....	35
3.6 Filtros de aire comprimido.....	38
3.7 Válvulas neumáticas.....	41
3.8 Manómetros.....	42
3.9 Tomas de aire.....	43
3.10 Estado técnico del sistema neumático.....	45

CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE HABILITACIÓN

4.1 Antecedente.....	47
4.2 Objetivo.....	47
4.3 Alcance.....	47
4.4 Análisis del sistema neumático para la propuesta.....	48
4.4.1. Herramientas neumáticas.....	48
4.4.2 Factores que intervienen en el sistema neumático.....	49
4.4.3 Cálculo de potencia del compresor.....	64
4.5 Sistema eléctrico.....	67
4.6 Análisis económico de la propuesta.....	70
4.7 Propuesta.....	76

CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto.....	79
5.2 Análisis económico.....	79

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	82
6.2 Recomendaciones.....	83

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTADO DE TABLAS

Tabla No. 2.1 Características del compresor.....	17
Tabla No. 2.2 Características del motor del compresor.....	18
Tabla No. 2.3 Características del mecanismo del motor al compresor.....	18
Tabla No. 2.4 Características del acumulador.....	19
Tabla No. 2.5 Características de la red de distribución.....	19
Tabla No. 2.6 Características del filtro de admisión.....	20
Tabla No. 2.7 Características de los filtros centrífugos y de trampa de aceite.....	20
Tabla No. 2.8 Características de la válvula check.....	21
Tabla No. 2.9 Características de la válvula distribuidora.....	21
Tabla No. 2.10 Características de la válvula para la prueba hidrostática.....	21
Tabla No. 2.11 Características del manómetro del compresor.....	22
Tabla No. 2.12 Características del la toma de aire.....	22
Tabla No. 2.13 Características de las tomas de aire.....	22
Tabla No. 3.1 Listado de Válvulas distribuidoras.....	42
Tabla No. 3.2 Evaluación de ítems del sistema neumático.....	46
Tabla No. 3.3 Suma de los estados situacionales.....	46
Tabla No. 4.1 Herramientas Neumáticas del taller de Mecánica Básica.....	48
Tabla No. 4.2 Herramientas Neumáticas del taller de Motores JET.....	48
Tabla No. 4.3 Consumo de aire de herramientas en operación.....	49
Tabla No. 4.4 Longitud equivalente de los accesorios de las tuberías.....	55
Tabla No. 4.5 Corrientes para motores a plena carga.....	68
Tabla No. 4.6 Dispositivos eléctricos de acuerdo al motor de 15 Hp.....	69
Tabla No. 4.7 Dispositivos eléctricos en conexión Y - Δ	69

Tabla No. 4.8 Requerimientos de un compresor nuevo.....	70
Tabla No. 4.9 Material para reparación del compresor existente.....	70
Tabla No. 4.10 Mano de obra para reparación del compresor existente.....	71
Tabla No. 4.11 Características del compresor requerido.....	76
Tabla No. 4.12 Filtros y manómetros nuevos en las tomas que no tienen.....	77
Tabla No. 4.13 Costo total de la propuesta.....	78
Tabla No. 5.1 Costo de Investigación.....	79
Tabla No. 5.2 Costo de Fotografías.....	80
Tabla No. 5.3 Costo de planos.....	80
Tabla No. 5.4 Costo herramientas.....	81
Tabla No. 5.5 Costo del documento.....	81
Tabla No. 5.6 Costo Total de la investigación.....	81

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No. 1.1 Compresor del sistema neumático.....	7
Fotografía No. 1.2 Depósito de aire comprimido.....	9
Fotografía No. 1.3 Red de distribución neumática.....	9
Fotografía No. 1.4 Filtro de aire del compresor.....	10
Fotografía No. 1.5 Filtros de la toma de aire.....	11
Fotografía No. 1.6 Filtro centrífugo.....	12
Fotografía No. 1.7 Filtros con trampa de aceite.....	12
Fotografía No. 1.8 Válvula Check.....	13
Fotografía No. 1.9 Válvula distribuidora.....	13
Fotografía No. 1.10 Manómetro del acumulador.....	14

Fotografía No. 1.11 Manómetro de la toma de aire.....	15
Fotografía No. 1.12 Toma de aire.....	15
Fotografía No. 3.1 Cables sueltos.....	24
Fotografía No. 3.2 Tablero de conexión.....	24
Fotografía No. 3.3 Conexiones sueltas.....	25
Fotografía No. 3.4 Tablero sin seguridades.....	25
Fotografía No. 3.5 Conexiones quemadas.....	26
Fotografía No. 3.6 Medición de continuidad en los bobinados.....	27
Fotografía No. 3.7 Compresor neumático empolvado.....	27
Fotografía No. 3.8 Torre de enfriamiento.....	28
Fotografía No. 3.9 Bomba de agua bajo el tablero.....	29
Fotografía No. 3.10 Tubería de enfriamiento.....	29
Fotografía No. 3.11 Tuberías empotradas y selladas.....	30
Fotografía No. 3.12 Cables fundidos de la caja de bornes.....	31
Fotografía No. 3.13 Recolector de aceite del eje.....	31
Fotografía No. 3.14 Visores de nivel de aceite.....	33
Fotografía No. 3.15 Acumulador de aire comprimido.....	33
Fotografía No. 3.16 Tubería de drenaje.....	33
Fotografía No. 3.17 Parte interna inferior del acumulador.....	34
Fotografía No. 3.18 Parte interna frontal del acumulador.....	34
Fotografía No. 3.19 Medición de alturas de los ramales de la red.....	36
Fotografía No. 3.20 Cables junto a la red neumática.....	36
Fotografía No. 3.21 Tubería empolvada.....	37
Fotografía No. 3.22 Drenaje sin válvula distribuidora.....	38

Fotografía No. 3.23 Filtro de admisión.....	38
Fotografía No. 3.24 Filtro centrífugo desarmado.....	39
Fotografía No. 3.25 Filtro con trampa de aceite desarmado.....	40
Fotografía No. 3.26 Filtros y tomas con cables colgados.....	40
Fotografía No. 3.27 Válvula check.....	41
Fotografía No. 3.28 Válvulas distribuidoras.....	41
Fotografía No. 3.29 Manómetro del acumulador.....	42
Fotografía No. 3.30 Manómetro dañado.....	43
Fotografía No. 3.31 Toma de aire sin enchufe rápido.....	44
Fotografía No. 3.32 Enchufes rápidos desmontados.....	44
Fotografía No. 3.33 Tomas de aire obstruidas.....	45

LISTADO DE DIAGRAMAS

Diagrama No.1.1 Ramales de la red de distribución.....	5
Diagrama No.1.2 Ubicación de las tomas de aire.....	6
Nomograma No. 4.1 Nomograma para la caída de presión de las tuberías.....	56

LISTADO DE CUADROS

Cuadro No. 4.1 Longitud equivalente para accesorios para tubos de ½”.....	58
Cuadro No. 4.2 Longitud equivalente para accesorios para tubos de 1”.....	59
Cuadro No. 4.3 Longitud equivalente para accesorios para tubos de 1 ¼”.....	61
Cuadro No. 4.4 Longitud equivalente para accesorios para tubos de 2”.....	62
Cuadro No. 4.5 Longitud equivalente para accesorios para tubos de 2”.....	63

LISTADO DE ANEXOS

Anexo A: Consumo de aire de herramientas neumáticas.

Anexo B: Cotización en página Web.

Anexo C1: Cotización en Mercurio Electricidad, de elementos eléctricos para el motor de 15Hp.

Anexo C2: Cotización en Mercurio Electricidad de elementos eléctricos para el motor de 40Hp.

Anexo D: Planilla de consumo eléctrico del Ala No. 12 durante el mes de Febrero del 2004.

LISTADO DE NOMENCLATURAS

Q_T = Caudal total

V = Velocidad

A = Área

D = Diámetro de la toma

\dot{m} = Flujo másico

v = Volumen específico

P = Presión de la toma

R = Constante particular del gas

T = Temperatura

Q_u = Caudal en cada toma

N_T = Número de tomas

ϕ = Diámetro de tubería

Δp = Caída de presión, (psi).

C = Coeficiente empírico

L = Longitud del tubo

r = Radio

d = Diámetro de la tubería

LE = Longitud equivalente

\dot{W} = Potencia del compresor

Pc = Presión del compresor

Qc = Caudal del compresor

P_T = Presión total

Δp_T = Caída total de presión

Ns = Velocidad síncrona

f = Frecuencia

p = Polos del estator

V = Voltaje

I = Corriente

E = Consumo eléctrico

t = Tiempo

Y - Δ = Conexión estrella - triángulo

RESUMEN

El análisis de los problemas logran dar soluciones coherentes, previa una inspección de los componentes de un sistema, con ayuda de una investigación documental y de campo, para el desarrollo de una propuesta de habilitación de dicho sistema.

En el bloque 42, el sistema neumático se halla en condiciones no estándar de operación, el presente proyecto contiene el estudio situacional y la respectiva propuesta para su habilitación.

Parte de la investigación se basa en cálculos teóricos sobre la red neumática, utilizando datos técnicos del sistema; además se ha considerado el análisis económico del consumo de energía eléctrica a fin de tener el valor estimado que representa mantener operativo el sistema, teniendo presente el costo de mantenimiento que requiere para su funcionamiento.

Con el estudio económico de la propuesta realizada en este proyecto, se determina el costo estimado que el Instituto deberá invertir en la habilitación del sistema neumático, para el desarrollo de prácticas de taller en el bloque 42 del ITSA, con el objeto de desarrollar destrezas en los alumnos, en el uso de herramientas neumáticas.

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico “ITSA”, cuenta en sus instalaciones del bloque 42, con una red de distribución de aire comprimido y la correspondiente unidad de compresión y acumulador neumático.

El sistema neumático no se encuentra operativo actualmente, debido a factores, tales como: el compresor se halla en inhabilitado, las tuberías y tomas de aire no han sido inspeccionadas ni se ha realizado mantenimiento alguno en los últimos años; por lo tanto no se conoce las condiciones de trabajo en las que se encuentra el sistema para operar y por esta razón no se pueden utilizar las diferentes herramientas neumáticas que se necesitan para realizar trabajos prácticos dentro de la formación profesional de los alumnos de Mecánica Aeronáutica.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el estudio de la situación actual del sistema neumático del bloque 42 del ITSA, a fin de conocer su estado operativo y realizar la propuesta correspondiente para su habilitación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Recopilar información técnica del sistema neumático de los bloques 41 y 42.
- Establecer puntos críticos del sistema neumático.
- Realizar el estudio de la situación actual del compresor.
- Realizar el estudio de la situación actual de la red de distribución de aire comprimido.
- Elaborar la propuesta para la rehabilitación del sistema neumático.
- Realizar el diseño del sistema neumático actualizado.

JUSTIFICACIÓN.

El presente proyecto, se justifica en razón de la necesidad de desarrollar mayores y mejores destrezas en la utilización de herramientas neumáticas dentro del mantenimiento aeronáutico, por parte de los estudiantes.

Al no contar con el sistema neumático en condiciones estándar de operación, es necesario elaborar una propuesta, que sería basada en estudios de la situación actual del sistema para su rehabilitación.

Por esta razón se debe realizar el correspondiente estudio situacional en mención a fin de conocer su estado y condición operativa, con la finalidad de elaborar la propuesta antes mencionada.

ALCANCE.

El presente proyecto, tiene por alcance elaborar un documento que resuma el estado situacional actual del sistema neumático del bloque 42, mismo que servirá de base para la futura rehabilitación. Para lograr este propósito se realizará una investigación de campo, bibliográfica y documental.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN.

El sistema neumático del bloque 42, consta de la unidad compresora de aire, el acumulador neumático y la respectiva red de distribución. La unidad compresora y el acumulador neumático se hallan ubicados en el bloque 41 y la red distribuye el aire comprimido a los talleres y laboratorios de: Mantenimiento de Motores Jet, Mecánica Básica, Hidráulica y Controles de Vuelo, ubicados en el bloque 42, con un total de 28 tomas de aire comprimido.

1.2 DIAGRAMAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO

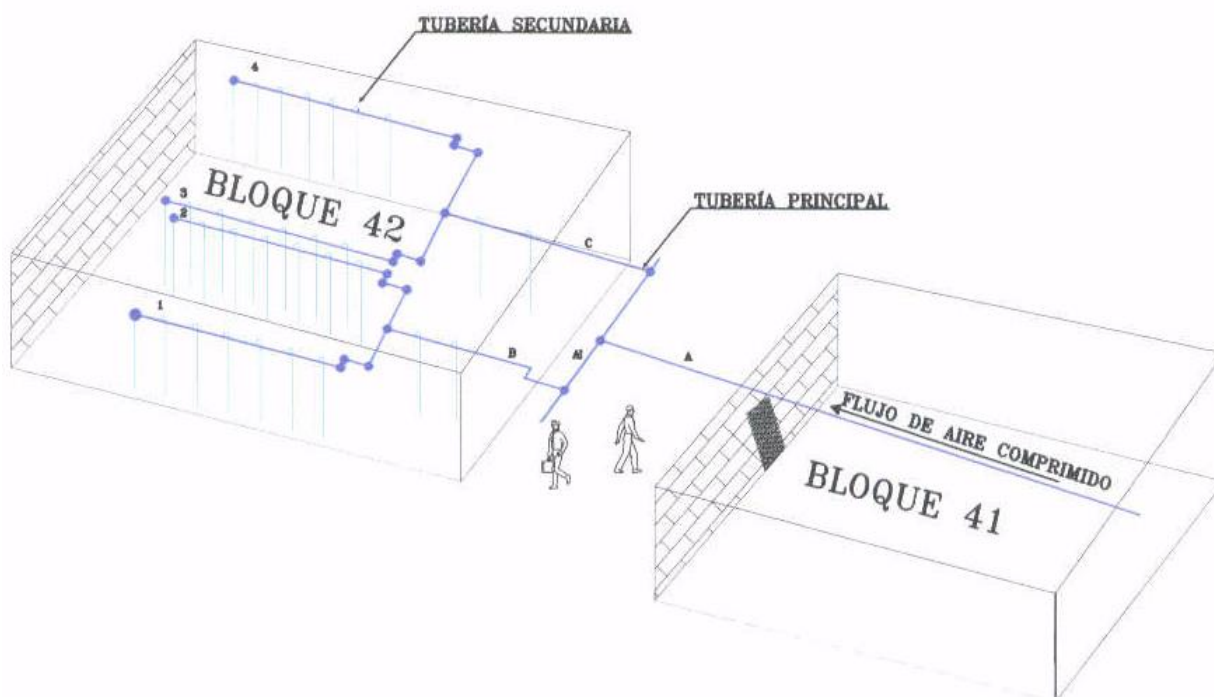


Diagrama No. 1.1 Ramales de la red de distribución neumática.

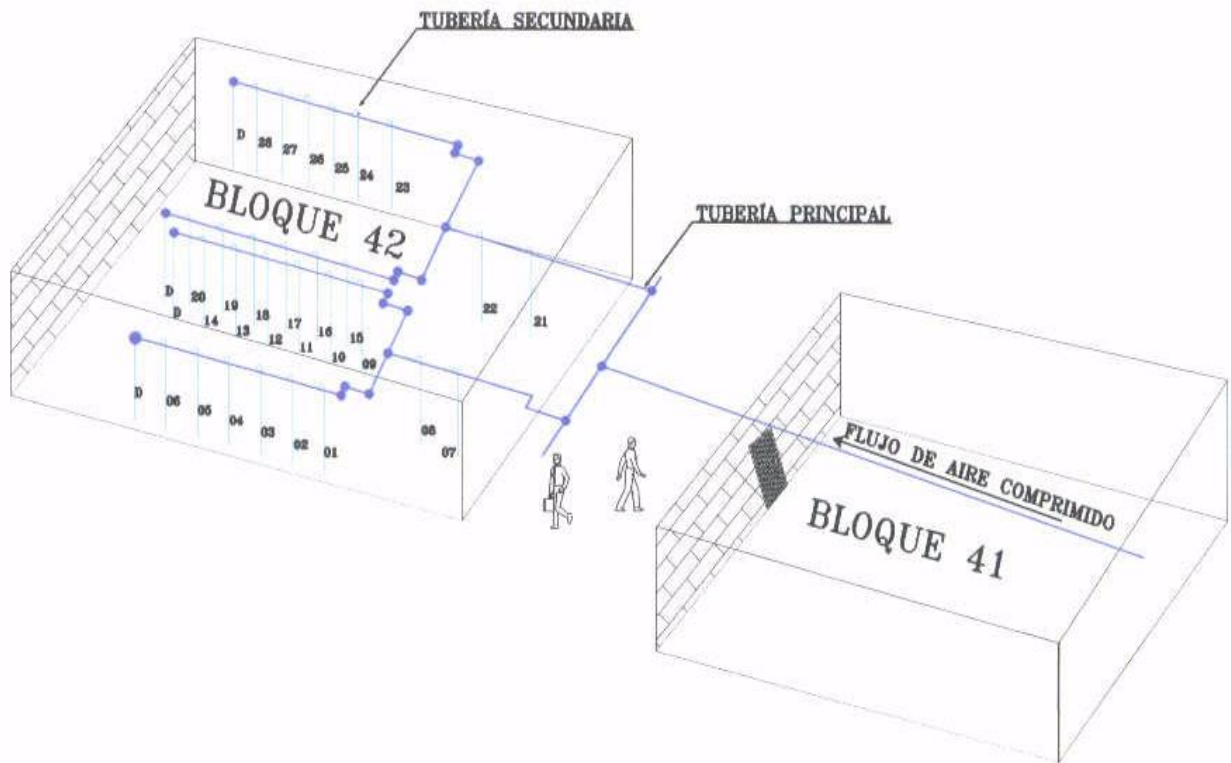


Diagrama No. 1.2 Ubicación de las tomas de aire.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO DEL BLOQUE 42

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y la emplea para minimizar esfuerzos físicos e incrementar su productividad.

Un sistema neumático, es aquel que utiliza la energía del aire comprimido en la automatización de procesos y para accionar máquinas neumáticas, los elementos que lo componen son:

- Compresor.
- Depósito de aire comprimido.
- Red de distribución.
- Filtros de aire.
- Válvulas neumáticas.
- Manómetros.
- Tomas de aire.

1.3.1 COMPRESOR

El compresor es una máquina utilizada en la generación de aire comprimido, comunica energía de presión al aire, alcanzando presiones de trabajo para accionar elementos y máquinas neumáticas.

El compresor con que cuenta el sistema neumático en estudio, es de desplazamiento positivo, monocilindro accionado por medio de un motor eléctrico (ver fotografía No. 1.1).



Fotografía No. 1.1 Compresor del sistema neumático

El proceso de compresión consiste en reducir el volumen de una cierta cantidad de aire en una cámara cerrada, equipada con válvulas de admisión y descarga, que permiten generar el aire comprimido para luego ser conducido al depósito de aire comprimido o acumulador, posteriormente a través de filtros, válvulas, y por medio de una red de distribución llegar a las tomas de aire para su aplicación.

Utiliza un pistón que en conjunto con su biela transforman el movimiento circular en rectilíneo recíprocante, la admisión del aire del medio ambiente se realiza a través de la válvula de admisión, en el desplazamiento del pistón desde el punto muerto superior al punto muerto inferior del cilindro, y durante la carrera de retorno el aire es comprimido y evacuado a través de la válvula de descarga hacia el tanque de almacenamiento.

1.3.2 DEPÓSITO DE AIRE COMPRIMIDO

Compone un cilindro rígido (ver fotografía No. 1.2), en el cual se almacena el aire comprimido; está ubicado en posición vertical y provista de varios componentes de control como:

- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Grifo de purga.
- Puerta de revisión.
- Placa de características.



Fotografía No. 1.2 Depósito de aire comprimido.

1.3.3 RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución la componen todas las tuberías que conducen el aire comprimido desde el depósito a las tomas de aire, con diámetros de 2", 1 1/4", 1", 1/2", 1/4", y se encuentran tendidas del bloque 41 al 42 en forma aérea (Ver fotografía No. 1.3).



Fotografía No. 1.3 Red de distribución neumática.

Las tuberías dirigen el flujo del aire comprimido de forma eficiente, abasteciendo a todas las tomas gracias a la capacidad de aire comprimido del sistema.

1.3.4 FITROS DE AIRE

Los filtros de aire tienen por función retener impurezas sólidas y condensado, El filtro a la entrada del compresor, es un filtro metálico constituido de varias secciones de alambre, retiene en su estructura la suciedad del medio ambiente evitando el ingreso de polvo e insectos al sistema. Este tipo de filtro no tiene un recolector de impurezas para luego ser drenado, simplemente se lo limpia con una corriente de aire a presión en forma periódica según lo requiera. (Ver fotografía No. 1.4).



Fotografía No. 1.4 Filtro de aire del compresor.

Los filtros de la toma de aire comprimido, tienen por función retener en su interior impurezas del sistema, en forma centrífuga y con trampa de aceite, estos filtros permiten recolectar en su interior partículas de condensado e impurezas para que periódicamente sean drenadas en forma manual. (Ver fotografía No. 1.5).



Fotografía No. 1.5 Filtros de la toma de aire.

Al interior del filtro centrífugo se indica el siguiente proceso: el aire ingresa en forma forzada por un deflector que lo hace fluir en forma de remolino centrífugamente proyectando contra las paredes del vaso, partículas sólidas y líquidas deslizando hacia la parte inferior en la zona de calma.

En la base se tiene una pantalla separadora que evita que las impurezas retornen, el aire continúa su trayecto de forma forzada por un elemento filtrante, las condensaciones deben ser purgadas regularmente, el agua no debe pasar el nivel marcado en el vaso porque el aire arrastraría el agua hacia el sistema. (Ver fotografía No.1.6).



Fotografía No. 1.6 Filtro centrífugo.

El filtro con trampa de aceite tiene un proceso parecido al centrífugo, el aire ingresa en forma de remolino las impurezas sólidas se adhieren en el aceite que contiene el vaso, impidiendo que vayan a la toma de aire. (Ver fotografía No. 1.7).



Fotografía No. 1.7 Filtro de aceite.

1.3.5 VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

VÁLVULA CHECK.

Conocida como válvula antirretorno, permite el paso del fluido de aire comprimido en un solo sentido, obstaculizando el paso en sentido contrario por medio de bola, disco, cono, o membrana. (Ver fotografía No. 1.8).



Fotografía No. 1.8 Válvula check

VÁLVULA DISTRIBUIDORA

Las válvulas distribuidoras son utilizadas para permitir el paso de aire comprimido en los sistemas neumáticos, su forma permite un accionado rápido en dos posiciones. (Ver fotografía No. 1.9).



Fotografía No. 1.9 Válvula distribuidora.

1.3.6 MANÓMETROS

El Manómetro del compresor es utilizado para medir presiones de trabajo del acumulador, por medio de una aguja que se mueve dentro de una escala, encontrándose todos sus elementos en una caja metálica y un cristal visual de lectura, por medio del cual indica la presión, para tener un control de excesos y falta de aire comprimido en el acumulador, (Ver fotografía No. 1.10)



Fotografía No. 1.10 Manómetro del acumulador.

El manómetro de la toma de aire se utiliza para tener información de la presión de alimentación a la que se encuentra la toma, además previene posibles sobre presiones en la red; de igual manera, constan de una aguja y una caja de mecanismos que transmiten la información a la aguja siendo esta leída por el operario. (Ver fotografía No. 1.11).



Fotografía No. 1.11 Manómetro de la toma de aire

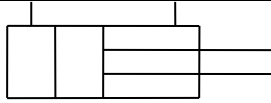
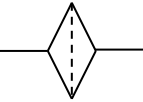
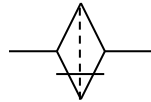
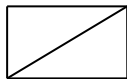




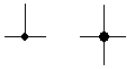



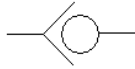
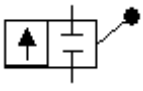
1.3.7 TOMA DE AIRE

La toma de aire, suministra aire comprimido a los aparatos neumáticos, sella la tubería de salida, tiene un mecanismo de conexión rápida que permite al trabajador acoplar y desacoplar con facilidad la manguera de admisión a la máquina o herramienta; al ser conectado se produce un selle hermético para que no haya fuga de aire comprimido, evitando pérdidas de tiempo en el desarrollo de las labores técnicas con la manipulación de herramientas y equipos. (Ver fotografía No. 1.12).



Fotografía No. 1.12 Toma de aire.

1.4 NOMENCLATURA DE SÍMBOLOS NEUMÁTICOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
1	<ul style="list-style-type: none"> • Compresor de simple efecto 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro de aire. 	
8	<ul style="list-style-type: none"> • Filtro con purga 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Tablero de conexión 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Depósito de aire comprimido. 	
9	<ul style="list-style-type: none"> • Manómetro 	
28	<ul style="list-style-type: none"> • Tomas de aire. 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de aire comprimido 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Conexiones 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Línea de caudal 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Pulsador 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Motor eléctrico 	
1	<ul style="list-style-type: none"> • Válvula check 	
35	<ul style="list-style-type: none"> • Válvulas distribuidoras 	

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA NEUMÁTICO

2.1 COMPRESOR.

Tabla No. 2.1 Características técnicas del compresor.

MARCA:	WORTHINTONG
TITLE:	COMPRESOR AIR
TYPE:	HORIZONTAL STACIONARY
LIQUID:	COOLED
CLASS:	17F
SIZE:	9 X 9
SPECIFICATION :	NO WR MEI - 53 - C – 49
MFG´ S MODEL No.-	HB
MFG´ S SERIAL No.-	62777
ORDER No.-	AF-09(603)-30231
STOCK No.-	8100-217675
MFG´ S. TRADEA NAME:	WORTHINGTON CORPORATION, BUFALO, N. Y.
MADE IN:	USA

2.2 MOTOR ELÉCTRICO DEL COMPRESOR

Tabla No. 2.2 Características técnicas del motor eléctrico del compresor.

MARCA:		WESTINGHOUSE	
TYPE		CPS MOTOR	
USER No.-		1	
FRAME:		404	
HP:		40	
PHASE:		3	
CYCLE:		60	
VOLTS		220 / 440	
AMP. PER LINE:		98 / 49	
R. P. M.:		1767	
S :		13N9573	
SER:		58-13N9573	
SERVICE FACTOR	1,25	1,20	1,15
APPLICABLE TO 40 C MOTORS ONLY	1HP AND LESS	1,5 AND 2HP	3HP AND MORE
220 VOLTS MOTORS ARE SATISFACTORY FOR OPERATION AT 208 VOLTS.			

Tabla No. 2.3 Características del mecanismo de movimiento del compresor.

MECANISMO:	BANDAS DEL MOTOR AL COMPRESOR
MATERIAL:	CAUCHO
SERIE:	C 180 CORD L33
NÚMERO DE BANDAS:	5

2.3 ACUMULADOR.

Tabla No. 2.4 Características técnicas del acumulador neumático.

CERTIFIED BY:	ROY E. HANSON UR. LOS ANGELES, CALIF.
MAX WP :	165
PS16@:	450 F
SERIAL No.:	289789
YEAR BUILT:	1988
GROSS GALLONS:	240
SHELL:	189 9A – 455
HEAD:	189 5A - 455 2:1 9. E.

2.4 RED DE DISTRIBUCIÓN.

Tabla No. 2.5 Características técnicas de la red de distribución.

DESCRIPCIÓN:		TUBERÍAS Y ACCESORIOS			
MADE IN:		CHINA			
MATERIAL:		ACERO GALVANIZADO			
ACCESORIOS EN TODA LA RED:	CODOS	TES	REDUCTORES	VÁLVULAS	LLAVES
DIAMETROS:	2"	1 ¼"	1"	½"	¼"

2.5 FILTROS DE AIRE COMPRIMIDO.

Tabla No. 2.6 Características técnicas del filtro metálico de aire comprimido.

DESCRIPCIÓN	FILTRO DE ADMISIÓN
MATERIAL:	MALLA METÁLICA
DIAMETRO:	65 cm.
LOCALIZACIÓN:	ADMISIÓN DEL COMPRESOR

Tabla No. 2.7 Características técnicas de los filtros centrífugos y de aceite de la toma de aire.

DESCRIPCIÓN:	FILTROS CENTRÍFUGOS
MARCA:	U. K. PATENTS
PURGA:	MANUAL
VASO:	TRANSPARENTE
PASO DE FLUIDO:	UN SOLO SENTIDO

DESCRIPCIÓN:	FILTRO CON TRAMPA DE ACEITE
MARCA:	U. K. PATENTS
PURGA:	NO TIENE PURGA
VASO:	TRANSPARENTE
PASO DE FLUIDO:	UN SOLO SENTIDO
ACEITE:	HASTA LA LÍNEA DE NIVEL

2.6 VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

Tabla No. 2.8 Características técnicas de la válvula check.

MARCA:	RED – WHITE
DIAMETRO:	2”
MATERIAL:	BRONCE

Tabla No. 2.9 Características técnicas de la válvula distribuidora.

MARCA:	NORGREN		
POSICIÓN:	ABIERTO – CERRADO		
FUNCIONAMIENTO:	MANUAL		
DIÁMETROS:	1”	1 ¼”	½”

Tabla No. 2.10 Características técnicas de la válvula para la prueba hidrostática.

CERTIFIED BY:	WRIGHT – AUSTIN CO
MADE IN	DETROIT, MICHIGAN
DESIGN:	160
PSI@:	450 F
HYDROSTATIC TEST:	320 PSI
SERIAL:	3937
DATE:	02 88

2.7 MANÓMETROS.

Tabla No. 2.11 Características técnicas del manómetro del compresor.

MARCA:	FR
TIPO DE MEDICIÓN:	PRESIÓN DE AIRE
LECTURA:	(0 - 28) Kg / cm ² (0 - 400) psi

Tabla No. 2.12 Características técnicas del manómetro de la toma de aire.

MARCA:	NORGREN
TIPO DE MEDICIÓN:	PRESIÓN DE AIRE
LECTURA:	(0 – 10) Bar (0 – 140) lbf / in ²

2.8 TOMAS DE AIRE.

Tabla No. 2.13 Características técnicas de los enchufes rápidos de las tomas de aire.

MARCA:	COUPLER MILTON KW / K CHANGE
TIPO DE CONEXIÓN:	RÁPIDA
MATERIAL:	BRONCE
DIAMETRO:	1/2"

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 INTRODUCCIÓN.

El sistema neumático actualmente se encuentra en condiciones no estándar de operación. Para elaborar una propuesta de rehabilitación, es indispensable conocer las condiciones en las que se encuentran los elementos constitutivos del sistema, para ello se ha realizado una detenida inspección visual.

3.2 SISTEMA ELÉCTRICO.

3.2.1 ACOMETIDA.

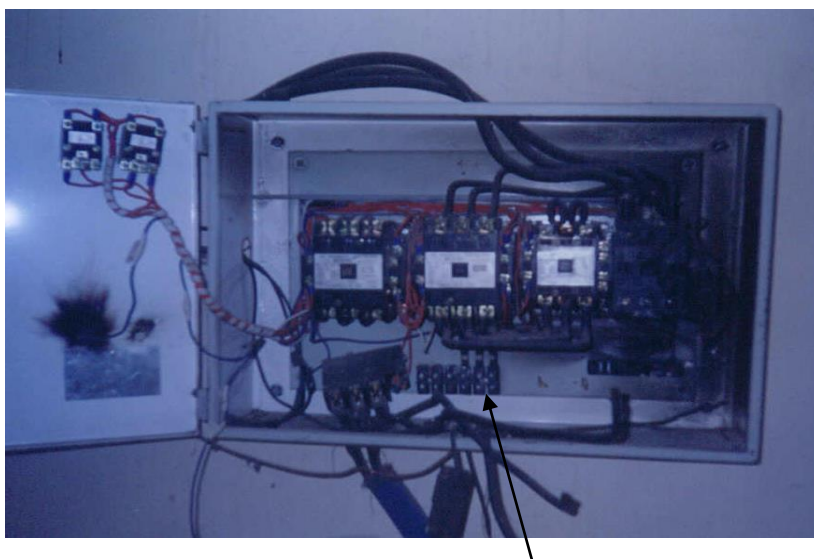
La acometida de energía eléctrica al tablero de conexión es aérea e ingresa por la parte superior del mismo, los cables no se encuentran debidamente sujetos, se hallan colgantes desde la parrilla superior de cableado, lo cual presenta una condición insegura de trabajo. (Ver fotografía No. 3.1).



Fotografía No. 3.1 Cables se encuentran sueltos.

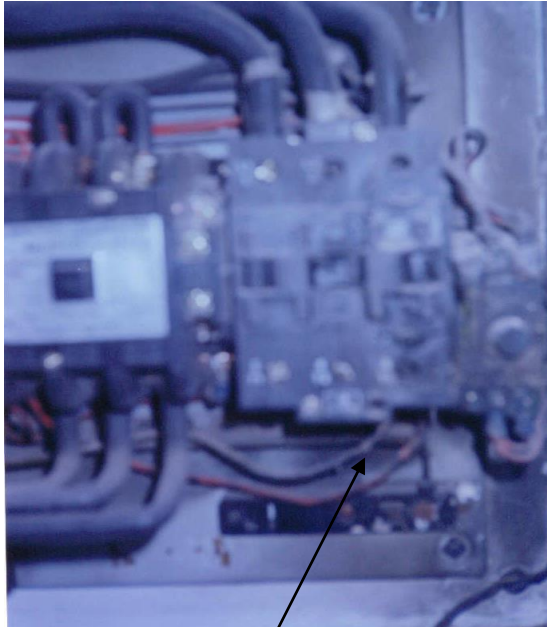
3.2.2 TABLERO DE CONEXIÓN.

El tablero de conexión tiene los siguientes elementos: Pulsadores de encendido y apagado, contactores, temporizador, relé térmico, cables primarios y secundarios. (Ver fotografía No. 3.2).



Fotografía No. 3.2 Tablero de conexión.

En el tablero se observa claramente que se produjo una sobrecarga, que provocó un corto circuito, recalentamiento en los cables, fundimiento del relé, adicionalmente existen cables desconectados y en completo desorden (ver fotografía No. 3.3).



Fotografía No. 3.3 Conexiones fundidas y sueltas.

Las condiciones de trabajo son inseguras, ya que el sistema se encuentra energizado y la caja en mención no ofrece seguridades, haciendo que el operario no este protegido, y pueda sufrir un accidente. (Ver fotografía No. 3.4).



Fotografía No. 3.4 Tablero sin seguridades.

3.2.3 MOTOR ELÉCTRICO.

Los cables de alimentación de energía eléctrica al motor del compresor se encuentran a nivel del piso sin un debido conducto aislado, estos cables llegan a la caja de bornes del motor. Al interior se puede observar que se encuentran deteriorados y con presencia de hollín. (Ver fotografía No. 3.5).



Fotografía No. 3.5 Conexiones quemadas.

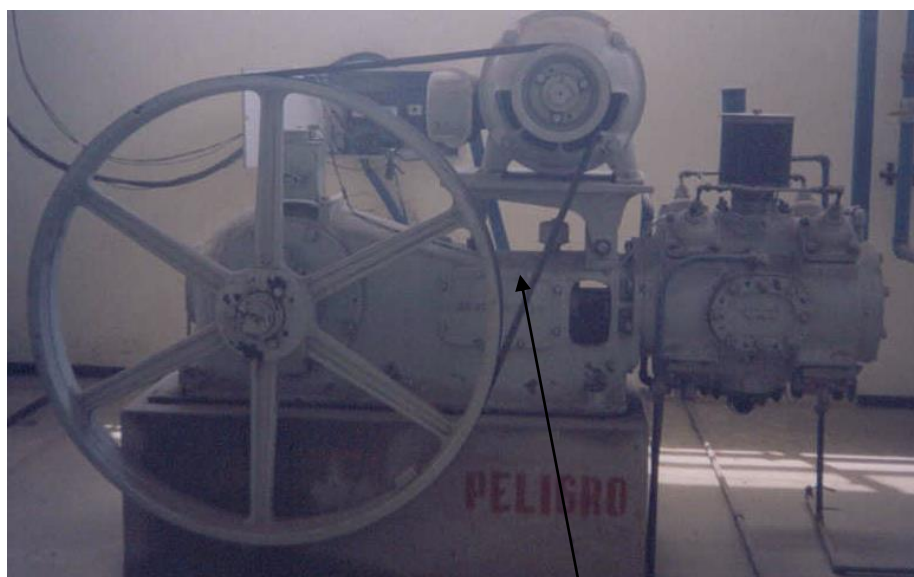
El bobinado del motor se encuentra fundido, afirmación que se realiza en base a que se comprobó continuidad y resistencia óhmica con un multímetro. Por tanto el motor eléctrico se encuentra en condiciones no estándar de operación. (Ver fotografía No. 3.6).



Fotografía No. 3.6 Medición de la continuidad en los bobinados.

3.3 COMPRESOR

El compresor Worthington mono cilindro que abastece de aire comprimido al sistema se encuentra inhabilitado, principalmente por el sistema eléctrico, no se ha realizado mantenimiento alguno del mismo, e incluso el sistema de enfriamiento se halla desconectado. La inspección realizada al compresor se limitó al ámbito exterior del mismo. (Ver fotografía No. 3.7).



Fotografía No. 3.7 Compresor neumático cubierto de polvo.

El enfriamiento del cilindro se realiza por medio de agua circulando en el block del compresor, el calor ganado por el agua se disipa en una torre de enfriamiento situada al costado Sur, fuera del bloque 41; en la actualidad ésta torre se encuentra alojada en la zona de containers y el reservorio de agua no existe. (Ver fotografía No. 3.8).



Fotografía No. 3.8 Torre de enfriamiento en la zona de containers

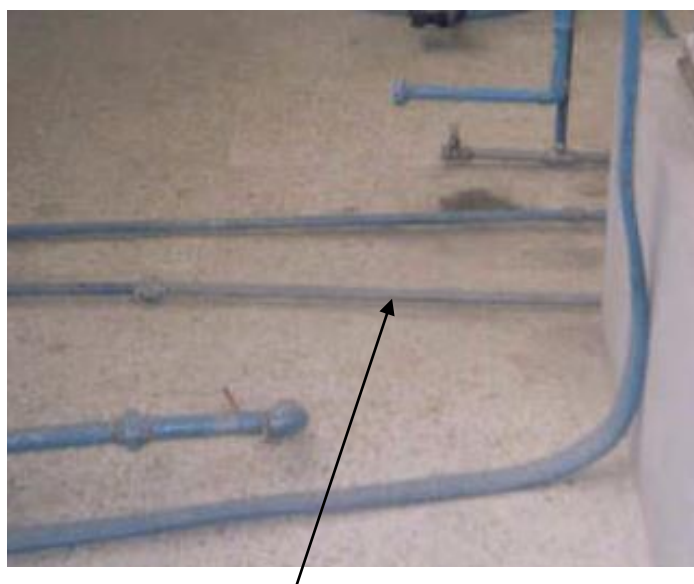
El agua se deposita en un recipiente y por medio de una bomba recircula por el circuito de enfriamiento del compresor, para evitar sobrecalentamiento y posible fundición del mismo.

Las tuberías del sistema de enfriamiento se encuentran desconectadas, la bomba de agua se halla ubicada a un costado del compresor bajo el tablero de conexión. (Ver fotografía No. 3.9).



Fotografía No. 3.9 Bomba de agua bajo el tablero de conexiones.

La tubería de enfriamiento se encuentra tendida sobre el piso con mucho polvo y hay presencia de óxido en la misma, por su ubicación presenta una condición insegura, como se puede apreciar en la fotografía No. 3.10.



Fotografía No. 3.10 Tubería de enfriamiento sobre el piso.

Adicional se indica las tuberías del sistema de enfriamiento en el exterior del bloque 41 se hallan empotradas y selladas como se puede observar en la fotografía No. 3.11.



Fotografía No. 3.11 Tuberías empotradas y selladas del sistema de enfriamiento en el exterior del bloque 41

La conexión eléctrica del motor que impulsa al compresor se encuentra fundida producto de cortocircuitos o sobrecargas, deteriorando el aislante de los cables de conexión, destruyendo todos sus bornes; al destapar la caja de bornes, en su parte interna se encontró cables fundidos y con presencia de hollín, dos de las fases están conectadas y la tercera no.

En la bornera no se puede observar e identificar los terminales para las conexiones de las fases y no se puede aplicar la información de la placa existente en el motor. (Ver fotografía No. 3.12).



Fotografía No. 3.12 Cables fundidos en la caja de bornes del compresor.

El retenedor de aceite se encuentra en mal estado, provocando fugas del mismo y depositándose en el recolector. El aceite presenta suciedad y contiene insectos. (Ver fotografía No. 3.13).



Fotografía No. 3.13 Recolector de aceite del eje sucio.

El depósito de aceite de lubricación de las válvulas de admisión y descarga, está vacío y el cárter del compresor se encuentra lleno, esto se aprecia en los visores de nivel. (Ver fotografía No. 3.14)



Fotografía No. 3.14 Visores de niveles de aceite.

3.4 ACUMULADOR DE AIRE COMPRIMIDO.

La capacidad es de 240 galones, en función del caudal y presión del compresor varía el tiempo de llenado, para ello requiere de un compresor que satisfaga los requerimientos de aire comprimido que ha de ser distribuido para las aplicaciones.

Se encuentra con polvo, no presenta deterioro significativo en su parte externa, además tiene una válvula de alivio en su parte superior, para alivianar la presión en caso de sobre presiones (Ver fotografía No. 3.15).



Fotografía No. 3.15 Acumulador de aire comprimido.

El acumulador cuenta con un drenaje en su parte inferior la cual sirve para drenar impurezas y condensados al exterior del bloque 41. (Ver fotografía No. 3.16).



Fotografía No. 3.16 Tubería de drenaje exterior.

La parte interna del acumulador se puede apreciar parcialmente, a través de un orificio provisto de una tapa que se ubica en un costado del cilindro, que existió aceite en su interior. (Ver fotografía No. 3.17).



Fotografía No. 3.17 Parte inferior interna del acumulador.

De igual manera se puede observar en la parte frontal de este tapón divisándose en él, presencia de aceite y corrosión en su pared. (Ver fotografía No. 3.18).



Fotografía No. 3.18 Parte frontal interna del acumulador.

3.5 RED NEUMÁTICA.

Las tuberías que conforman la red se encuentran con polvo y en sectores se hallan despintadas. Se tiene tuberías de diámetro 2 pulgadas con una longitud de 64,5m., reduciéndose a 1 ¼ de pulgadas con una longitud de 24.06m. con dos ramales; la red primaria de 1 pulgada con una longitud de 115,75m. con cuatro ramales; la red secundaria con un diámetro de ½ pulgada con una longitud de 38.40m. distribuida en las tomas de aire. (Ver plano No. 1 de la red de distribución neumática).

La altura de los extremos de las tuberías debe estar de bajo un gradiente del 2% de inclinación, el ramal No. 1 (desde la izquierda en posición de frente) tiene una altura desde el piso a la tubería de 3,44m. al inicio y 3,44m. al final; en el ramal No. 2 de 3,48m. al inicio y 3,45m. al final; en el ramal No. 3 de 3,39m. al inicio y 3.40m. al final; en el ramal No. 4 se tiene 3.40m. al inicio y 3.40m. al final. (Ver diagrama No. 1.1).

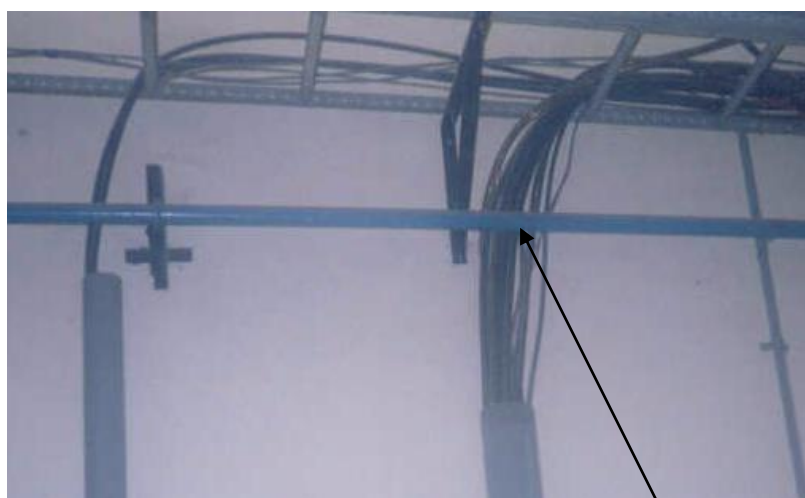
Estas medidas fueron tomadas en cada uno de los ramales para su estudio y poder determinar que no cumplen con los parámetros establecidos, del 2 % de inclinación en los ramales de distribución neumática. (Ver fotografía No. 3.19).



Fotografía No. 3.19 Medición de alturas de la red neumática.

En los datos de las alturas se puede notar que solo dos ramales tienen una ligera inclinación de 2% con respecto a la longitud del ramal de distribución y las otras se encuentran a nivel, la longitud de los ramales es de 21.98m. deberá tener un gradiente de 0.44 cm.

Junto a la red neumática se encuentran cables que cruzan hacia la parrilla de cableado sin un respectivo conducto aislante. (Ver fotografía No. 3.20).



Fotografía No. 3.20 Cables junto a la red neumática

Todas las tomas tienen la tubería en forma de cuello de cisne perpendiculares a las líneas para que ingrese solamente aire, ya que las impurezas y condensados se encuentran en la parte inferior de la tubería van a desembocar a la tubería de drenado situada al final de los 4 ramales de distribución la cual se purga periódicamente.

La tubería se encuentra cubierta de una capa gruesa de polvo (El polvo es explosivo y si entra en contacto con descargas eléctricas podría inflamarse). (Ver fotografía No. 3.21).



Fotografía No. 3.21 Tubería empolvada.

Una válvula distribuidora que purga elimina las impurezas y condensados en el sistema, al revisarlos el drenaje del Ramal No. 1 (ver diagrama No. 1.1), no tiene la válvula selectora, ubicado en la sección de Mecánica Básica e indica una mala especificación ya que no es una toma de aire (ver fotografía No.3.22).



Fotografía 3.22 Drenaje sin válvula distribuidora.

Se revisó la longitud de las tomas de aire desde el ramal principal hacia las tomas, encontrando diferentes dimensiones desde 2.38m. a 2.44m., y la distancia entre cada una de 4.00m. a 4.25m., (Ver plano No. 2 de la red de distribución neumática).

3.6 FILTROS DE AIRE COMPRIMIDO.

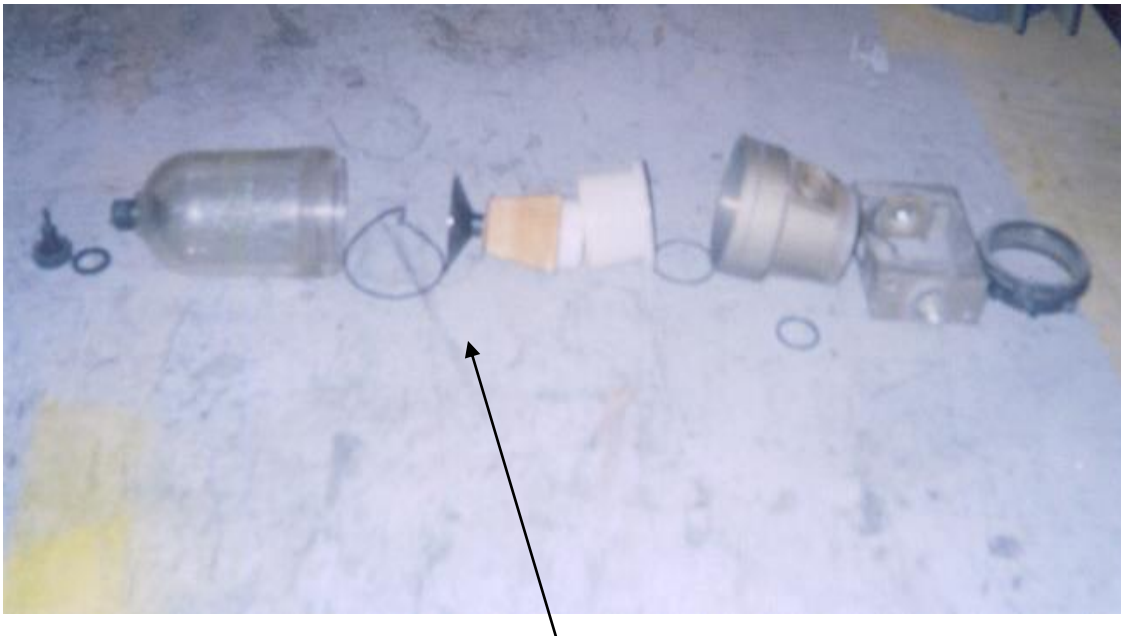
El filtro metálico en la admisión del compresor se encuentra empolvado, despintado en su parte externa. Al desmontar el filtro se pudo apreciar que se encuentra cubierto de aceite sucio. (Ver fotografía No. 3.23).



Fotografía No. 3.23 Filtro Metálico desarmado.

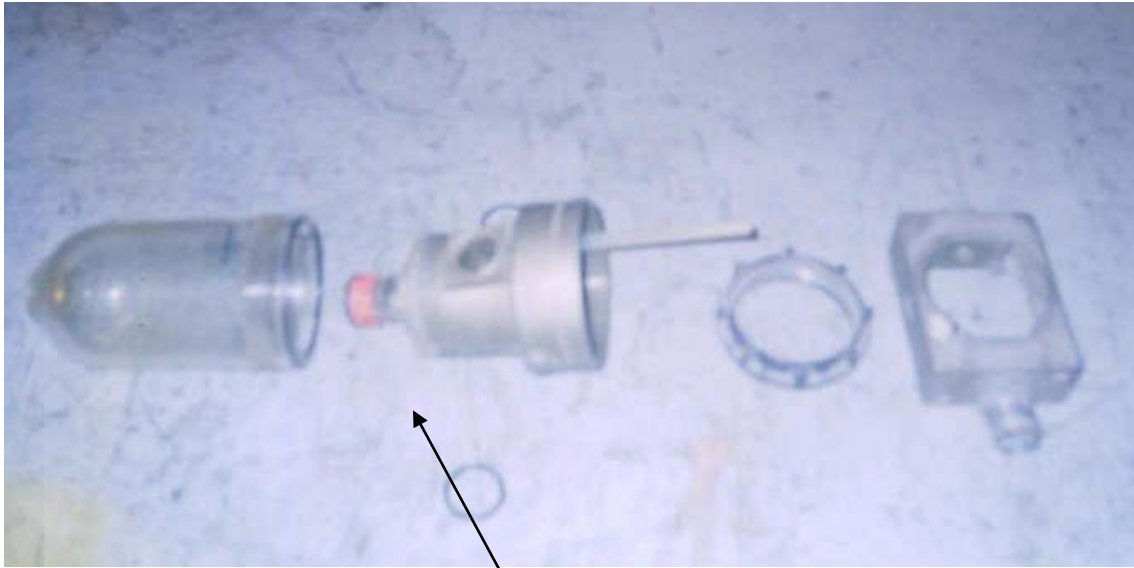
En el sistema se cuenta solo con 8 tomas de aire que están equipados con filtros: centrífugo y con trampa de aceite; localizadas en la sección de Mecánica Básica, el resto de tomas de aire no poseen dichos filtros.

Los filtros centrífugos cuentan con una purga manual y material filtrante en la parte central del mismo que retiene las impurezas, estos elementos se hallan empolvados en su parte externa, en su parte interna contienen polvo y partículas sólidas en el vaso. Al desarmar se detectó que estos están flojos, sin teflón y el empaque del vaso está dañado. (Ver fotografía No. 3.24).



Fotografía No. 3.24 Filtro centrífugo desmontado y desarmado

Los filtros con trampa de aceite se encuentran vacíos, en su defecto con poca presencia de aceite, Al desarmar se le observó presencia de suciedad y empolvado en su parte externa. (Ver fotografía 3.25)



Fotografía No. 3.25 Filtro con trampa de aceite desmontado y desarmado.

En el cuerpo de los filtros y tomas de aire No. 14 y 15 (ver diagrama No. 1.2), se hallan elementos, cables colgados y energizados, lo cual provoca una condición insegura de trabajo. (Ver fotografía No. 3.26).

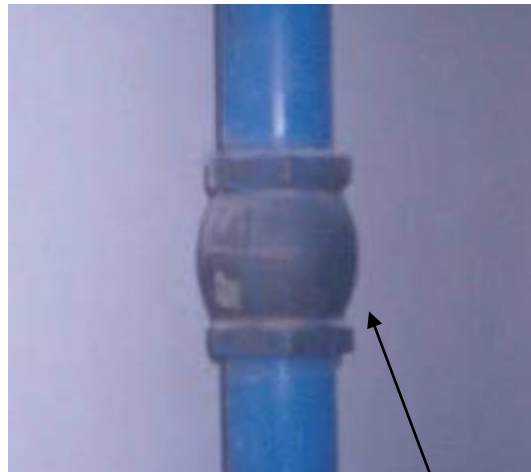


Fotografía No. 3.26 Filtros y tomas con cables colgados en su estructura.

3.7 VÁLVULAS NEUMÁTICAS.

VÁLVULA CHECK

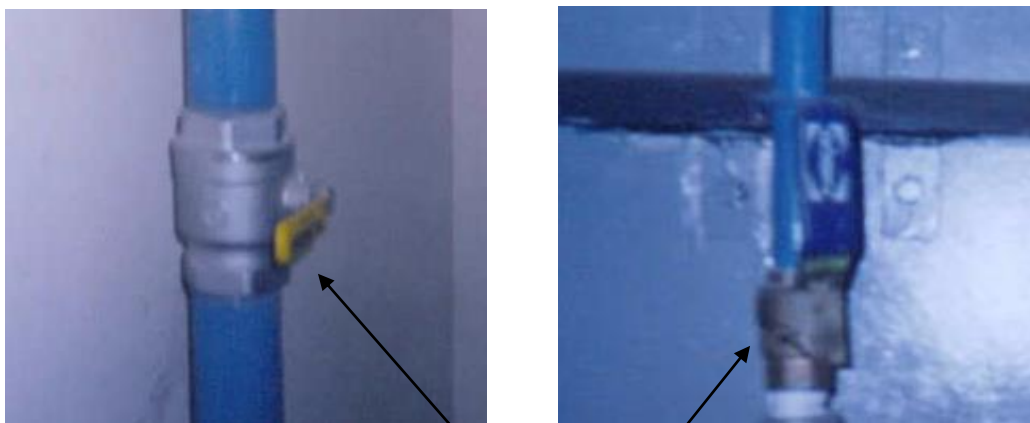
La válvula check, permite fluir el aire comprimido en una sola dirección, no se desarmó para una inspección interna. (Ver fotografía No. 3.27)



Fotografía No. 3.27 Válvula check

VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS

La válvula selector, permite el paso de aire comprimido en dos posiciones abierto o cerrado, no se realizó una inspección interna. (Ver fotografía No. 3.28); en la tabla No. 3.1 se tiene un listado con estas Válvulas.



Fotografía No. 3.28 Válvulas distribuidoras de 2" y 1/2".

Tabla 3.1 Listado de válvulas distribuidoras en el sistema.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIÁMETRO
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	1	2"
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	2	1 ¼"
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	0	1"
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS	32	½"
VÁLVULA CHECK	1	2"

3.8 MANÓMETROS.

MANÓMETRO DEL ACUMULADOR

El manómetro del acumulador indica la presión que se está trabajando, se tiene un solo manómetro en el centro del depósito de aire comprimido, es de mayor capacidad que los existentes en las tomas.

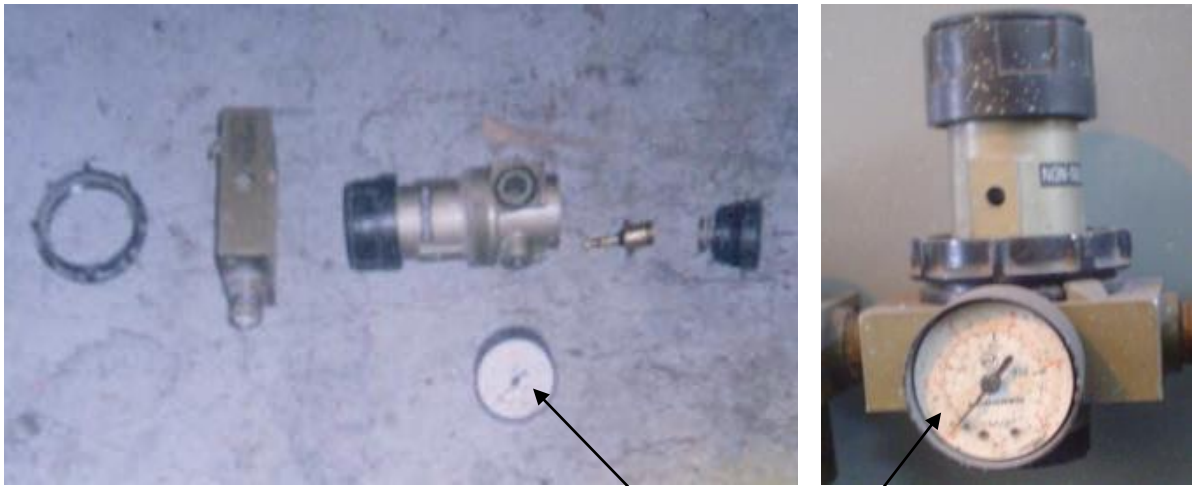
El manómetro del acumulador tiene una capacidad de 0 a 28 Kg/cm² y de 0 a 400 psi, (ver fotografía No. 3.29), no se ha inspeccionado su parte interna.



Fotografía No. 3.29 Manómetro del acumulador

MANÓMETRO DE LAS TOMAS DE AIRE

Al revisar los manómetros, se tiene que los 8 filtros se encuentran en la sección de Mecánica Básica, de los cuales, uno de ellos se encuentra en mal estado con el visor de lectura dañado y empolvado, dicho manómetro al desarmarlo se puede apreciar que tiene un dispositivo de regulación de presión en caso de sobre presiones para no dañar la herramienta o equipo de trabajo. (Ver fotografía No. 3.30).

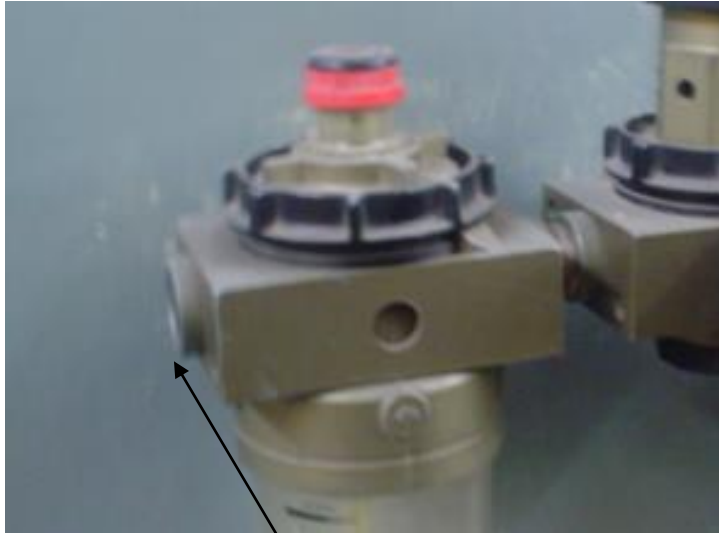


Fotografía No. 3.30 Manómetro dañado con visor roto.

3.9 TOMAS DE AIRE.

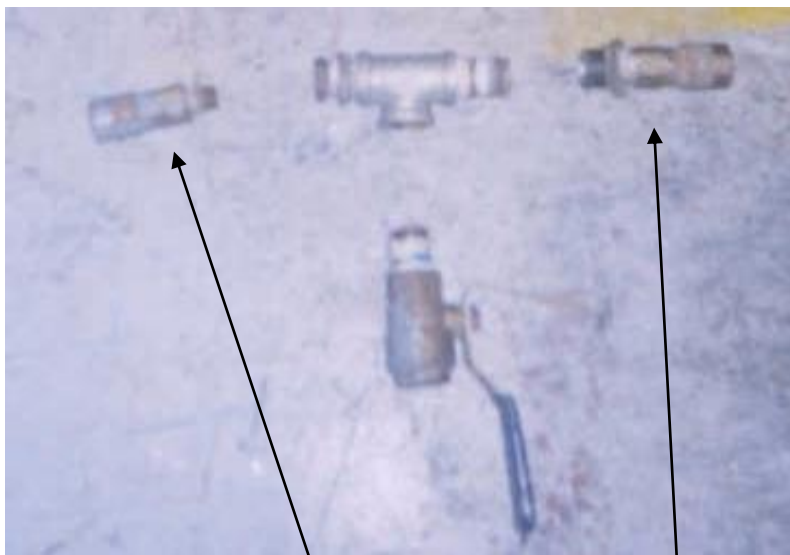
La red neumática cuenta con 28 tomas de aire, 14 en la sección de Mecánica Básica, 14 en la sección de Hidráulica.

En el taller de Mecánica Básica, cinco de las tomas de aire no poseen enchufes rápidos para desarrollar las actividades de trabajo, mientras que en la sección de Hidráulica todas tienen enchufes rápidos. (Ver fotografía No. 3.31).



Fotografía No. 3.31 Toma de aire sin enchufe de conexión rápida.

La altura de trabajo de las tomas de aire oscila entre 1,15m a 1,25m, excepto la toma No. 06, se encuentra demasiado baja a 0.98 m. (ver diagrama No.1.2) en la sección de Mecánica Básica, siendo algo incomoda su conexión, estas tomas cuentan con enchufes rápidos para aligerar el trabajo. (Ver fotografía No. 3.32).



Fotografía No. 3.32 Enchufes rápidos desmontados.

Las tomas de aire deben tener un acceso que permita la conexión rápida, en la sección de Mecánica Básica se encuentran obstruidas las tomas de aire No. 1 y 23, haciendo referencia al diagrama No. 1.2. (Ver fotografía No. 3.33).



Fotografía No. 3.33 Toma de aire obstruida.

3.10 ESTADO TÉCNICO DEL SISTEMA NEUMÁTICO

A continuación en la tabla No. 3.2, se evalúa cada uno de los ítems del sistema neumático del bloque 42:

Tabla No. 3.2 Evaluación de ítems del sistema neumático

No.	ÍTEMS	ESTADO
1	Estado de acometida al tablero de conexión.	M
2	Estado del tablero de conexión.	MM
3	Estado de la bornera del motor.	MM
4	Estado del motor eléctrico.	MM
5	Estado del compresor.	R
6	Estado del sistema de enfriamiento del compresor.	MM
7	Estado del acumulador de aire comprimido.	M
8	Estado de la válvula check.	B
9	Estado las válvulas distribuidoras.	B
10	Estado de las tuberías.	R
11	Estado del conjunto de filtros y manómetro de las tomas de aire.	M
12	Indicaciones de seguridad y operación.	M
13	Estado pintura de la red.	R

En la tabla No. 3.3 se suma los estados situacionales del sistema neumático.

Tabla No. 3.3 Suma de los estados situacionales.

ESTADO	CANT.	VALOR ASIGNADO	VALOR TOTAL
BUENO.	2	1,00	2,00
REGULAR.	3	0,80	2,40
MALO.	4	0,60	2,40
MUY MALO.	4	0,40	1,60
TOTAL			8,40

El total: $8.4 / 13(\text{Número de ítems}) = 0.64$ y éste valor $\times 100 = 64\%$

El estado técnico es **muy malo** ya que se encuentra en un intervalo menor al 69%, indicando que el sistema requiere una **Reparación General**.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1 ANTECEDENTE.

Sobre la base del estudio situacional realizado del sistema neumático del bloque 42 del ITSA, se plantea la siguiente propuesta:

4.2 OBJETIVO.

Proponer un conjunto de acciones a tomar, con la finalidad de rehabilitar el sistema neumático del bloque 42 del ITSA, para que el mismo se encuentre en condiciones estándar de operación.

4.3 ALCANCE.

La presente propuesta tiene por alcance, el proporcionar un documento que resuma una alternativa de habilitación del sistema neumático, a su vez, proponer acciones para su realización.

Los estudiantes del ITSA, una vez rehabilitado el sistema neumático podrán hacer uso de él, en la realización de sus prácticas, mediante la utilización de las herramientas neumáticas en operaciones de taladrado, remachado, pulverizado, lavado y secado de piezas, otros.

4.4 ANÁLISIS DEL SISTEMA NEUMÁTICO PARA LA PROPUESTA.

4.4.1 HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS.

La Carrera de Mecánica Aeronáutica, cuenta con sus laboratorios y talleres con un stock de herramientas neumáticas que se tabulan a continuación:

Tabla No. 4.1 Características de las herramientas neumáticas del taller Mecánica Básica.

No.	DENOMINACIÓN	MARCA	CANT.	HOLD.	RPM.	PSI.	DIÁM.
1	TALADRO	DESONTTER	5	1/4"	2800	70	3/8"
2	TALADRO	ATLASCOPCO	15	5/16"	3300	87-102	3/8"
3	MARTILLO	DESONTTER	4	-	-	87-102	3/8"
4	ATORNILLADOR	ATLASCOPCO	10	-	800	87-102	3/8"
5	TALADRO	DESONTTER	1	0 -1/4"	1400	87-102	3/8"
6	REMACHADORA	GESIPA PMI	3	1/8-3/16	-	114 max.	3/8"
7	SANDBLASTING	ITSA	1	3/16	-	50-100	3/8"

Tabla No. 4.2 Características de las herramientas neumáticas del taller Motores JET.

No.	DENOMINACIÓN	MARCA	CANT.	HOLD.	RPM.	PSI.	DIÁM.
1	TALADRO	DESONTTER	3	0-1/4"	2800	70	3/8"
2	PULVERIZADOR	PEER	3	1/8"	-	87-102	3/8"

4.4.2 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL SISTEMA NEUMÁTICO.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE AIRE COMPRIMIDO.

Se debe determinar la cantidad de aire necesario, con la finalidad de realizar la propuesta de rehabilitación del sistema neumático. Se procede a calcular el flujo de aire necesario para operar las tomas de aire; ciertamente, el sistema no opera al 100% de su capacidad, sin embargo, se considera este estado operacional para fines de cálculo.

En la tabla No. 4.3 se presenta un listado de herramientas que subjetivamente estarán operando simultáneamente en una operación al 100% del sistema, el consumo de aire y presión de trabajo de varias herramientas (Tomada del Anexo A).

Para cálculo se toma la mayor presión de trabajo, tabulado en función de las tomas de aire existentes en el bloque 42.

Tabla No. 4.3 Consumo de aire de herramientas neumáticas en operación

HERRAMIENTA	CANT	CONSUMO (CFM) ¹	PRESIÓN (psi)	USO %	CONSUMO (CFM)
PERFORADORA No.1	8	6	80 - 100	30	14.4
MARTILLO NEUMÁTICO(1-3)Kg.	4	9	60 -100	30	10.8
PULVERIZADOR DE PINTURA GRANDE	2	8 -15	30 - 60	30	6
ATORNILLADOR No.1	10	5	80 - 100	20	10
SUBTOTAL					41.2

¹ CFM.- Es la abreviación de Cubil Feet Minute (ft³/min).

De la tabla 4.3 se obtiene:

Sub total: 41.2 CFM.

Se considera que todo sistema, herramienta u equipo debe estar protegido para esfuerzos que el sistema le exija se ha tomado un factor de seguridad del 25%.

Factor de seguridad 25%= 10.3 CFM.

Caudal Total: 51.5 CFM

1CFM = 28 lts/min

$$Q_T = 51.5 \text{ CFM} \left| \frac{28 \text{ lts/min}}{1 \text{ CFM}} \right. = 1442 \frac{\text{lts}}{\text{min}} \left| \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lts}} \right. = 1.442 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$$

$$Q_T = 1.442 \text{ m}^3/\text{min} = 86.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_T = 86.52 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nota: La presión de trabajo se toma con un valor de 90 psi y el mayor consumo de aire de cada herramienta (CFM).

DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL AIRE EN LA TOMA PARA UNA PERFORADORA No. 1 DE 1/4" (ver tabla No. 4.3).

Utilizando la ecuación 4.1 se tiene:

$$Q = V \cdot A \tag{4.1}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/h).

V = Velocidad (m/S).

A = Área (m²).

El área se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (4.2)$$

Donde:

D = Diámetro (pulg).

D = ¼ pulg.

Reemplazando los valores en la ecuación 4.2 se obtiene el área.

A = 4.909 pulg²

El caudal que consume una perforadora No. 1, se calcula tomando los valores de la tabla No. 4.3, producto del consumo por el 30% del uso.

Q: Consumo × 0.30

Q = 6 × 0.3 = 1.8 CFM

$$Q = \frac{1.8 \text{ ft}^3}{\text{min}} \times \frac{\text{m}^3}{(3.28)^3 \text{ft}^3} \times \frac{\text{min}}{60 \text{ S.}}$$

Q = 8,542 × 10⁻⁴ m³/S.

De la ecuación 4.1 se despeja la velocidad y se obtiene:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{8,542 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{S}}{4,909 \text{ pulg}^2} \left| \frac{144 \text{ pulg}^2}{\text{ft}^2} \right| \frac{(3,28)^2 \text{ ft}^2}{\text{m}^2}$$

$$V = 0.268 \text{ m/S.}$$

DETERMINACIÓN DEL FLUJO MÁSSICO

$$Q = \dot{m} \times v \tag{4.3}$$

Donde:

\dot{m} : Flujo másico (Lbm/h).

v : Volumen específico (ft³/lbm).

El aire es considerado como un gas ideal mientras no cambie de fase, se utiliza la ecuación de estado de gases.

$$P \cdot v = R \cdot T \tag{4.4}$$

Donde:

P = Presión de salida en la toma de aire = 90 lbf / pulg²

v = volumen específico (ft³/lbm).

R = Constante particular del gas (aire) = 53.34 lbf. ft / lbm°R

T = Temperatura (temperatura promedio en Latacunga) = 12°C = 513.27°R.

Reemplazando los valores con la presión de la salida de las tomas se obtiene:

$$v = \frac{53.34 \text{ lbf. ft} / \text{lbm}^\circ\text{R} \times 513.27^\circ\text{R}}{90 \text{ lbf} / \text{pulg}^2 \times 144 \text{ pulg}^2 / 1\text{ft}^2} = 2.112 \text{ ft}^3 / \text{lbm}$$

$$v = 2.112 \text{ ft}^3 / \text{lbm}$$

Para $P = 14.546 \text{ psi}$. (presión promedio en Latacunga)

Reemplazando los valores con la presión promedio en Latacunga se obtiene:

$$v = \frac{53.34 \times 513.27}{14.546 \times 144} = 13.0705 \text{ ft}^3 / \text{lbm}$$

$$v = 13.0705 \text{ ft}^3 / \text{lbm}$$

El caudal total es:

$$Q_T = \dot{m}_T \times v \tag{4.5}$$

Se despeja el flujo másico de la ecuación (4.5)

$$\dot{m}_T = \frac{Q_T}{v}$$

$$\dot{m}_T = \frac{86.52 \text{ m}^3 / \text{h}}{2.112 \frac{\text{ft}^3}{\text{lbm}} \left| \frac{1\text{m}^3}{(3.28)^3 \text{ft}^3} \right.}$$

$$\dot{m}_T = 1445.586 \text{ lbm} / \text{h}.$$

CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN TUBERÍAS

La red de distribución se compone de 4 ramales y 24 tomas de aire para su aplicación. Las líneas de acceso a los 4 ramales conforman dos subramales con 4 tomas de aire y la línea de acceso a estos subramales consta de una sola tubería. (Ver diagrama No 1.2).

$$Q_u = \frac{Q_T}{N_T} \quad (4.6)$$

Donde:

Q_u = Caudal en cada toma.

Q_T = Caudal total.

N_T = Número de tomas.

$$Q_u = \frac{Q_T}{N_T} = \frac{86.52 \text{ m}^3/\text{h}}{28} = 3.09 \text{ m}^3/\text{h} = 3.03 \times 10^{-2} \text{ ft}^3 / \text{S}$$

Los diámetros de las tuberías en las diferentes secciones de la red son:

$\phi_1 = 2$ pulgadas

$\phi_2 = 1 \frac{1}{4}$ pulgadas

$\phi_3 = 1$ pulgadas

$\phi_4 = \frac{1}{2}$ pulgadas

$\phi_5 = \frac{1}{4}$ pulgadas

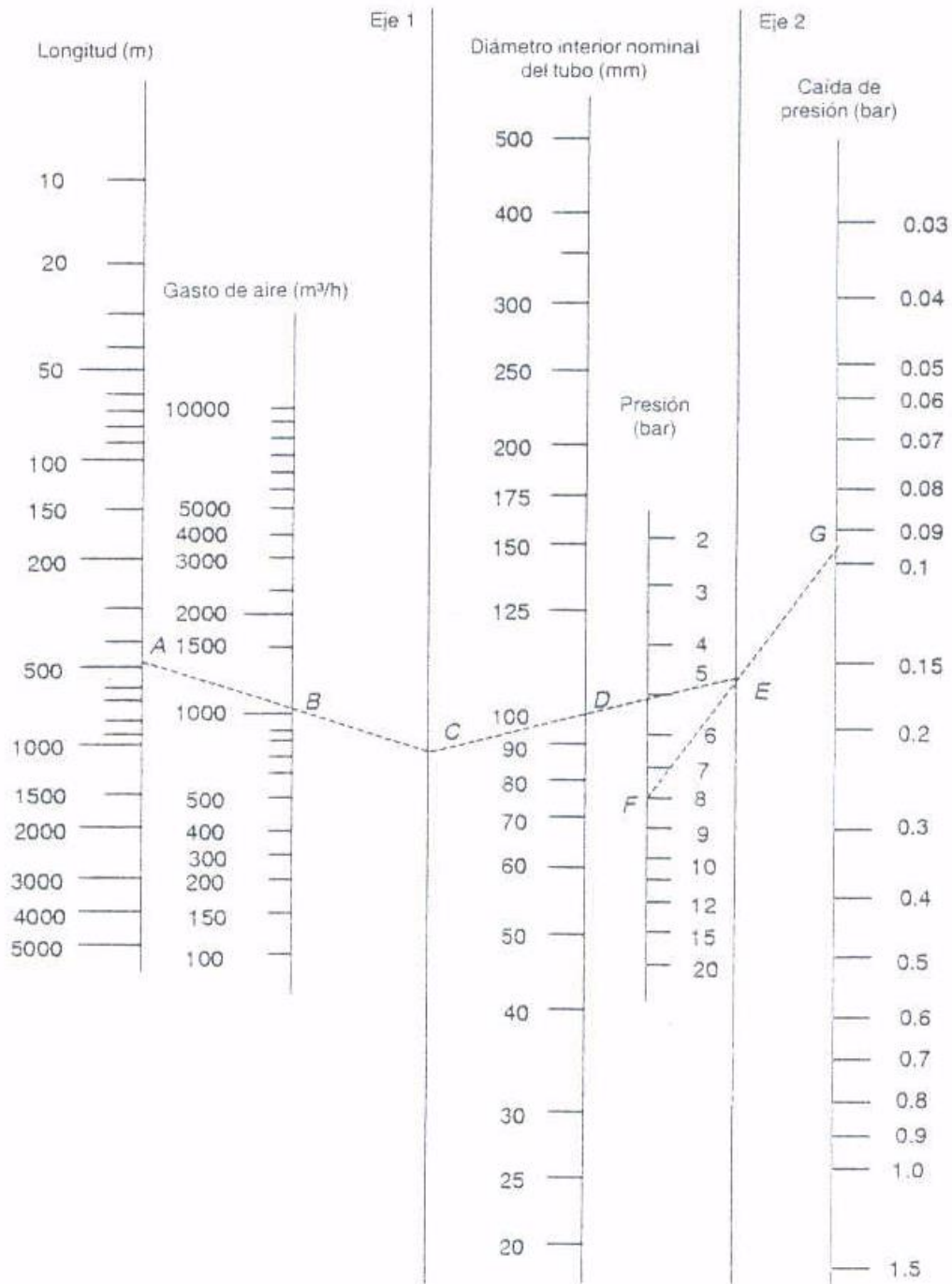
En el sistema de distribución se deben considerar pérdidas primarias (pérdidas referentes al material y la longitud de las tuberías), y las pérdidas secundarias (pérdidas por accesorios).

Para la determinación de las pérdidas secundarias en función de longitud de tubería, se emplea la tabla de longitudes equivalentes, utilizada para conocer la longitud que se ha de sumar a la longitud total de tubería, según el diámetro de tubería, y tipo de accesorio, en este caso al tener varios diámetros se va a trabajar por separado para al final tener una suma de pérdida total. (Ver tabla No. 4.4).

Tabla No. 4.4 Longitud equivalente de los accesorios para tuberías.

Accesorio	Dámetro del tubo en mm.										
	25	50	80	100	125	150	200	250	300	400	500
Válvula de conexión y desconexión.	6	15	25	35	50	60	85	110	140	200	260
Curva de esquina	3	7	11	15	20	25	35	50	60	85	110
Válvula corrediza	0.3	0.7	1	1.5	2	2.5	3.5	5	6	8.5	11
Codos	0.2	0.4	0.7	1	1.4	1.7	2.4	3.2	4	6	7
Tes	2	4	7	10	14	17	24	32	40	60	70
Reductores	0.5	1	2	2.5	3.5	4	6	8	10	15	18

Para el cálculo de pérdidas de presión en la red, se partirá de la longitud total equivalente para ubicar este dato en el Nomograma No. 4.1 de la caída de presión. Por medio de un procedimiento, en el nomograma se ubica los valores requeridos de caída de presión, por tener una escala logarítmica y los valores que se tiene no alcanzan en ella, no se desarrollo por medio de la misma.



Nomograma No. 4.1 Caída de presión de las tuberías.

Al no poderse trabajar con el nomograma No. 4.1, se procede a realizar el cálculo de la caída de presión en el sistema por medio de la ecuación empírica que se indica a continuación:

$$\Delta p = \frac{C \cdot L \cdot Q^2}{r \cdot d^5} \quad (4.7)$$

Donde:

Δp = Caída de presión (psi).

C: Coeficiente empírico = 0.31

Q: Caudal (ft³/S).

L: Longitud del tubo (ft).

d: diámetro (pulg.).

r: radio (pulg.).

CAÍDA DE PRESIÓN EN CADA TOMA

DATOS:

ϕ = ½ pulgada.

Longitud de tubería: 2.85m.

Filtros: 2

Manómetro: 1

ACCESORIOS:

Codos: 4 de 1/2".

Reductor: 2: 1 de 1" a ½", y 1 de ½" a ¼"

Válvula de bola: 1

Tes: 1

Al no tener datos para tubo de ½" en la tabla No 4.4, se procede a extrapolar.

Cuadro No. 4.1 Longitud equivalente de accesorios para tubos de ½". Diámetro del tubo en mm.					
Diámetro del tubo en mm.	12.7	25	50	Cant.	Longitud equiv. acc.
Válvula de conexión y desconexión.	1.57	6	15	1	1.57
Curva de esquina.	1.03	3	7		0
Válvula corrediza.	0.103	0.3	0.7		0
Codos.	0.102	0.2	0.4	4	0.408
Tes.	1.02	2	4	1	1.02
Reductores.	0.254	0.5	1	2	0.508
Total					3.506

$$\text{Longitud Equivalente} = L + L \text{ equivalente de accesorios.} \quad (4.8)$$

$$LE = 2.90\text{m} + 3.506\text{m}$$

$$LE = 6.406 \text{ m} \quad \left| \begin{array}{l} 3.28 \text{ ft} \\ \hline 1\text{m} \end{array} \right. = 21.011 \text{ ft.}$$

$$LE = 21.011 \text{ ft.}$$

$$\Delta p_1 = \frac{C \cdot L \cdot Q^2}{r \cdot d^5}$$

$$\Delta p_1 = \frac{0.31 \times 21.011 (3.03 \times 10^{-2} \text{ ft}^3 / \text{S})^2}{\frac{1}{4} \text{ " } (\frac{1}{2} \text{ " })^5} = 1.306 \text{ psi.}$$

$$\Delta p_1 = 1.306 \text{ psi.}$$

CAÍDA DE PRESIÓN EN RAMAL No.1 (ver diagrama No.1.1)

DATOS:

$\phi = 1$ pulgada.

Longitud de tubería: 61.47 m.

ACCESORIOS:

Codos: 8 de 1".

Reductor: 13 1 de 1 ¼" a 1". Y 12 de 1" a ½"

Válvula de bola: 3

Tes: 13

Cuadro No. 4.2 Longitud equivalente de accesorios para tubos de 1". Diámetro del tubo en mm.			
Diámetro del tubo en mm.	25	Cant.	Longitud equi. acc.
Válvula de conexión y desconexión.	6	3	18
Curva de esquina.	3	0	0
Válvula corrediza.	0.3	0	0
Codos.	0.2	8	1.6
Tes.	2	13	26
Reductores.	0.5	13	6.5
Total			52.1

Longitud Equivalente = L + L equivalente de accesorios.

$$LE = 64.37 \text{ m} + 52.1 \text{ m}$$

$$LE = 116.47 \text{ m} \left| \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right. = 382.022 \text{ ft.}$$

$$LE = 382.022 \text{ ft.}$$

$$\Delta p 2 = C. L. Q^2$$

$$\frac{\quad}{r .d^5}$$

$$\Delta p 2 = \frac{0.31 \times 382.022 (0.1818 \text{ ft}^3/\text{S})^2}{1/2" (1")^5} = 7.828 \text{ psi.}$$

$$\Delta p 2 = 7.828 \text{ psi.}$$

CAÍDA DE PRESIÓN EN EL SUBRAMAL B. (ver diagrama No.1.1)

DATOS:

$\phi = 1 \frac{1}{4}$ pulgadas.

Longitud de tubería: 10.70 m.

ACCESORIOS:

Codos: 3 de 1 1/4".

Reductor: 2 : 1 de 2" a 1 1/4" y 1 de 1 1/4" a 1"

Válvula de bola: 1

Tes: 1

Al no tener datos para tubo de 1 1/4" en la tabla No. 4.4, se procede a extrapolar.

Cuadro No. 4.3 Longitud equivalente de accesorios para tubos de 1¼". Diámetro del tubo en mm.					
DESCRIPCIÓN	25	30	50	Cant.	Longitud equiv. acc.
Válvula de conexión y desconexión.	6	7.8	15	1	7.8
Curva de esquina.	3	-	7	0	0
Válvula corrediza.	0.3	0.38	0.7	0	0
Codos.	0.2	0.24	0.4	3	0.72
Tes.	2	2.4	4	1	2.4
Reductores.	0.5	0.6	1	2	1.2
Total					12.12

Longitud Equivalente = L + L equivalente de accesorios.

$$LE = 13.40 \text{ m} + 12.12 \text{ m} = 25.52 \text{ m}$$

$$LE = 25.52 \text{ m} \left| \frac{3.28 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \right. = 83.705 \text{ ft.}$$

$$LE = 83.705 \text{ ft.}$$

$$\Delta p_3 = \frac{C \cdot L \cdot Q^2}{r \cdot d^5}$$

$$\Delta p_3 = \frac{0.31 \times 83.705 (0.442 \text{ ft}^3/\text{S})^2}{5/8 (1 \text{ 1/4"})^5} = 2.658 \text{ psi.}$$

$$\Delta p_3 = 2.658 \text{ psi.}$$

CAÍDA DE PRESIÓN EN EL RAMAL A (ver diagrama No.1.1)

DATOS:

$\phi = 2$ pulgada.

Longitud de tubería: 38.1 m.

ACCESORIOS:

Codos: 4 de 2".

Válvula de bola: 2

Tes: 1

Cuadro No. 4.4 Longitud equivalente de accesorios para tubos de 2". Diámetro del tubo en mm.			
DESCRIPCIÓN	50	Cant.	Longitud equi. acc.
Válvula de conexión y desconexión.	15	2	30
Curva de esquina.	7	0	0
Válvula corrediza.	0.7	0	0
Codos.	0.4	4	1.6
Tes.	4	1	4
Reductores.	1	0	0
Total			35.6

Longitud Equivalente = L + L equivalente de accesorios.

$$LE = 38.6 \text{ m} + 35.6 \text{ m} = 74.20 \text{ m}$$

$$LE = 74.2 \text{ m} \quad \left| \begin{array}{l} 3.28 \text{ ft} \\ \hline 1 \text{ m} \end{array} \right. = 243.376 \text{ ft.}$$

$$LE = 243.376 \text{ ft.}$$

$$\Delta p_4 = \frac{C. L. Q^2}{r \cdot d^5}$$

$$\Delta p_4 = \frac{0.31 \times 243.376 (0.884 \text{ ft}^3/\text{S})^2}{1 \text{ (2")}^5} = 1.842 \text{ psi.}$$

$$1 \text{ (2")}^5$$

$$\Delta p_4 = 1.842 \text{ psi.}$$

CAÍDA DE PRESIÓN EN SUBRAMAL A' (ver diagrama No.1.1)

DATOS:

$\phi = 2$ pulgada.

Longitud de tubería: 23.95 m.

ACCESORIOS:

Tes: 3

Reductores 2 de 2" a 1 1/4"

Cuadro No. 4.5 Longitud equivalente de accesorios para tubos de 2". Diámetro del tubo en mm.			
DESCRIPCIÓN	50	Cant.	Longitud equi. acc.
Válvula de conexión y desconexión.	15	0	0
Curva de esquina.	7	0	0
Válvula corrediza.	0.7	0	0
Codos.	0.4	0	0
Tes.	4	3	12
Reductores.	1	2	2
Total			14

Longitud Equivalente = L + L equivalente de accesorios

$$LE = 23.95 \text{ m} + 14 \text{ m} = 37.95 \text{ m}$$

$$LE = 37.95 \text{ m} \left| \begin{array}{l} 3.28 \text{ ft} \\ \hline 1 \text{ m} \end{array} \right. = 124.476 \text{ ft.}$$

$$LE = 124.476 \text{ ft.}$$

$$\Delta p_5 = \frac{C. L. Q^2}{r \cdot d^5}$$

$$\Delta p_5 = \frac{0.31 \times 124.476(0.442 \text{ ft}^3 / \text{S})^2}{1" (2")^5} = 0.235 \text{ psi.}$$

$$\Delta p_5 = 0.235 \text{ psi.}$$

CAÍDA DE PRESIÓN TOTAL.

$$\Delta p_T = \sum \Delta p \quad (4.9)$$

$$\Delta p_T = 1.306 + 7.828 + 2.658 + 1.842 + 0.235 = \text{psi.}$$

$$\Delta p_T = 13.87 \text{ psi.}$$

4.4.3 CÁLCULO DE POTENCIA DEL COMPRESOR.

Presión del Compresor

$$P_c = P_T + \Delta p_T = 90 + 13.87 = 103.87 \text{ psi.} \quad (4.10)$$

Caudal del compresor

$$Q_c = 86.52 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Potencia del compresor

$$\dot{W} = ?$$

$$\dot{W} = P_c \times Q_c \quad (4.11)$$

Donde:

\dot{W} = Potencia del motor (Hp).

P_c = Presión del compresor (lbf/pulg²)

Q_c = Caudal del compresor (m³/h)

$$\dot{W} = 103.87 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} \times 86.52 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \left| \frac{1 \text{ Kgf}}{2.2048 \text{ lbf}} \right| \left| \frac{144 \text{ pulg}^2}{1 \text{ft}^2} \right| \left| \frac{3.28^2 \text{ ft}^2}{1 \text{m}^2} \right|$$

$$\dot{W} = 6314625.829 \frac{\text{Kgf. m}}{\text{h}} \left| \frac{1 \text{ Kw. h}}{367098 \text{ Kgf. m}} \right|$$

$$\dot{W} = 17.2 \frac{\text{Kw}}{1 \text{ Kw}} \left| \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ Kw}} \right| \left| \frac{1 \text{ Hp}}{745.7 \text{ W}} \right|$$

$$\dot{W} = 23.06 \text{Hp.}$$

Factor de coincidencia:

De las 24 tomas de aire de Mecánica Básica como de Hidráulica, durante la instrucción, no todos los alumnos trabajan al mismo tiempo, algunos mientras atienden al instructor, utilizan equipos de protección o realizan otras actividades; se considera que de 24 alumnos, 12 estén ejecutando al mismo tiempo otra actividad y esto representa un 50% del consumo de aire comprimido.

Entonces se tiene un factor de coincidencia del 50%, que representa el porcentaje de utilización al mismo tiempo de las tomas de aire.

$$86.52 \text{ m}^3 / \text{h} \times 0.50 = 43.26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal del compresor

$$Q_c = 43.26 \text{ m}^3/\text{h}$$

Presión del Compresor

$$\text{Utilizando la ecuación 4.10 se tiene} = 90 + 13.87 = 103.87 \text{ psi.}$$

Potencia del compresor

$$\dot{W} = ?$$

Reemplazando los valores en la ecuación 4.11 se obtiene:

$$\dot{W} = 103.87 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2} \times 43.26 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \left| \frac{1 \text{ Kgf}}{2.2048 \text{ lbf}} \right| \left| \frac{144 \text{ pulg}^2}{1 \text{ ft}^2} \right| \left| \frac{3.28^2 \text{ ft}^2}{1 \text{ m}^2} \right|$$

$$\dot{W} = 3157312.91 \frac{\text{Kgf. m}}{\text{h}} \left| \frac{1 \text{ Kw. h}}{367098 \text{ Kgf. m}} \right|$$

$$\dot{W} = 8.6 \text{ Kw} \left| \frac{1000 \text{ W}}{1 \text{ Kw}} \right| \left| \frac{1 \text{ Hp}}{745.7 \text{ W}} \right|$$

$$\dot{W} = 11.53 \text{ Hp.}$$

La potencia requerida del compresor es de 15Hp, ya que, es el valor aproximado a los compresores existentes en el mercado.

4.5 SISTEMA ELÉCTRICO

Para el compresor de 15Hp. se requiere una conexión eléctrica como cables, relé térmico, contactor, que en base a los datos obtenidos se procede mediante tablas, encontrar las características de los elementos.

DATOS:

Motor de 15Hp, por medio del cual se selecciona el motor de corriente alterna ha utilizarse. En el Ecuador la corriente eléctrica es entregada con una frecuencia de 60Hz con lo que se toma como base, para dar a conocer las revoluciones del motor, como se indica a continuación:

$$N_s = \frac{120f}{p} \quad (4.12)$$

Donde:

f = Frecuencia (Hz).

p = Polos del estator.

N_s = Velocidad síncrona (rpm).

Utilizando los valores en la ecuación 4.12 se tiene:

$$N_s = \frac{120 (60 \text{ Hz})}{4}$$

$$N_s = 1800 \text{ rpm}$$

En la tabla No. 4.5 se tiene la potencia equivalente en Kw., y el consumo de intensidad de corriente que consume de acuerdo al voltaje.

$$15\text{Hp} = 11\text{Kw}$$

Tabla 4.5 Corrientes para motores a plena carga.

Potencia de salida del motor		Motores de jaula de ardilla y rotor devanado: Amperes de línea, I_L						Síncronos a fp unitario: I_L			
		(volts entre líneas)						(volts)			
hp	kW	110	208	220	440	550	2300	220	440	550	2300
½	0.37	4	2.1	2.0	1	0.8					
¾	0.56	5.6	3.0	2.8	1.4	1.1					
1	0.75	7	3.7	3.5	1.8	1.4					
1½	1.12		5.3	5.0	2.5	2.0					
2	1.50	10	6.9	6.5	3.3	2.6					
3	2.24	13	9.5	9.0	4.5	4					
5	3.75		16	15	7.5	6					
7½	5.60		23	22	11	9					
10	7.50		29	27	14	11					
15	11.2		42	40	20	16					
20	15		55	52	26	21					
25	19		68	64	32	26	7	54	27	22	5.4
30	22.4		83	78	39	31	8.5	65	33	26	6.5
40	31.5		110	104	52	41	10.5	86	43	35	8
50	37.5		133	125	63	50	13	108	54	44	10
60	45		159	150	75	60	16	128	64	51	12
75	56		196	185	93	74	19	161	81	65	15
100	75		261	246	123	98	25	211	106	85	20
125	90			310	155	124	31	264	132	106	25
150	112			360	180	144	37		158	127	30
200	150			480	240	192	48		210	168	40

NOTA: Si el motor síncrono se excita para fp de 90% o fp de 80%, multiplique las corrientes por 1.1 y 1.25, respectivamente.

Fuente: Tomada del libro de Máquinas Eléctricas Rotativas y Transformadores.

Las empresas comercializadoras de productos eléctricos, proveen tablas que de forma directa permiten determinar los valores de los dispositivos eléctricos que se deben utilizar en los motores según su capacidad, para operar en forma eficiente.

La conexión que requiere el motor que se determinó anteriormente de 15Hp. se tiene en la tabla No. 4.6 los valores de los dispositivos correspondientes al motor de 15Hp obtenidas de la tabla No.4.7 de la Empresa "INSELEC". Los siguientes símbolos y valores que indican a continuación se han tomado de dicha tabla:

Tabla No. 4.6 Dispositivos eléctricos de acuerdo al motor de 15Hp requerido.

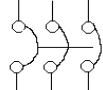
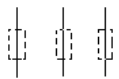
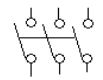
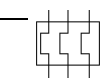
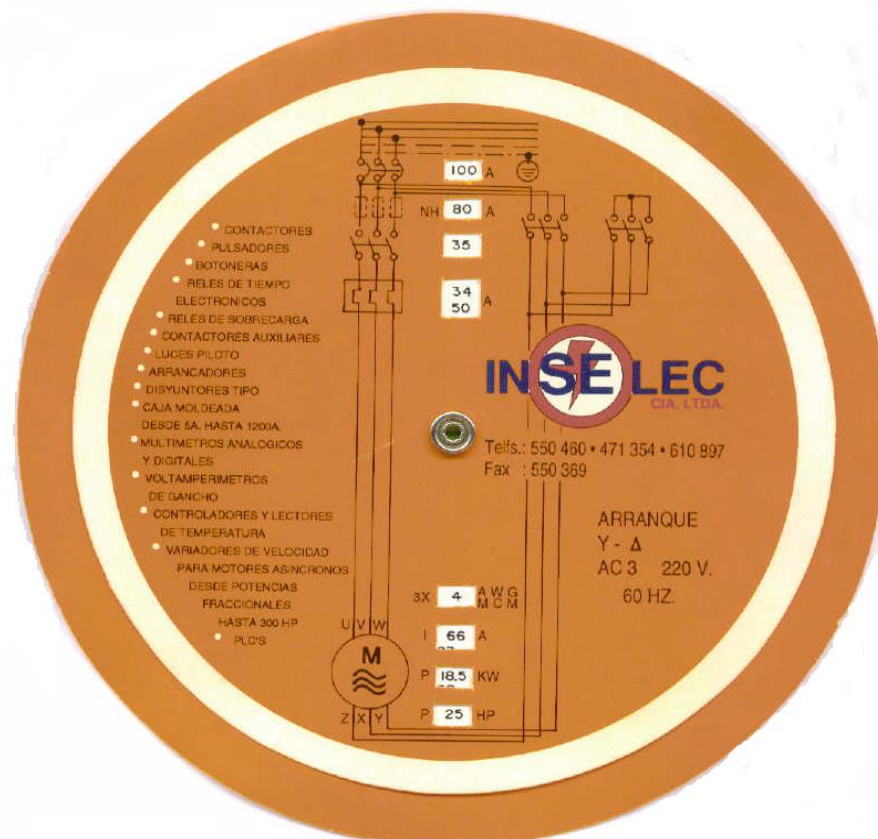
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
BREAKER	50 A	
FUSIBLES NH	50 A	
CONTACTOR	25	
RELÉ TÉRMICO	(18 – 26) A	
CABLE	3 x 8 AWG	A W G
CORRIENTE	40 A	
POTENCIA (Kw)	11 Kw	
POTENCIA (Hp)	15 Hp.	

Tabla No.4.7 Dispositivos eléctricos en conexión Y - Δ con sus equivalencias.



4.6 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PROPUESTA.

Es necesario realizar un análisis económico, con el fin de tomar la propuesta más acertada para la habilitación del sistema neumático en estudio; como principal referencia se tienen cotizaciones: de los compresores realizados en el Internet (Anexo B), y de los dispositivos eléctricos realizados en Mercurio Electricidad (Anexos C1 y C2).

COMPRESOR NUEVO

Tabla No. 4.8 Requerimientos de un compresor nuevo 15Hp.

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR
COMPRESOR 15Hp.	82 CFM, (60 – 175) psi, 40 A	1	1500+ costo importación
DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	Relé térmico, contactor, fusibles	-	317
INSTALACIÓN	Bases del compresor	1	30
SUBTOTAL			1847\$

REPARACIÓN DEL COMPRESOR EXISTENTE MATERIAL Y MANO DE OBRA.

Tabla 4.9 Material para reparación del compresor existente de 40Hp.

ACCESORIOS	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR
Depósito del sistema de refrigeración	Acero inoxidable	1	80
Tubería del sistema de enfriamiento	Acero galvanizado	-	50
Conexiones de la bomba de agua.	Conexiones y limpieza	-	30
Conexiones de la torre de enfriamiento	Conexiones y limpieza	-	40
Aceite	Del compresor y válvulas	2	60
Retenedores de aceite del eje del compresor	Caucho	2	20
Pintura	Filtro metálico	1	10
Válvula de alivio	Del acumulador	1	50
Dispositivos eléctricos	Relé térmico, contactor, fusibles	1	648
SUBTOTAL			988\$

Tabla No. 4.10 Mano de obra de la reparación del compresor existente de 40Hp.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	CANT.	VALOR
Rebobinado del motor de 40 Hp.	existente	1	600
Cambio de retenedores	En el eje	2	60
Cambio de aceite	Según fabricante	-	40
Mano de obra de la instalación del sistema de enfriamiento.	Conexiones y limpieza	-	150
Prueba hidrostática del depósito de aire.	Detectar fugas de aire	1	350
Mano de obra de limpieza de polvos y aceites	Recolector de aceite	1	20
Inspección y calibración del manómetro	Acumulador	-	20
Mano de obra de mantenimiento de filtro de admisión de aire.	Pintar y sopletear filtro metálico	1	10
Instalación de dispositivos eléctricos.	Relé térmico, cables Contactador y fusibles	1	110
Realizar manuales de operación y mantenimiento.	Tablero de encendido	1	70
SUBTOTAL			1430\$

CONSUMO ELÉCTRICO

MOTOR DE 40Hp.

En el motor de 40Hp del compresor existente, se tiene un amperaje de 100 A. que se tomo de la tabla 4.7, y se indica que se trabaje 8 horas diarias se realiza el siguiente cálculo:

$$\dot{W} = \sqrt{3} \times V \times I \quad (4.13)$$

Donde:

\dot{W} = Potencia (Kw).

V = voltaje (V).

I = Corriente (A).

$$\dot{W} = \frac{\sqrt{3} \times 440 \times 100}{1000}$$

$$\dot{W} = 76.21 \text{ Kw.}$$

$$E = \dot{W} \times t \quad (4.14)$$

Donde:

E = Consumo eléctrico (Kwh).

\dot{W} = Potencia (Kw).

t = Tiempo (h).

Cálculo del tiempo estimado de trabajo

t = 8 horas × 5 días × 4 semanas

t = 160 horas en un mes

Reemplazando los valores en la ecuación (4.14) se obtiene:

$$E = 76.21 \text{ Kw} \times 160 \text{ h}$$

$$E = 12193.6 \text{ Kwh.}$$

El valor de 1 Kwh. es de 0.08 USD., el costo mensual del consumo de corriente eléctrica del compresor será: 975.488 USD.

El pico de corriente más alto es 5 veces mayor a la corriente de trabajo, tiene un costo elevado (ver Anexo D), y se paga el pico más alto durante el mes, a continuación se indica el valor de este pico de corriente.

$$100 \text{ A} \times 5 = 500 \text{ A}$$

Por medio de la conexión Y - Δ, se divide la corriente y este pico se reduce a un 50%, existiendo un ahorro significativo en el encendido.

Para un motor trifásico la potencia se calcula reemplazando los valores en la ecuación (4.13).

$$\dot{W} = \frac{\sqrt{3} \times 440V \times 250 A}{1000}$$

$$\dot{W} (Y - \Delta) = 190.525 \text{ Kw}$$

$$190.525 \text{ Kw.} \times 6.133 \text{ USD} = 1168.49 \text{ USD.}$$

El pico máximo de consumo tiene una tarifa de: 1168.49 USD.

El pago total de un mes de consumo eléctrico y corriente pico para el motor de 40Hp será:

$$\text{Valor Total} = 975.488 \text{ USD.} + 1168.49 \text{ USD.}$$

$$\text{Valor Total1} = 2143.978 \text{ USD.}$$

MOTOR DE 15Hp

En un Compresor de 15Hp se tiene un amperaje de 40 A. tomado de la tabla 4.7 e indicando que se trabaje 8 horas diarias se realiza el siguiente cálculo:

Con estos datos se reemplaza en la ecuación (4.13).

$$\dot{W} = \frac{\sqrt{3} \times 440V \times 40A}{1000}$$

$$\dot{W} = 30.484 \text{ Kw.}$$

Estimación de las Horas de trabajo durante un mes

$$t = 8 \text{ horas} \times 5 \text{ días} \times 4 \text{ semanas}$$

$$t = 160 \text{ horas en un mes}$$

Reemplazando los valores en la ecuación (4.14) se obtiene:

$$E = 30.484 \text{ Kw.} \times 160 \text{ h}$$

$$E = 4877.455 \text{ Kwh.}$$

El valor de 1 Kwh. es de 0.08 USD., el costo mensual del consumo de corriente eléctrica del compresor será: 390.196 USD.

La corriente pico de arranque disminuye en relación a la corriente de consumo, se tiene en cuenta el mismo porcentaje de cálculo para todos los motores.

$$40 \text{ A} \times 5 = 200 \text{ A}$$

Por medio de la conexión Y - Δ , se divide la corriente y este pico se reduce al 50%, existiendo un ahorro significativo en el encendido.

Reemplazando los valores en la ecuación (4.13) se obtiene:

$$\dot{W} = \frac{\sqrt{3} \times 440V \times 100 A}{1000}$$

$$\dot{W} (Y - \Delta) = 76.21 \text{ Kw}$$

$$76.21 \text{ Kw.} \times 6.133 \text{ USD.} = 467.39 \text{ USD.}$$

El pico máximo de consumo tiene una tarifa de: 467.39 USD.

El pago total de un mes de consumo eléctrico y corriente pico para el motor de 15Hp será:

$$\text{Valor Total} = 390.196 \text{ USD.} + 467.36 \text{ USD.}$$

$$\text{Valor Total2} = 857.55 \text{ USD.}$$

La diferencia de costos entre el consumo de corriente eléctrica entre los dos motores = 2143.98 USD. - 857.55 USD. = 1286.43 USD.

COMPRESOR NUEVO:

Tiene un costo de 1500 USD. no incluye importación + Instalación.

$$1500 + 347 = 1847 \text{ USD.}$$

REPARACIÓN DEL COMPRESOR EXISTENTE:

El costo total = Costo de material + mano de obra

$$988 + 1430 = 2418 \text{ USD.}$$

Teniendo en cuenta que el costo de consumo eléctrico excede con 1286.43 USD con relación a un motor de 15 Hp.

Nota: Reparar el compresor actual tiene un valor mayor que el compresor nuevo y sobre la base del análisis del costo de consumo eléctrico, el compresor de 15Hp representa solo el 39.99% del compresor de 40Hp.

4.7 PROPUESTA

Una vez realizado el análisis de la adaptación de un compresor nuevo a la red actual de distribución y de la posible reparación o habilitación del compresor existente, así como también, el análisis de otros parámetros tales como: posición de la red, estado situacional de elementos constitutivos se propone:

1.- Adquirir un compresor nuevo de características indicadas en la tabla No. 4.11 con su instalación respectiva.

Tabla No. 4.11 Características del compresor requerido en el sistema.

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICA
POTENCIA:	15Hp
PRESIÓN:	103.87 PSI
CAUDAL:	25.75 CFM
CONEXIÓN:	TRIFÁSICA
VOLTAJE:	220V / 440 V

2.- Corregir El gradiente de los ramales de la red neumática.

3.- Instalar filtros y manómetros nuevos en las tomas que no tienen. (Ver tabla No. 4.12).

Tabla No. 4.12 Filtros y manómetros que requiere la red de distribución.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICA
Filtros centrífugos de las tomas de aire	20	U. K. Patents.
Filtros con trampa de aceite de las tomas de aire	20	U. K. Patents.
Manómetros de las tomas de aire.	21	(0 – 140) lbf/ m

4.- Inspección interna de válvulas y calibración de manómetros de la red neumática.

5.- Instalar una llave de bola en el Ramal No. 1 de la sección e Mecánica Básica.

6.- Colocar 5 enchufes rápidos en tomas de aire que faltan e inspeccionar los que están actualmente instalados.

7.- Sujetar y colocar conducto aislante en la acometida al tablero de conexión.

8.- Colocar conducto aislante para los cables que se encuentran junto al Ramal No. 2.

9.- Limpieza e inspección de filtros de las tomas de aire.

10.- Colocar aceite en los filtros hasta la línea de nivel indicada en el vaso transparente.

11.- Ajustar correctamente con teflón conexiones flojas.

COSTO DE LA PROPUESTA

Se refiere a los parámetros de reparación y adquisición de elementos que requiere el sistema neumático. (Ver tabla No. 4.13)

Tabla No. 4.13 Costo total de la propuesta.

No.	ITEM	CANT.	VALOR U.	SUBTOTAL
1	Compresor nuevo y conexiones	1	1847	1847
2	Corrección del gradiente	-	20	20
3	Filtros centrífugos	20	60	1200
4	Filtros con trampa de aceite	20	55	1100
5	Manómetros de las tomas de aire	21	45	945
6	Inspección de dispositivos	-	80	80
7	Válvula selectora	1	20	20
8	Enchufes rápidos	5	5	25
9	Conducto aislante	1	5	5
10	Inspección de filtros	8	3	24
11	Aceite de los filtros	8	2	16
12	Conexiones con teflón	-	10	10
TOTAL				5292USD.

El costo total de la propuesta es de 5292 USD. + importación del compresor.

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 PRESUPUESTO.

Mediante este presupuesto se tiene en claro el costo que demanda la investigación para la propuesta de habilitación del sistema neumático, basado en impresiones, copias, fotos, transporte, otros; mediante los cuales se llevo a cabo este estudio situacional.

5.2 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Este estudio permite analizar los aspectos económicos para conocer el costo que se realizó para el desarrollo de esta investigación, como se describen a continuación en las tablas:

Costo de investigación.- Se refiere a los costos que intervienen en la investigación como transporte, copias, otros. (Ver tabla No. 5.1)

Tabla No. 5.1 Costo de investigación.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
-	Transporte (Latacunga, Quito.)	40
200	Copias libros de consulta	6
20hrs.	Internet	20
SUBTOTAL		66 USD.

Costo de fotografías.- Se trata de los costos que se relacionan con fotos del sistema, para lo que se utiliza: rollos, cámara, otros. (Ver tabla No. 5.2)

Tabla No. 5.2 Costo de fotografías

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Alquiler cámara fotográfica	20
3	Rollos de 36 fotos 35 mm.	12
3	Revelado de los 3 rollos	30
SUBTOTAL		62 USD.

Costo de planos.- Son los costos realizados para la elaboración de planos como: ploteado, asesoramiento, otros. (Ver tabla No. 5.3)

Tabla No. 5.3 Costo de planos.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	C D programa Auto Cad 2004	5
1	Asesoramiento	50
20 hrs.	Computadora	20
6	Ploteado	12
SUBTOTAL		87 USD.

Costo de herramientas.- Se refiere a los costos en la utilización de herramientas, multímetro, otros. (Ver tabla No. 5.4)

Tabla No. 5.4 Costo de herramientas

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
3	Herramientas manuales	10
1	Alquiler multímetro	3
1	Asesoramiento	20
SUBTOTAL		33 USD.

Costo del documento.- Son los costos que interviene en el desarrollo del documento como: impresiones, escaneados, otros. (Ver tabla No. 5.5)

Tabla No. 5.5 Costo del documento

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
100 hrs.	Alquiler computadora	100
100	Escaneado fotografías	20
3	Impresiones de documentos	36
SUBTOTAL		156 USD.

COSTO TOTAL DE LA INVESTIGACIÓN.- Es la suma de todos los costos que demando este proyecto para su realización. (Ver tabla No. 5.6)

Tabla No. 5.6 Costo total de la investigación.

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	Costo de investigación	66
1	Costo de fotografías	62
1	Costo de planos	87
1	Costo de herramientas	33
1	Costo del documento	156
TOTAL		404 USD.

El costo total para la realización del presente proyecto de grado es de cuatrocientos cuatro dólares (404 USD).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El estudio situacional del sistema neumático del bloque 42 del Instituto, permite tener un conocimiento de condiciones actuales y requerimientos del sistema para una futura habilitación.
- El compresor actual esta sobredimensionado para la red neumática, afirmación que se realiza sobre la base de los cálculos realizados en este proyecto.
- El sistema neumático esta mal diseñado ya que tiene grandes pérdidas que afecta a su desenvolvimiento.
- Con el estudio técnico se concluye que el sistema se encuentra en mal estado y requiere una reparación general o rediseño del mismo.
- El costo del consumo eléctrico de un motor de 15Hp representa el 39.99% del consumo eléctrico del motor de 40Hp, en un mes.
- Se concluye que habilitar compresor actual no es conveniente por el alto costo que representa, por esta razón se propone cambiar el compresor por uno de menor capacidad.

6.2 RECOMENDACIONES

- Que se tome este proyecto de grado como base para una futura habilitación del sistema neumático.
- Se recomienda cambiar el compresor por uno nuevo con las características estudiadas en este proyecto.
- Se debe instalar filtros a la salida de todas las tomas de aire, a fin de evitar daños en herramientas o equipos neumáticos.
- Se sugiere colocar un instructivo de encendido del compresor y señalización respectiva en la red neumática.
- Se recomienda hacer un rediseño de la red, para eliminar pérdidas de presión en el sistema.
- Es necesario que se analice intensamente los proyectos de grado antes de su aprobación, con el fin de que en el momento de su realización no haya complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA:

- José Roldán Vitoria (1995). Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada. Cuarta edición. Editorial Paraninfo.
- J. Majundar. Neumática. Edición en Español. Editorial Mc Graw - Hill.
- Salvador Millán (1988). Cálculo y Diseño de Circuitos en Aplicaciones Neumáticas. Edición Original. Grupo Editor Alfaomega.
- Salvador Millán (1988). Automatización Neumática y Electroneumática. Edición Original. Grupo Editor Alfaomega
- Donald V. Richardson, MME, PE / Arthur J. Caisse, Jr., BSSE, MS. Máquinas Eléctricas Rotativas y Transformadores. Cuarta Edición. Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica, S. A.
- Degen Systems. Manual de Neumática Básica PN-2100.
- Arturo Abuchaibe / Eduardo Rodríguez / Ricardo Timperi / Incola Morena / Gabriel Sánchez. "AIRE COMPRIMIDO Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA". Producido por el departamento de comunicaciones Atlas Copco Venezuela, S. A.
- www.sapiens.itgo.com/neumática/Neumáticaindex.html.
- www.ebay.com/aircompressor.

SOXENAZ

ANEXO A

Consumo de aire de herramientas neumáticas ⁽¹⁾.

HERRAMIENTA	CONSUMO EN CFM	PRESIÓN PSI	EN USO SEGÚN EXPERIENCIA
Martillo neumático pesado para romper hormigón pesado	45	80-100	30 %
Martillo neumático (5-8)Kg.	16	80-100	30 %
Martillo neumático (3-5)Kg.	13	80-100	30 %
Martillo neumático (1-3)Kg.	9	80-100	30 %
Perforadora No. 1 de 1/4"	6	80-100	30 %
Perforadora No. 2 de 3/8"	15	80-100	30 %
Perforadora No. 3 de 1/2"	25	80-100	30 %
Destornillador No. 1 a 1/8"	5	80-100	20 %
Destornillador No. 2 a 1/4"	15	80-100	20 %
Destornillador No. 3 a 3/8"	25	80-100	20 %
Llave hasta 3/8"	15	80-125	25 %
Llave hasta 3/4"	25	80-125	25 %
Llave hasta 1"	35	80-125	25 %
Amoladora hasta 6000rpm.	6	80-100	40 %
Amoladora hasta 3"	14	80-100	40 %
Amoladora hasta 6"	40	80-100	40 %
Elevador hasta 100Kg.	20	80-100	20 %
Elevador hasta 500Kg.	28	80-100	20 %
Elevador hasta 2000Kg.	40	80-100	20 %
Perforadora automática hasta 1/4"	12	80-100	Según necesidad
Inflador de neumáticos	3	100-150	"
Pulverizador de pequeño	2-4	30-60	"
Pulverizador de mediano	4-8	30-60	"
Pulverizador de grande	8-15	30-60	"
Pulverizador líquido o de aire para limpieza	4	60-100	"
Arenadora neumática	24	60-100	"
Aspirador	6.5	120-150	"
Equipo de elevación neumático	1	120-150	"
Herramienta para abrir neumáticos	1	120-150	"
Engrasador	3	120-150	"
Elevador hidráulico hasta 2 toneladas	6	145-175	"
Prensa para renovar neumáticos	8	175-200	"

¹ Tabla tomada del Manual de Neumática Básica PN-2100

ANEXO B

Cotización realizada de la página www.ebay.com, tomado como base para el análisis económico de la presente propuesta.

[← Back to list of items](#)

Listed in category:

[Business & Industrial](#) > [Industrial Supply, MRO](#) > [Air Compressors](#) > [Electric](#) > [5.1 HP and above](#)

REDUCED! AIR COMPRESSOR (KELLOGG-AMERICAN) 15hp, 3phase

Item number: 3805831095

Seller of this item? [Sign in](#) for your status

[Add to watch list](#) in My eBay



[↓ Go to larger picture](#)

Starting bid: **US \$1,507.00**

[Place Bid >](#)

Time left: **1 days 4 hours**

7-day listing
Ends Mar-30-04 13:43:22 PST

[Add to Calendar](#)

Start time: Mar-23-04 13:43:22 PST

History: [0 bids](#)

Item location: Cranston, RI United States /Providence

Ships to: Worldwide

[↓ Shipping and payment details](#)



Description

1993 KELLOGG-
AMERICAN AIR
COMPRESSOR "Li
ke New!"

*SPRING
CLEANING,
PRICE
DRASTICALLY
REDUCED!!!*

MODEL 462, -
46.2 cubic feet
per minute, 15
horsepower
motor, 3 phase,
low/high
voltage, 200
gallon air
tank.

Serial# 702266

Runs like new,
excellent
condition!

Great price!!
Won't last, bid
now!!!

*Please email any
questions you have
we'll be happy to
provide any
information. Good
luck with your
bidding!!*



****CHECK OUT OUR
OTHER
AUCTIONS****

ANEXO C

Cotización realizada en la ciudad de Latacunga con elementos eléctricos para una conexión y - Δ, para 440 V, tanto para el motor de 15Hp., como para el de 40Hp.

ANEXO C1



MERCURIO ELECTRICIDAD

DISTRIBUIDOR DE MATERIALES ELECTRICOS
PARA ALTA Y BAJA TENSION

PROFORMA

Oswaldo Lagla Taipe

Nº 005792

R.U.C.: 0500738430001

DIA	MES	AÑO
05	04	2004

LATACUNGA:
Guayaquil 47-53 y Antonia Vela
Teléfono: 813-264 / 804-847
QUITO:
Av. Amazonas Nº. 49-41 y
Río Curaray Telf.: 246-626

Señor(es): <i>FEDERICO CALCAIZA</i>
Dirección:
Ciudad: Telf.:

CANT.	DESCRIPCION	V / UNIT.	V / TOTAL
	<i>FLENTOS PARA ΔY 15HP</i>		
<i>2</i>	<i>CONTACTORES G.E. 440V CLOS</i>	<i>46.80</i>	<i>93.60</i>
<i>1</i>	<i>CONTACTOR G.E. C125</i>	<i>44.</i>	<i>44.</i>
<i>1</i>	<i>RELE TERMICO 1A-5-18A</i>	<i>37.90</i>	<i>37.90</i>
<i>1</i>	<i>TEMPORIZADOR YA 220V</i>	<i>40</i>	<i>40</i>
<i>3</i>	<i>PORTAFORTABLE. PUN. C/PUN. 60</i>	<i>2.30</i>	<i>6.90</i>
<i>1</i>	<i>BOTONERA C/LUZ PULSA 3A</i>	<i>8.15</i>	<i>8.15</i>
<i>5</i>	<i>M. CABLE SUPRE 3x10</i>	<i>2.02</i>	<i>10.10</i>
<i>1</i>	<i>GABINETE 30X40X15.</i>		<i>43.15</i>
			<i>783.80</i>

Offset-Gráf. "Nuevo Mundo" Telefax: 613-872 - Liga.

<p style="text-align: center;">FIRMA</p>	<p style="font-weight: bold;">Subtotal</p>	<p style="font-size: 2em;">+ 12 % I.V.A.</p>
	<p style="font-weight: bold;">TOTAL \$</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 100px; margin: 0 auto;"> <p style="font-size: 1.5em; text-align: center;">317,85</p> </div>

NOTA: Esta PROFORMA será válida por *3* días, desde su expedición.

ANEXO C2



MERCURIO ELECTRICIDAD

DISTRIBUIDOR DE MATERIALES ELECTRICOS
PARA ALTA Y BAJA TENSION

PROFORMA

Oswaldo Lagla Taipe

Nº 005793

R.U.C.: 0500738430001

DIA	MES	AÑO
05	04	2004

LATACUNGA:
Guayaquil 47-53 y Antonia Vela
Teléfono: 813-264 / 804-847

QUITO:
Av. Amazonas Nº. 49-41 y
Río Curaray Telf.: 246-626

Señor(es): *ROGAR CAYCAY*

Dirección:

Ciudad: Telf.:

CANT.	DESCRIPCION	V/UNIT.	V/TOTAL
	<i>FLENERIA YA 440V 40HP</i>		
<i>2</i>	<i>CORTADORES GE 6L07</i>	<i>139.25</i>	<i>278.50</i>
<i>1</i>	<i>CONDENSADOR GE 6L06</i>	<i>96</i>	<i>96</i>
<i>1</i>	<i>RELE TERMICO 30-40A</i>	<i>56.90</i>	<i>56.90</i>
<i>1</i>	<i>TEMPORIZADOR YA 220V</i>	<i>40</i>	<i>40</i>
<i>3</i>	<i>FOOTA FOSIBLE 1A PIEL</i>	<i>2.30</i>	<i>6.90</i>
<i>1</i>	<i>BOTONERA C/400 PULOT 220V</i>	<i>8.15</i>	<i>8.15</i>
<i>5</i>	<i>M CABLE 2x2</i>	<i>9.72</i>	<i>48.60</i>
<i>1</i>	<i>GRABINETE BOX AXIS</i>	<i>43.15</i>	<i>43.15</i>
			<i>578.20</i>

Ofset-Gráf. "Nuevo Mundo" Telefax: 813-872 - Ltga.

Subtotal

+ 12% I.V.A.

TOTAL \$

647,58

OS

FIRMA

NOTA: Esta PROFORMA será válida por *3* días, desde su expedición.

ANEXO D

Planilla de consumo eléctrico del Ala No. 12 durante el mes de Febrero con lo cual se tomó referencia para saber el costo del Kwh. y el pago de la corriente pico.



LATACUNGA A 29 DE FEBRERO DE 2004

172

SEÑOR (ES)
FAE-1
PRESENTE.-

ESTIMADO CLIENTE:

POR MEDIO DEL PRESENTE ME PERMITO INFORMAR A USTED QUE A LA FECHA SE ENCUENTRA PARA RECAUDACION LA PLANILLA DE CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA CORRESPONDIENTE AL MES DE FEBRERO/2004 POR LOS SIGUIENTES RUBROS:

L.Act.T.An	L.Act.T.Ac	F/Mult.	KWH.Pit	C.Med+PIT	FF.PP.	Tarf.
1389649	1443121	1.00		38636	0.998	EODP
L.A.Bas.An	L.A.Bas.Ac	Cons.Act.Bas	Dem.Fact.	Dem.Mes	Dem.Pico	
373.879.000	388.715.000	14836	181	181	138	

Consumo Activa Base	949.50
Comercialización	1.49
Consumo Energía	3.090.88
Demanda	846.45
Alumbrado Público	1.466.50

Valor Total	6.354.82
Valor Retención	0.00

ATENTAMENTE

Ing. Franklin Medina
JEFE GRANDES CLIENTES

Geocódigo : 90-ESP-001-00860
Cuenta : 31917
Cliente : 18547
Nro.Medidor : 67449
Vencimiento : 19-MARZO-2004
Num.Comprobante SRI: 0010140005201

**S
O
N
A
L
P**

HOJA DE VIDA

NOMBRES Y APELLIDOS: Edgar Germánico Chicaiza Taibe

ESTADO CIVIL: Soltero.

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

CÉDULA DE IDENTIDAD: 050266111-9

FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 19 de Febrero de 1982.

EDAD: 22 AÑOS.

DOMICILIO: Latacunga – Cdla. “La victoria”

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela Fiscal “Isidro Ayora”.

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior
“Ramón Barba Naranjo”.

ESTUDIOS SUPERIORES: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Chicaiza Taipe Edgar Germánico

DIRECTOR DE CARRERAS DEL ITSA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, 21 de Abril del 2004