

**ALUMNO:** MAURO FABRICIO ARGÜELLO  
**TUTOR PPS:** ING. ANDRES PÉREZ  
**SUPERVISOR PPS:** ING. RAVALLE ROQUE  
**PROFESOR PPS:** ING. DUILIO CHIACCHIO  
**AUXILIAR PPS:** ING. M. MEMBRIVE  
**DIRECTOR DPTO.:** ING. DANIEL ROCA SOLÉ



**ÍNDICE**

ANEXO 2.....	2
OBJETIVOS DE LAS PPS.....	5
ALCANCE DE LAS PPS.....	5
INTRODUCCIÓN SOCIAL.....	6
HISTORIA DE LA EMPRESA.....	6 - 7
PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	7 - 9
LAY OUT.....	10
ÁREAS DENTRO DE LA EMPRESA.....	11 - 13
SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO.....	13 - 14
FASES Y DESARROLLO DEL PROYECTO.....	14 - 15
CONSUMO DE AIRE DE MAQUINAS NEUMATICAS.....	15
CÁLCULOS TUBERÍAS Y PÉRDIDAS DE CÁRGAS DEL SIST EN PLENA PRODUCCIÓN Y EN PRODUCCIÓN NORMAL.....	15
COMPRESORES.....	15 - 16
PULMON.....	17
SOLUCIONES A PROBLEMAS DE AIRE.....	18 - 31
COMPRESORES DE ACUERDO AL CONSUMO NORMAL Y EN PLENA PRODUCCIÓN.....	18
CAÑERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS A COLOCAR Y LAS QUE SE TIENEN ACTUALMENTE DE ACUERDO A LAS PÉRDIDAS DE CARGAS.....	18 - 19
MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS COMPRESORES.....	19 - 20
PULMONES.....	20 - 21
CONTROL Y SOLUCIONES DE FUGAS DE AIRE.....	22 - 23
REFORMA EN SALA DE COMPRESORES PARA BAJAR LA TEMPERATURA.....	23 - 26
SECADORES Y FILTROS DE LINEA.....	26
MEDIDA DE SEGURIDAD EN SALA DE COMPRESORES.....	27 - 28
DEFECTOS Y ERRORES EN EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	29 - 31
CONCLUSION PARA LA EMPRESA.....	32 - 33
CONCLUSION PERSONAL.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
ANEXO.....	36
NOMECLATURAS.....	37
CALCULO DE LOS CONSUMOS DE AIRE.....	37 - 44
FACTOR DE SIMULTANEIDAD.....	44 - 45
COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN.....	45 - 48
CAPACIDAD REAL Y TEÓRICA.....	48 - 49



CÁLCULO TUBERÍAS DEL SISTEMA.....	49
UNIFILAR DE LA EMPRESA.....	50
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN.....	50
PÉRDIDAS DE CARGAS CAÑERÍA PRIMARIA HASTA EL MARTILLO ERIE.....	50 - 55
PÉRDIDAS DE CARGAS CAÑERÍA PRIMARIA NAVE FORJA.....	55
PÉRDIDAS DE CARGAS TRAMO CAÑERIA PRIMARIA A-B SUBTERRANEA.....	56 - 57
PÉRDIDAS DE CARGAS TRAMO CAÑERIA PRIMARIA GRANALLADORA C-D.....	57
TOTAL DE PERDIDAS DE CARGAS.....	57
AGUA EN EL AIRE COMPRIMIDO.....	58 – 60
SELECCIÓN DEL CONDENSADOR.....	60 – 61
SELECCIÓN DE FILTROS DE LÍNEA.....	62
PLATAFORMA DE SEGURIDAD.....	66 - 73
OTRAS TAREAS REALIZADAS.....	74
TAREAS DE COMPRAS.....	74
FABRICACIÓN SUNCHO DE FRENO RETOPADORA SMERAL.....	75 - 82
OTM (ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO).....	83 - 85
PLAN MENSUAL DE REPARACIONES PROGRAMADAS.....	85 -87
REPARACIONES AUTÓNOMAS.....	87
RELEVAMIENTO A MANO ALZADA.....	88
GESTIÓN DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	88
FICHA DE EVALUACIÓN DE LAS P.P.S.....	89 - 90

**OBJETIVOS DE LAS PPS PARA LA UTN**

*Adquirir experiencia laboral como futuro ingeniero en el ámbito de una estructura empresarial organizada:*

- + Desde el punto de vista de los conocimientos teóricos aplicados en la practica
- + Desde el punto de vista de las relaciones humanas

**OBJETIVOS DE LAS PPS PARA TASSAROLI S.A.**

Realizar las siguientes actividades en el Área de Mantenimiento e Ingeniería de Planta de la EMPRESA:

- + Relevamiento y actualización del diagrama unifilar de la instalación neumática de la empresa.
- + Análisis de la ubicación de los pulmones instalados en la planta.
- + Análisis de consumos y presiones de línea para verificación y correcta ubicación de los pulmones.
- + En función de los relevamientos realizados analizar la secuencia de entrada y de equipos neumáticos con el fin de garantizar la plena producción.
- + Gestión del sistema operativo del personal de mantenimiento

**ALCANCE DEL PROYECTO**

El alcance de este proyecto abarca:

- + Relevamiento y control del consumo de aire comprimido de la empresa TASSAROLI S.A. para un funcionamiento estable en plena producción, estableciendo soluciones a los problemas encontrados en planta (Reforma en la sala de compresores para correcto funcionamiento de los mismos)
- + Relevamiento y verificación de correcto dimensionamiento de tuberías de aire comprimido ubicadas en la planta
- + Verificación de una correcta ubicación de los pulmones colocados y determinar si es necesario la implementación de otro pulmón.
- + Determinación y cálculos de secadores de filtros de línea
- + Ubicación, reparación y control de pérdidas de aire
- + Reestructuración de sala de compresores para dar mayor seguridad a los operarios.

### **INTRODUCCION SOCIAL**

Todo comenzó a partir de un llamado por teléfono en la mañana de parte de recursos humanos de Tassaroli S.A. diciendo que la facultad le pasó mi número y me preguntó si estaba dispuesto a hacer las Prácticas Profesionales Supervisadas. De inmediato tomé vuelo ya que mi sueño era hacerlas en Tassaroli S.A. y le dije que si, por lo cual me puso fecha para entrevistarme al otro día del llamado.

En la entrevista habían 2 personas de recursos humanos (Lujan y Federico), la chica me preguntaba y el chico tomaba nota a un costado. Al finalizar la entrevista me dijo que había quedado seleccionado para hacer las practicas dentro del área de mantenimiento e iba a tener una charla con el responsable de esa área (Ariel Ponce).

Sabiendo que estaba confirmado por parte de la empresa me puse en contacto con mi profesor Ing. Duilio Chiacchio, el cual me asesoró de todos los pasos a seguir para poder realizar las prácticas en forma segura y prolija de acuerdo a la materia.

Teniendo firmado el anexo 2 y el acuerdo individual comencé las prácticas el 31 de Octubre del 2014, ese día tuve la charla con el jefe de área y una inducción de Seguridad e Higiene a cargo del encargado del área de Seguridad e higiene dentro de la empresa.

Al segundo día mi tutor de las P.P.S. el Ing. Andrés Pérez me dió un recorrido por la planta, me presentó a los mecánicos que iban a trabajar conmigo, me explicó las tareas a realizar y me marcó los objetivos a cumplir dentro de la empresa.

### **HISTORIA DE LA EMPRESA**

**TASSAROLI** es una empresa metalmecánica creada en el año 1953 y desde entonces ofrece un servicio de primera calidad, gracias a su organización, tecnología de avanzada y personal altamente capacitado. Desarrolla trabajo en tres grandes unidades: Petróleo y Gas, Minería y forjados para la industria. En su importante departamento de ingeniería propia se calculan, diseñan y desarrollan los diferentes proyectos.

La empresa cuenta con un establecimiento industrial donde se integran el área de ingeniería con las plantas de mecanizado, forja, tratamientos térmicos y calderería. Procesos de diseño y fabricación certificados bajo normas de calidad ISO 9001:2008, y más de 50 años de mejora continua, posicionan a la Empresa y a sus productos como referentes en el mercado internacional



## **PRODUCTOS Y SERVICIOS**

### **PETRÓLEO Y GAS**

Fabrica y provee líneas de productos para Sistemas de Punzado, Sistemas de Inyección de Agua y Gas Lift, repuestos de bombas y equipos. Esto se complementa con el mantenimiento de stocks en bases de apoyo cercanas a los yacimientos, desde donde también se brinda asistencia técnica especializada en el uso de estos productos. Adicionalmente se brindan servicios de campo específicos tales como: Reparación y Mantenimiento de Válvulas y Servicios de Limpieza de Pozos con Motores de Fondo.

### **CAÑONES DE PUNZADO**

Diseña, produce y distribuye una completa y variada línea de cañones de punzado y accesorios de conexión y disparo, ofreciendo en cada caso a sus clientes la mejor solución técnica y económica de acuerdo a:

- Sistema de disparo, ignición y bajada requeridos
- Tipos de carga seleccionadas o disponibles
- Configuración o perfil de capas a punzar
- Presiones de trabajo esperadas



### MANDRILES DE BOLSILLO LATERAL - MBL (SPM)

Diseño, fabricación y distribución de una variada línea de mandriles de bolsillo lateral para alojamiento de válvulas reguladoras de Gas Lift o de Inyección Selectiva de Agua.



### VÁLVULAS REGULADORAS PARA INYECCIÓN DE AGUA (WFR)

Diseño, fabricación y distribución de una completa línea de válvulas reguladoras de caudal utilizadas para la inyección selectiva de agua en recuperación secundaria.

Las características destacables de las válvulas Tassaroli son:

- Caudal constante entregado ante modificaciones de Presión Diferencial
- Alta duración, minimizando así el costo de intervenciones del pozo
- Utilización de los materiales inoxidables más aptos para cada tipo de servicio específico.
- Diversas opciones de diseño para condiciones extremas: alto caudal, alto diferencial de presión, etc.



### MINERÍA

Diseña, fabrica y provee líneas de Productos de perforación para Exploración y Producción, y Pernos para Molinos de Trituración. Se fabrican a pedido Repuestos de Bombas de Impulsión para mineral o ductos y elementos para perforación y encamisado de pozos de geotermia.

### BARRAS Y ACCESORIOS PARA PERFORACIÓN

Diseño, fabricación y distribución de una variada línea de Barras y Accesorios para Columnas de Perforación.





## BARRAS Y ACCESORIOS PARA AIRE REVERSO

Diseño, fabricación y distribución de una completa línea de barras y accesorios para sistemas de aire reverso.

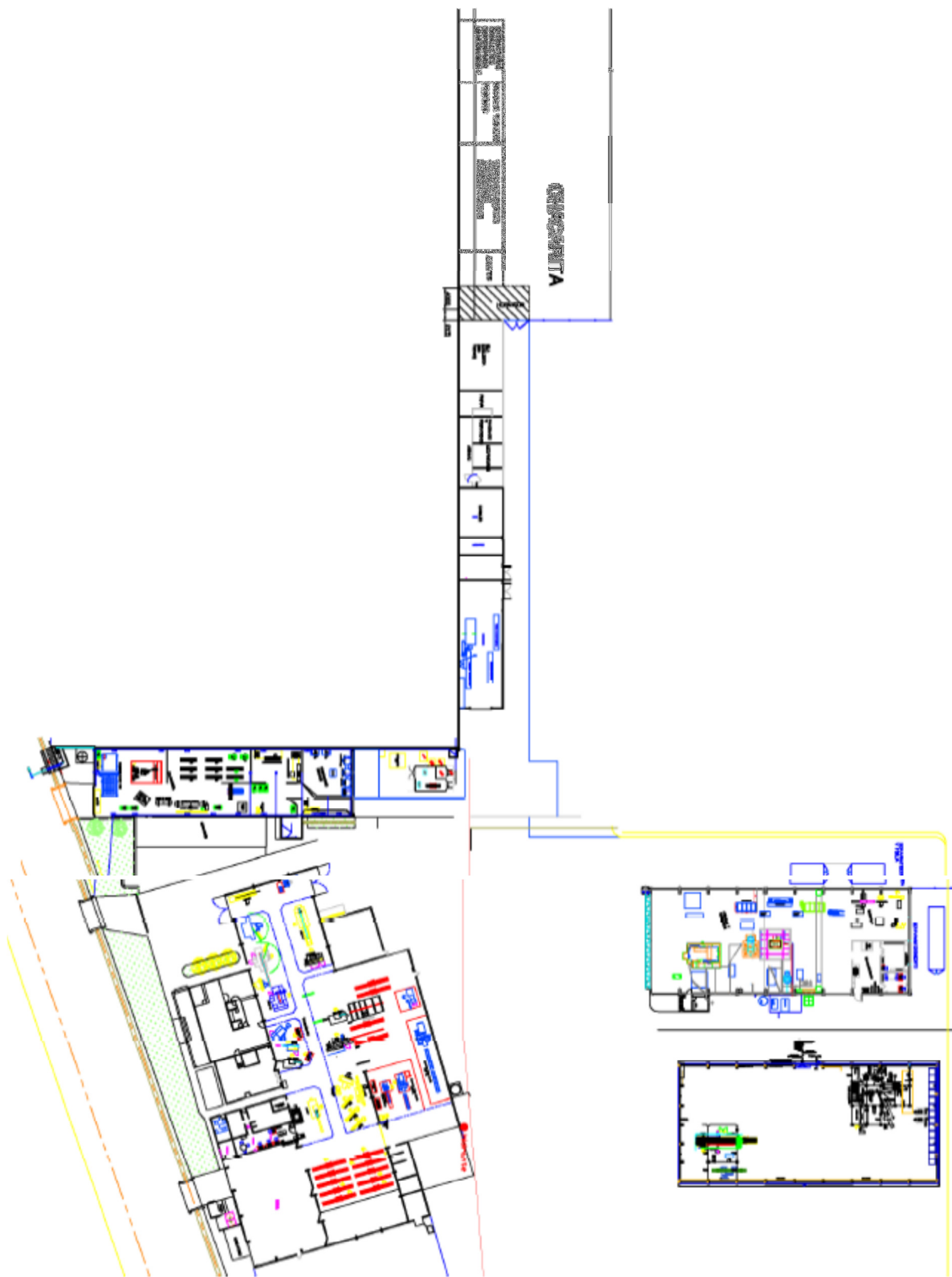


### FORJADOS PARA INDUSTRIA

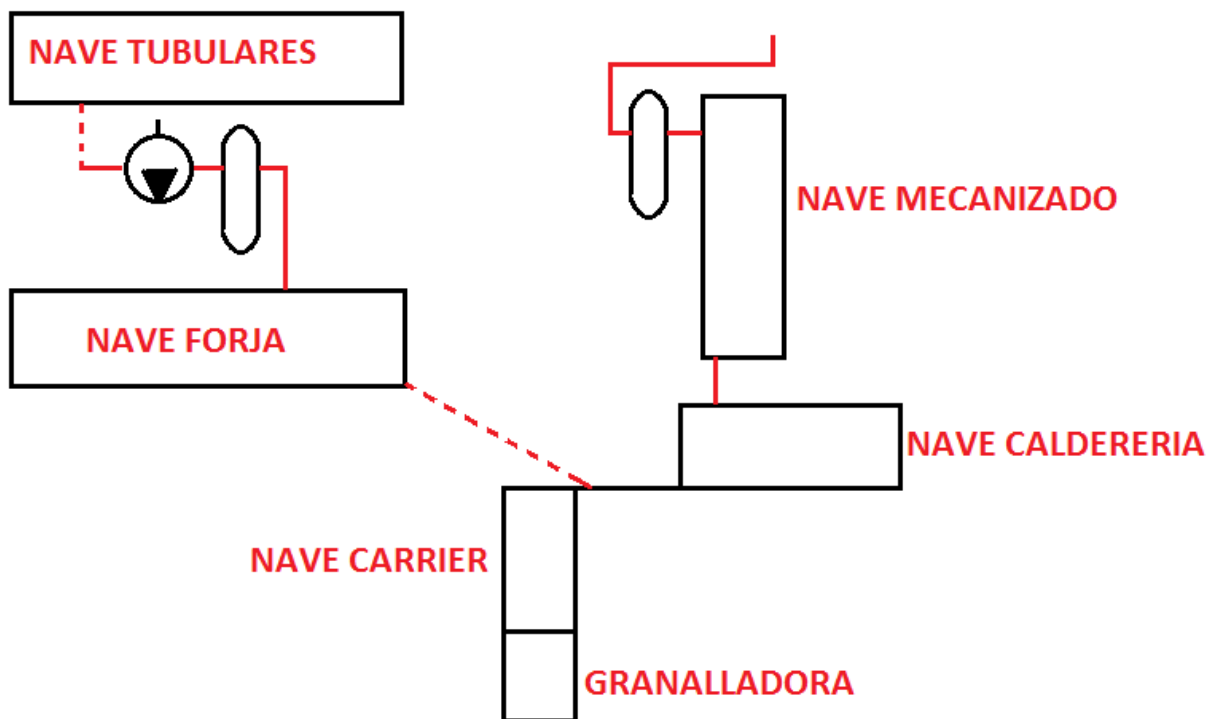
Fabrica y provee productos forjados para la industria automotriz, agrícola, petrolera, ferroviaria, minera y otras bajo diseños y especificaciones proporcionados por los clientes. Mediante previo acuerdo con los mismos también se brinda un Servicio de entrega "Just in Time" y de mecanizado de piezas según requerimiento.



**LAY OUT DE LA EMPRESA**



UNIFILAR DE LA PLANTA



AREAS DENTRO DE LA EMPRESA:

- ✓ DPTO. DE INGENIERIA



✓ **NAVE DE MECANIZADO**



✓ **NAVE DE CALDERERIA**



✓ **NAVE DE TUBULARES**



✓ **NAVE DE FORJA**



**SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED DE AIRE COMPRIMIDO**

Cuando se habla de caudal, el tema parece estar claro, sin embargo es bien diferente hablar del caudal que el compresor puede suministrar y del caudal necesario para el correcto funcionamiento del equipo de la planta.

En una primera intención parece fácil pensar que el consumo total es la simple suma de los consumos parciales, sin embargo esto no es cierto dado que el consumo no es continuo sino alternado.

Se hace necesario, entonces, hacer un estudio de las superposiciones del funcionamiento de los equipos para determinar un “factor de simultaneidad”.

En general este cálculo no es para nada exacto por lo que resulta conveniente, frente a varios resultados, adoptar el más exigente. (Mayor caudal).

En la empresa se estima una demanda elevada debido al consumo de ciertas máquinas que detallaremos a continuación de la nave de Forja cuando la empresa se encuentra trabajando en plena producción. La fábrica consta de multitud de máquinas tornos, centros de mecanizado, etc. cuyos cilindros neumáticos requieren un suministro de aire bastante continuado. Los hornos, granalladoras y brazos robotizados ubicados en zona de calderería y punzado, así como las líneas de pintura, brochadoras y pulidoras de carriers de la nave carrier, además de prensa hidráulica, martillo neumático y retopadoras de la nave de forja. Además de todo ello, la gran mayoría de puestos de trabajo cuentan con pistolas de soplado para la limpieza de herramientas.

A la hora de realizar las estimaciones se ha procurado observar con bastante detalle la cantidad de tomas que derivaban de cada una de las acometidas de la red aunque, debido a la complejidad de la misma, no siempre se podía determinar dónde tenían lugar las conexiones.

El caudal suministrado por el compresor debe adaptarse al consumo general de los diferentes elementos de trabajo de la planta.

Para determinar el consumo habrá que añadirle un porcentaje por pérdidas de aire admisible por fugas, así como sumarle otro porcentaje adicional para prever posibles ampliaciones.

### **FASES Y DESARROLLO DEL PROYECTO**

El proyecto ha consistido principalmente en un relevamiento de la red de aire comprimido, la generación de una base de datos en Excel, flexible y versátil ante los continuos cambios que se puedan generar en ella, y la extracción de conclusiones y mejoras en base a éstas para un desarrollo eficiente y óptimo de la red.

Las fases que han comprendido este proyecto cronológicamente han sido las siguientes:

1) Se Recorrió a pie todas las naves de la empresa para trazar el ramal primario y secundario de la cañería de aire, así como las conexiones a las máquinas y a los sopletes, detallando diámetros de tuberías.

Esta fase supuso semanas de recopilación de datos debido a la extensión geográfica de la industria estudiada y a la ingente cantidad de acometidas y derivaciones instaladas, amén de otros factores que dificultaron la tarea como pueden ser la falta de visibilidad y/o inaccesibilidad de algunas zonas.

2) A la par se ha llevado en una base de Excel las máquinas en los diferentes sectores que se encontraban funcionando con aire comprimido

3) Tras ello, se recopiló información sobre consumos en las distintas máquinas partiendo de los manuales de operaciones de algunas de ellas almacenados en el Departamento de Mantenimiento. Su funcionamiento neumático interno (cilindros, sopladors...) era imposible de conocer a simple vista, lo que en la mayoría de los casos suponía un grave inconveniente, por lo tanto, según planos se calculó sus consumos y se preguntaba a diferentes operarios con experiencia en el sector.

Los relacionados con pistolas de soplado, tornos, etc. se consultaron en diversas páginas web relacionadas con el tema y, en otros casos, por falta de información, se consultó con operarios experimentados.

4) Una vez agregados los valores de consumo a la base de Excel, se realizaron los cálculos necesarios para comprobar si la red de aire estaba convenientemente colocada para la demanda de aire que exigía la empresa así como los cálculos para determinar cómo deberían dimensionarse los tramos de forma correcta. Se comprobó si los compresores actualmente instalados eran capaces de sostener la

demanda de consumo en plena producción, las cuales se estimaron con los valores aportados por la base de datos previamente elaborada

5) Luego se calculó la caída de presión en el punto más alejado y con más consumo para verificar si las cañerías eran adecuadas para el consumo de las máquinas.

Además se calculó las pérdidas para las cañerías que tendría que llevar para que funcionen en plena producción en condiciones adecuadas.

6) Se comprobó igualmente si el conjunto de depósitos de aire conectados en toda la red soportaban los picos de demanda en función del caudal proporcionado por los compresores.

7) A partir de lo anterior se han propuesto diversas mejoras en función a la conveniencia del dueño de la empresa, buscando razonabilidad en precio de equipos.

### **CONSUMOS DE AIRE DE MAQUINAS NEUMÁTICAS**

Para obtener el consumo de aire de las diferentes maquinas se buscó en los manuales, páginas web, se calculó y se habló con diferentes operarios con experiencia según la máquina.

Dichos cálculos de consumos se encuentran en el ANEXO

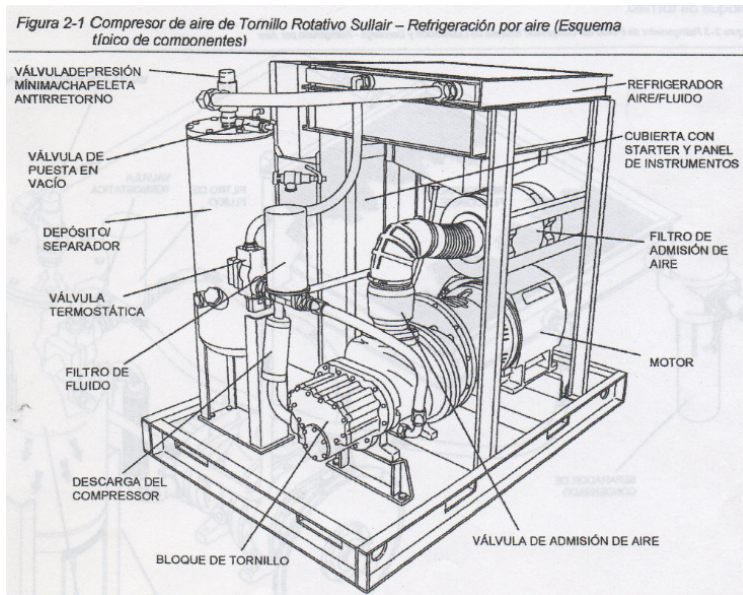
### **CÁLCULO TUBERÍAS Y PÉRDIDAS DE CARGAS DEL SISTEMA EN PLENA PRODUCCIÓN Y EN PRODUCCIÓN NORMAL**

Para el Cálculo de las tuberías primarias y secundarias se utilizaron 3 métodos, uno analítico y 2 métodos gráficos. De los mismos se sacaron las pérdidas de cargas para poder obtener las pérdidas de cargas totales.

Ver cálculos en ANEXO

### **COMPRESORES**

La Empresa dispone de una sala de compresores con tres compresores. La cual se encuentra situada a lo alto junto a la nave 3 (Nave de Forja). Los compresores de aire SULLAIR son de tipo tornillo rotativo con inyección de aceite



### 1. Compresor Nº 1

Presión máxima 7 kg/cm<sup>2</sup>

Potencia 75 HP

Caudal FAD Cagi / Pneuop PN2CPTC2 = 9,3 m<sup>3</sup>/min

Presión máxima de trabajo 14,375 kg/cm<sup>2</sup>

Pot absorbida a plena carga: 80 BHP

Lubricante: Sullube 32

Capacidad de refrigeración: 34 lts

### 2. Compresor Nº 2

Presión máxima 7 kg/cm<sup>2</sup>

Potencia 75 HP

Caudal FAD Cagi / Pneuop PN2CPTC2 = 9,3 m<sup>3</sup>/min

Presión máxima de trabajo 14,375 kg/cm<sup>2</sup>

Pot absorbida a plena carga: 80 BHP

Lubricante: Sullube 32

Capacidad de refrigeración: 34 lts

### 3. Compresor Nº 3

Presión máxima 7 kg/cm<sup>2</sup>

Potencia 150 HP (112,5 KW)

Caudal FAD Cagi / Pneuop PN2CPTC2 = 19,2 m<sup>3</sup>/min

Presión máxima de trabajo 14,375 kg/cm<sup>2</sup>

Pot absorbida a plena carga: 160 BH



**PULMON:*****Pulmón Nº 1***

Vol = 7,5m<sup>3</sup>  
Material SAE 1020  
 $\Phi$  = 400mm  
Largo total = 650 mm  
Espesor medio min = 3,17 mm  
Espesor de chapa 1/8" (3,17 mm)

***Pulmón Nº 2***

Vol = 10m<sup>3</sup>  
Chapa negra SAE 1010  
 $\Phi_{\text{exterior}}$  = 1730 mm  
 $\Phi_{\text{interior}}$  = 1710 mm

A ambos Pulmones se les realizaron Pruebas hidráulicas  
Pres de trabajo 6 kg/cm<sup>2</sup>  
Pres max de trabajo 8 kg/cm<sup>2</sup>  
Pres. de prueba hidráulica 9 kg/cm<sup>2</sup>

## **SOLUCIONES A PROBLEMAS DE AIRE EN LA EMPRESA**

### **1. COMPRESORES DE ACUERDO AL CONSUMO NORMAL Y EN PLENA PRODUCCIÓN**

- ❖ El consumo para una producción normal los 3 compresores se encuentran bien seleccionados.
- ❖ Para un consumo en plena producción el primer problema es que con 3 compresores (uno de 150hp, y dos de 75 hp) dan un caudal de 37,8 m<sup>3</sup>/min y la empresa en plena producción demanda 45.36 m<sup>3</sup>/h  
Por lo tanto las soluciones a estos problemas son:
  - Vender un compresor de 75 hp y comprar uno de 150 hp. Con esto los compresores darían un caudal de 47,7 m<sup>3</sup>/h recordando que la empresa demanda 45,36 m<sup>3</sup>/hs en plena producción.
  - Vender dos compresores de 75 hp y reemplazarlos por dos de 150 hp, el cual darían un caudal de 57,6 m<sup>3</sup>/hs recordando que la empresa demanda 45,36 m<sup>3</sup>/hs. Con este sobre dimensionamiento se pueden automatizar los compresores para que trabajen en menor rendimiento y/o en secuencia, alargando más la vida de los compresores y previniendo posibles fallas

### **2. CAÑERÍAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS A COLOCAR Y LAS QUE SE TIENEN ACTUALMENTE DE ACUERDO A LAS PÉRDIDAS DE CARGAS**

#### **❖ Tramo cañería erie**

Necesitamos una cañería de 2" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 4" de diámetro. Por lo tanto no hay problema ya que está sobredimensionada.

#### **❖ Tramo cañería primaria forja**

Necesitamos una cañería de 4" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 1 1/2" de diámetro. Pero verifica ya que la suma de las pérdidas de cargas al punto más desfavorable vale 0.45 y no supera los 0.6

#### **❖ Tramo cañería secundaria forja**

Necesitamos una cañería de 3 1/2" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 1" de diámetro. Pero verifica ya que la suma de las pérdidas de cargas al punto más desfavorable vale 0.45 y no supera los 0.6

❖ **Tramo cañería primaria a-b subterránea**

Necesitamos una cañería de 4" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 4" de diámetro.

❖ **Tramo cañería primaria carrier-granalladora c-d**

Necesitamos una cañería de 2 1/2" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 1 1/2" de diámetro. Pero verifica ya que la suma de las pérdidas de cargas al punto más desfavorable vale 0.45 y no supera los 0.6

❖ **Tramo cañería secundaria carrier-granalladora c-d**

Necesitamos una cañería de 2 1/2" de diámetro, actualmente la empresa cuenta con cañería de 1 1/2" de diámetro. Pero verifica ya que la suma de las pérdidas de cargas al punto más desfavorable vale 0.45 y no supera los 0.6

**Perdidas de cargas Total**

Las pérdidas de cargas totales es la suma de las pérdidas de cargas de las cañerías primarias y secundarias al punto más desfavorable, en nuestro caso la granalladora de la nave carrier

Dichas pérdidas verifican, ya que la suma nos da 0.45 y no tiene que superar 0.6.

**3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS COMPRESORES**

Para mantener una durabilidad larga en los compresores se tendría que realizar un mantenimiento programado por hora de funcionamiento de los compresores.

De acuerdo a una charla con la gente de Estecma S.A. aconseja:

- Cada 1000 hs cambiar filtro y aceite
- Cada 1000 hs cambiar filtro de aire
- Todas las semanas cada 50 hs realizar limpieza filtro de aire
- Cada 7000 o 8000 hs o una vez al año cambiar filtro del separador
- Cada 200 hs o una vez al mes engrase de rodamientos
- Cada cambio de aceite revisar limpieza de válvula reguladora de presión
- Cada 50 hs ver aceites en los visores



**ESTECMA s.a.**  
Compresores | Repuestos Industriales



**Atlas Copco**  
Distribuidor autorizado

### Plan de mantenimiento preventivo

Tipo servicio (horas)	Control y regulación presostato	Limpieza exterior radiador	Filtro aceite (cartucho blindado)	Filtro aire* (1)	Aceite R. Inject* (2)	Filtro separador	Correas (según modelo)	Filtro aceite (cart. Sumergido)	Limpieza flotante colector condensado	Limpieza Interior radiador* (3)	Aceite R. Extend	Reemplazo de kits de válvulas (4)	Rodamientos motor (según modelo)	Cambio de poleas (según modelo)	Acople elástico (según modelo)	Rodamientos compresor	Tacos antivibratorios (según estado)
<i>cada 1000 (recomendada)</i>	X	X		X													
<i>cada 4000 o 1 año</i>	X	X	X	X	X	X	X	X									
<i>cada 8000 o 2 años</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
<i>cada 16000</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
<i>Overhaul</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Verificaciones diarias**

Parque de condensados

Controlar nivel de aceite

Comprobar indicaciones en display

**Notas y aclaraciones**

(1) Dependiendo del ambiente de trabajo.

(2) No deben mezclarse nunca lubricantes de diferentes marcas o tipos, ya que podrían no ser compatibles y la mezcla de aceite podría perder propiedades. Drene siempre el aceite del compresor en todos los puntos de drenaje. El aceite usado que queda en el compresor puede contaminar el sistema de aceite y acortar la vida útil del aceite nuevo.

(3) Sólo para máquinas refrigeradas por agua.

(4) Reemplazo de kits de válvula de retención de aceite, retención de aire, ventilación (según modelo), mínima presión, admisión, solenoide de puesta en carga y válvula termostática (según modelo).

Acceso Sur 266 (lateral oeste) (5501) Godoy Cruz, Mendoza, Argentina.  
[www.estecma.com.ar](http://www.estecma.com.ar) | [info@estecma.com.ar](mailto:info@estecma.com.ar)  
 Tel./Fax: +54 (261) 431-8225/432-0982

#### 4. PULMONES

##### ➤ NAVE DE FORJA Y PUNZONADO

De acuerdo a los cálculos con un pulmón de 9.5 m3 abastecerá a las naves de forja y punzonado por 45 segundos, tiempo suficiente para subir a los compresores y encenderlos. Actualmente contamos con un acumulador de 7.5 m3 ubicado alado de los compresores.

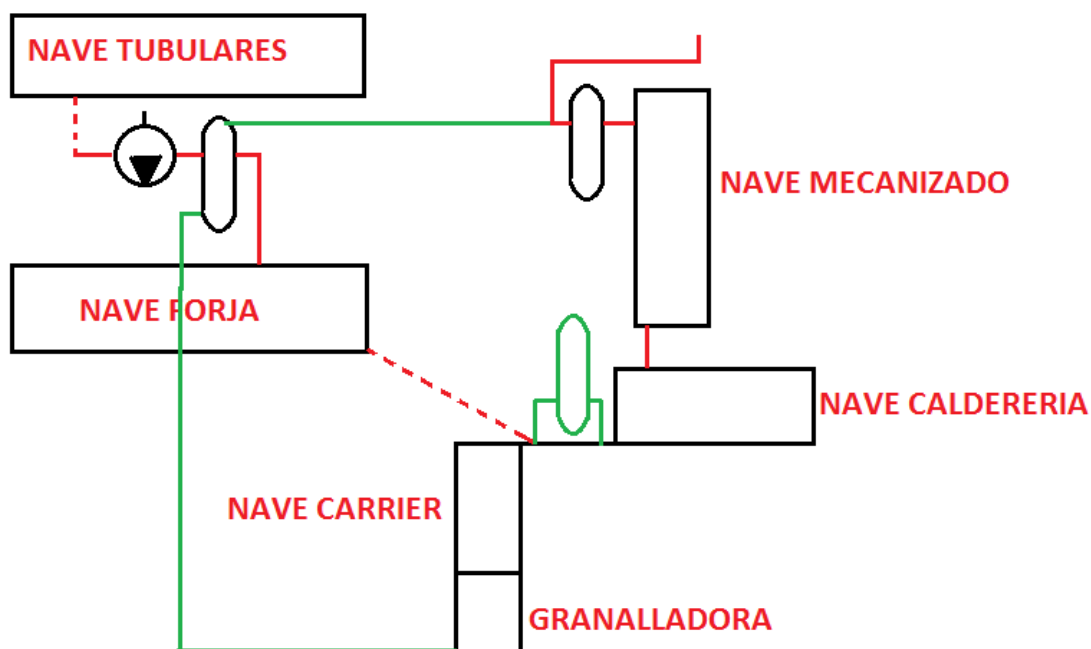
La solución es colocar el pulmón de 10 m3 ubicado en la nave de mecanizado y ubicarlo en el lugar del pulmón de 7.5m3

➤ **NAVE CARRIER, CALDERERIA y MECANIZADO**

Una solución es colocar el pulmón de la nave de mecanizado en la zona entre nave de carrier, calderería y mecanizado. Con este pulmón en dicha zona abastecerá a las naves por 50 segundos, la desventaja de usar este pulmón es que el operario tendrá que apurarse a prender los compresores (distancia aprox del pulmón a compresor = 70m) y la ventaja es que reutilizamos un pulmón que se encuentra ubicado en un lugar que no produce trabajo y con esto ahorramos dinero a la hora de comprar uno más grande.

Otra solución es colocar otro pulmón de 14.1 m<sup>3</sup> y con esto tendríamos un tiempo de 1 min y 33 segundos para que el operario pueda prender los compresores.

- ✓ Otra solución es cerrar el circuito de cañería primaria (VERDE) desde el punto más crítico (GRANALLADORA) hasta el primer pulmón, y desde el segundo pulmón al primero. De esta forma tendríamos una presión más estable en todo el circuito



### 5. CONTROL Y SOLUCIÓN DE FUGAS DE AIRE

Se calculó la cantidad que puede perder de aire a causa de las fugas y el porcentaje de fugas desde la página de KAESER COMPRESORES

30/12/2014

KAESER Argentina—Cálculo de las Fugas



- Productos
- Asistencia Técnica
- Servicios en Línea
- Catálogos
- Referencias
- Acerca de Nosotros
- Contactos
- Artículos Técnicos
- Noticias KAESER
- Servicio de aplicación laboral

#### Cálculo de las Fugas

¡Use por favor punto en lugar de coma para indicar los decimales!  
Las flechas azules indicadas contienen resultados

- Unidades SI
- Unidades US
- despresurizando el tanque de almacenamiento
- Calcular midiendo el periodo mínimo de conexión del compresor

volumen del tanque de almacenamiento	<input type="text" value="7,5"/>	m <sup>3</sup>
periodo estimado en la medición	<input type="text" value="24,3"/>	min
presión inicial en el tanque de almacenamiento	<input type="text" value="6,4"/>	bar
presión final en el tanque de almacenamiento	<input type="text" value="3"/>	bar
<b>cantidad de aire perdido a causa de las fugas</b>	<input type="text" value="1,0494"/>	<b>m<sup>3</sup>/min</b>
<b>porcentaje de fugas</b>	<input type="text" value="2,7762"/>	<b>%</b>

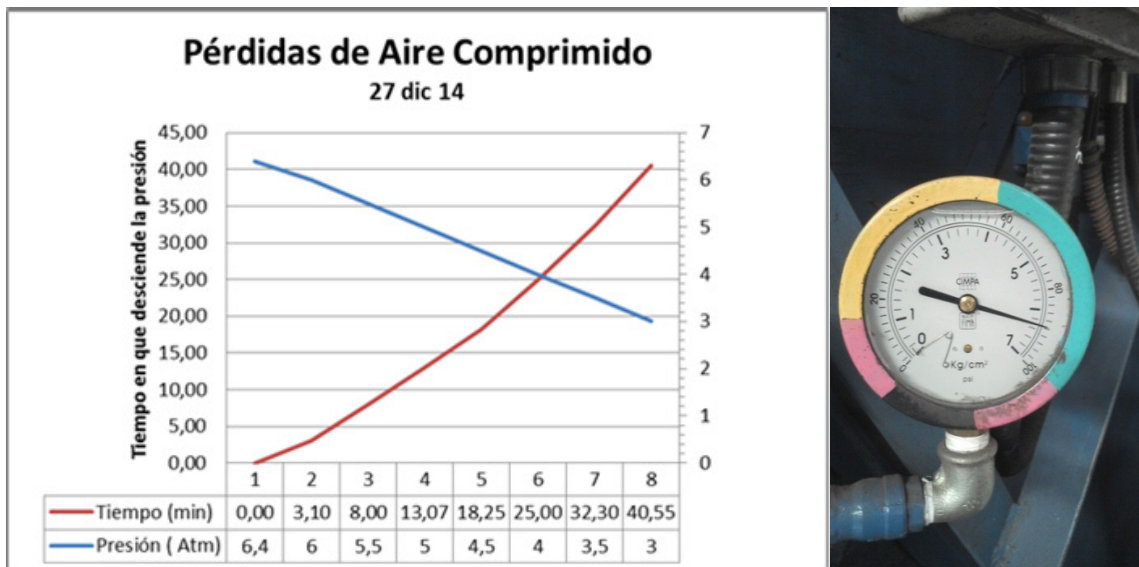


- Más información
- [Toolbox de KAESER](#)
  - [Capacitación de Personal](#)
  - [Seminarios sobre Aire Comprimido](#)
  - [Descarga de catálogos](#)
  - [Formato de Contacto](#)

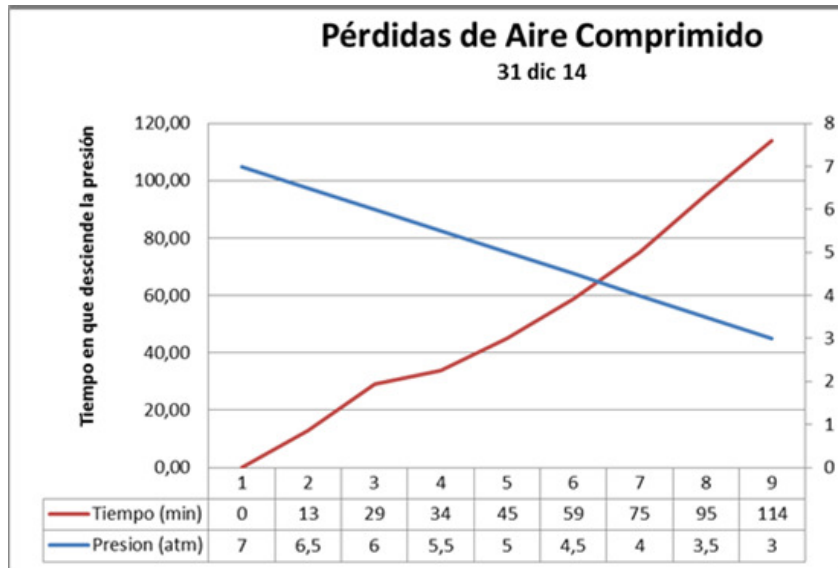


- Garantía en Línea
- Diseño Tridimensional
- **Toolbox**
- Conversiones
- Condensados
- Recuperación de Calor
- Calda de Presión
- Fugas de Aire
- Tamaño del Tanque
- Metro Cúbico Estándar
- Demanda de Aire
- KAESER University

Luego se realizó una 1ra medición indirecta en el cual se controló el tiempo en el que descendía la presión en el momento en que se apagaron los compresores no habiendo ninguna máquina en funcionamiento, y se siguió con un mantenimiento sobre empaquetaduras de las válvulas, se reemplazó válvulas de cortes que presentaban fugas por deterioro y se reemplazaron mangueras dañadas en las naves para tratar de llevar la línea azul lo más horizontal posible.



Para la segunda medición de pérdida de aire, se logró disminuir dichas pérdidas de aire en 2 hs aproximadamente.

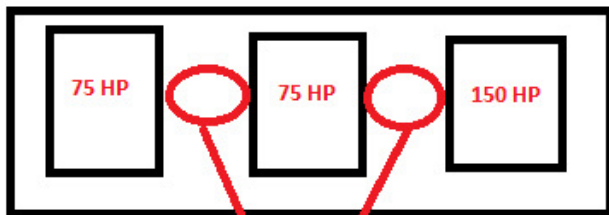


**6. REFORMA EN SALA DE COMPRESORES PARA BAJAR LA TEMPERATURA**

- ✓ Se propuso el montaje de chimeneas con recubrimiento térmico para evacuar y disipar el calor y en caso de que no de resultado se recurrirá a colocar un extractor dentro de la sala de compresores.



- ✓ Se midió la temperatura entre compresores en un día con 33° de temperatura y se obtienen 52°



- ✓ Luego se realizaron las chimeneas en las bocas de los radiadores, con sus respectivas puertas de acceso para que el operario pueda hacer una limpieza en los radiadores



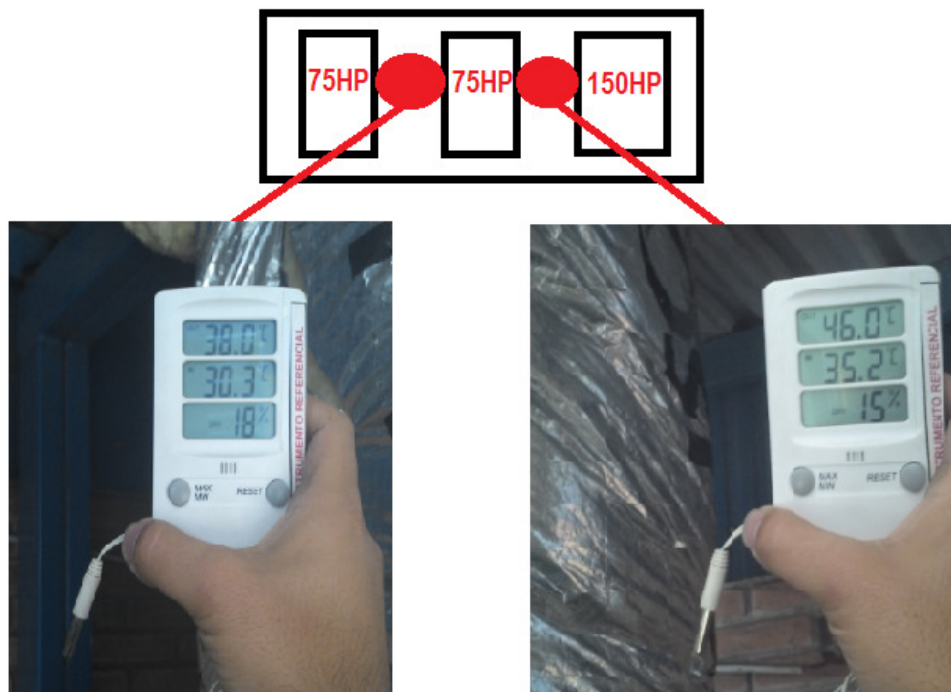




- ✓ Se los recubre de lana de vidrio para que el calor que sale por los radiadores no lo absorba la chapa e ingrese a la sala



- ✓ Por último Se tomó una medición de la temperatura en un día con la similar al de la primera medición, obtienen los siguientes resultados



Como conclusión se observa que la temperatura entre el compresor de 75 HP y 150 HP descendió 6°C, lo que significa que por cada 6°C (10°F) se logró un ahorro del 2% en la potencia del motor según lo establece normas ISO 50001 (norma dedicada a la gestión de energía).

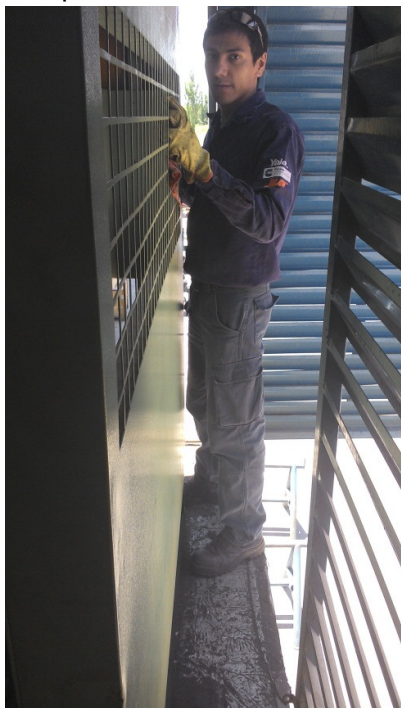
Mientras que la temperatura entre los dos compresores de 75 HP descendió a 38 °C ya que es justo donde se realizó el agujero para colocar un extractor, por lo que se decide realizar un agujero para colocar un extractor entre los compresores de 150HP y 75HP, y colocar los respectivos extractores de aire.

## **7. SECADORES Y FILTROS DE LÍENA**

- ✓ Otro punto a tener en cuenta es la colocación de un secador, ya que la temperatura de entrada es muy elevada (97°C) reduciendo el vapor de agua y la temperatura del punto de rocío a presión del aire comprimido, de esta forma prevenimos que se condense agua líquida en el sistema, aunque no se eliminan todos los contaminantes que entran al sistema. Ver cálculos en ANEXO.
- ✓ Además se tendría que colocar filtros de líneas para que eliminen los contaminantes sólidos y gaseosos que afectan adversamente el sistema de aire. Ver cálculos en ANEXO.

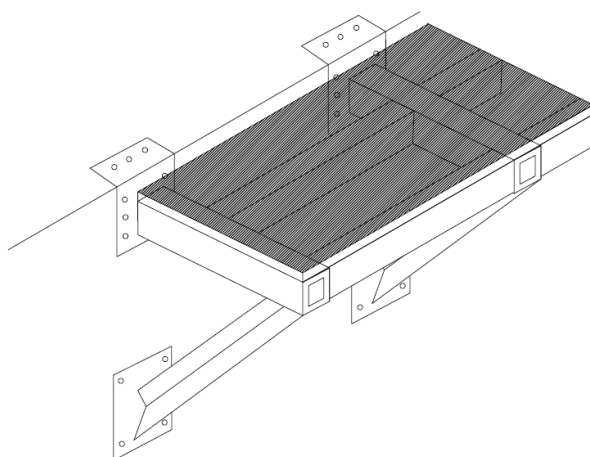
### **8. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN SALA DE COMPRESORES**

- ✓ Como seguridad se plantea colocar una Pasarela con baranda alrededor de la sala de compresores, ya que hay un espacio muy reducido para que pueda circular el operario y poder realizar mantenimiento a dichos compresores.



Para la plataforma se elige un diseño de acuerdo a las dimensiones del lugar.





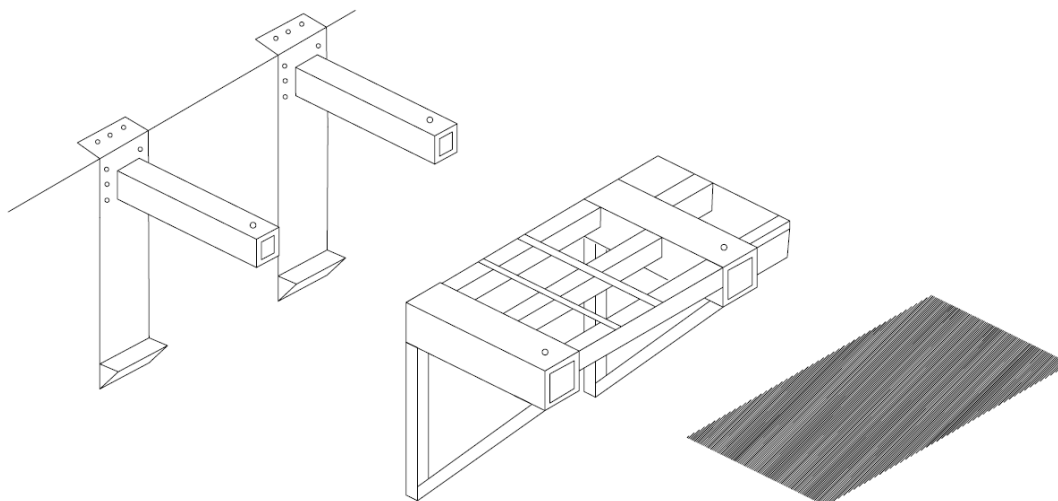
Luego se realizan los correspondientes cálculos verificándolo a los distintos esfuerzos para colocar perfiles que verifiquen a los cálculos realizados. Ver ANEXO.

Por lo tanto las medidas de los perfiles son:

- Caño cuadrado de 80mm x 80mm con espesor de 3.2 mm
- Metal desplegado de 1.25 mm de espesor y un peso de 3.2 kg/m<sup>2</sup>
- Perfil ángulo de 2" x 1/4
- Planchuela de 2" x 1/8

En una charla con el dueño de la empresa Carlos Tassaroli padre e hijo, personal de compras Jose Muñoz, Jefe de área de mantenimiento y Ariel Ponce, se les planteó mi informe y me plantearon la idea de construir las pasarelas desmontables en caso de necesitar sacar y/o colocar un compresor.

Por lo tanto se diseña nueva estructura desmontable tomando las medidas de la sala de compresores y verificándolo a los distintos esfuerzos. Ver cálculos en ANEXO.



## 9. DEFECTOS Y ERRORES EN EL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

***Dentro de la empresa se observaron algunos defectos en el diseño de las cañerías***

- Salida de la cañería principal a secundaria por medio de manguera de goma. La solución es salir en forma directa por medio de la cañería primaria sin necesidad de usar acoples ni extensión de manguera



- Reducciones bruscas que producen una elevada caída de presión



La solución para reducir estas bruscas caídas de presión es colocar reducciones de sección como se muestra en la siguiente figura.

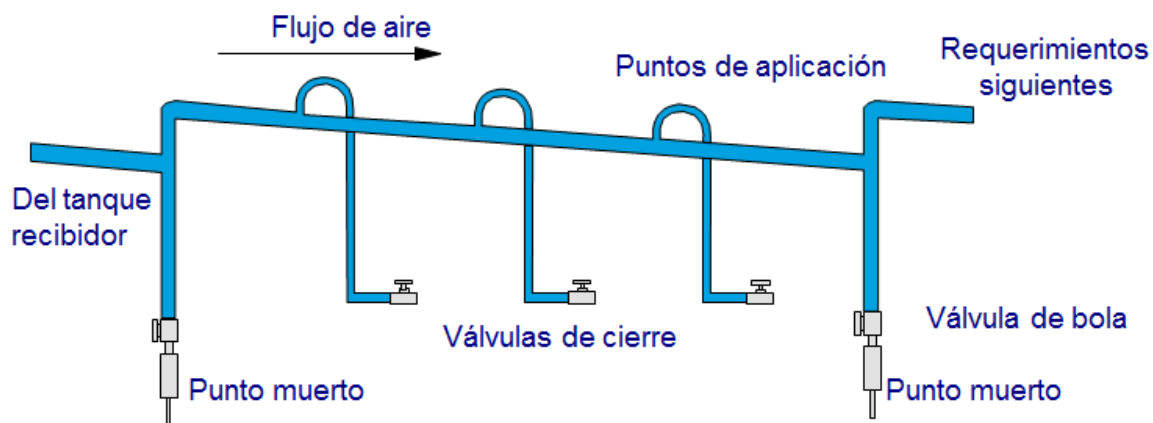


- Acoples mal colocados que producen perdidas y sostenidas con alambres



- El diseño de las tuberías no son las adecuadas, ya que la conexión de la tubería primaria a la secundaria se toma saliendo desde arriba como en la siguiente figura.

- Otro punto importante es la inclinación de dichas cañerías que va del 2 al 5 % de inclinación, este punto no pudo ser corroborado ya que no se cuenta con instrumentos adecuados de medición para medir dicha inclinación.
- En la nave de carrerier hay tramos de la instalación que no se encuentra debidamente señalizada con color (azul)



### **CONCLUSION PARA LA EMPRESA**

Se cumplió con el objetivo principal de este proyecto que era el de diseñar una red de distribución de aire comprimido para la empresa de TASSAROLI S.A. El consumo de aire de la empresa en plena producción es de 45.36 m<sup>3</sup>/min a una presión de 6 bar, lo cual se debe garantizar esta cantidad para el correcto funcionamiento.

Se ha dimensionado las tuberías de forma que en las mismas involucren las pérdidas de presión producidas en la red, para que la cantidad de aire suministrado a las maquinas sea el adecuado.

Se ha considerado también las futuras expansiones que puede tener la fábrica. Con lo cual puede asegurarse que la red cumplirá su función.

De los resultados obtenidos tras la realización de este proyecto se pueden extraer las siguientes conclusiones:

El primer problema es que con 3 compresores que tiene hoy en día en la empresa, no satisfacen la demanda de aire que requieren las maquinas cuando se desea trabajar en plena producción.

Por lo tanto las soluciones a estos problemas son:

- Vender un compresor de 75 hp y comprar uno de 150 hp.
- Vender dos compresores de 75 hp y reemplazarlos por dos de 150 hp. Con esta solución se pueden automatizar los compresores para que trabajen en menor rendimiento y/o en secuencia, alargando más la vida de los compresores y previniendo posibles fallas

Para mantener una durabilidad larga en los compresores se tendría que realizar un mantenimiento programado por hora de funcionamiento de los compresores.

El análisis y estimación de fugas, con los medios disponibles, no ha sido lo más detallado posible. Se requerirá la intervención de empresas especializadas en detección de fugas y mantenimiento de las mismas para concretar las medidas a aplicar. No obstante, se ha estimado con cierta seguridad el tiempo en que desciende la presión que ocasionan las fugas existentes en el estado actual de la red y se logró mejorar bastantes este problema.

Las solución a las demandas punta de caudal sin que se provoquen caídas de presión es colocar el pulmón de la nave de mecanizado en la zona entre nave de carrier, calderería. Con este pulmón en dicha zona abastecerá a las naves por 50 segundos, la desventaja de usar este pulmón es que el operario tendrá que apurarse a prender los compresores (distancia aprox del pulmón a compresor = 70m) y la ventaja es que reutilizamos un pulmón que se encuentra ubicado en un lugar que no produce trabajo y con esto ahorramos dinero a la hora de comprar uno más grande



Otra solución es colocar otro pulmón de 14.1 m<sup>3</sup> y con esto tendríamos un tiempo de 1 min y 33 segundos para que el operario pueda prender los compresores. Y con esto dejamos el pulmón de mecanizado en su lugar por posibles ampliaciones en dicha zona.

Otra solución es cerrar el circuito de cañería primaria desde el punto más crítico (GRANALLADORA) hasta el primer pulmón, y desde el segundo pulmón (nave mecanizado) al primero (nave forja). De esta forma tendríamos una presión más estable en todo el circuito teniendo un diseño de red cerrada.

La empresa hoy en día tiene problemas de temperaturas en la sala de compresores, una de las soluciones a estos problemas es la colocación de 3 chimeneas a la salida de los compresores desde los radiadores recubiertas con aislante (lana de vidrio), y en caso de no funcionar esta solución se colocará un extractor de aire entre compresores. Esta sería una forma de eliminar el calor buscando el menor costo y tratando de cumplir a las necesidades primordiales como la disminución de la temperatura en dicha sala de compresores.

Esta tarea se llevó a cabo y se comprobó que la temperatura disminuyó considerablemente logrando que los compresores no se paren por problemas de temperatura.

También se planteó la necesidad de colocar plataforma con baranda para que el operario pueda circular seguro. El problema que se planteó fue el de las puertas al momento de abrirlas y que no toquen las barandas, es por este motivo que se decidió hacer las puertas articuladas en menos de la mitad de su longitud.

Además se decidió levantar el segundo techo para que el calor que salga desde las chimeneas no vuelva al interior

Otra de las propuestas que se plantean es la de automatizar sala de compresores junto a los pulmones con el motivo de que encienda una alarma en mantenimiento.

También en una charla con la gente de ESTECMA COMPRESORES me plantearon la necesidad de colocar condensadores y filtros de línea, investigando en el tema corroboré que la empresa no cuenta con dichos aparatos neumáticos. Por lo tanto se realizaron los cálculos correspondientes y se volvió a contactar con ESTECMA para que nos pasen presupuestos.

Además de este proyecto del aire comprimido se trabajó mucho con gestión de personal y de programación, además de realizar tareas de compras, ya que tuve que buscar proveedores para realizar trabajos terciarizados como las chimeneas, las plataformas y el ferodo para el suncho de freno.

### **CONCLUSION PERSONAL**

Como experiencia personal fue muy positiva, ya que viví una experiencia de 3 meses trabajando de lunes a viernes 10 hs diarias teniendo a cargo responsabilidades enormes como la de dar tareas a los mecánicos y eléctricos tanto para las reparaciones programadas mensuales como así también cuando se rompía una máquina. A pesar de esto tenía que estar preparado para saber qué tipo de falla presentaba la máquina para llamar a que la arregle un eléctrico o un mecánico.

En mi experiencia personal valoro y guardé muchos consejos diarios por el asesor de Bs. As. el Ing. Jorge López y mi tutor el ing. Andrés Pérez.

Dentro de los 3 meses hubieron momentos en que tenía mucha presión ya que había que seguir con las reparaciones programadas, el proyecto, los autónomos, las reparaciones diarias y a todo eso sumarle un trabajo que me llevo tiempo y esfuerzo que fue el suncho de freno.

Era de mucha responsabilidad ya que una medida que no tomara bien y salía todo mal, esto se debía a que al momento de pasar el relevamiento de mano alzada a autocad se lo tenía que enviar al programador que lo convertía al lenguaje del pantógrafo para luego hablar con el jefe de calderería para que me prestara un soldador para soldar las piezas. Una vez armado tenía que hablar con Bocchia para que me encintara el suncho, y si no quedaba alineada, centrada, corta o larga la pieza no servía y había que empezar de nuevo, teniendo en cuenta que tenía que ser antes de las fiestas ya que se tomaban franco los soldadores, torneros y el de control de calidad para que controlara las soldaduras por medio de las tintas penetrantes. Sin embargo se luchó mucho ya que todos pensaban más en las fiestas que en un suncho de freno.

Gracias a Dios salió todo bien y hoy en día está funcionando con el suncho que yo fabrique.

También pude desarrollar habilidades para negociar con diferentes proveedores y poder obtener los mejores precios y buena calidad de trabajo.

Además me hizo crecer en lo personal y poder aprender a luchar por las ideas y decisiones que daba.

También me llevo lindos recuerdos de muchas personas y amistades que van a seguir en mi memoria por siempre.

**BIBLIOGRAFÍA**

- CARNICER ROYO, E. Sistemas Industriales Accionados por Aire Comprimido.  
Madrid: Ed. Paranifo, 1996
- FERNANDEZ, PEDRO E. Apuntes de Compresores. Chile. (doc.).
- HEESE. Aire Comprimido. Fuente de energía. Festo AG & Co, 2002
- KAESER COMPRESORES DE COLOMBIA LTDA. Manual de Aire Comprimido, 2004
- [http://ar.kaeser.com/Online\\_Services/Toolbox/Air\\_receiver\\_sizes/default.asp](http://ar.kaeser.com/Online_Services/Toolbox/Air_receiver_sizes/default.asp)
- MADELEINE RENOM. Procesos Termodinámicos en la Atmosfera. Facultad de Ciencias. Universidad de Santiago de Chile. (doc.).
- MANUAL DE NEUMÁTICA. Editorial Naume.
- NORGREN. Catálogo. La guía Norgren para el Tratamiento del Aire. (doc.).
- SALDARRIAGA, Diseño de Tuberías, 3ra.ed, Colombia, McGraw-Hill, 1998.
- SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS MECÁNICOS. NORMAS ASME. Sección VIII. E.E.U.U: 1990.
- SCHAUM, P. Problemas Resueltos de Mecánica de Fluidos. España: McGraw-Hill, 2005.
- SHIGLEY, J. Diseño en Ingeniería Mecánica. 5ta ed. México: McGraw- Hill, 1990.
- STEFAN HEESE. Aire Comprimido Fuente de Energía. (doc.)



# ***ANEXO***

**NOMECLATURAS:**

- » El flujo se mide como volumen de aire libre por unidades de tiempo.
- » Las unidades usuales :
  - Litros o decímetros cúbicos por segundo  $l/s$  o  $dm^3/s$
  - Metros cúbicos por minuto  $m^3/min$
  - Pies cúbicos por minuto  $scfm$
- »  $1 m^3/m = 35.31 scfm$
- »  $1 dm^3/s = 2.1 scfm$
- »  $1 scfm = 0.472 l/s$

$1 scfm = 0.0283 m^3/min$

NI/h son litros normales (en condiciones normales) hora, simplificando, es el número de litros de aire a 1 atmosfera (1 bar aprox.) que circulan en una hora.

Dado que  $P.V=P'.V'=n.R.T$  sabremos que, por ejemplo:

$1 \text{ litro} \times 8 \text{ bar} = 8 \text{ litros} \times 1 \text{ bar} = 8 \text{ NI ( litros normales )}$

Si una máquina consume 240 NI/h y trabaja a 6 bar consumirá

$240/6 l/h = 40 l/h$  a 6 bar o lo que es lo mismo:

$40/60 l/minuto = 0,66 l/minuto$

A continuación se muestran los consumos estimados para la presión de trabajo de la red (6 bares) en cada tipo de máquina o aparato que requiere aire comprimido para su funcionamiento:

**CÁLCULOS CONSUMOS DE AIRE DE MAQUINAS NEUMÁTICAS**

✓ **Soplados:**

En la limpieza de máquinas o piezas fabricadas se utilizan pistolas de soplado que consumen mayor cantidad de aire en función del diámetro de su orificio. Se ha utilizado la siguiente estimación:

<b>Diámetro orificio (mm)</b>	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Caudal (l/min)</b>	22	75	290	710	1130	1550	1970	2390	2810	3230	3650

*Tabla 4.1. Diámetros y caudales de los orificios para soplado*

El utilizado en los tornos el diámetro de orificio es de 3 mm el cual corresponde a un consumo de aire:

- $Q = 710 \text{ Nl/min} = 0,1183 \text{ m}^3/\text{min}$

✓ **Bombas bidones de grasa y pintura:**

- $Q = 300 \text{ Nl/min} = 0,05 \text{ m}^3/\text{min}$

✓ **Pistola neumática:**

El consumo medio de una pistola neumática, es de:

- $Q = 700 \text{ N l/min. Consumo a 6 bares} = 0,116 \text{ m}^3/\text{min.}$

✓ **Robots:**



Están encerrados en células de trabajo desplazando piezas de mediano y gran tamaño. El consumo libre medio se ha estimado próximo a lo utilizado por una pistola neumática (un valor de unos 100 N l/min de gasto en cilindros para desplazamiento o agarre de piezas + un par de boquillas de soplado de unos 2 mm de diámetro (600 Nl/min).

- $\text{Caudal libre} = 700 \text{ N l/min. Consumo a 6 bares} = 0,116 \text{ m}^3/\text{min.}$

✓ **Martinete Pensotti Ariete**



Carrera útil: 610 mm  
 Diámetro émbolo: 310 mm

Si consideramos que el émbolo desciende esa carrera en un tiempo de 1 segundo, la velocidad del mismo será:

$$v = \frac{\text{carrera}}{\text{tiempo}} = \frac{610\text{mm}}{0,5\text{segundo}} = 1220 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

El volumen del cilindro es:

$$\text{vol} = \frac{(\pi \cdot D^2)}{4} \cdot \text{carrera} = \frac{[\pi \cdot (310\text{mm})^2]}{4} \cdot 610\text{mm} =$$

$$\text{vol} = 46,04\text{lbs}$$

Área de émbolo de sección transversal del cilindro:

$$A = \frac{(\pi \cdot D^2)}{4} = \frac{[\pi \cdot (310\text{mm})^2]}{4} =$$

$$A = 75476,7635\text{mm}^2$$

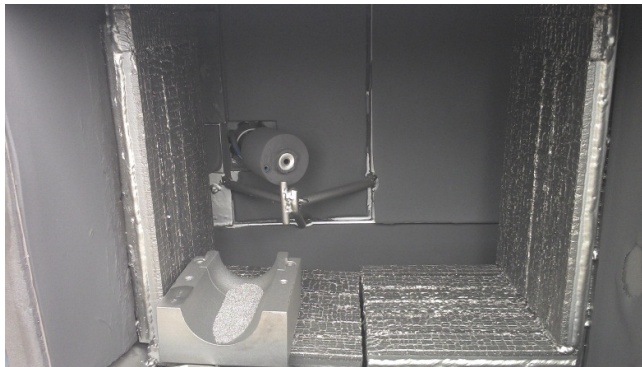
Por lo tanto el caudal es:

$$Q = V \cdot A =$$

$$Q = 1220 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot 75476,7635\text{mm}^2 =$$

$\bullet \quad Q = 5524,899 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} = 5,524 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$
--

✓ **Granalladora Granamec**





Tanto para la Granalladora Granamec como para las cabinas de granallado, se usa una boquilla de 4,3 mm de diámetro, pero hablando con un operario con antigüedad en la máquina, me comento que ese diámetro con el uso se agranda hasta los 10 mm. Por lo tanto se toma la boquilla de ambas maquinas granalladoras con un diámetro de 10 mm.

- **Boquilla de 10 mm: 7,2 m<sup>3</sup>/min**
- ✓ **Retopadora Esmeral (grande)**





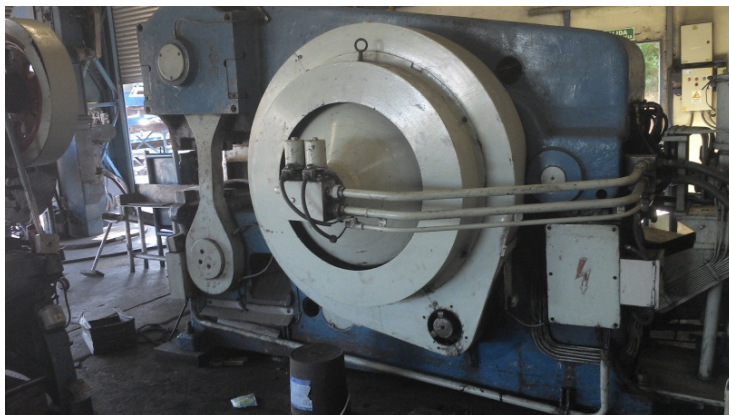


Q = 80 L/carrera  
 1 carrera la realiza en 1 segundo  
 Por lo tanto:

$$Q = 80 \frac{L}{carrera} \cdot \frac{1 \text{ carrera}}{1 \text{ segundo}} \cdot \frac{60 \text{ seg}}{1 \text{ min}} =$$

- $Q = 4800 \frac{L}{min} = 4,8 \frac{m^3}{min}$

✓ **Retopadora Eumuco (chica)**



Q= 40 L/carrera  
 1 minuto realiza 90 carreras  
 Por lo tanto:

$$Q = 40 \frac{L}{carrera} \cdot \frac{90 \text{ carreras}}{1 \text{ min}} =$$

- $Q = 3600 \frac{L}{min} = 3,6 \frac{m^3}{min}$

✓ **Martillo Neumático Erie**


Carrera útil: 1533 mm

Diámetro émbolo: 363 mm

Si consideramos que el émbolo desciende esa carrera en un tiempo de 1 segundo, la velocidad del mismo será:

$$v = \frac{\text{carrera}}{\text{tiempo}} = \frac{1533\text{mm}}{1\text{segundo}} = 1533 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

El volumen del cilindro es:

$$\text{vol} = \frac{(\pi \cdot D^2)}{4} \cdot \text{carrera} = \frac{[\pi \cdot (363\text{mm})^2]}{4} \cdot \text{carrera} =$$

$$\text{vol} = 158651903,2\text{mm}^3 = 158,6519\text{lbs}$$

Área de émbolo de sección transversal del cilindro:

$$A = \frac{(\pi \cdot D^2)}{4} = \frac{[\pi \cdot (363\text{mm})^2]}{4} =$$

$$A = 103491,1306\text{mm}^2$$

Por lo tanto el caudal es:

$$Q = V \cdot A =$$

$$Q = 1533 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot 103491,1306\text{mm}^2 =$$

$$Q = 9519,114 \frac{\text{lbs}}{\text{min}} = \mathbf{9,519 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}}$$

✓ **Cuarto de Granallado modelo CB 250-1 G**



Para uso de granalla de acero

Tanque capacidad de 250 lts, 1000 kg de granalla de acero

Circuito de aire comprimido provisto de válvulas de pasaje completo en tuberías de 1 1/4" y 1 1/2" sin obturaciones.

FRENTE: 3 m

LARGO: 12 m

ALTURA: 2,5 m

Cada boquilla de 6 mm: **3 m<sup>3</sup>/min**

Cada boquilla de 8 mm: **4,45 m<sup>3</sup>/min**

- Cada boquilla de 10 mm: **7,2 m<sup>3</sup>/min**

Cada boquilla de 12 mm: **10 m<sup>3</sup>/min x 2 cabinas de granallado**

- **Q= 14 m<sup>3</sup>/min**

✓ **Fresadora**



- **Q= 600 NI/min=100l/min=0,1m<sup>3</sup>/min**

✓ **Hornos:**

- $Q=500 \text{ NI/min}=0,08\text{m}^3/\text{min}$

✓ **Tornos:**

- $Q=500 \text{ NI/min}=0,08\text{m}^3/\text{min}$

✓ **Centros de mecanizado:**

- $Q=600 \text{ NI/min}=0,1\text{m}^3/\text{min}$

✓ **Rectificadoras:**

- $Q= 600 \text{ NI/min}= 0,1\text{m}^3/\text{min}$

✓ **Brochadora de carriers**

Rosca de conexión: G 1/4"

Manga: Diámetro interior mínimo = 8 mm / 3/8"

Presión de funcionamiento: 4.2 - 6 bar / 60 - 87 psi

Presión máxima autorizada: 6 bar / 87 psi

- $Q= 450 \text{ NI/min} = 0,075 \text{ m}^3/\text{min}$

**FACTOR DE SIMULTANEIDAD**

Las máquinas que no funcionan de modo continuo suelen conectarse, con lo que no todas funcionan al mismo tiempo. Esto significa que tienen un valor de simultaneidad de acuerdo a la conexión, de acuerdo al número de unidades consumidoras.

El factor de simultaneidad también es un valor empírico. Las unidades consumidoras que no funcionan de modo continuo suelen conectarse en diversos momentos, con lo que no todas funcionan al mismo tiempo. Ello significa que pueden aplicarse los factores de simultaneidad que se indican a continuación. Tablas de factores de simultaneidad de diferentes autores:

Cantidad de unidades consumidoras	Factor de simultaneidad	Cantidad de unidades consumidoras	Factor de simultaneidad
1	1	9	0.73
2	0.94	10	0.71
3	0.89	11	0.69
4	0.86	12	0.68
5	0.83	13	0.67
6	0.80	14	0.66
7	0.75	15	0.65
8	0.70	100	0.20

Cantidad de equipos	Coefficiente Simultaneidad $C_s$
1	1.00
2	0.94
3	0.89
4	0.86
5	0.83
6	0.80
7	0.77
8	0.75
9	0.73
10	0.71
11	0.69
12	0.68
13	0.67
14	0.66
15	0.65
100	0.20

Nº de herramientas	Factor de simultaneidad
0	1
10	0,7
20	0,6
30	0,55
40	0,5
50	0,475
60	045
70	0,425

**CONSTRUSUR.com.ar**

**COEFICIENTES DE UTILIZACIÓN**

En la determinación de la capacidad del compresor necesaria para alimentar una herramienta, máquina o un grupo de accionamientos neumáticos, intervienen aparte del consumo específico del aparato, el tiempo que el componente neumático esté parado por la índole de su trabajo. Este margen de operación intermitente o factor de servicio se denomina coeficiente de utilización y varía conforme a la prestación de cada herramienta, maquina o accionamiento.

A continuación se presenta tabla con horarios de funcionamiento de las maquinas por semana.

Nombre de maquina	Horas de trabajo por semana
AGUJERADORA CAGIA ABU-42	9
LAMINADORA DE ROSCAS PEE WEE	9
RECTIF. TANGENC. SUPERTEC 2000	9
RECTIF. UNIV. BOLLATI RUH-2000	9
RECTIF. UNIV. NORMATIC 600-U	9
AGUJERADORA DE BANCO BARBERO	9

MARCADORA TELESYS 3200	9
MARCADORA TELESYS 6000	18
TORNO PARAL. PINACHO S-90	9
TORNO PARAL. TURRI T-220/1500	9
TORNO PARAL. TURRI T-220/1600	18
TORNO PARAL. WECHECO T-44S	24
TORNO VERTICAL TOS HULLIN	12

**CARRIER**

BROCHADORA DE CARRIERS	0
PULIDORA DE CARRIERS (VIBRO)	0
PANTOGRAFO I-EMAT	18
SOLDADORA ESAB SMASHWELD 318	18

**MECANIZADO CNC**

TORNO CNC HAAS TL-4	24
CTRO. MECAN. KAFO 01 - VMC 1400	24
CREO. MECAN. KAFO 02 - VMC 137	24
CTRO.MECAN.IEMAT 3001	
TORNO FEMCO CHICO (MED.CON.S.) - DURGA 25E	24
TORNO FEMCO GRANDE (MED.CON.S.) - WNCL35	24
TORNO ROMI 510M (MEDIO CONS.)	24
TORNO ROMI G15M (MEDIO CONS.)	24
TORNO ROMI M680 (MEDIO CONS.)	24
TORNO FEMCO HL-35 CNC	24
TORNO FEMCO HL-55S CNC	9
BANCALES DE ALIMENTACION	24
HYUNDAI SKT180 TTSY	24
FRESADORA BH1 CNC P/CHAVETEROS	18
FRESADORA BH2	24

**NAVE TUBULARES NUEVA**

ROBOT KUKA - CELDA COSTANTINI PARA FABRICACION DE CAÑONES CORTOS -	9
TORNO OKUMA	9
FRESADORA BH1-3 CNC P/CHAVETEROS P/CELDA AUTOMATICA	9
SOLDADORA DE PERNOS	9
BANCAL DE ALIMENTACIÓN	
BANCAL DE SALIDA	
FRESADORA DE SCALLOPS	18
CELDA PROMAES PARA FABRICACION DE CAÑONES DE PUNZADO (LARGOS)	18

**CALDERERÍA**

AGIJEREADORA AIDAL	??
EQUIPO DE FILTRACIÓN DE AIRE CASIBA ZF	??
SALA Y EQUIPO DE GRANALLADO	24
PANTOGRAFO CNC WALMAR BURNY	9
PRENSA DE 100 Tn (ELECTRO_HIDR	24
PRENSA PEREZ RUIZ DE 50 Tn	24
SOLDAD.TIG ESAB ARISTOTIG 200	24
SOLDAD.TIG ESAB HELIWELDER 251	24
ARENADORA/GRANALLADORA BLASTING	z
SOLDADORA LA OXIGENA 300 AMP	
SOLDADORA MANUAL DE 200 AMP	
SOLDADORA PTOS. VALMIRA SPU 15	
SOLDADORA SEMI-MAN.ESAB 782CVC	
SOLDADORA TIG/ELECTRODO ESAB LTG410	24
SOLDADORA SEMI-AUTOMÁTICA ESAB653 (1)	24
SOLDADORA SEMI-AUTOMÁTICA ESAB653(2)	24
SOLDADORA SEMI-AUTOMÁTICA ESAB653(3)	24
SOLDADORA LINCOLN AUTOMÁTICA STT(1)	24
SOLDADORA LINCOLN AUTOMÁTICA STT(2)	24
SOLDADORA MANUAL TAURO 450 AMP	
BOMBA PARA REALIZAR PRUEBA HIDRAU.	24
VIRADOR MT CHICO	18
VIRADOR MT GRANDE	18
TORNO PARAL. RAPIDO (COLMONOY)	0
HORNO CASA DENK 160x150x170 (SALA EMBOLO)	0
GABINETE DE GRANALLADO CORR BLAST	
CELDA ROBOTIZADA DE SOLDADURA	24

### FORJA

BALANCIN BROMBERG	18
BALANCIN LOSCHBOUCH	9
BALANCIN EL GALEON 60 TN	9
BALANCIN EL GALEON 90 TN	9
BALANCIN CENA	9
DETECTOR DE FISURAS (MAGNAFLUX)	9
HORNO 200 KG/hs	
HORNO FORJA N°1 (1000x1000x600) - PRENSA HIDRAULICA 300TN	18
HORNO FORJA N°2 (3200x1000x600) - PARA MANDRILES	24
HORNO FORJA N°3 (1720x1200x420) - RETOPADORA SMERAL	24
HORNO FORJA N° 4 (1100X350X300) - RETOPADORA EUMUCO	18
HORNO FORJA N° 6 - 800 KG/hs (2000X550X400) - P/MARTILLO ERIE	18

HORNO FORJA Nº 7 - NORMALIZADO P/LINEA CONTINUA DE TUBING	24
HORNO ROTATIVO Nº 1 - HORNO DE FORJADO ROTATIVO P/ CELDA CACHIMBOS	18
MARTINETE PENSOTTI ARIETE MN	18
PRENSA A FRICCION FISER	9
PRENSA HIDRAULICA 300 Tn	18
PRENSA HIDRAULICA 500 Tn	24
RETOPADORA ESMERAL (GRANDE)	24
RETOPADORA EUMUCO (CHICA)	18
PRENSA HIDRAULICA CNC BIPRESS DE 250 TN	18
MARTILLO NEUMATICO ERIE 1820	18

#### **CORTE**

SERRUCHO DELLE GRAZIE H280	18
SIERRA DELLE GRAZIE Z12	18
MARCADORA TELESIS 420	9
DELLE GRAZIE 450HA CON MESA RODILLOS	18

#### **MATRICERÍA**

AGUJERADORA CAGIA AB-42	9
LIMADORA EMARA L630	9
ELECTROEROSIONADORA ENGEMAQ	18
FRESADORA LAGUN FU4-LA	18
TORNO PARAL. TURRI T-250	18
TORNO PARAL. TURRI T-160	18
FRESADORA TOS FA-3AU	9
LIJADORA VH600	9

#### **TRATAMIENTOS TERMICOS**

HORNO CASA DENK 240x340x610	9
HORNO ELECTRICO C/ CRISOL-ESTE	9
HORNO LIMBERG (BAÑO DE SALES)	9
HORNO TERMOMECAÁNICA	24
HORNO TERMOMECAÁNICA 2	24
PLANTA DE PAVONADO	9
GABINETE DE GRANALLADO CB 807070-P (CYM)	24

#### **CAPACIDAD REAL Y TEÓRICA**

Para obtener la carga real, la carga teórica se multiplica por un factor de utilización y por un factor de simultaneidad.



Al Q real se lo multiplica por el factor de simultaneidad que indica la probabilidad de utilizar todos los equipos a la vez

No se deben olvidar:

- Expansiones futuras: si la expansión no es conocida con seguridad, se deberán considerar 3 años con 10 a 25 % por año. **25%**

- El porcentaje de fugas donde se realiza un buen mantenimiento es del 5 %. Negligencia o poco mantenimiento, pueden **significar** fugas de hasta el **30 %**.

**Conclusión**

Si Q teórica es la suma de todos los consumos, entonces:

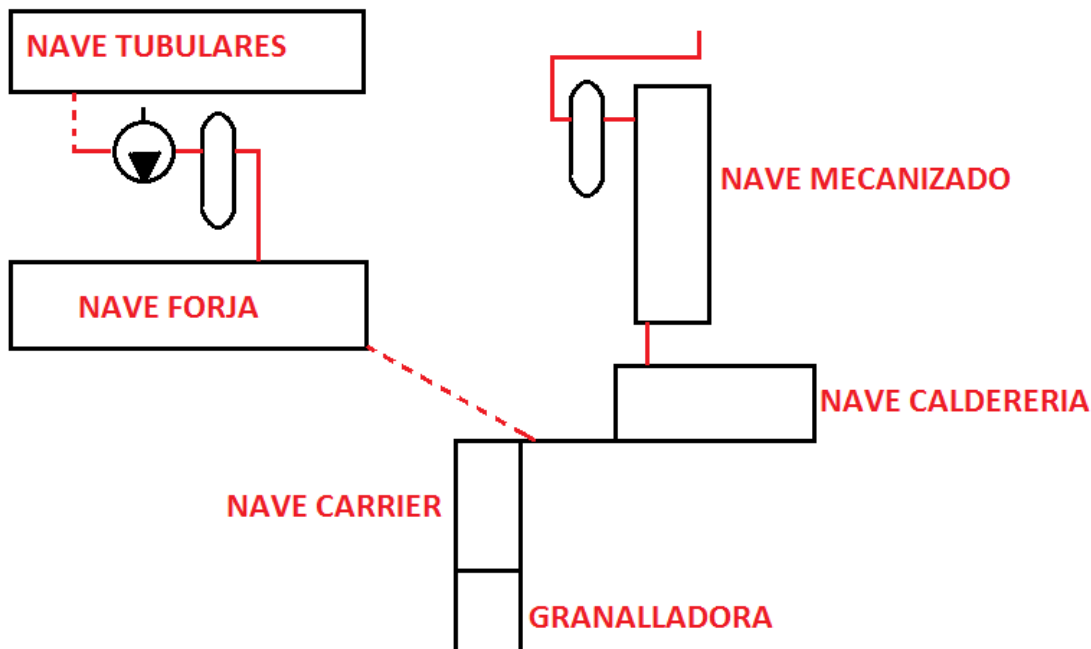
$$Q_{real} = Q_{teórica} \times \text{factor de uso} \times \text{factor de simultaneidad}$$

$$Q_{total} = Q_{real} + (Q_{real} \times \text{factor de expansión} \times \text{factor de fugas.})$$

**VER EXCEL**

**CÁLCULO TUBERÍAS DEL SISTEMA**

**UNIFILAR DE LA PLANTA**



### VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

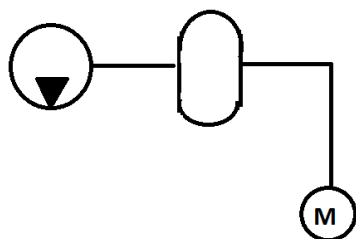
Existen límites en la velocidad de circulación, ya que hay que tener en cuenta que a mayor velocidad hay mayores pérdidas.

Velocidades máximas recomendadas:

Sector de tubería	Velocidad máximas [m/s]
Principal	8
Secundaria	10
Servicio	15
Interconexión	20

Fuente: Serrano Nicolás, Neumática

### PÉRDIDAS DE CARGAS CAÑERÍA PRIMARIA HASTA EL MARTILLO ERIE



Long = 31 m

$$Q_p = 9,519 \text{ m}^3 * 6 \text{ bar} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 951,9 \frac{\text{L}}{\text{seg}}$$

#### ✓ 1er METODO:

Sección mínima:  $S_{\min} = \frac{Q \cdot 10^4}{60 \cdot p \cdot v}$

Siendo:

- $S_{\min}$  = Sección mínima.
- Q = Caudal, en m<sup>3</sup>/min.
- p = presión absoluta de trabajo, en bar.
- v = velocidad el flujo, en m/s.

Sección:  $S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$     d = diámetro

Conocido el diámetro se redondea a uno comercial d → D = diámetro comercial.

$$\Delta p = (\beta/R \times T) \times (v^2/D) \times L \times p$$

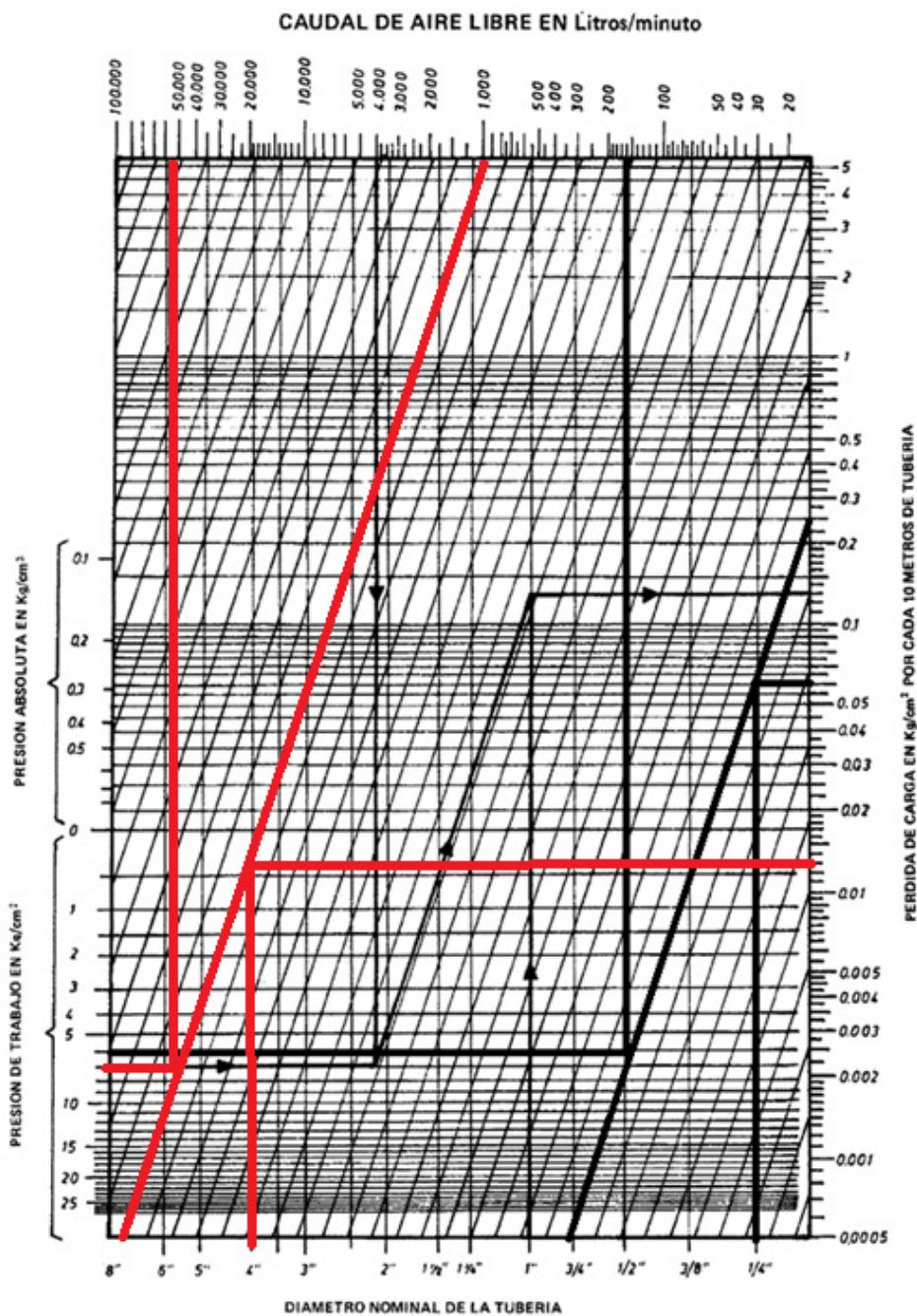
Donde:

**$\Delta p$**  = Caída de presión  
 **$\beta$**  = Índice de resistencia, grado medio de rugosidad, variable con la cantidad suministrada G (ver tabla)  
**G** = Cantidad del aire suministrado en Kg./hora= 1,3 Nm<sup>3</sup>/min.60  
**R** = Constante del gas = 29,27 para el aire  
**T** = temperatura absoluta (t + 273)  
**V** = Velocidad del aire (m/seg.)  
**D** = Diámetro interior de la tubería  
**L** = longitud del tramo recto (m)  
**P** = presión de trabajo (bar)  
Índices de resistencia  $\beta$  para G de peso del aire comprimido que circula a la hora

[VER EXCEL](#)

<b>G</b>	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650
<b><math>\beta</math></b>	2,03	1,92	1,78	1,66	1,54	1,45	1,36	1,26	1,18	1,10

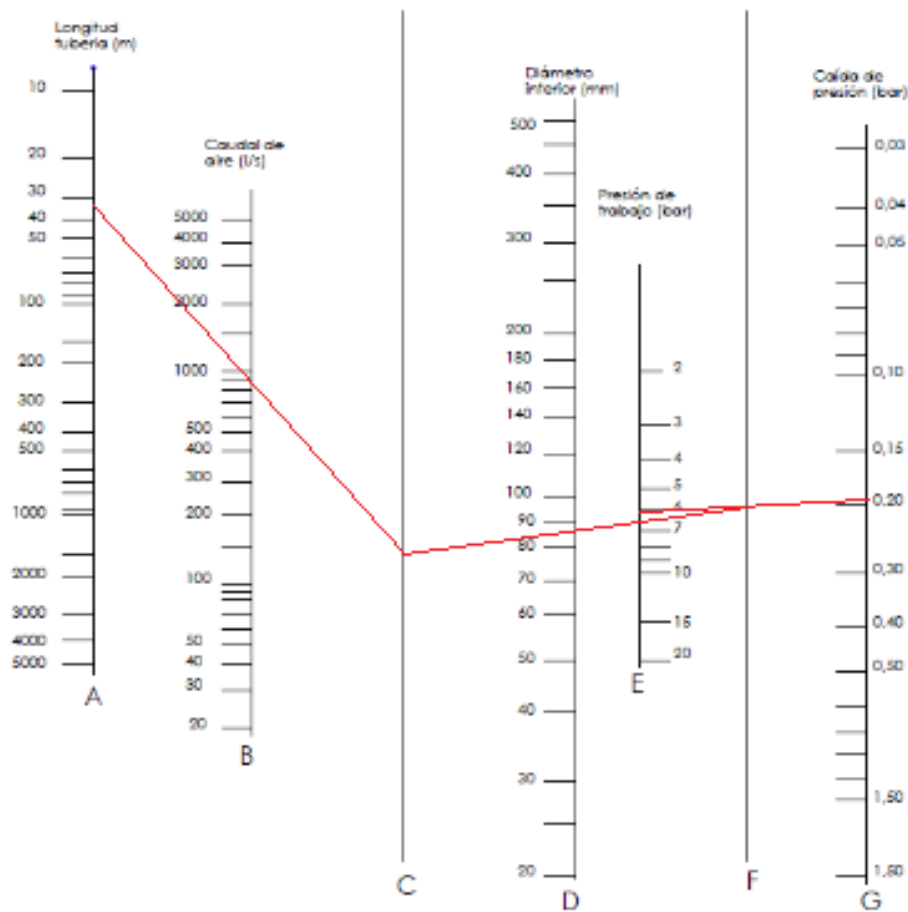
✓ 2do METODO:



Del siguiente nomograma nos establece que tenemos una pérdida de presión en dicho circuito de 0,014 kg/cm<sup>2</sup> = **0,0137 bar por cada 10 m de tubería.**

$$\begin{aligned} 0,0137 \text{ bar} & \quad \underline{\quad\quad} \quad 10 \text{ m} \\ 0.04247 \text{ bar} & = X \quad \underline{\quad\quad} \quad 31 \text{ m} \end{aligned}$$

✓ 3er METODO:



Fuente: CARNICER. E 1990 "Aire Comprimido"

Según ábaco obtenemos un diam interior de 85 mm, por lo tanto según catálogo seleccionamos el inmediato superior  $\varnothing = 3 \frac{1}{2} \text{ " } = 101,6\text{mm}$ . Actualmente en la empresa se tiene de  $\varnothing = 4 \text{ " } = 114,3 \text{ mm}$ .

Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro externo (milímetros)	Schedule	Schedule															
			STD	XS	XXS	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160			
1/8"	10,3	Espesor (mm)	1,73	2,41					1,73	2,41								
		Peso nominal (Kg/m)	0,37	0,47					0,37	0,47								
1/4"	13,7	Espesor (mm)	2,24	3,03					2,24	3,03								
		Peso nominal (Kg/m)	0,63	0,80					0,63	0,80								
3/8"	17,1	Espesor (mm)	2,31	3,20					2,31	3,20								
		Peso nominal (Kg/m)	0,84	1,10					0,84	1,10								
1/2"	21,3	Espesor (mm)	2,77	3,73	7,47				2,77	3,73							4,78	
		Peso nominal (Kg/m)	1,27	1,61	2,55				1,27	1,61							1,95	
3/4"	26,7	Espesor (mm)	2,87	3,91	7,82				2,87	3,91							5,56	
		Peso nominal (Kg/m)	1,69	2,19	3,64				1,69	2,19							2,90	
1"	33,4	Espesor (mm)	3,38	4,55	9,09				3,38	4,55							6,35	
		Peso nominal (Kg/m)	2,50	3,24	5,45				2,50	3,24							4,24	
1 1/4"	42,2	Espesor (mm)	3,56	4,84	9,70				3,56	4,84							6,35	
		Peso nominal (Kg/m)	3,39	4,47	7,77				3,39	4,47							5,61	
1 1/2"	48,3	Espesor (mm)	3,68	5,08	10,16				3,68	5,08							7,14	
		Peso nominal (Kg/m)	4,44	5,84	9,64				4,44	5,84							6,27	
2"	60,3	Espesor (mm)	3,91	5,54	11,07				3,91	5,54							8,74	
		Peso nominal (Kg/m)	5,44	7,41	13,44				5,44	7,41							11,11	
2 1/2"	73	Espesor (mm)	5,16	7,01	14,02				5,16	7,01							9,53	
		Peso nominal (Kg/m)	8,63	11,41	20,39				8,63	11,41							14,92	
3"	88,9	Espesor (mm)	5,49	7,62	15,24				5,49	7,62							11,13	
		Peso nominal (Kg/m)	11,44	15,64	26,64				11,44	15,64							16,04	
3 1/2"	101,6	Espesor (mm)	5,74	8,08					5,74	8,08								
		Peso nominal (Kg/m)	12,44	17,44					12,44	17,44								
4"	114,3	Espesor (mm)	6,02	8,56	17,12				6,02	8,56		11,13					13,49	
		Peso nominal (Kg/m)	16,08	22,32	41,03				16,08	22,32		28,32					33,54	
4 1/2"	127,0	Espesor (mm)	6,35	8,89	17,78				6,35	8,89		14,27					15,00	
		Peso nominal (Kg/m)	21,77	30,97	57,43				21,77	30,97		40,28					49,12	
6"	168,3	Espesor (mm)	7,11	10,97	21,95				7,11	10,97		14,27					18,26	
		Peso nominal (Kg/m)	28,26	42,56	79,22				28,26	42,56		54,21					67,57	
8"	219,1	Espesor (mm)	8,18	12,70	22,23				8,18	10,31	12,70	15,09	18,26	20,62	23,01			
		Peso nominal (Kg/m)	42,55	64,64	107,93				42,55	53,09	64,64	75,92	90,44	100,93	111,27			
10"	273,0	Espesor (mm)	9,27	15,09	25,40	6,35			9,27	12,70	15,09	18,26	21,44	25,40	28,58			
		Peso nominal (Kg/m)	60,29	95,98	155,10	41,76			60,29	81,53	95,98	114,71	133,01	155,10	172,27			
12"	323,9	Espesor (mm)	9,52	12,70	25,40	6,35	8,38		10,31	14,27	17,48	21,44	25,40					
		Peso nominal (Kg/m)	73,79	97,44	186,92	49,71	65,19	79,71	108,93	132,05	159,87	186,92						
14"	355,6	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	9,52		15,09	19,05								
		Peso nominal (Kg/m)	81,25	107,40		67,91	81,25		126,72	158,11								
16"	406,4	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	9,52	12,70	16,66	21,44								
		Peso nominal (Kg/m)	93,18	123,31		77,83	93,18	123,31	160,13	203,55								
18"	457,2	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	11,13	14,27	19,05									
		Peso nominal (Kg/m)	105,11	139,22		87,75	122,44	155,88	205,84									
20"	508,0	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	12,70	15,09	20,62									
		Peso nominal (Kg/m)	117,03	155,13		117,03	155,13	183,43	247,84									
24"	609,6	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	14,27	17,48	24,61									
		Peso nominal (Kg/m)	140,89	186,95		140,89	209,51	255,25	355,04									

1er METODO

3er METODO  
2do METODO

Por lo tanto se encuentra sobre dimensionada, verifica a las condiciones de uso.

**CONCLUSION:**

En el 1er METODO ingresamos con los datos que tenemos obteniendo el verdadero valor del diámetro de cañería y la caída de presión en dicho tramo considerado, para el 2do METODO suponemos un diámetro de 4" (ya que es el que actualmente tenemos), y el 3er METODO consideramos una caída de presión de 0,2 bar obteniendo el valor del diámetro para dicho valor de caída de presión.

Por lo tanto, de acuerdo a los datos q tenemos el 1er METODO es el más preciso ya que ingresamos los verdaderos valores sin considerar ninguno.

Pero se observa el manómetro ubicado en la entrada a mantenimiento y se verifica que por cada golpe del martillo ERIE desciende 0,2 kg/cm2. Considerando que cada golpe lo realiza en 1 seg aprox.

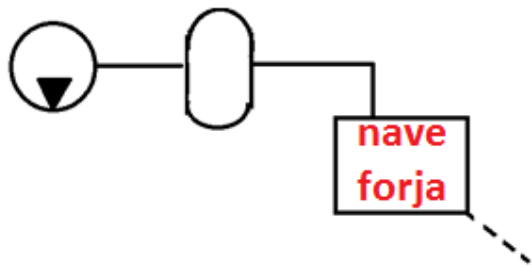
$$1,02 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow 1bar$$

$$0,2 \frac{kg}{cm^2} \rightarrow 0,196bar$$

Ya que las pérdidas en las cañerías son de 0,028 bares calculado con el 1er METODO y actualmente el manómetro nos indica una pérdida de carga de 0,196

bares, esta diferencia se debe a fugas en cañería y/o en la máquina y en accesorios, originada en curvas, T, válvulas, etc. de la tubería.

**PÉRDIDAS DE CARGAS CAÑERÍA PRIMARIA NAVE FORJA**



Long de cañería = 40 m + 20 m + 40 m + 20 m = **120 m**

$$Q_p = 24,248m^3 - 7,139m^3 * 6bar * \frac{1min}{60seg} * \frac{1000L}{1m^3} = 1710,9 \frac{L}{seg}$$

A tener en cuenta:  
 Cuando el manómetro de entrada de mantenimiento indica 6,9 kg/cm<sup>2</sup> = 6,76 bar, el manómetro del pulmón en nave de mecanizado (punto mas alejado) nos indica 5,9 kg/cm<sup>2</sup> = 5,78 bar. Entonces tenemos una caída de presión ≈ 1 bar, teniendo en funcionamiento las maquina Eumuco, sala de granallado, nave carrier, calderería y mecanizado.

**VER EXCEL**

<b>G</b>	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	aria a
<b>β</b>	2,03	1,92	1,78	1,66	1,54	1,45	1,36	1,26	1,18	1,10	

Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro externo (milímetros)	Schedule	Schedule														
			STD	XS	XXS	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160		
1/8"	10,3	Espesor (mm)	1,73	2,41					1,73	2,41							
		Peso nominal (Kg/m)	0,37	0,47					0,37	0,47							
1/4"	13,7	Espesor (mm)	2,24	3,03					2,24	3,03							
		Peso nominal (Kg/m)	0,63	0,80					0,63	0,80							
3/8"	17,1	Espesor (mm)	2,31	3,20					2,31	3,20							
		Peso nominal (Kg/m)	0,84	1,10					0,84	1,10							
1/2"	21,3	Espesor (mm)	2,77	3,73	7,47				2,77	3,73							4,78
		Peso nominal (Kg/m)	1,27	1,61	2,55				1,27	1,61							1,95
3/4"	26,7	Espesor (mm)	2,87	3,91	7,82				2,87	3,91							5,56
		Peso nominal (Kg/m)	1,69	2,19	3,64				1,69	2,19							2,90
1"	33,4	Espesor (mm)	3,38	4,55	9,09				3,38	4,55							6,35
		Peso nominal (Kg/m)	2,50	3,24	5,45				2,50	3,24							4,24
1 1/4"	42,2	Espesor (mm)	3,56	4,84	9,70				3,56	4,84							6,35
		Peso nominal (Kg/m)	3,30	4,47	7,77				3,30	4,47							5,61
1 1/2"	48,3	Espesor (mm)	3,68	5,08	10,16				3,68	5,08							7,14
		Peso nominal (Kg/m)	4,05	5,41	9,56				4,05	5,41							7,25
2"	60,3	Espesor (mm)	3,91	5,54	11,07				3,91	5,54							8,74
		Peso nominal (Kg/m)	5,44	7,41	13,44				5,44	7,41							11,11
2 1/2"	73	Espesor (mm)	5,16	7,01	14,02				5,16	7,01							9,53
		Peso nominal (Kg/m)	8,63	11,41	20,39				8,63	11,41							14,92
3"	88,9	Espesor (mm)	5,49	7,62	15,24				5,49	7,62							11,13
		Peso nominal (Kg/m)	11,29	15,27	27,68				11,29	15,27							21,35
3 1/2"	101,6	Espesor (mm)	5,74	8,08					5,74	8,08							
		Peso nominal (Kg/m)	13,57	18,64					13,57	18,64							
4"	114,3	Espesor (mm)	6,02	8,56	17,12				6,02	8,56		11,13					13,49
		Peso nominal (Kg/m)	16,08	22,32	41,03				16,08	22,32		28,32					33,54
5"	141,3	Espesor (mm)	6,55	9,53	19,05				6,55	9,53		12,70					15,88
		Peso nominal (Kg/m)	21,77	30,97	57,43				21,77	30,97		40,28					49,12
6"	168,3	Espesor (mm)	7,11	10,97	21,95				7,11	10,97		14,27					18,26
		Peso nominal (Kg/m)	28,26	42,56	79,22				28,26	42,56		54,21					67,57
8"	219,1	Espesor (mm)	8,18	12,70	22,23				8,18	10,31	12,70	15,09	18,26	20,62	23,01		
		Peso nominal (Kg/m)	42,55	53,09	64,64	75,92	90,44	100,93	111,27								
10"	273,0	Espesor (mm)	9,27	15,09	25,40	6,35			9,27	12,70	15,09	18,26	21,44	25,40	28,58		
		Peso nominal (Kg/m)	60,29	95,98	155,10	41,76	60,29	81,53	95,98	114,71	133,01	155,10	172,27				
12"	323,9	Espesor (mm)	9,52	12,70	25,40	6,35	8,38	10,31	14,27	17,48	21,44	25,40					
		Peso nominal (Kg/m)	73,79	97,44	186,92	49,71	65,19	79,71	108,93	132,05	159,87	186,92					
14"	355,6	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	9,52		15,09	19,05							
		Peso nominal (Kg/m)	81,25	107,40		67,91	81,25		126,72	158,11							
16"	406,4	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	9,52	12,70	16,66	21,44							
		Peso nominal (Kg/m)	93,18	123,31		77,83	93,18	123,31	160,13	203,55							
18"	457,2	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	11,13	14,27	19,05								
		Peso nominal (Kg/m)	105,11	139,22		87,75	122,44	155,88	205,84								
20"	508,0	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	12,70	15,09	20,62								
		Peso nominal (Kg/m)	117,03	155,13		117,03	155,13	183,43	247,84								
24"	609,6	Espesor (mm)	9,52	12,70		7,92	14,27	17,48	24,61								
		Peso nominal (Kg/m)	140,89	186,95		140,89	209,51	255,25	355,04								

ACTUAL

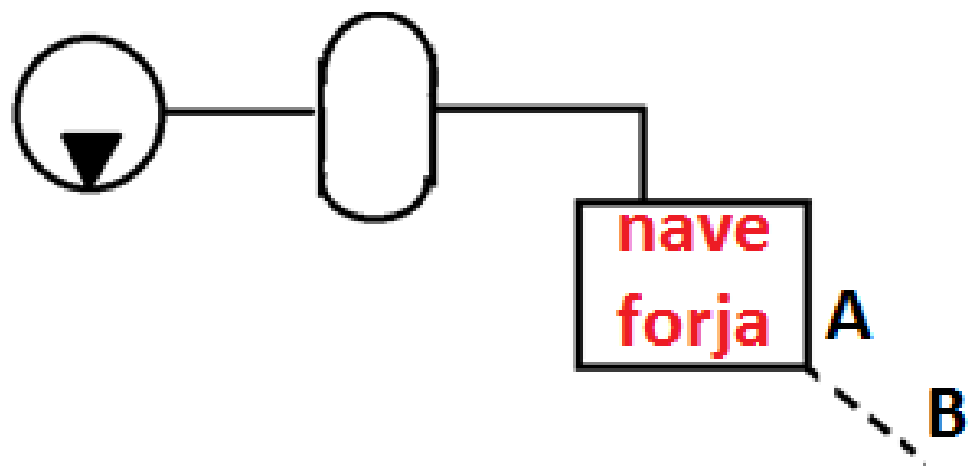
CALCULADA

Por lo tanto NO VERIFICA para las condiciones dadas, produciendo un aumento en pérdida de carga y aumentando la velocidad del caudal.

**VER EXCEL**

Para la cañería secundaria de forja necesitamos caños de 3 1/2", actualmente contamos con cañería secundaria con estas dimensiones.

**PERDIDAS DE CARGAS TRAMO CAÑERÍA PRIMARIA A-B SUBTERRANEA**

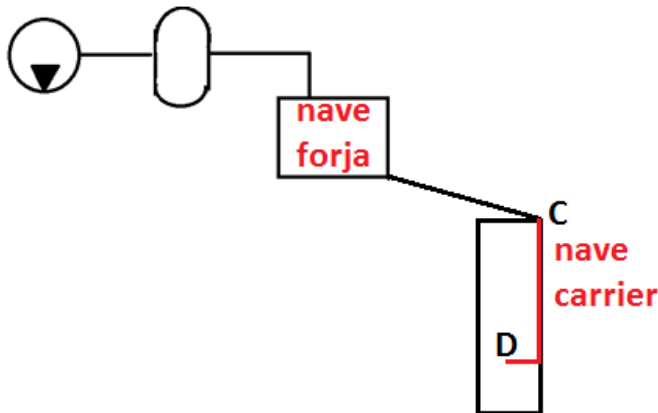




Diámetro nominal (pulgadas)	Diámetro externo (milímetros)		Schedule														
			STD	XS	XXS	10	20	30	40	60	80	100	120	140	160		
1/8"	10,3	Espeor (mm)	1,73	2,41						1,73	2,41						
		Peso nominal (Kg/m)	0,37	0,47						0,37	0,47						
1/4"	13,7	Espeor (mm)	2,24	3,03						2,24	3,03						
		Peso nominal (Kg/m)	0,63	0,80						0,63	0,80						
3/8"	17,1	Espeor (mm)	2,31	3,20						2,31	3,20						
		Peso nominal (Kg/m)	0,84	1,10						0,84	1,10						
1/2"	21,3	Espeor (mm)	2,77	3,73	7,47					2,77	3,73						4,78
		Peso nominal (Kg/m)	1,27	1,61	2,55					1,27	1,61						1,95
3/4"	26,7	Espeor (mm)	2,87	3,91	7,82					2,87	3,91						5,56
		Peso nominal (Kg/m)	1,69	2,19	3,64					1,69	2,19						2,90
1"	33,4	Espeor (mm)	3,38	4,55	9,09					3,38	4,55						6,35
		Peso nominal (Kg/m)	2,50	3,24	5,45					2,50	3,24						4,24
1 1/4"	42,2	Espeor (mm)	3,56	4,84	9,70					3,56	4,84						6,35
		Peso nominal (Kg/m)	3,39	4,47	7,77					3,39	4,47						5,61
1 1/2"	48,3	Espeor (mm)	3,68	5,08	10,16					3,68	5,08						7,14
		Peso nominal (Kg/m)	4,05	5,41	9,56					4,05	5,41						7,25
2"	60,3	Espeor (mm)	3,91	5,54	11,07					3,91	5,54						8,74
		Peso nominal (Kg/m)	5,44	7,41	13,44					5,44	7,41						11,11
2 1/2"	73	Espeor (mm)	5,16	7,01	14,02					5,16	7,01						9,53
		Peso nominal (Kg/m)	8,63	11,41	20,39					8,63	11,41						14,92
3"	88,9	Espeor (mm)	5,49	7,62	15,24					5,49	7,62						11,13
		Peso nominal (Kg/m)	11,29	15,27	27,68					11,29	15,27						21,35
3 1/2"	101,6	Espeor (mm)	5,74	8,08						5,74	8,08						
		Peso nominal (Kg/m)	13,57	18,64						13,57	18,64						
4"	114,3	Espeor (mm)	6,02	8,56	17,12					6,02	8,56						11,13
		Peso nominal (Kg/m)	16,08	22,32	41,03					16,08	22,32						13,49
5"	141,3	Espeor (mm)	6,55	9,53	19,05					6,55	9,53						15,88
		Peso nominal (Kg/m)	21,77	30,97	57,43					21,77	30,97						49,12
6"	168,3	Espeor (mm)	7,11	10,97	21,95					7,11	10,97						18,26
		Peso nominal (Kg/m)	28,26	42,56	79,22					28,26	42,56						67,57
8"	219,1	Espeor (mm)	8,18	12,70	22,23					8,18	10,31	12,70	15,09	18,26	20,62	23,01	
		Peso nominal (Kg/m)	42,55	64,64	107,93					42,55	53,09	64,64	75,92	90,44	100,93	111,27	
10"	273,0	Espeor (mm)	9,27	15,09	25,40			6,35		9,27	12,70	15,09	18,26	21,44	25,40	28,58	
		Peso nominal (Kg/m)	60,29	95,98	155,10			41,76		60,29	81,53	95,98	114,71	133,01	155,10	172,27	
12"	323,9	Espeor (mm)	9,52	12,70	25,40			6,35	8,38	10,31	14,27	17,48	21,44	25,40			
		Peso nominal (Kg/m)	73,79	97,44	186,92			49,71	65,19	79,71	108,93	132,05	159,87	186,92			
14"	355,6	Espeor (mm)	9,52	12,70					7,92	9,52	15,09	19,05					
		Peso nominal (Kg/m)	81,25	107,40					67,91	81,25	126,72	158,11					
16"	406,4	Espeor (mm)	9,52	12,70					7,92	9,52	12,70	16,66	21,44				
		Peso nominal (Kg/m)	93,18	123,31					77,83	93,18	123,31	160,13	203,55				
18"	457,2	Espeor (mm)	9,52	12,70					7,92	11,13	14,27	19,05					
		Peso nominal (Kg/m)	105,11	139,22					87,75	122,44	155,88	205,84					
20"	508,0	Espeor (mm)	9,52	12,70					9,52	12,70	15,09	20,62					
		Peso nominal (Kg/m)	117,03	155,13					117,03	155,13	183,43	247,84					
24"	609,6	Espeor (mm)	9,52	12,70					9,52	14,27	17,48	24,61					
		Peso nominal (Kg/m)	140,89	186,95					140,89	209,51	255,25	355,04					

**VER EXCEL**

**PERDIDAS DE CARGAS TRAMO CAÑERÍA PRIMARIA GRANALLADORA C-D**

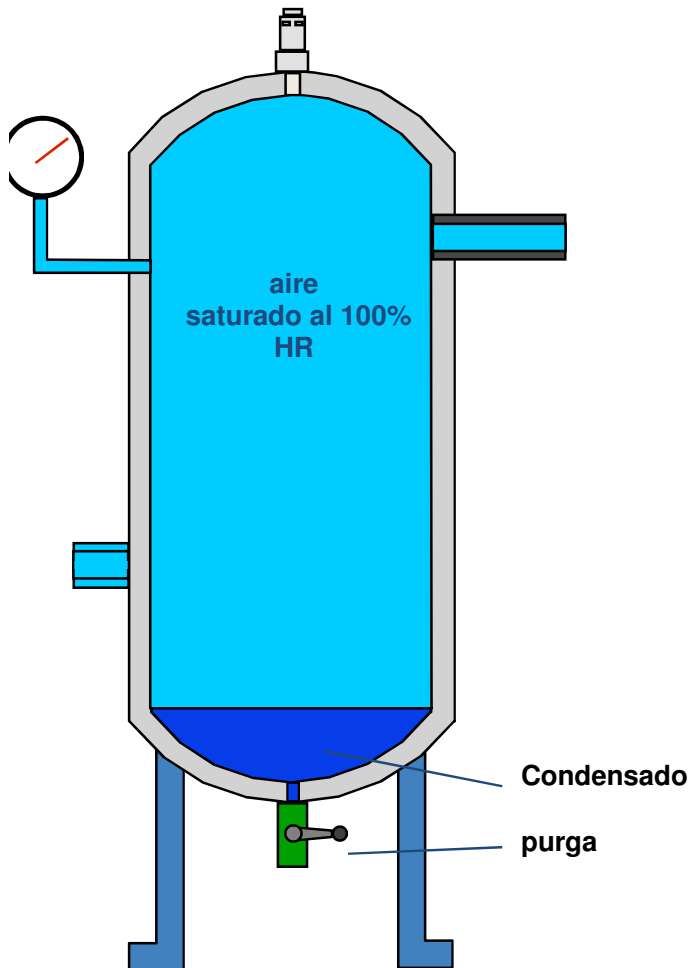


**VER EXCEL**

**TOTAL DE PERDIDAS DE CARGAS AL PUNTO MAS DESFAVORABLE (GRANALLADORA NAVE CARRIER) (ver Excel)**

La pérdida de carga en el punto más desfavorable es de 0.453, el cual verifica ya que la caída de presión recomendable debe ser menor a 0.6, por lo tanto verifica y no es necesario intervenir en el cambio de cañerías.

### AGUA EN EL AIRE COMPRIMIDO



- » Cuando se comprimen grandes cantidades de aire se produce una cantidad considerable de condensados.
- » El vapor de agua natural que contiene el aire atmosférico actúa como en una esponja.
- » El aire en el interior del recipiente continuará saturado (100% HR).

### PUNTO DE ROCÍO

Es la temperatura a la cual el vapor de agua en el aire se condensa formando líquido.

El vapor de agua y otros contaminantes en el aire ambiental entran al sistema por la admisión del compresor.

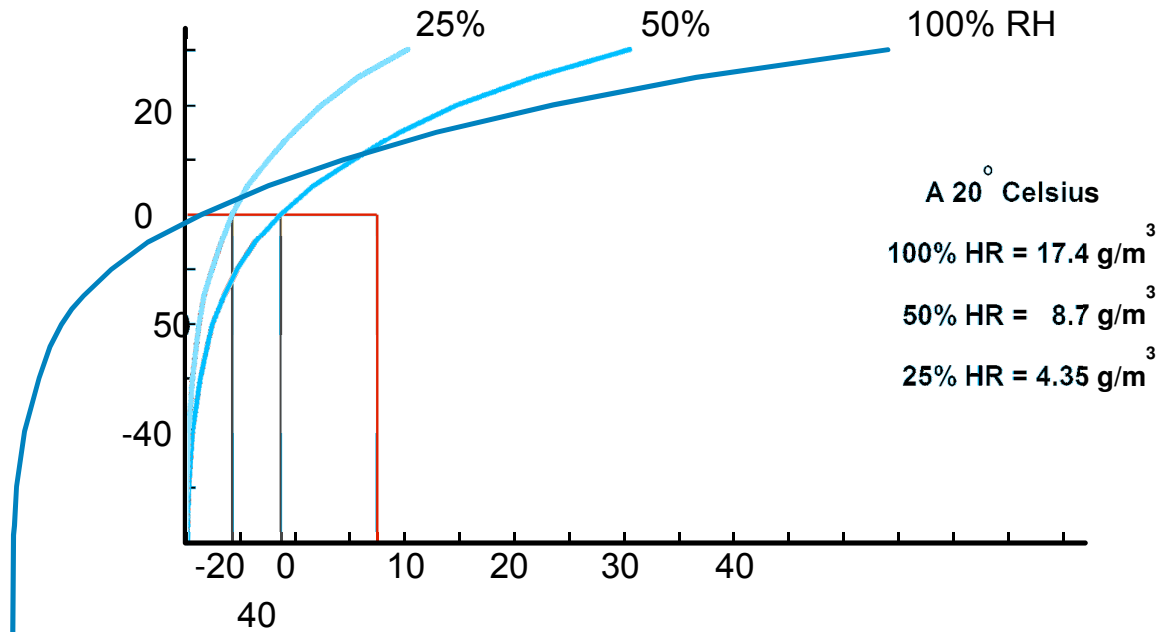
Un pie cúbico de aire a presión atmosférica contiene:

- Líquidos - Gotas de agua.
- Sólidos - Polvo y óxidos de la tubería.
- Gases - Aceite y vapores de agua.

Cuando el aire abandona el compresor y viaja a través del sistema, se enfría. Una vez que la temperatura disminuye por debajo de la temperatura del punto de rocío a presión, se comienzan a formar gotas de agua.

Es necesario remover la humedad y los contaminantes del sistema de aire para bajar el punto de rocío y evitar los problemas de operación, los costos de mantenimiento y los gastos de reparación.

- » La cantidad de vapor de agua que contiene una muestra de aire atmosférico se mide por la humedad relativa en % HR. Este porcentaje es la proporción de la cantidad máxima de agua que puede contener el aire a una temperatura



Los secadores de aire remueven el vapor de agua y reducen la temperatura del punto de rocío a presión del aire comprimido. Así se previene que se condense agua líquida en el sistema, aunque no se eliminan todos los contaminantes que entran al sistema.

Los separadores y los filtros eliminan el agua líquida, así como los contaminantes sólidos y gaseosos que afectan adversamente al sistema de aire.

El aire, al comprimirse, se calienta, por lo que es necesario montar un equipo de refrigeración del aire. El calentamiento se produce porque el aumento de la energía necesaria para incrementar la presión de p1 a p2 implica un aumento de temperatura de T1 a T2



El aire siempre contiene una cantidad mayor o menor de vapor de agua. Sin embargo, el aire solo puede contener una cantidad limitada de agua (hasta la cantidad de saturación). Antes que el aire comprimido llegue las unidades consumidoras, debe conseguirse que se condense la mayor cantidad posible de vapor de agua. Para que los elementos de mando y los elementos funcionales neumáticos no se transformen en “elementos hidráulicos”, es recomendable secar el aire comprimido. Secando bien el aire se evita la corrosión de los tubos y de los elementos neumáticos.

El criterio que se aplica para medir el secado del aire es la temperatura del punto de condensación. Cuanto más alta es la temperatura del aire comprimido, más agua puede contener el aire (cantidad de saturación). Así lo demuestre la siguiente tabla:

**Contenido máximo de vapor de agua g/m<sup>3</sup> [3]**

Temperatura en °C	-20	-10	0	5	10	15	20	30	50	70	90	100
Contenido máx. de vapor de agua g/m <sup>3</sup>	0.9	2.2	4.9	6.8	9.4	12.7	17.1	30.1	82.3	196.2	472	588

**SELECCIÓN DEL CONDENSADOR:**

- 1) Se seleccione una temperatura de punto de rocío por debajo de la temperatura ambiente mínima a la cual está expuesto el sistema de aire comprimido.
- 2) Determine que secadores producen el punto de rocío requerido.
- 3) Entre menor sea el punto de rocío, el secador será más costoso.

Se busca un registro mensual correspondiente al año 2014, para un día de 32.83°C tenemos una presión atmosférica de 1012.6 hPa = **1,012 6 Bar**

mes	Tmax	Tmed	Tmin	Hr	Pp	Rad	Th moj	Gd
sep	22,90	12,82	03,40	32	04,0	SD	1057,00	100,3
oct	23,22	16,52	07,20	43	27,4	SD	6173,00	153,6
nov	27,70	19,84	11,63	45	64,2	SD	5725,00	295,3
dic	31,02	22,54	13,46	41	31,8	SD	2054,00	386,9
ene	32,83	24,30	16,04	47	24,6	SD	1917,00	442,5
feb	29,56	21,90	14,15	55	39,4	SD	6758,00	346,0
mar	28,72	20,34	12,20	51	07,6	SD	4022,00	318,7
abr	26,13	18,16	9,72	47	11,0	SD	1079,00	114,2
TOTAL					210			
PROMEDIO	27,76	19,55	10,98	45		SD	3598,13	2157,5

- T. máx: Temperatura máxima media mensual (°C)
- T.med: Temperatura media promedio mensual (°C)
- T.mín: Temperatura mínima media mensual (°C)
- Hr: Humedad relativa media mensual (%)
- Pp: Totales mensuales acumulados de precipitación (mm)
- Rad: Radiación solar promedio mensual (watt/m<sup>2</sup>)
- Th moj: Tiempo en el cual se registro rocío sobre el sensor (minutos)
- Gd: Grados día acumulados mensuales: Temperatura media diaria - 10 (°C/día)

De la pagina web de KAESER COMPRESORES introducimos los datos del secador y obtenemos:

**aire ambiente**

Aire de admisión del compresor	37.8	m <sup>3</sup> /min
temperatura ambiente	32.83	°C
presión ambiente absoluta	1012.6	bar
humedad relativa	47	%
humedad máxima	33.49	g/m <sup>3</sup>
volumen de agua que fluye/ hora	35.7	l/h

**1. Compresor**

Flujo nominal bajo condiciones de trabajo	6379.38	m <sup>3</sup> /min
temperatura del aire comprimido(después del postenfriador)	90	°C
Presión de trabajo absoluta	6	bar
humedad relativa	0	%
humedad máxima	417.935	g/m <sup>3</sup>
Tasa de condensación/hora	0	l/h

**2. secador**

Flujo nominal bajo condiciones de trabajo	6379.38	m <sup>3</sup> /min
Punto de rocío del secador (-80°C .. +40°C)	3	°C
Punto de rocío atmosférico	-18	°C
Presión de trabajo absoluta	6	bar
humedad relativa	0	%
humedad máxima	5.953	g/m <sup>3</sup>
Tasa de condensación/hora	0	l/h

### Selección de los filtros.

De acuerdo a la calidad de aire que se requiera en el sistema, en la tabla 2.1 se especifica algunos requerimientos. Según esta tabla se especifica qué clase de proceso se necesita en este caso selecciono uno de clase 4 se especifica en el anexo E y sus factores son los siguientes:

Tabla 2.1. Requerimientos de aire comprimido de acuerdo con el tipo de proceso [3].

ISO 8573-1					
Clase	Sólidos mg/m <sup>3</sup>	Sólidos µm	Agua mg/m <sup>3</sup>	Agua punto De rocío °C	Aceite m/m <sup>3</sup>
1	0.01	0.1	0.1	-70	0.003
2	0.1	1	1	-40	0.117
3	1	5	5	-20	0.88
4	5	15	8	+3	5.95
5	25	40	10	+7	7.73
6	--	--	--	+10	9.36
7	--	--	--	No especifica	No especifica

Entonces el filtro debe ser capaz de retener lo que especifica en la tabla 2.1. Por lo general al fabricante del compresor se le indica que calidad de aire se requiere y a que presión va a trabajar para su selección.

### CÁLCULO DE LOS PULMONES

- ✓ Para el cálculo del acumulador de aire tenemos 2 formas de calcularlo. Una es para un servicio de tipo intermitente, y la otra es calculándolo como un depósito de aire.

Nuestro compresor no trabaja con interrupciones ya que se encuentra trabajando las 24hs, por lo tanto lo calculamos como un depósito de aire metiéndonos en la página de KAESER COMPRESORES.

30/12/2014

KAESER Argentina – Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire



KAESER ONLINE - 4/22/2013

URL: [http://ar.kaeser.com/Online\\_Services/Toolbox/Air\\_receiver\\_sizes/default.asp](http://ar.kaeser.com/Online_Services/Toolbox/Air_receiver_sizes/default.asp)

### Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire

¡Use, por favor, punto en lugar de coma para indicar los decimales!  
Las flechas azules indicadas contienen resultados.

- Unidades SI  
 Unidades US

- calculado como depósito de aire  
 calculado de acuerdo a la variación de frecuencia permitida

caudal requerido	V	<input type="text" value="25.323"/>	m <sup>3</sup> /min
tiempo de almacenamiento	t	<input type="text" value="0.75"/>	min
presión inicial en el tanque de almacenamiento	P <sub>i</sub>	<input type="text" value="8"/>	bar
presión final en el tanque de almacenamiento	P <sub>F</sub>	<input type="text" value="6"/>	bar
Sin contemplar el caudal adicional del compresor			
volumen del tanque de almacenamiento	V <sub>R</sub>	<input type="text" value="9.5"/>	m <sup>3</sup>

Con este cálculo el pulmón abastecerá a las naves de forja y punzonado por 45 segundos, tiempo suficiente para subir a los compresores y encenderlos. Actualmente contamos con un acumulador de 7.5 m<sup>3</sup> ubicado alado de los compresores.

La solución es colocar el pulmón de 10 m<sup>3</sup> ubicado en la nave de mecanizado y ubicarlo en el lugar del pulmón de 7.5m<sup>3</sup>

#### ➤ **NAVE CARRIER, CALDERERIA y MECANIZADO**

Una solución es colocar el pulmón de la nave de mecanizado en la zona entre nave de carrier, calderería y mecanizado. Con este pulmón en dicha zona abastecerá a las naves por 50 segundos, la desventaja de usar este pulmón es que el operario tendrá que apurarse a prender los compresores (distancia aprox del pulmón a compresor = 70m) y la ventaja es que reutilizamos un pulmón que se encuentra ubicado en un lugar que no produce trabajo y con esto ahorramos dinero a la hora de comprar uno más grande.

30/12/2014

KAESER Argentina – Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire



KAESER ONLINE - 4/22/2013

URL: [http://ar.kaeser.com/Online\\_Services/Toolbox/Air\\_receiver\\_sizes/default.asp](http://ar.kaeser.com/Online_Services/Toolbox/Air_receiver_sizes/default.asp)

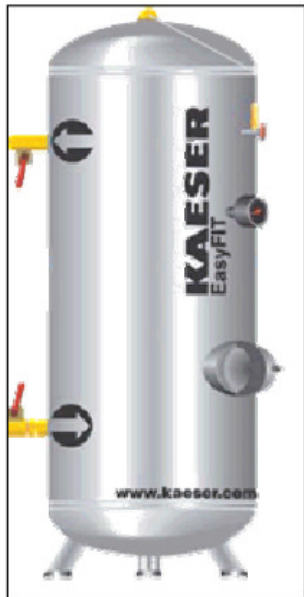
**Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire**

¡Use, por favor, punto en lugar de coma para indicar los decimales!  
Las flechas azules indicadas contienen resultados.

- Unidades SI
- Unidades US

- calculado como depósito de aire
- calculado de acuerdo a la variación de frecuencia permitida

caudal requerido	V	<input type="text" value="18.083"/>	m <sup>3</sup> /min
tiempo de almacenamiento	t	<input type="text" value="0.83"/>	min
presión inicial en el tanque de almacenamiento	P <sub>i</sub>	<input type="text" value="8"/>	bar
presión final en el tanque de almacenamiento	P <sub>f</sub>	<input type="text" value="6"/>	bar
Sin contemplar el caudal adicional del compresor			
volumen del tanque de almacenamiento	V <sub>R</sub>	<input type="text" value="7.5"/>	m <sup>3</sup>



**FIGURA 6.04**  
TANQUE DE ALMACENAMIENTO  
MARCA KAESER.

- ✓ Otra solución es colocar otro pulmón de 14.1 m<sup>3</sup> y con esto tendríamos un tiempo de 1 min y 33 segundos para que el operario pueda prender los compresores.



30/12/2014

KAESER Argentina – Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire



KAESER ONLINE - 4/22/2013

URL: [http://ar.kaeser.com/Online\\_Services/Toolbox/Air\\_receiver\\_sizes/default.asp](http://ar.kaeser.com/Online_Services/Toolbox/Air_receiver_sizes/default.asp)

**Dimensionamiento del Tanque de Almacenamiento de Aire**

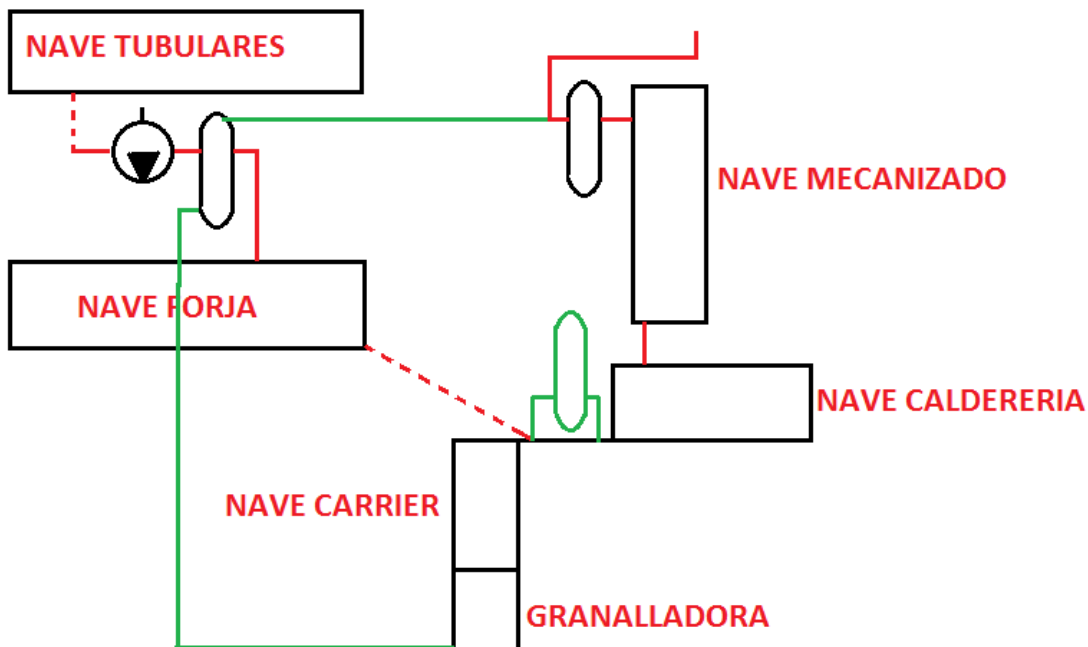
¡Use, por favor, punto en lugar de coma para indicar los decimales!  
Las flechas azules indicadas contienen resultados.

- Unidades SI
- Unidades US

- calculado como depósito de aire
- calculado de acuerdo a la variación de frecuencia permitida

caudal requerido	V	<input type="text" value="18.083"/>	m <sup>3</sup> /min
tiempo de almacenamiento	t	<input type="text" value="1.55"/>	min
presión inicial en el tanque de almacenamiento	P <sub>i</sub>	<input type="text" value="8"/>	bar
presión final en el tanque de almacenamiento	P <sub>f</sub>	<input type="text" value="6"/>	bar
Sin contemplar el caudal adicional del compresor			
volumen del tanque de almacenamiento	V <sub>R</sub>	<input type="text" value="14.01"/>	m <sup>3</sup>

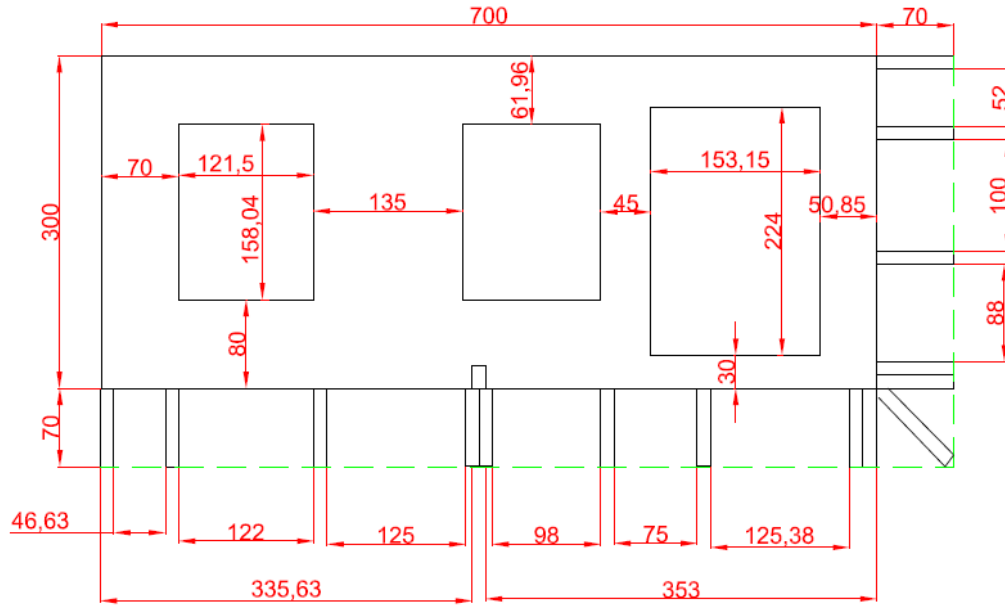
- ✓ Otra solución es cerrar el circuito de cañería primaria (VERDE) desde el punto más crítico (GRANALLADORA) hasta el primer pulmón, y desde el segundo pulmón al primero. De esta forma tendríamos una presión más estable en todo el circuito



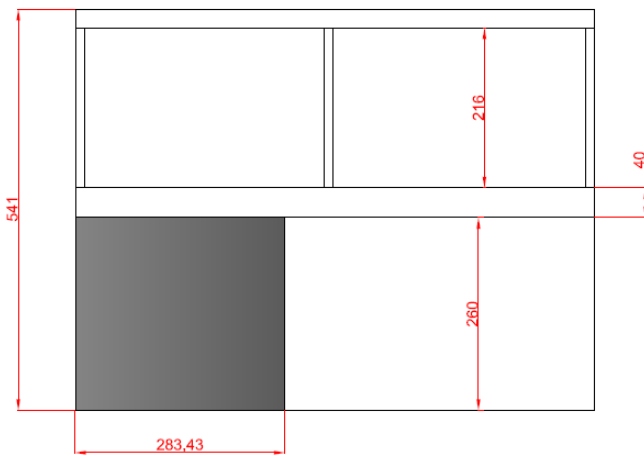
**CÁLCULO DE PLATAFORMAS EN SALA DE COMPRESORES**

Relevamiento de la sala de compresores:

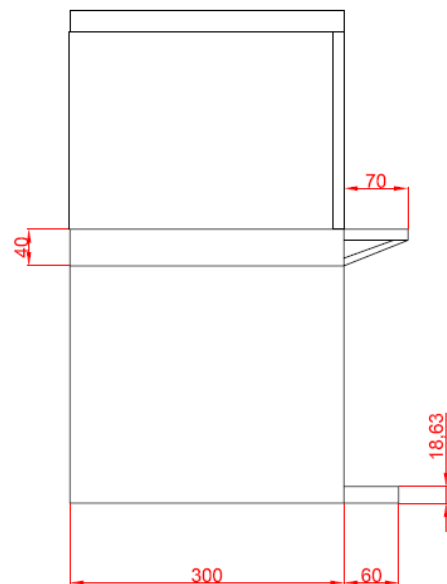
**VISTA DE ARRIBA**



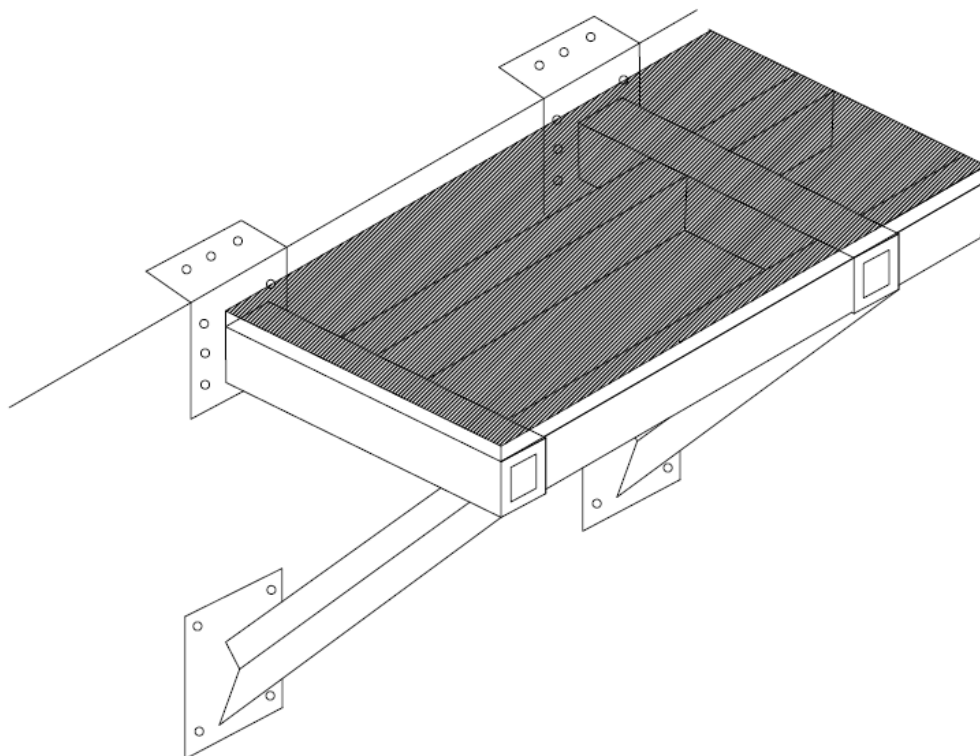
**VISTA FRONTAL**



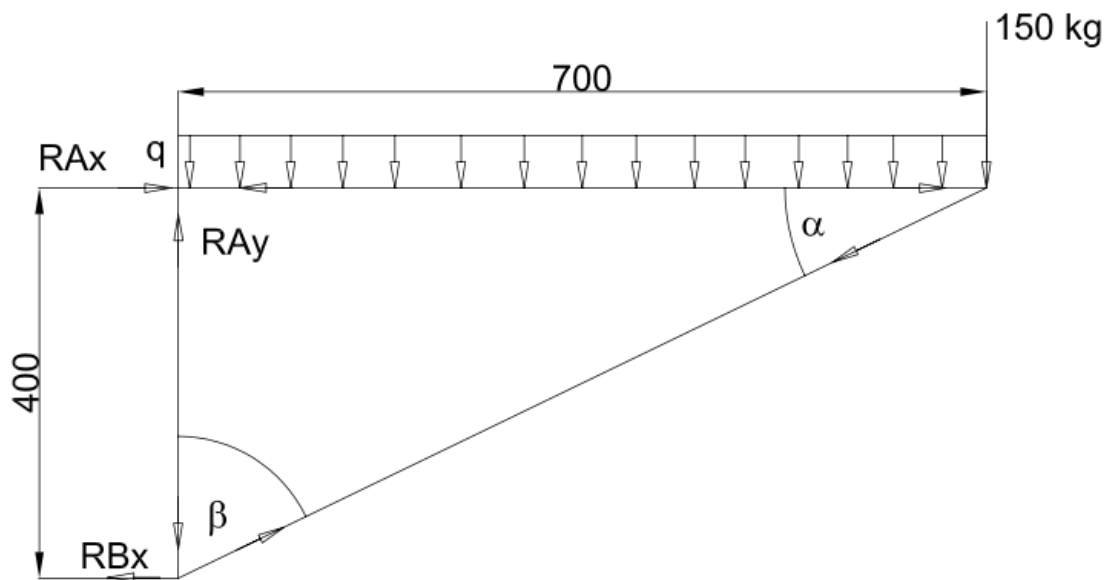
**VISTA LATERAL**



**1er diseño:**



Luego se realizan los correspondientes cálculos verificándolo a los distintos esfuerzos para colocar perfiles que verifiquen a los cálculos realizados.



$$q = 3,2 \frac{kg}{m^2} * 0.7m = 2.24 \frac{kg}{m}$$

$$\alpha = 29.74$$

$$\beta = 60.255$$

$$M_A = \frac{2 * q * l^2}{2} + P * l$$

$$2.24 \frac{kg}{m} * (0.7m)^2 + 150kg * 0.7m =$$

$$M_A = 10609.76kgcm$$

Elijo un perfil de sección cuadrada

$$G = 2.817 \frac{kg}{m} = 0.02817 \frac{kg}{cm}$$

$$J_x = \frac{1}{12} (B * H^3 - b * h^3)$$

$$J_y = \frac{1}{12} (H * B^3 - h * b^3)$$

Se eligió un perfil con las siguientes medidas

$$H = 40mm$$

$$B = 40mm$$

$$t = 2.5mm$$

$$h = 35mm$$

$$b = 35mm$$

Se calculó el momento de inercia

$$J = \frac{1}{12} (40mm * (40mm)^2 - 35mm * (35mm)^2) = 8.209cm^4$$

$$A = 3.589cm^2$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{A}} = \sqrt{\frac{8.209cm^4}{3.589cm^2}} = 1.51cm$$

Verifico a los esfuerzos de Pandeo

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{70cm}{1.51cm} = 46.28 < \mathbf{50 VERIFICA AL PANDEO}$$

$$W^* = \frac{1}{6 * B} (H * B^3 - h * b^3) =$$

$$W^* = \frac{1}{6 * 4} (4cm * (4cm)^2 - 3.5cm * (3.5cm)^2) = 4.414cm^3$$

$$\sigma_T = \frac{M_A}{W^*} = \frac{26180kgcm}{4.414cm^3} = 5931.123 > \mathbf{1200 \frac{kg}{cm^2} NO VERIFICA}$$

- Por lo tanto se re calculó con un perfil más grande  
H=B=10cm  
t=0.32cm  
h=b=9.36cm

$$J_X = J_Y = 187.17cm^4$$

$$A = 12.13cm$$

$$i_y = i_x = 3.93cm$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{70cm}{3.93cm} = 17.81 < \mathbf{50 VERIFICA AL PANDEO}$$

$$W^* = \frac{1}{6 * B} (H * B^3 - h * b^3) = 38.74cm^3$$

$$\sigma_T = \frac{M_A}{W^*} = \frac{26180kgcm}{38.74cm^3} = 675.78 < \mathbf{1200 \frac{kg}{cm^2} VERIFICA}$$

- Con este perfil se encuentra sobre dimensionado, por lo tanto buscamos un perfil más chico

$$H=B=8cm$$

$$t=0.32cm$$

$$h=b=7.36cm$$

$$J_X = J_Y = 92.65cm^4$$

$$A = 9.57cm$$

$$i_y = i_x = 3.11cm$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{70cm}{3.11cm} = 22.5 < 50 \text{ VERIFICA AL PANDEO}$$

$$W^* = \frac{1}{6 * B} (H * B^3 - h * b^3) = 24.2cm^3$$

$$\sigma_T = \frac{M_A}{W^*} = \frac{26180kgcm}{22.5cm^3} = 1081.81 < 1200 \frac{kg}{cm^2} \text{ VERIFICA}$$

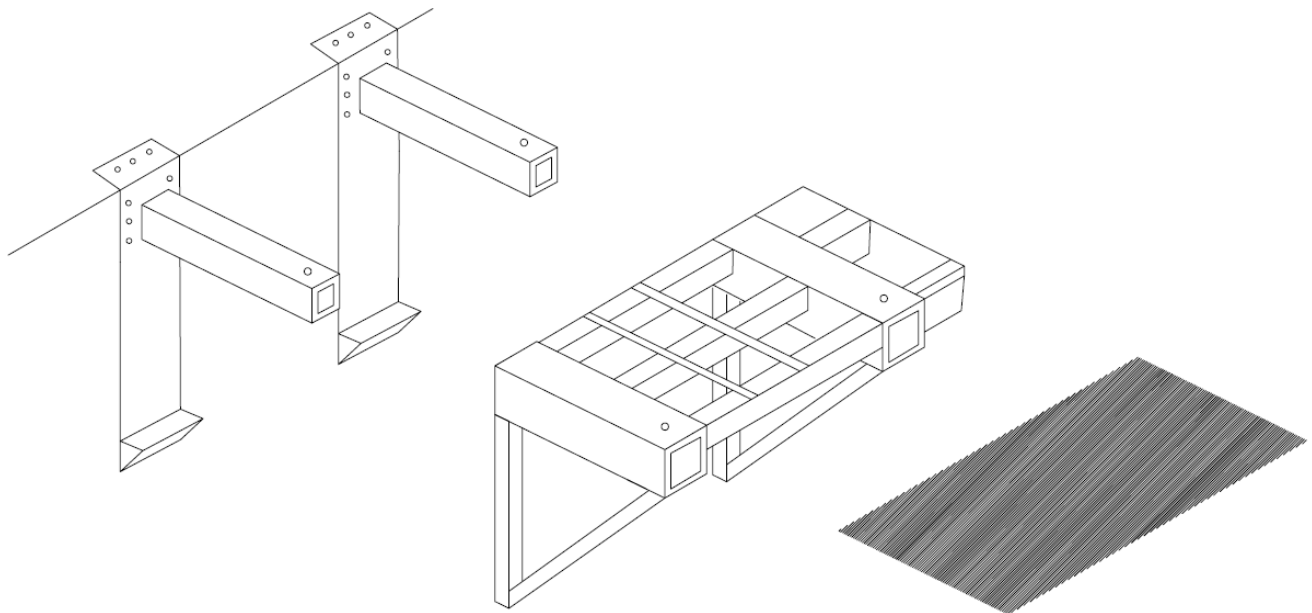
Por lo tanto las medidas de los perfiles son:

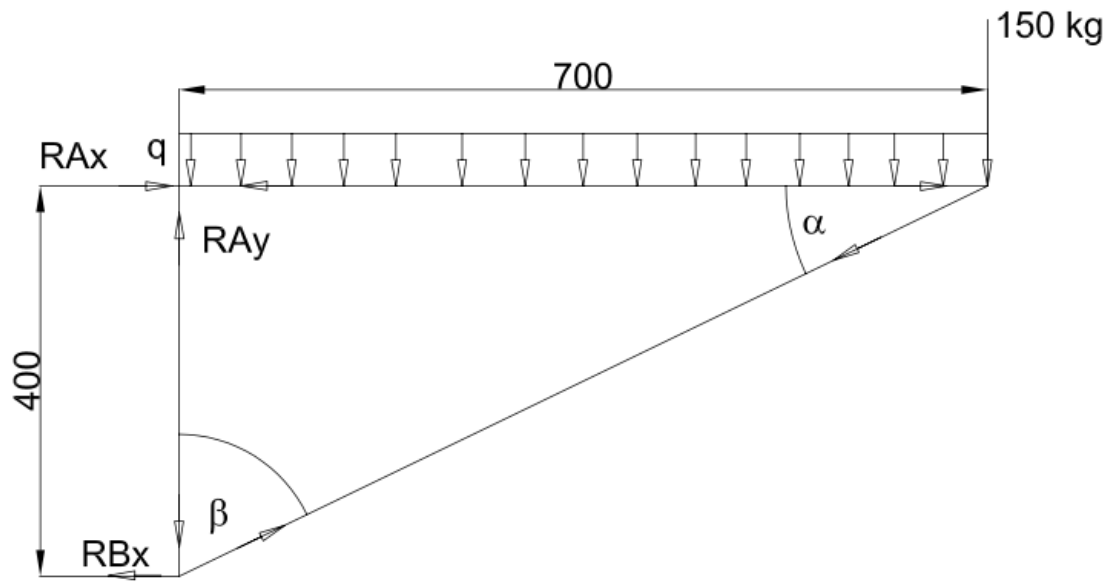
- Caño cuadrado de 80mm x 80mm con espesor de 3.2 mm
- Metal desplegado de 1.25 mm de espesor y un peso de 3.2 kg/m<sup>2</sup>
- Perfil ángulo de 2" x 1/4
- Planchuela de 2" x 1/8

En una charla con personal de compras Jose Muñoz, Jefe de área de mantenimiento Ariel Ponce y Carlos Tassaroli Padre e hijo, se les planteó mi informe y me plantearon la idea de construir las pasarelas desmontables en caso de necesitar sacar y/o colocar un compresor.

Por lo tanto se diseña nueva estructura desmontable tomando las medidas de la sala de compresores:

**2do diseño:**





$$q = 3,2 \frac{kg}{m^2} * 0.7m = 2.24 \frac{kg}{m}$$

$$\alpha = 29.74$$

$$\beta = 60.255$$

$$M_A = \frac{2 * q * l^2}{2} + P * l + q * 8 * (l)^2 + q * 9 * l^2$$

$$3.2 \frac{kg}{m} * (0.7m)^2 + 150kg * 0.7m + 15.86 \frac{kg}{m} * (0.7m)^2 + 9.52 \frac{kg}{m} * (0.7m)^2 =$$

$$M_A = 11853.38kgcm$$

Se eligió un perfil de sección cuadrada del 8 para la estructura fija

$$H = 80mm$$

$$B = 80mm$$

$$t = 6.35mm$$

$$h = 67.3mm$$

$$b = 67.3mm$$

$$G = 15.86 \frac{kg}{m} = 0.01586 \frac{kg}{cm}$$

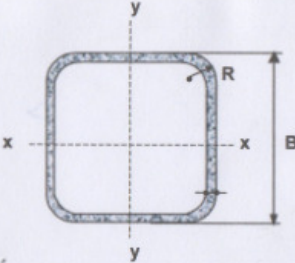
$$J_x = \frac{1}{12} (B * H^3 - b * h^3)$$

$$J_y = \frac{1}{12} (H * B^3 - h * b^3)$$

Se eligió un perfil de sección cuadrada del 9 para la estructura desmontable

$$\begin{aligned}
 H &= 90\text{mm} \\
 B &= 90\text{mm} \\
 t &= 3.2\text{mm} \\
 h &= 83.6\text{mm} \\
 b &= 83.6\text{mm} \\
 G &= 9.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0.01586 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} \\
 J_x &= \frac{1}{12} (B * H^3 - b * h^3) \\
 J_y &= \frac{1}{12} (H * B^3 - h * b^3)
 \end{aligned}$$

Tubos de acero  
Sección  
Cuadrada  
IRAM-IAS  
U 500-218  
U 500-2592



B = Ancho exterior  
t = Espesor de pared  
R = Radio de esquina exterior = 2,00 t  
p = Área exterior por metro lineal  
A = Sección bruta  
g = Peso por metro lineal  
I = Momento de Inercia  
S = Módulo elástico resistente  
r = Radio de giro  
Z = Módulo plástico  
J = Módulo de Torsión  
C = Constante torsional

B	t	p	Ag	g	Ix=Iy	Sx=Sy	rx=ry	Zx=Zy	J	C
[mm]	[mm]	[m <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> ]	[Kg/m]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]
90	2.50	0.35	8.59	6.74	108.50	24.11	3.55	28.01	166.95	38.22
	3.20	0.35	10.85	8.51	134.42	29.87	3.52	35.02	208.17	48.09
	4.00	0.35	13.35	10.48	161.80	35.96	3.48	42.60	252.30	58.92
	4.76	0.34	15.65	12.28	185.67	41.26	3.44	49.39	291.27	68.75
	6.35	0.34	20.21	15.86	229.17	50.93	3.37	62.30	363.45	87.88
100	3.20	0.39	12.13	9.52	187.17	37.43	3.93	43.70	289.03	59.84
	4.00	0.39	14.95	11.73	226.20	45.24	3.89	53.31	351.52	73.48
	4.76	0.38	17.55	13.78	260.58	52.12	3.85	61.98	407.25	85.94

Reglamento CIRSOC 301-EL / 302-EL
- 35 -
Tablas de Perfiles

Se calcularon esfuerzos para el perfil de 80 mm, ya que es el que está sometido a los esfuerzos de pandeo y flexión

$$\begin{aligned}
 H &= 80\text{mm} \\
 B &= 80\text{mm} \\
 t &= 6.35\text{mm} \\
 h &= 67.3\text{mm} \\
 b &= 67.3\text{mm}
 \end{aligned}$$

Se calculó el momento de inercia

$$J = \frac{1}{12} (80\text{mm} * (80\text{mm})^2 - 67.35\text{mm} * (67.35\text{mm})^2) = 229.17\text{cm}^4$$

$$A = 20.21\text{cm}^2$$



$$i = \sqrt{\frac{J}{A}} = \sqrt{\frac{229.17 \text{cm}^2}{20.21 \text{cm}^2}} = 3.37 \text{cm}$$

Se verificó a los esfuerzos de Pandeo

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{70 \text{cm}}{3.37 \text{cm}} = 20.77 < \mathbf{50 \text{ VERIFICA AL PANDEO}}$$

$$W^* = \frac{1}{6 * B} (H * B^3 - h * b^3) =$$

$$W^* = \frac{1}{6 * 8} (8 \text{cm} * (8 \text{cm})^2 - 6.73 \text{cm} * (6.73 \text{cm})^2) = 115.855 \text{cm}^3$$

$$\sigma_T = \frac{M_A}{W^*} = \frac{11853.38 \text{kgcm}}{55.3813 \text{cm}^3} = 102.31 < \mathbf{1200 \frac{kg}{\text{cm}^2} \text{ VERIFICA}}$$



# ***OTRAS TAREAS REALIZADAS***

### 1. TAREAS DE COMPRAS:

Se contacta a hojalateros de la zona para que realicen presupuestos por 3 CHIMENEAS SALIDA radiador de compresores sujeta a techo de sala de compresores, reutilizando 1 chimenea realizada por personal de mantenimiento. (medidas: 105cmx87, 5cm x92cm).

Además, dichas chimeneas deben contar con puertas para un fácil acceso del operario para realizar un mantenimiento en los radiadores. (medidas: 45cmx45cm)

Dentro del presupuesto se tiene que realizar agujero con soporte porta sombrero para posible extractor de aire (medida: diámetro de 40cm).

Luego contacté a metalúrgicos de la zona para que me pacen presupuestos de: Articulación de puertas de sala de compresores para que las mismas al abrirlas no toquen barandas ya que tienen un largo de 1,4m.

Pasarela con baranda alrededor de la sala de compresores.

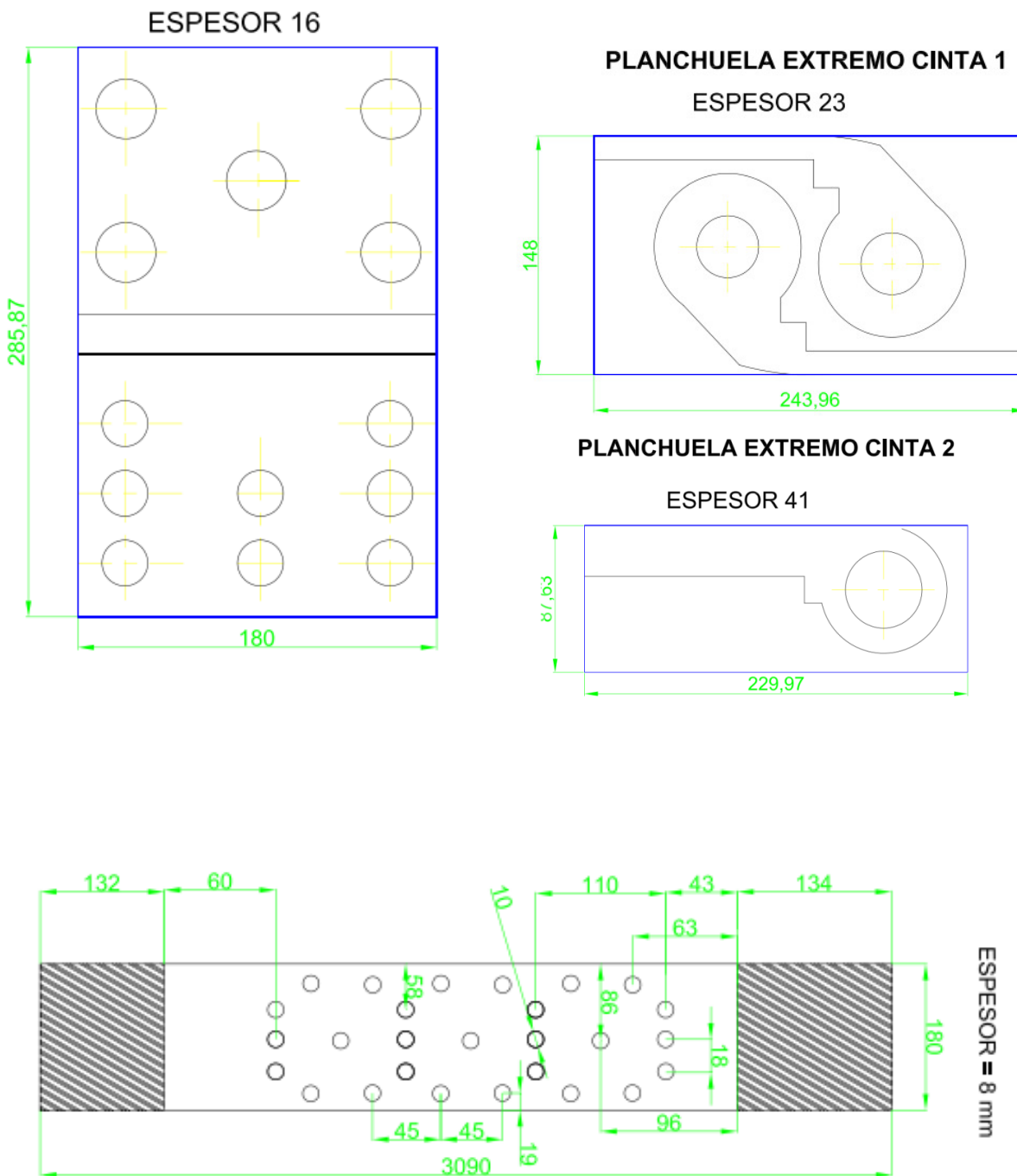
Levantar el techo 50 cm para aumentar el tiro de las chimeneas y lograr que el calor que salga no entre de nuevo

### 2. FABRICACIÓN DE SUNCHO DE FRENO DE RETOPADORA SMERAL

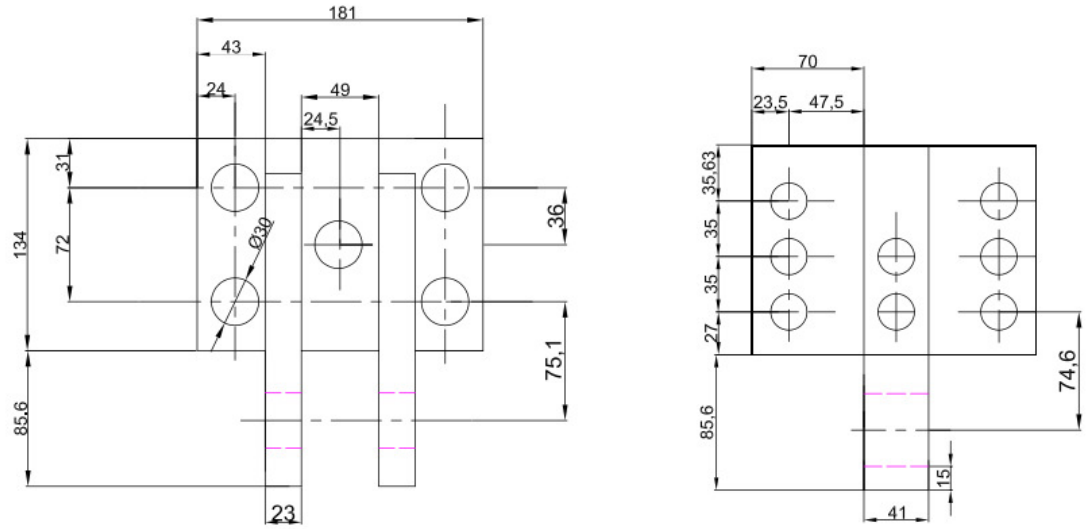
Se realiza el proceso de fabricación del Suncho de freno de Retopadora Smeral



- a) El primer paso a seguir fue el de realizar relevamiento de la pieza dibujándolo en Autocad

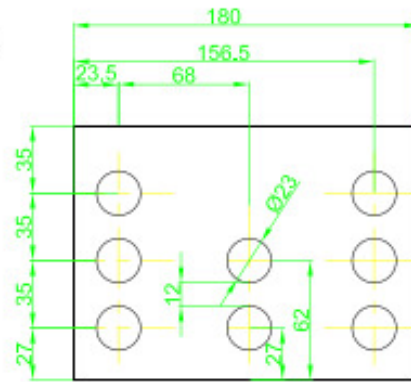


**PLANCHUELA EXTREMO CINTA**



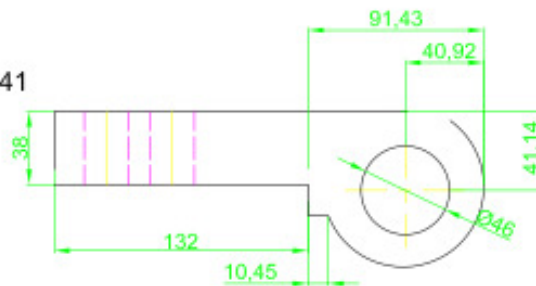
**PLANCHUELA EXTREMO CINTA 2**

ESPESOR 16



**PLANCHUELA EXTREMO CINTA 2**

ESPESOR 41



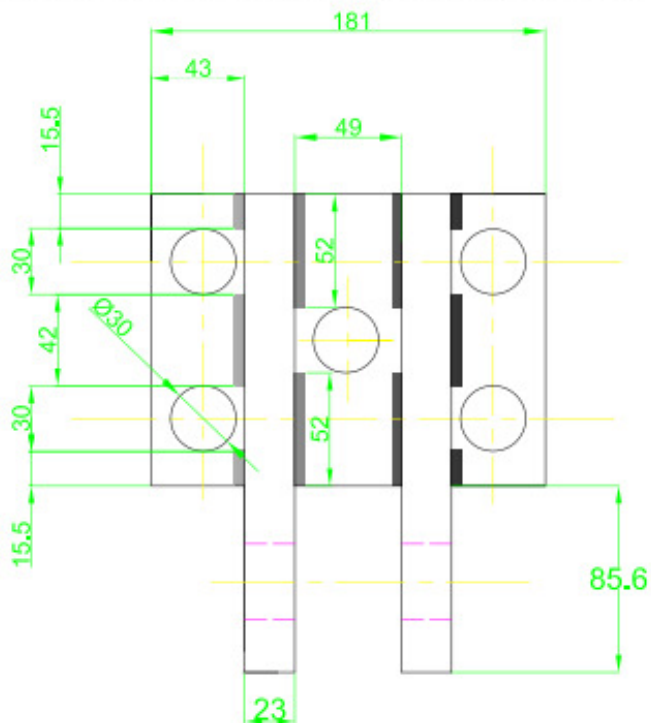
b) Según planos de piezas se lo convierte a un programa ( Gcode 95t) para el pantógrafo

- c) Se carga el programa al pantógrafo, el cual realiza el corte de las piezas
- d) Al mismo tiempo se corta suncho, se traza, se realizan los agujeros correspondientes y se rola

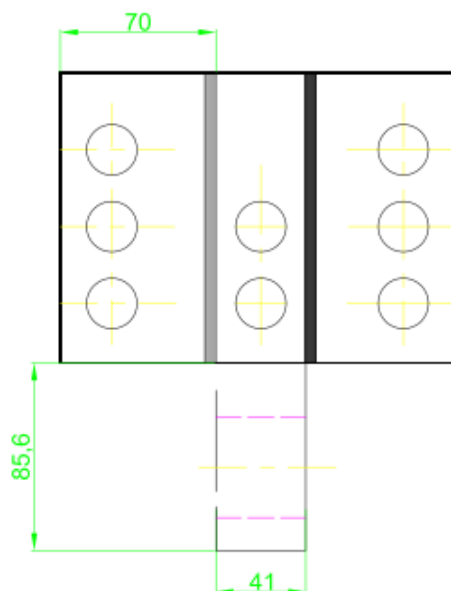


- e) Se realiza plano en autocad del conjunto armado para el operario que se encarga de soldar las piezas y mecanizarlas

**PLANCHUELA EXTREMO CINTA 1 para SOLDAR**



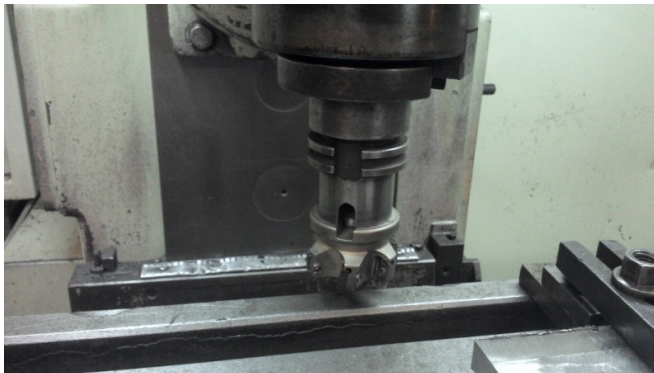
**PLANCHUELA EXTREMO CINTA 2 para SOLDAR**



f) Se sueldan las piezas



- g) Se realiza mecanizados de las planchuelas: se lo traza en las planchuelas y con mecha de agujerear se realiza agujero y se agranda diámetros con alesado usando una fresa.







- h) Se suelda planchuelas a suncho de freno y se verifica con tintas penetrantes



- i) Se lleva a encintar y remachar cinta a suncho de freno



- j) se coloca cinta de freno en máquina y se comprueba correcto funcionamiento

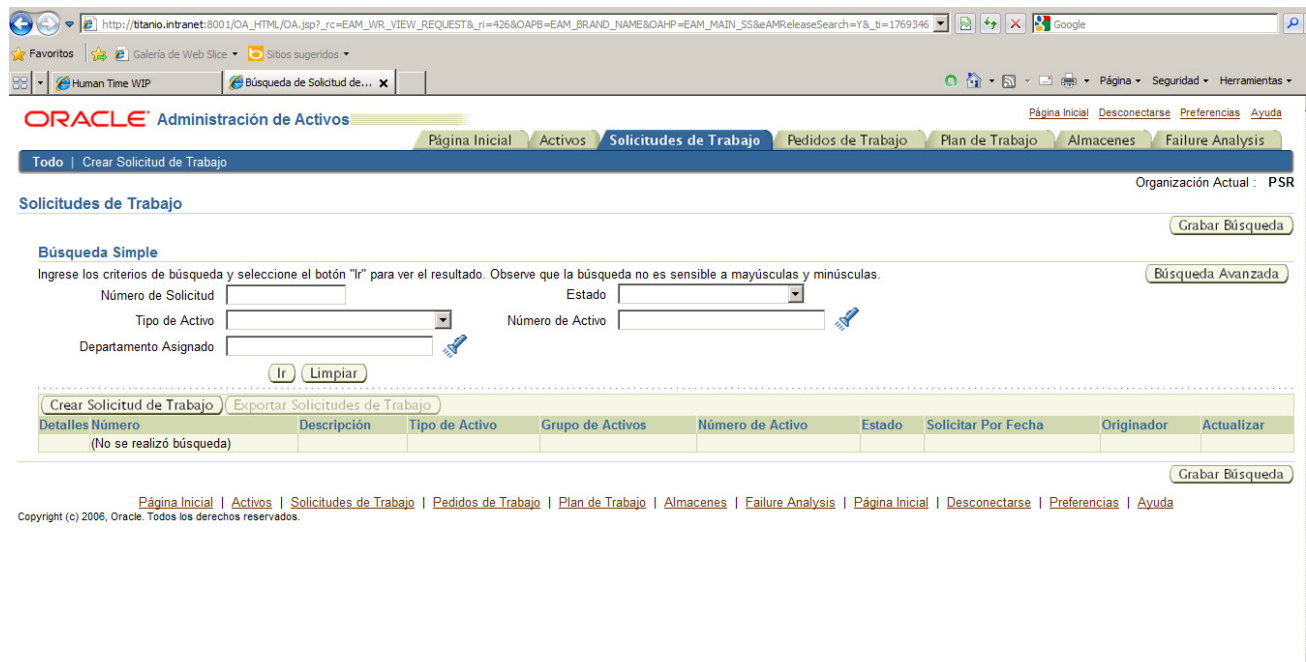


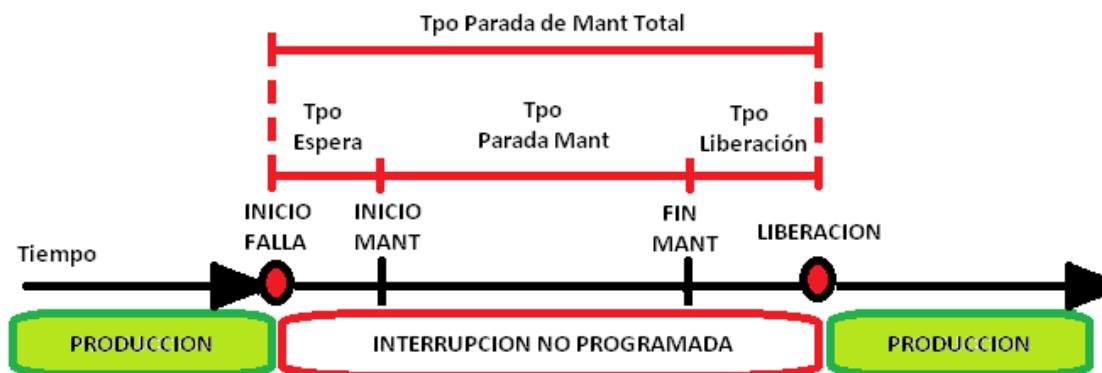
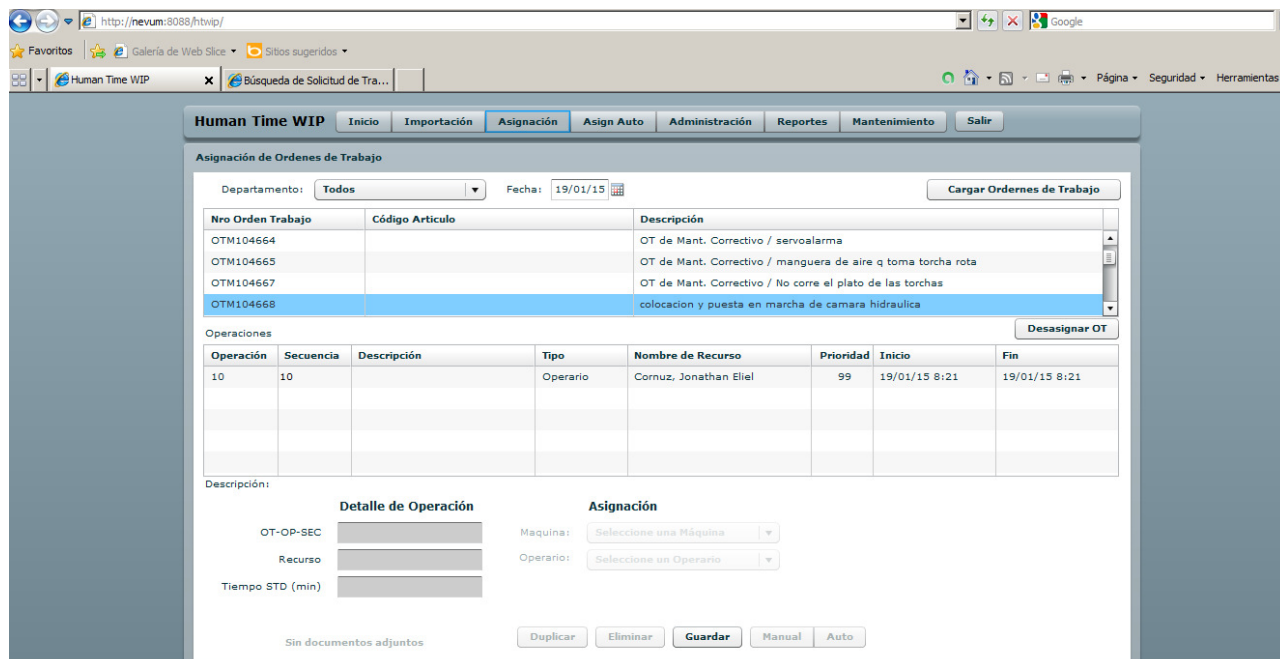
**3. OTM (ORDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO)**

Se realizaron OTM para personal de mantenimiento para poder trabajar en las maquinas liberadas y poder trabajar en ellas. Una vez terminado su trabajo dicho personal se arrima al quiosco y dan la finalización de la reparación



llenando un informe denominado PAC (Problema, Acción, Causa).





### DEFINICIONES

**Tpo OT cliente + Tpo OT ext =** Representa la sumatoria, en hs, de todas las Ordenes de Trabajo (OT) que se han marcado para cada recurso en particular en un intervalo de tiempo determinado, sin considerar las Ordenes de Trabajo de mantenimiento (OTM)

**Tpo Parada de Maquina Total =** Representa la duración total, en hs, de todas las interrupciones no programadas que ocurrieron durante un intervalo de tiempo determinado para cada recurso en particular. El tiempo se considera desde que el

operario declara la máquina rota hasta que el mismo, luego de verificar su normal funcionamiento la libera.

**Tpo Espera + Tpo parada por Mant** = Representa el tiempo total de servicio de mantenimiento. Considera el tiempo que se demora mantenimiento en llegar a la máquina en falla (tiempo de espera) y el tiempo total de la reparación, sin considerar el tiempo de prueba (liberación) que realiza el operario antes de su liberación definitiva.

**Tpo de Aplicación de Mant.=** Representa la suma, en hs, del tiempo de servicio de cada uno de los técnicos que intervinieron durante las interrupciones no programadas que ocurrieron durante un intervalo de tiempo determinado para cada recurso en particular.

**Cantidad de Correctivos =** Representa la cantidad de interrupciones no programadas que ocurrieron durante un intervalo de tiempo determinado para cada recurso en particular.

**Capacidad =** Representa la suma, en hs, del tiempo total que dicho recurso debería haber producido durante un intervalo de tiempo determinado.

**% Indisponibilidad Mant =** Representa el porcentaje de tiempo inactivo utilizado solo por Mantenimiento en las reparaciones imprevistas, con relación a su capacidad. Se define como la suma de los tiempos de Espera y Tiempo de parada por Mantenimiento sobre la capacidad de cada recurso

**MTBF (tiempo medio entre fallas) =** Representa, en hs, la suma de los tiempos transcurridos entre dos fallas consecutivas en un determinado tiempo para un recurso en cuestión.

**MTTR (tiempo de reparación entre fallas) =** Representa, en hs, la suma de los tiempos transcurridos para reparar los imprevistos ocurridos durante un intervalo de tiempo determinado para un recurso en cuestión.

#### **4. PLAN MENSUAL DE REPARACIONES PROGRAMADAS**

Se llevó a cabo plan mensual de reparaciones programadas. Armando en detalle un procedimiento de las máquinas a parar y las tareas que se van a realizar armándolo con sus respectivas OTM

Los pasos que se siguen son:

- a) Se arma la planificación programada de las maquinas a realizar el mantenimiento

TASSAROLI		PLAN MENSUAL DE REPARACIONES PROGRAMADAS																													
		MES/AÑO NOVIEMBRE 2014																													
MAQUINAS	TURNOS	DIAS																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	HS	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
ROMI G15	06 hs/día 01 al 06 hs/día 03	48																													
HAAS	06 hs/día 05 al 06 hs/día 07	48																													
WECHECO	06 hs/día 09 al 06 hs/día 11	48																													
VIRADOR GD	06 hs/día 12 al 06 hs/día 14	48																													
PUENTE GRUA CALD	06 hs/día 03 al 06 hs/día 05	48																													
FEMCO HL35	06 hs/día 14 al 06 hs/día 15	24																													
SENSITIVA TUBING	06 hs/día 03 al 06 hs/día 06	72																													
OKUMA	06 hs/día 18 al 06 hs/día 20	48																													
ARC SUMERGIDO	06 hs/día 24 al 06 hs/día 26	48																													
S. GRANALLADO	06 hs/día 20 al 06 hs/día 22	48																													
FEMCO GD	06 hs/día 26 al 06 hs/día 27	24																													
KAFO 137	06 hs/día 27 al 06 hs/día 28	24																													
KAFO 1400	06 hs/día 28 al 06 hs/día 29	24																													

- b) Por cada programada de cada máquina se arma en detalle las tareas a realizar y se arma su respectiva OTM (Orden de Trabajo de Mantenimiento).

Pedido de trabajo	Tareas a realizar	Responsable	hs Requeridas
OTM81039	Limpieza de fuente de maquina de soldar	ALCAYA	4 HS
OTM79360	Reparar y relevar potenciometro en cabezal de arco sumergido y revisar llave conmutadora	ALCAYA	3 HS
OTM81040	Asegurar mediante precintos el fetón de carro-tolva	SALVADOR	1 HS
OTM80504	Reparar y evitar que se enganche el fetón	SALVADOR	4 HS
OTM81041	Reparar cable caido en fetón de virador grande	SALVADOR	1 HS
OTM81042	Aislar cable de motor 24 V CC	SALVADOR	3 HS
OTM81043	Limpieza de polvillo en controlador de arco (tablero)	ALCAYA	2 HS

- c) Se realiza un procedimiento de mantenimiento por cada tarea que necesite aclaración.

**Parada programada Arco Sumergido– 24/11/2014**

Instructivo para realizar limpieza de fuente de máquina de soldar

1. Retirar chapas laterales
2. Sopletear con aire comprimido el interior de la fuente

3. Armar chapas laterales
  4. Retirar panel frontal
  5. Sopletear con aire comprimido suave placas y componentes electrónica
  6. Rearmar
- d) A fin de mes se presenta un informe el cual se evalúa en reunión.



**Plan Mensual de Reparaciones Programadas**


MES/AÑO: NOVIEMBRE 2014

Máquinas	Turno	Horario	Fecha	Estado	Fecha reprog.	Nº tareas prop.	Nº Tareas real.	Comentarios	Causas de tareas no realizadas
ARC. SUMERGIDO	M-T-N	06 hs/ día 24 a las 06 hs/ día 26	24 y 25 de Noviembre 2014	Suspendida	14 hs/ día 25 a las 12 hs/ día 26	7		No se realizó la parada debido a falta de disponibilidad de recursos de mantenimiento	
S. GRANALLADO	M-T-N	06 hs/ día 21 a las 06 hs/ día 23	22 y 23 de Noviembre 2014	Suspendida	06 hs/ día 23 a las 06 hs/ día 24	11		No se entregó maquina por carga de producción	
FEMCO GD	M-T-N	06 hs/ día 26 a las 06 hs/ día 27	26 de Noviembre 2014	Suspendida		4		No se entregó maquina por carga de producción	
KAFO 137	M-T-N	06 hs/ día 27 a las 06 hs/ día 28	27 de Noviembre 2014	Suspendida		2		No se entregó maquina por carga de producción	
KAFO 1400	M-T-N	06 hs/ día 28 a las 06 hs/ día 29	28 de Noviembre 2014	Completa tiempo ok		6	6		

**5. REPARACIONES AUTÓNOMAS**

Se siguió con el procedimiento de Reparaciones autónomas.

Cada nave tiene una cantidad de máquinas, a esas máquinas se les realiza un mantenimiento autónomo el cual el operario a cargo le deberá realizar el mantenimiento correspondiente a cada día.

		PLANILLA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO AUTÓNOMO													Año: 2014 Rev.: 00 fecha:														
MÁQUINA: RETOPADORA ESMERAL (GRANDE)		CODIGO: 305-224										SECTOR: FORJA																	
TAREA A REALIZAR	FREC.	MES: DICIEMBRE																											
		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	
		1	2	3	4	5	8	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30						
Control del cobertor de cable de balanceador	x5																												
Limpeza del sector de trabajo	x5																												
Control de nivel de grasa	x5																												
Control de unidad FRL	x5																												
Control de funcionamiento de dispositivos de seguridad	x23																												
Completar con: N° de legajo si se realizo la tarea. - P si la máquina no trabajo. - M si la máquina esta parada por mantenimiento.																													
Observaciones:		Firma del Supervisor:																											

Formato PQ-011/F05 - Rev.01 de 31/08/07

**6. RELEVAMIENTO A MANO ALZADA**

Se realizaron relevamientos a mano alzada de diferentes piezas de máquinas en la parada Extraordinaria (REX).

**7. GESTIÓN DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO**

Además de gestión de personal de mantenimiento. En el momento en que aparece problemas en máquinas, o el operario la marca como parada de máquina, se envía a personal de mantenimiento especializado en el tema, de acuerdo a la falla si es mecánica o eléctrica.