



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

REACONDICIONAMIENTO Y AUTOMATIZACIÓN DE INCINERADOR REFRACTARIO, PARA EL TRATAMIENTO DE DESECHOS PELIGROSOS PARA LA EMPRESA ECOAMBIENTAL ANDINA S.A

CRISTIAN GARCÍA RAMOS

SEPTIEMBRE 2018

Incinerador PennRam PHCA-375E-15-16



Objetivos

► *Objetivo general*

- Reacondicionar y automatizar el incinerador refractario, para el tratamiento de desechos peligrosos para la empresa EcoAmbiental Andina Cía. LTDA.

► *Objetivos específicos*

- Realizar el análisis (ingeniería inversa) que determine el proceso principal y los subprocesos del incinerador relacionados en conjunto de la parte mecánica y electrónica del mismo.
- Determinar componentes dentro de los subprocesos para su respectiva adquisición, implementación o diseño para que sean añadidos tomando en consideración las recomendaciones del fabricante.
- Desarrollar e implementar un plan de mantenimiento para el incinerador.
- Realizar pruebas y calibración de la máquina.

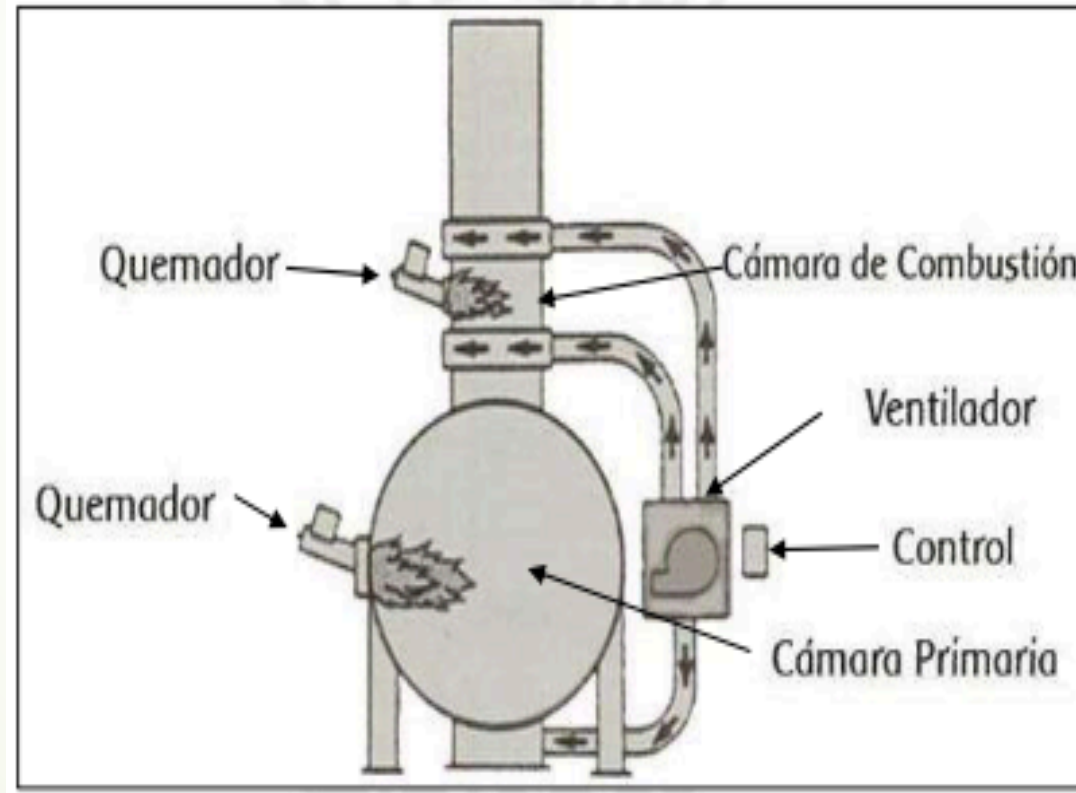
Generalidades

- Residuos peligrosos
- Tratamiento de residuos
- Incineración

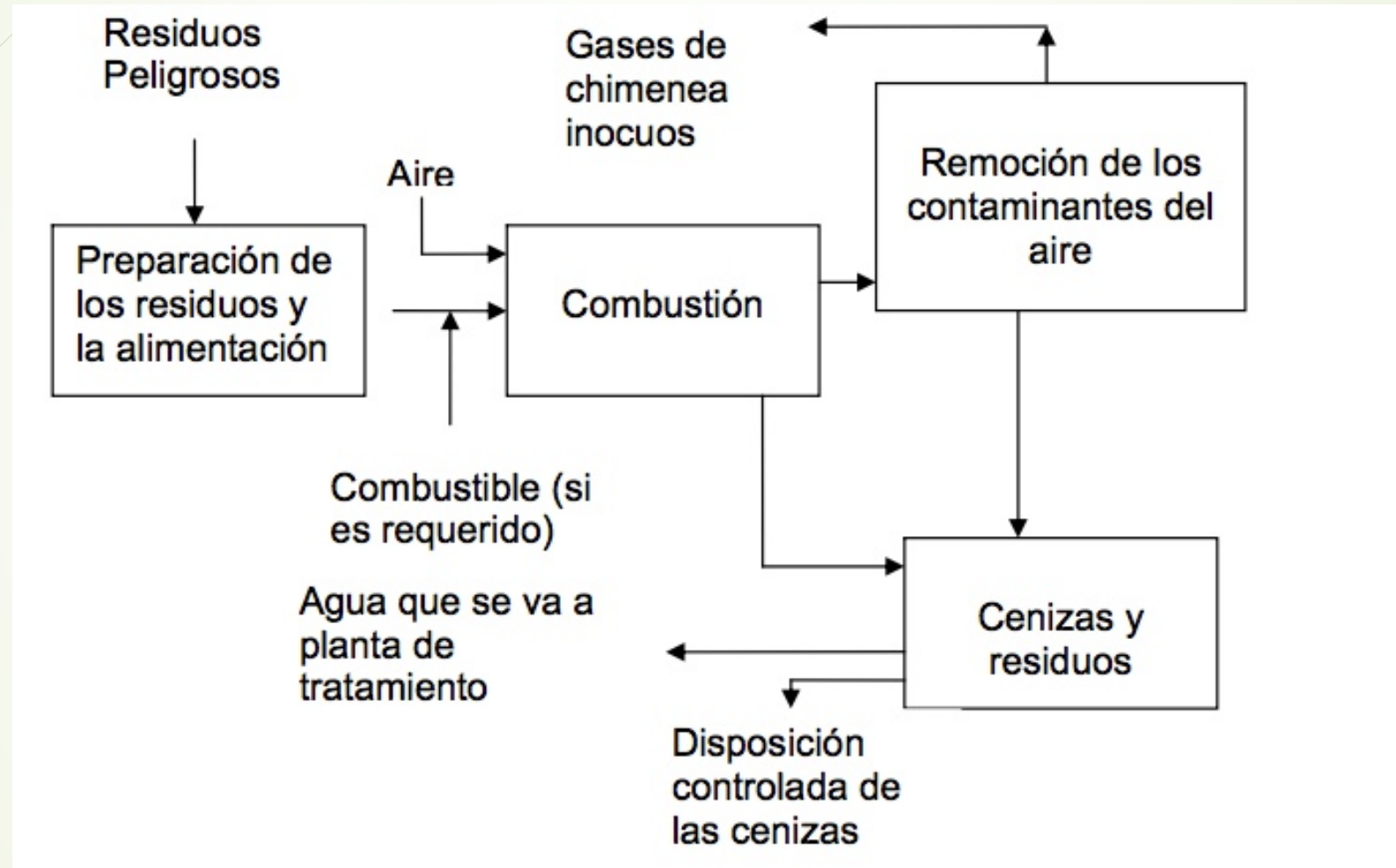


Incinerador de aire controlado

- Primaria: 540 y 980 grados centígrados
- Secundaria: 980 y 1200 grados centígrados

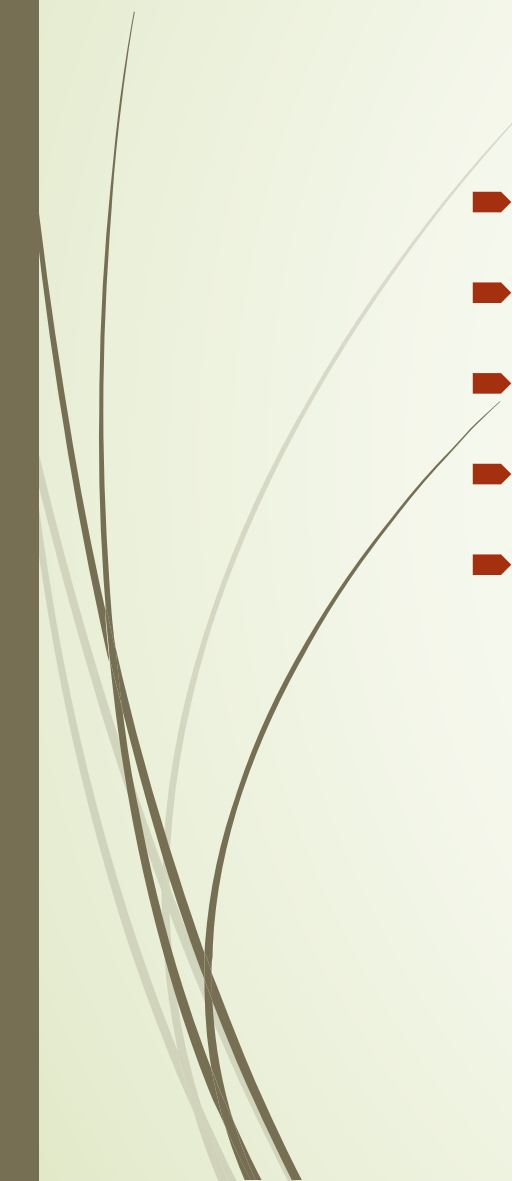


Sistema de un incinerador





Subsistemas Planteados

- Alimentación de residuos
 - Incineración de residuos
 - Remoción de cenizas
 - Recuperación de energía
 - Remoción de los contaminantes del aire
- 

Planta Incineradora



ALIMENTADOR
HIDRÁULICO

CÁMARA DE
COMBUSTIÓN
PRIMARIA

CÁMARA DE
COMBUSTIÓN
SECUNDARIA

CHIMENEA 1:
BYPASS DE
EMERGENCIA

CALDERO
RECUPERADOR
DE CALOR -
ENFRIADOR

LAVADOR DE
GASES

CHIMENEA 2:
SALIDA DE
GASES

EXTRACTOR DE
CENIZA

Ingeniería inversa

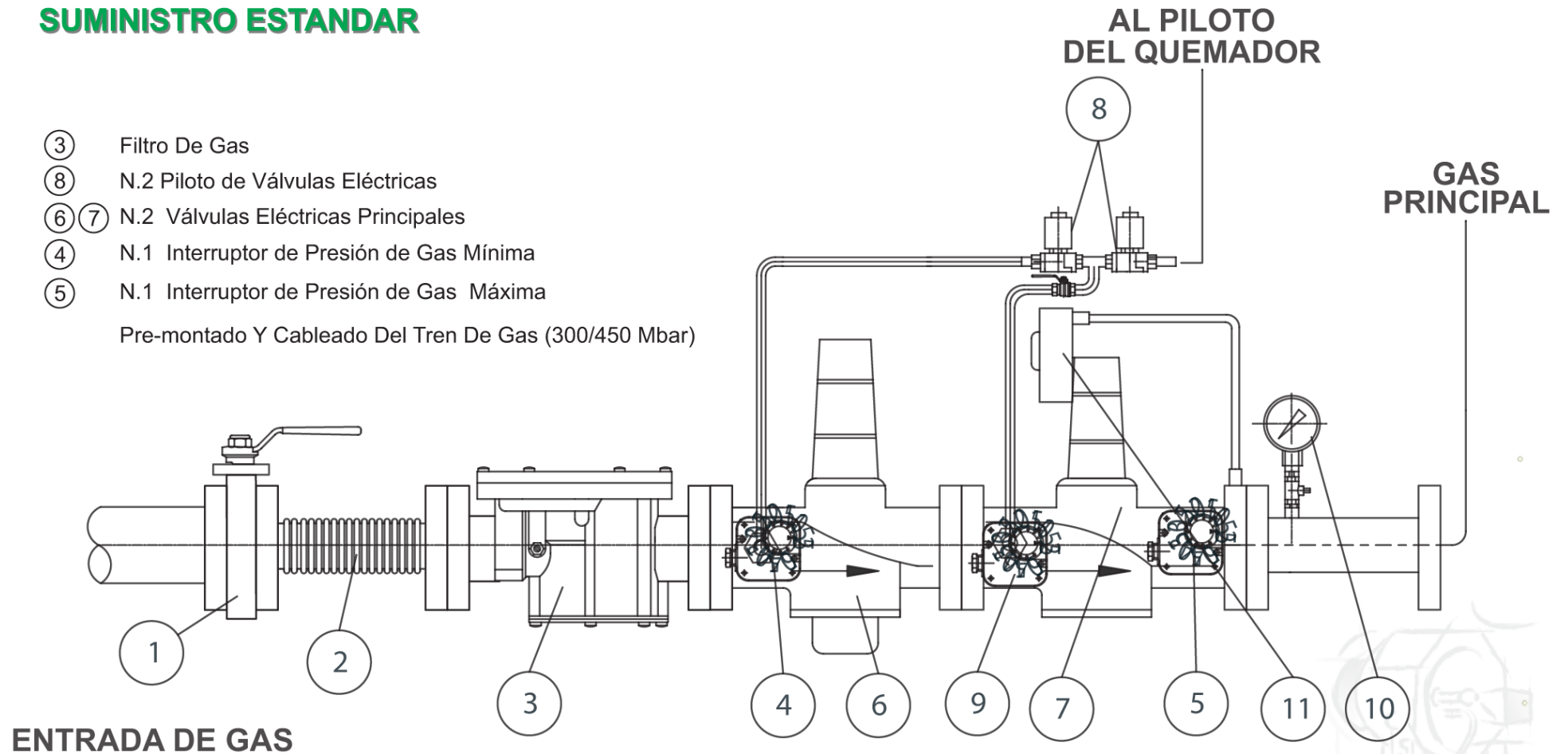
► Sistema Hidráulico



► Tren de combustión

SUMINISTRO ESTANDAR

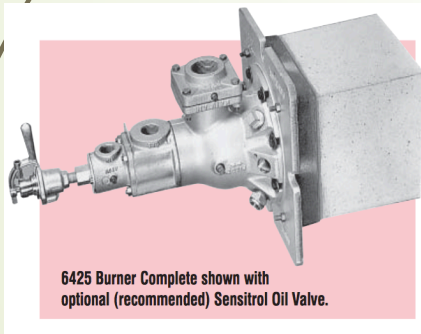
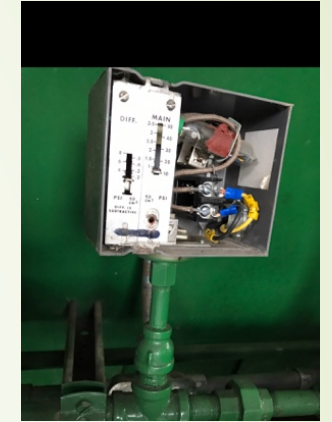
- ③ Filtro De Gas
 - ⑧ N.2 Piloto de Válvulas Eléctricas
 - ⑥ ⑦ N.2 Válvulas Eléctricas Principales
 - ④ N.1 Interruptor de Presión de Gas Mínima
 - ⑤ N.1 Interruptor de Presión de Gas Máxima
- Pre-montado Y Cableado Del Tren De Gas (300/450 Mbar)



Accesorios

- ⑩ Válvula de Gas con Manómetro
- ② Junta antivibración
- ① Válvula Manual
- ⑨ Control de Fugas
- ⑪ Grupo estabilizador de Presión

➤ Cámara de combustión primaria



6425 Burner Complete shown with optional (recommended) Sensitrol Oil Valve.





➤ Requerimientos Cámara de combustión primaria

- Bajas temperaturas, 705 a 815 °C
- Combustión incompleta
- Volatilizar la fracción orgánica
- Escases de oxígeno

➤ Cámara de combustión secundaria

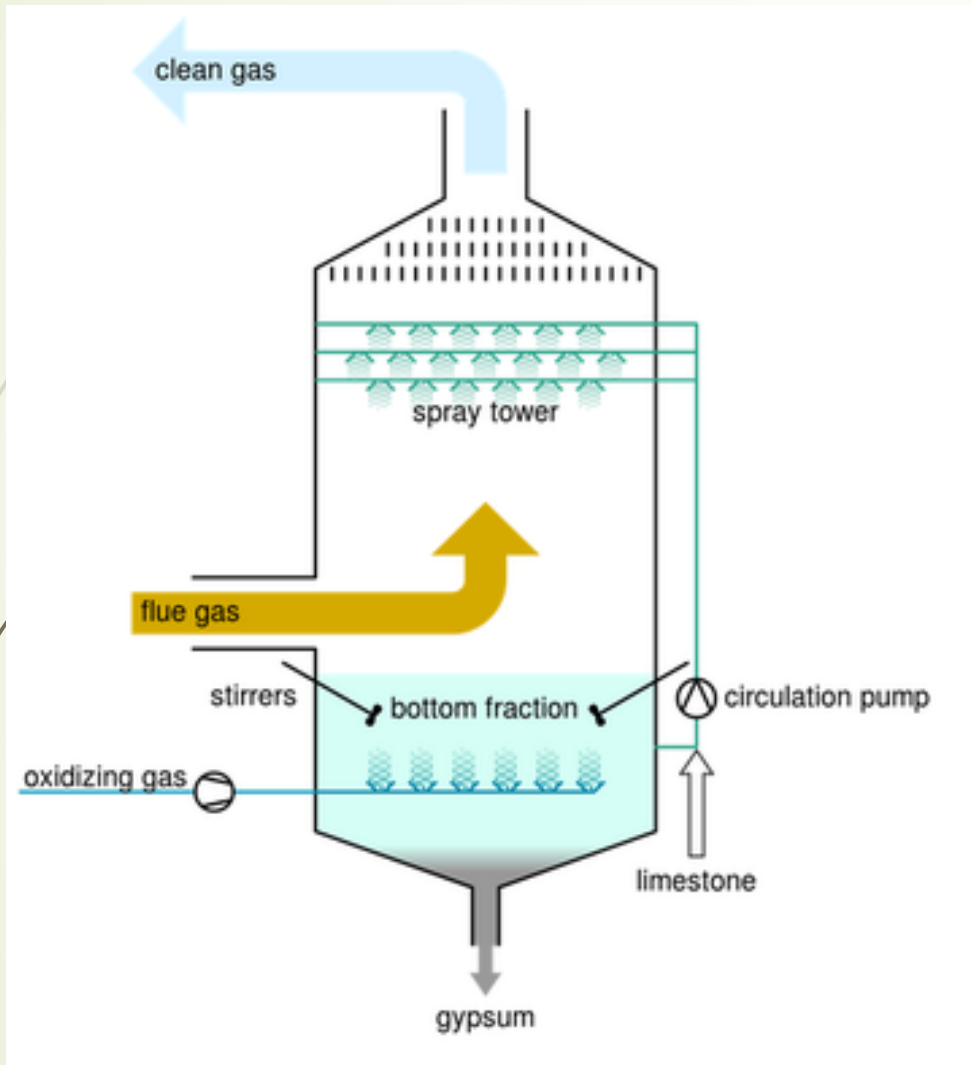


- Combustión completa
- Temperaturas de 980 a 1200 °C
- Oxidación completa de la parte orgánica
- Tiempo de retención de 2-3 segundos

► Sistema de transporte de ceniza

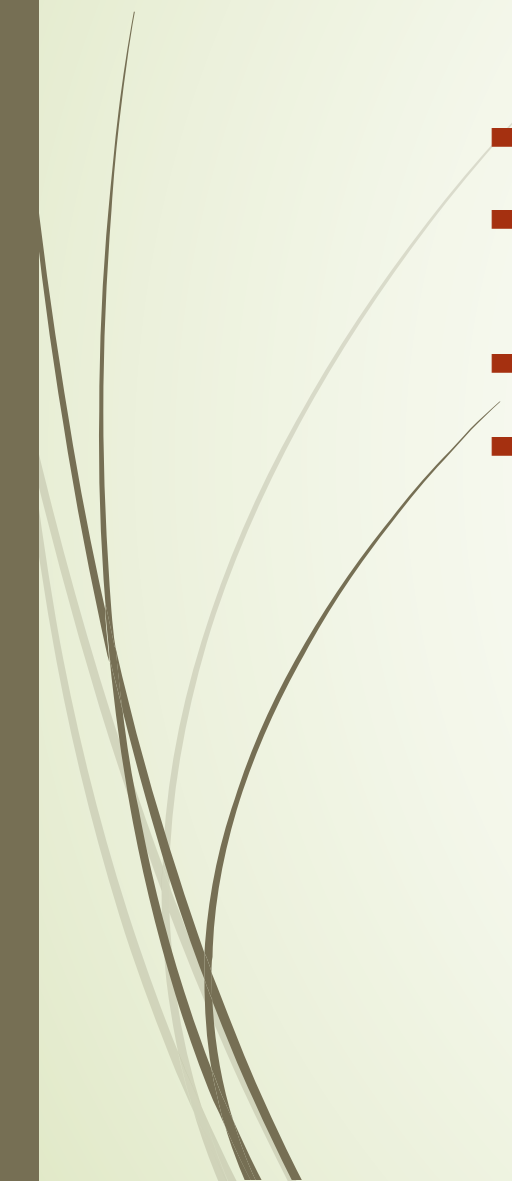


► Lavador de gases- Scrubber






➤ Requerimientos de gases- Scrubber

- Se forman óxidos de nitrógeno
 - Entalpía del apagado, apagado adiabático enfriando los gases directamente con pulverizadores de agua.
 - Se debe mantener el pH en un margen de 7
 - Temperatura de expulsión de los gases no mayor a 230 °C
- 



Elementos Faltantes

- Matrimonio bomba-motor hidráulico
 - Soplador para la cámara primaria
 - Bomba de combustible
- 

Datos técnicos pistones marca Sheffer

FUNCIÓN	MODELO	SERIE	ESTADO	DIAMETRO	PRESIÓN DE OPERACIÓN MÁXIMA	CARRERA
				in	psi	in
TAPA DEL RECEPTOR	2MHTRI5CRK	1614478	EN OPERACIÓN - REQUIERE MANTENIMIENTO	2	1400	15
CARGADOR HIDRAULICO	2MHTF46K	1614474		2	1400	46
	2MHTF46K	1614475		2	1400	46
PUERTA DE FUEGO	21/2MHT32K	1614472		2,5	900	32
	21/2MHT32K	1614473		2,5	900	32
PISTON CENIZA INFERIOR	31/4MHSL54AK	1614480		3,25	1400	54
PISTON CENIZA SUPERIOR	31/4MHSL48AK	1614479		3,25	1400	48
COMPUERTA DE LA CAMARA	31/4MHSL47AKVY	1614477		3,25	1400	47

Cálculo bomba hidráulica

Para el calculo se tomara en cuenta como ejemplo la tapa del receptor

$$v = \frac{l}{t}$$

Donde:

- ▶ v : Velocidad de salida y retorno del pistón = $2.54 \frac{cm}{s}$
- ▶ l : Carrera máxima del pistón = 15 in = 38.1 cm
- ▶ t : Tiempo necesario = 15s

Función	Velocidad
	cm/s
TAPA DEL RECEPTOR	2,54
CARGADOR HIDRAULICO	7,79
	7,79
PUERTA DE FUEGO	5,42
	5,42
PISTON CENIZA INFERIOR	9,14
PISTON CENIZA SUPERIOR	8,13
COMPUERTA DE LA CAMARA	7,96

El caudal requerido de fluido hidráulico para que el embolo recorra toda la carrera será:

$$Q = v \times A$$

Donde:

- Q : Caudal de fluido hidráulico = $51.48 \frac{cm^3}{s} = 3.09 \frac{litros}{min}$
- v : Velocidad de salida y retorno del pistón = $2.54 \frac{cm}{s}$
- A : Área interna del pistón = $3.14 in^2 = 20.27 cm^2$

Función	Caudal
	l/min
TAPA DEL RECEPTOR	3,09
CARGADOR HIDRAULICO	9,47
	9,47
PUERTA DE FUEGO	10,30
	10,30
PISTON CENIZA INFERIOR	29,36
PISTON CENIZA SUPERIOR	26,10
COMPUERTA DE LA CAMARA	25,56

La fuerza necesaria para que el pistón levante la carga dispuesta será:

$$F = m \times g$$

Donde:

- F : Fuerza requerida = 2940 N
- m : Carga a levantar = 300 Kg
- g : Gravedad = 9.8

Función	Carga
	Kg
TAPA DEL RECEPTOR	300
CARGADOR HIDRAULICO	100
	100
PUERTA DE FUEGO	150
	150
PISTON CENIZA INFERIOR	300
PISTON CENIZA SUPERIOR	300
COMPUERTA DE LA CAMARA	300

Función	Fuerza
	N
TAPA DEL RECEPTOR	2940
CARGADOR HIDRAULICO	980
	980
PUERTA DE FUEGO	1470
	1470
PISTON CENIZA INFERIOR	2940
PISTON CENIZA SUPERIOR	2940
COMPUERTA DE LA CAMARA	2940

Por último, se calculará la presión de cada pistón:

$$P = \frac{F}{A}$$

Donde:

- ▶ P : Presión de operación = 5.76 MPa = 841.53 psi
- ▶ F : Fuerza requerida = 2940 N
- ▶ A : Área de contacto del pistón con la carga = $5.1 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

Función	Presión
	psi
TAPA DEL RECEPTOR	841,53
CARGADOR HIDRAULICO	280,51
	280,51
PUERTA DE FUEGO	420,77
	420,77
PISTON CENIZA INFERIOR	841,53
PISTON CENIZA SUPERIOR	841,53
COMPUERTA DE LA CAMARA	841,53

Por lo tanto, se considera una presión máxima de 1000 psi y dada la secuencia de activación de los pistones un caudal máximo de $40 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$ para calcular la potencia del motor.

$$\text{Potencia} = \frac{P \times Q}{\eta}$$

Donde:

- ▶ P : Potencia requerida = 5.11 KW = 6.84 HP
- ▶ P : Presión de operación = 1000 psi = 68.95 BAR
- ▶ Q : Caudal = $40 \frac{\text{litros}}{\text{min}}$
- ▶ η : Eficiencia = 0.9

Para finalizar el dimensionamiento hidráulico se adquirirá el matrimonio motor-bomba con una potencia de 10HP y una presión de 1000 psi

Bomba hidráulica seleccionada



Línea del producto	: W22 Monofásico	Código del producto :	13797314
Carcasa	: 132M	Tiempo de rotor bloqueado	: 10s (frío) 6s (caliente)
Potencia	: 7.5 kW (10 HP-cv)	Elevación de temperatura	: 105 K
Polos	: 4	Régimen de servicio	: S1
Frecuencia	: 60 Hz	Temperatura ambiente	: -20°C hasta +40°C
Tensión nominal	: 220/440 V	Altitud	: 1000 m
Corriente nominal	: 41.6/20.8 A	Grado de protección	: IP55
Corriente de arranque	: 279/139 A	Método de refrigeración	: IC411 - TFVE
Ip/In	: 6.7	Forma constructiva	: B3D
Corriente en vacío	: 8.80/4.40 A	Sentido de giro ¹	: Ambos
Rotación nominal	: 1730 rpm	Nivel de ruido ²	: 63.0 dB(A)
Resbalamiento	: 3.89 %	Método de Arranque	: Partida directa
Torque nominal	: 30.6 ft.lb	Masa aproximada ³	: 192 lb
Torque de arranque	: 260 %		
Torque máximo	: 240 %		
Clase de aislamiento	: F		
Factor de servicio	: 1.15		
Momento de inercia (J)	: 1.15 sq.ft.lb		
Potencia	50%	75%	100%
Rendimiento (%)	78.0	82.0	84.5
Cos ?	0.94	0.96	0.97
		Delantero	Trasero
Tipo de cojinete	:	6308 ZZ	6206 ZZ
Sello	:	V'Ring	V'Ring
Intervalo de lubricación	:	-	-
Cantidad de lubricante	:	-	-
Tipo de lubricante	:	Mobil Polyrex EM	
Notas			

Cálculo soplador de la cámara primaria

Se prepara una mezcla de residuos peligrosos con una composición equivalente a:

Porcentaje de humedad del 32.2%(772.8Kg)

Residuos secos 67.8% (1627.2Kg)

Residuos que no se pueden combustionar 7.42%(178.08Kg)

Masa volátil 1449.12 Kg

Energía liberada:

$$Q_{liberado} = P_{cal} * M_{res}$$

Donde:

- $Q_{liberado}$: Calor liberado tras la combustión = 3216.79 GJ
- P_{cal} : Poder calorífico del residuo = 13403.3 KJ/Kg
- M_{res} : Masa del residuo =2400 Kg



Luego, las masas de gas y agua liberadas tras la combustión:

$$M_{gas} = f_{gas} * Q_{liberado}$$

Donde:

- M_{gas} : Masa de gas liberado = 3216.79 Kg
- f_{gas} : Factor de emisión de gas, (Brunner, 1998) = 0.1 Kg/MJ

$$M_{agua} = f_{agua} * Q_{liberado}$$

Donde:

- M_{agua} : Masa de agua liberada = 6433.58 Kg
- f_{agua} : Factor de emisión de agua, (Brunner, 1998) = 0.2 Kg/MJ

$$M_{prod} = M_{agua} + M_{gas} = 9650.38 Kg$$

Cantidad de aire que requiere el residuo para arder de manera estequiométrica:

$$M_{ae} = M_{prod} - M_{volatil}$$

Donde:

- ▶ M_{ae} : Masa de aire para combustión estequiométrica = 8201.26 Kg
- ▶ M_{prod} : Masa de productos de combustión = 9650.38 Kg
- ▶ $M_{volatil}$: Masa volátil = 1449.12 Kg

Aire empobrecido: 4920.75Kg

- ▶ Las fases líquidas no contienen gases disueltos
- ▶ La fase gaseosa puede considerarse como una mezcla de gases ideales
- ▶ El equilibrio entre la fase de condensado y la fase de vapor es independiente de la mezcla gaseosa.

Condiciones ambientales de San Sebastián del coca la cual se encuentra ubicada a 254 msnm obteniendo una presión de 1010,90 mBar, una humedad relativa de 94% y una temperatura ambiente de 28°C

Presión para el vapor saturado, 3.78kPa.

$$P_v = P_{vsat} \phi$$

Donde:

- P_v : Presión de vapor = 3.55 kPa
- P_{vsat} : Presión de saturación del vapor a la presión atmosférica = 3.78 kPa
- ϕ : Humedad relativa = 94%
- P_{as} : Presión de aire seco = 97.55 kPa
- X : Humedad absoluta = $0.02 \frac{\text{Kg agua}}{\text{Kg de aire seco}}$ (Ley de Dalton, $T < 65^\circ\text{C}$)

La masa de aire seco que ingresa y la masa de humedad aportada por este aire ingresante será:

$$M_{\text{humedad aire}} + M_{\text{aire seco}} = M_{\text{aire en 1}}$$

$$M_{\text{aire seco}} * X + M_{\text{aire seco}} = M_{\text{aire en 1}}$$

$$M_{\text{aire seco}} = \frac{M_{\text{aire en 1}}}{X + 1}$$

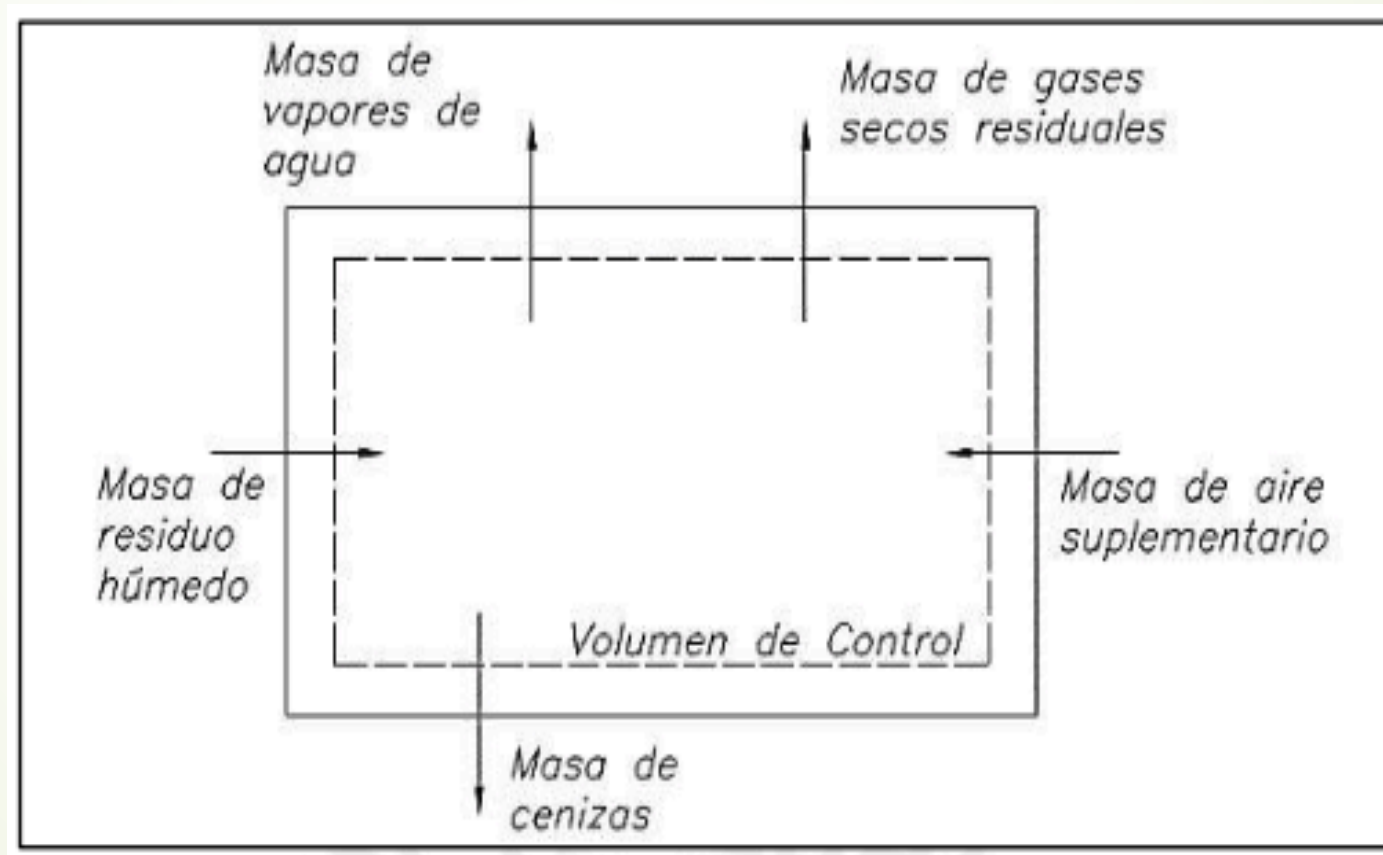
$$M_{\text{humedad aire}} = M_{\text{aire seco}} * X$$

Donde:

- $M_{\text{aire en 1}}$: Masa de aire total = 4920.75 Kg
- $M_{\text{aire seco}}$: Masa de aire seco ingresante = 4847.08 Kg
- $M_{\text{humedad aire}}$: Masa de humedad ingresante mediante el aire total= 73.68 Kg

Balance de masa

A continuación, se presenta el volumen de control que se tomó en cuenta para el análisis del balance de masas de la primera cámara



Resumen de cálculo

CONCEPTO	UNIDAD	VALOR
Masa de residuos húmedos	Kg	2400
Porcentaje de humedad	%	32%
Masa de humedad	Kg	772,8
Masa seca	Kg	1627,2
Porcentaje de cenizas	%	7%
Masa cenizas	Kg	178,08
Masa volátil	Kg	1449,12
Poder calorífico del residuo	kJ/kg	13403,3
Energía liberada en la combustión del residuo	GJ	32,168
Factor de emisión de gas seco	kg/MJ	0,1
Gas seco emitido	kg	3216,79
Agua generada en la combustión	kg	6433,58
Productos de combustión	kg	9650,38
Masa de aire estequiométrico	kg	8201,26
Fracción de aire	%	60
Masa de aire subestequiométrico	kg	4920,75
Masa de aire seco ingresante por aire suplementario	kg	4847,07
Masa de agua ingresante por el aire suplementario	kg	73,67

Caudal de aire necesario que debe ingresar a la cámara primaria

$$Q_{1cam} = \frac{M_{aire}}{\rho_{aire} \times t_{Trabajo}}$$

Donde:

- ▶ Q_{1cam} : Caudal cámara primaria = $672.23 \frac{m^3}{h}$
- ▶ ρ_{aire} Densidad del aire = $1.22 \frac{Kg}{m^3}$
- ▶ $t_{Trabajo}$: Tiempo de trabajo = 6 h
- ▶ M_{aire} : Masa de aire necesaria = 4920.75 Kg

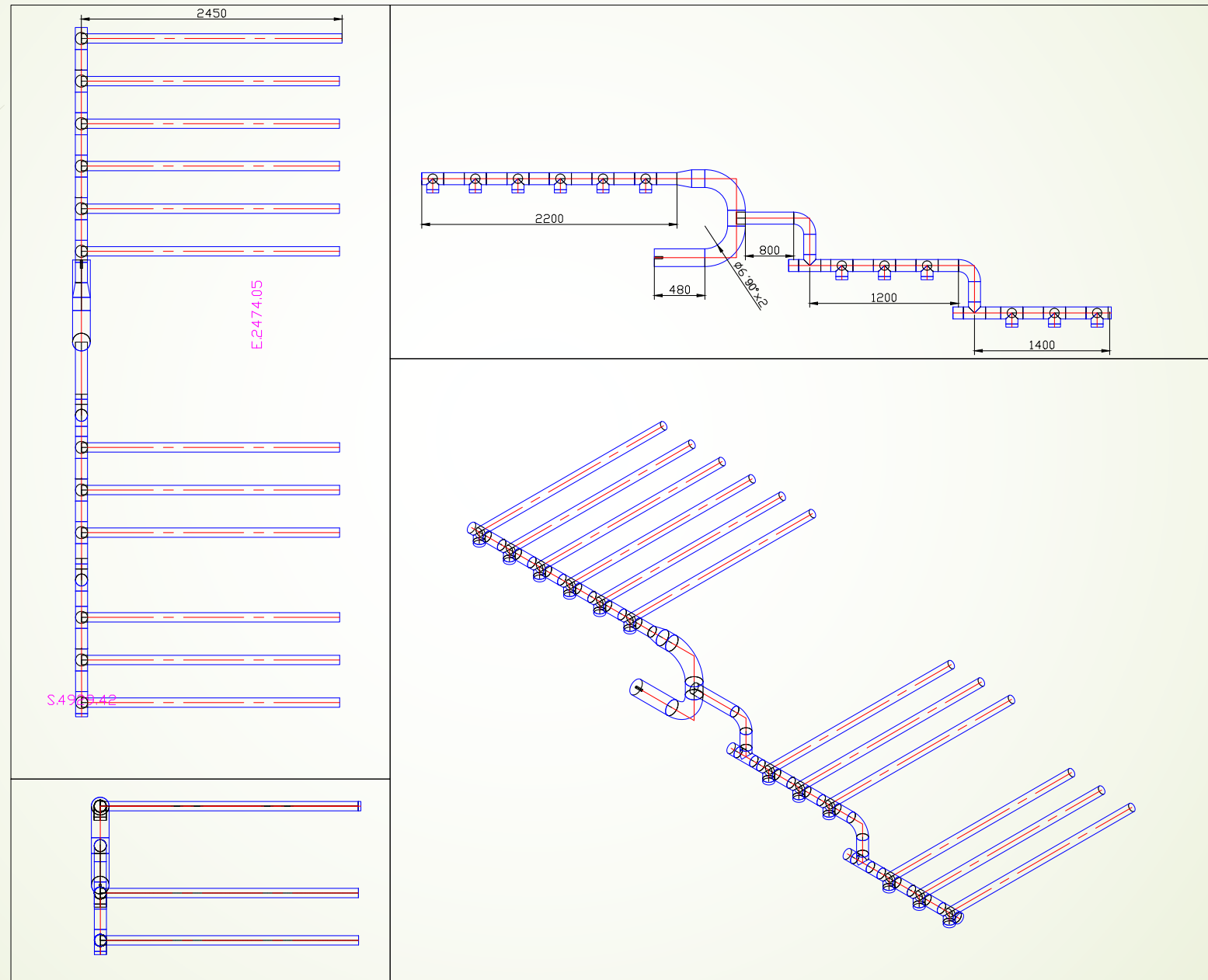
Selección de soplador cámara primaria

$$Re = \frac{\rho \times V_{media} \times D}{\mu}$$

- Donde:
- Re : Número de Reynolds = 102326.72
- ρ_{aire} Densidad del aire = $1.22 \frac{Kg}{m^3}$
- V_{media} : Velocidad media = $10.24 \frac{m}{s}$
- D : Diámetro de la tubería = 6 in = 0.1524 m
- μ : Viscosidad dinámica del fluido = $1.86 \times 10^{-5} \frac{N.s}{m^2}$
- $Rug_{relativa} = 2.5 \times 10^{-5}$
- $f = 0.018$


$$h_{fricción} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2 \times g}$$

Diagrama distribución tubería



Pérdidas de altura por fricción

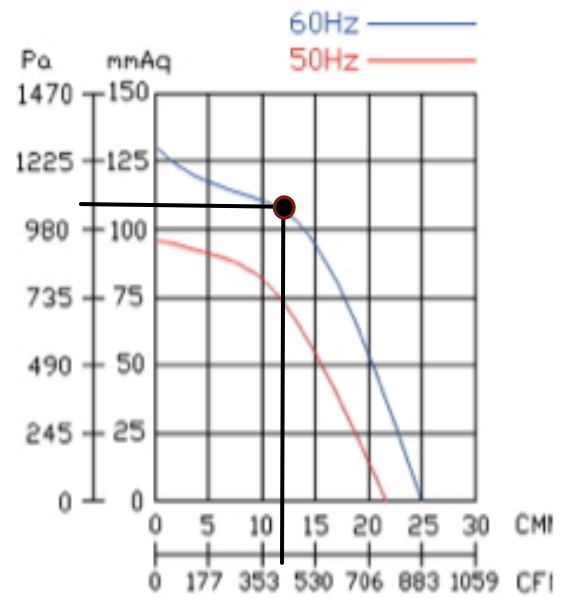
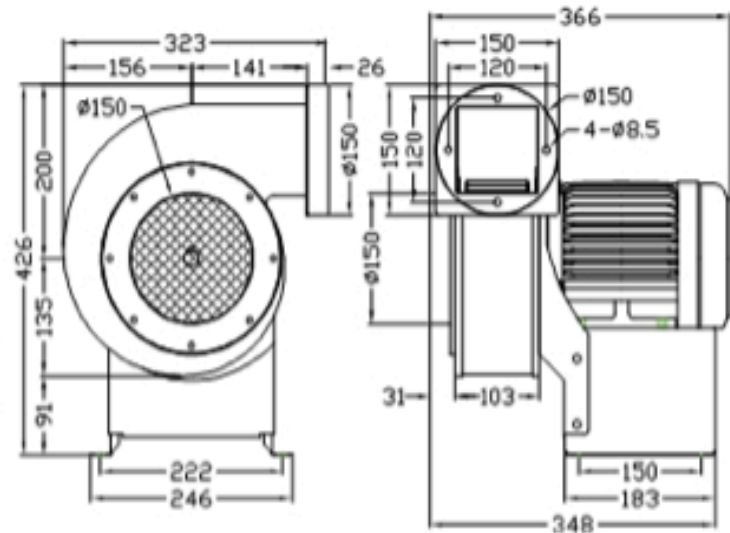
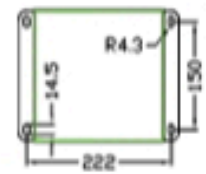
- $h_{fricción_1}$: Pérdidas de altura por longitud 0.48m = 0.30 m
- $h_{fricción_2}$: Pérdidas de altura por codo a 90° = 2.88 m
- $h_{fricción_3}$: Pérdidas de altura por codo a 90° = 1.25 m
- $h_{fricción_4}$: Pérdidas de altura por configuración en T = 5.75 m
- $h_{fricción_5}$: Pérdidas de altura por reducción de diámetro = 1.18 m
- $h_{fricción_6}$: Pérdidas de altura por longitud 2.20m = 42.65 m
- $h_{fricción_7}$: Pérdidas de altura por 12 configuraciones de tubería en T = 20.75 m
- $h_{fricción_8}$: Pérdidas de altura por longitud 2.45m = 1.03 m
- $h_{fricción_9}$: Pérdidas de altura por longitud 0.8m = 0.54 m
- $h_{fricción_{10}}$: Pérdidas de altura por codo a 90° = 2.08 m
- $h_{fricción_{11}}$: Pérdidas de altura por longitud 2.5m = 1.70 m
- $h_{fricción_{12}}$: Pérdidas de altura por 12 configuraciones de tubería en T = 6.10 m
- $h_{fricción_{13}}$: Pérdidas de altura por reducción de diámetro = 0.25 m
- $h_{fricción_{14}}$: Pérdidas de altura por longitud 2.45m = 1.63 m



Al realizar la sumatoria de las pérdidas mayores y menores, se obtiene un $H_{\text{soplador camara primaria}} = 88.12 \text{ m}$ y expresado en variación de presión $\Delta p = 1075 \text{ Pa}$. Para la selección del ventilador, se considera la caída de presión calculada y el caudal, $Q = 400 \text{ cfm}$ o $673 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$. Así, al verificar la curva de operación se tiene el modelo CY-180 Camyork a 220V y 60 Hz. Por otro lado, se considera que la tubería tiene un diámetro de 6 pulgadas para evitar acoples y pérdidas por accesorios adicionales.



6"



型號	電壓	頻率	相數	極數	電流	馬力	轉速	最大風量			最大靜壓			重量
Model	Rated Voltage	Frequency	Phase	Pole	Current	Power	Speed	Max. Air Flow			Max. Pressure			Weight
	V	Hz	Ø	P	A	Watt/HP	R.P.M.	CMM	m3/hour	CFM	mmAq	inchAq	Pa	KG
CY180	110/220	50	1	2	8.2 / 4.2	1 HP	2800	21.5	1290	759	92	3.62	902	22
		60			11.4 / 5.8		3300	25	1500	883	130	5.12	1275	
	220/380	50	3		3.4 / 2		2800	21.5	1290	759	92	3.62	902	20.5
		60			4 / 2.3		3300	25	1500	883	130	5.12	1275	

Selección bomba de combustible

- Datos técnicos de los quemadores

Designación del quemador	Para $16 \frac{oz}{in^2}$ de presión $\frac{BTU}{hr}$
6425-5 Cámara primaria	10300000
6425-8 A Cámara secundaria	44800000


$$Masa_{combustible} = \frac{Poder\ Calorico\ Requerido}{Poder\ Calorico\ Diesel}$$

Donde:

➤ $Masa_{combustible} = 135.19 \frac{Kg}{hr}$

➤ Poder Calórico Requerido = $5510000 \frac{BTU}{hr}$

➤ Poder Calórico del Diésel = $40756.136 \frac{BTU}{Kg}$

$$Q_{combustible} = \frac{Masa_{combustible}}{\delta_{Diesel}}$$

Donde:

➤ $Q_{combustible}$: Caudal de combustible = $0.16 \frac{m^3}{hr}$

➤ δ_{Diesel} : Densidad del Diésel = $850 \frac{Kg}{m^3}$

$$Re = \frac{\rho \times V_{media} \times D}{\mu}$$

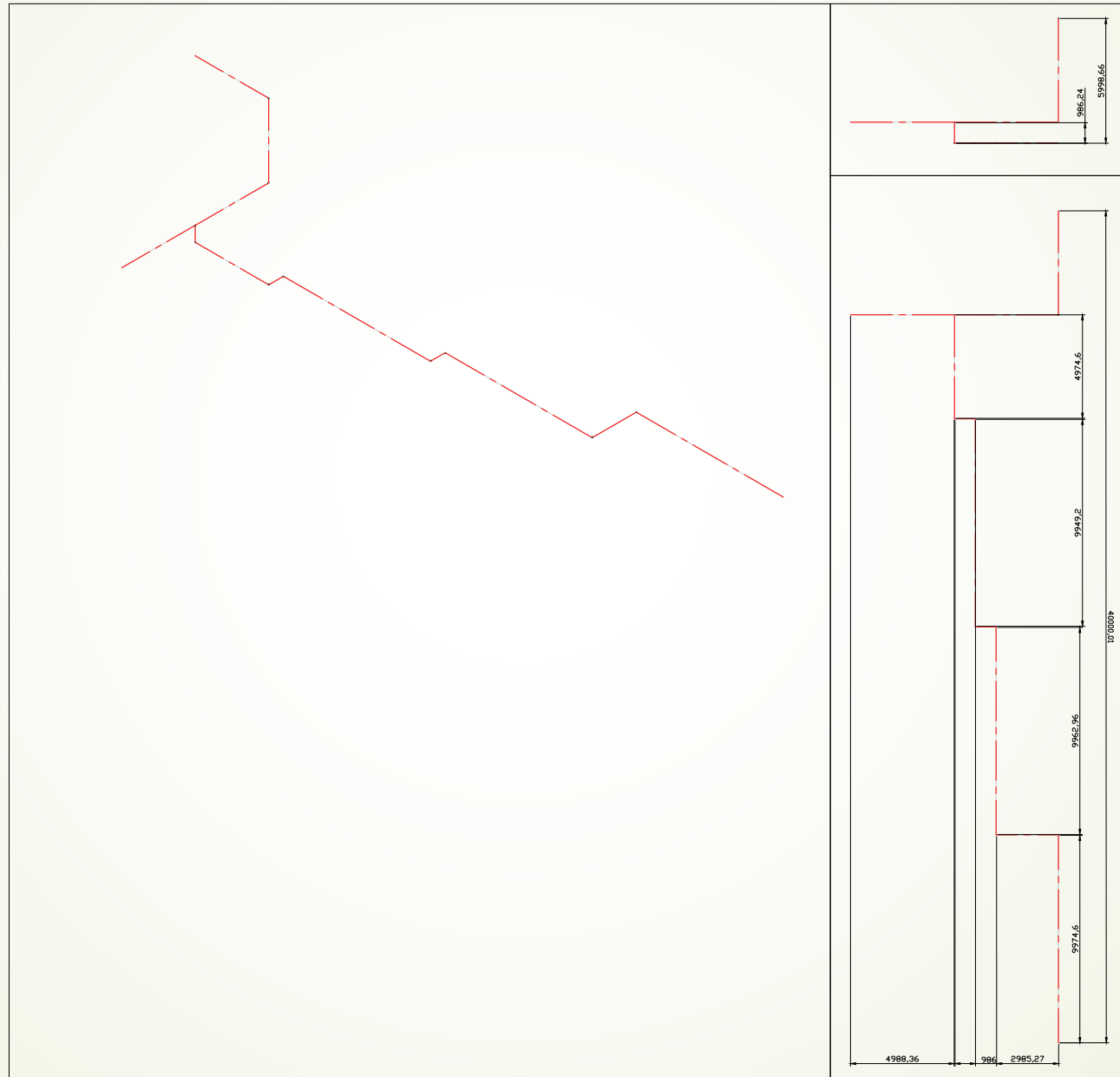
$$V_{media} = \frac{Q_{combustible}}{A_{tuberia}}$$

- Donde:
- Re : Número de Reynolds = 752.99
- ρ_{aire} : Densidad del diésel = $850 \frac{Kg}{m^3}$
- V_{media} : Velocidad media = $0.35 \frac{m}{s}$
- D : Diámetro de la tubería = $1/2 \text{ in} = 0.0127 \text{ m}$
- μ : Viscosidad dinámica del fluido = $5 \times 10^{-3} \frac{N \cdot s}{m^2}$
- $Q_{combustible}$: Caudal de combustible = $0.16 \frac{m^3}{hr}$
- $A_{tuberia}$: Área de la tubería = $1.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$f = \frac{0.3164}{Reynolds^{0.25}}$$

- f : Factor de fricción = 0.0604

Diagrama distribución tubería



Pérdidas de altura por fricción

- $h_{fricción_1}$: Pérdidas de altura por longitud 40m = 1.77 m
- $h_{fricción_2}$: Pérdidas de altura por codo a 90° = 0.13495m
- $h_{fricción_3}$: Pérdida de altura por configuración de tubería en T = 0.02249 m
- $h_{fricción_4}$: Pérdida de altura por válvula = 0.011995 m

$$H_{bomba\ combustible} = \frac{v^2}{2 \times g} + h_{total} + \Delta h$$

Donde:

- $H_{bomba\ combustible} = 6.95\text{m}$
- v : Velocidad media = $0.35 \frac{m}{s}$
- h_{total} : Sumatoria de pérdidas mayores y menores = 1.94 m
- Δh : Variación de altura = 5 m


Expresado en términos de presión se tiene $\Delta p = 57865.14 Pa$. En donde se presenta la presión a la que debería operar la bomba de suministro de combustible para los quemadores.

Para poder adquirir la bomba de suministro de combustible se busca la potencia de la misma.

$$Potencia = \frac{\delta x \dot{Q} x H x g}{\eta}$$

Donde:

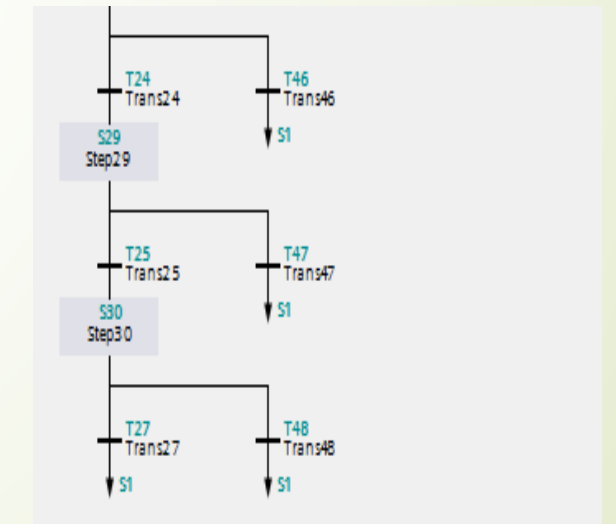
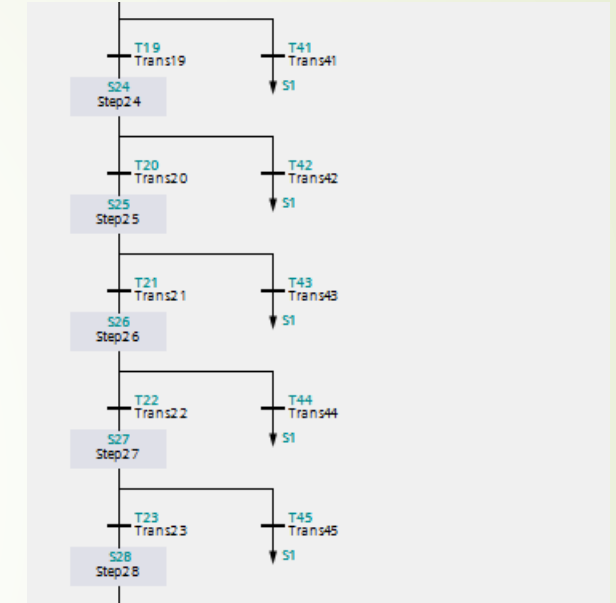
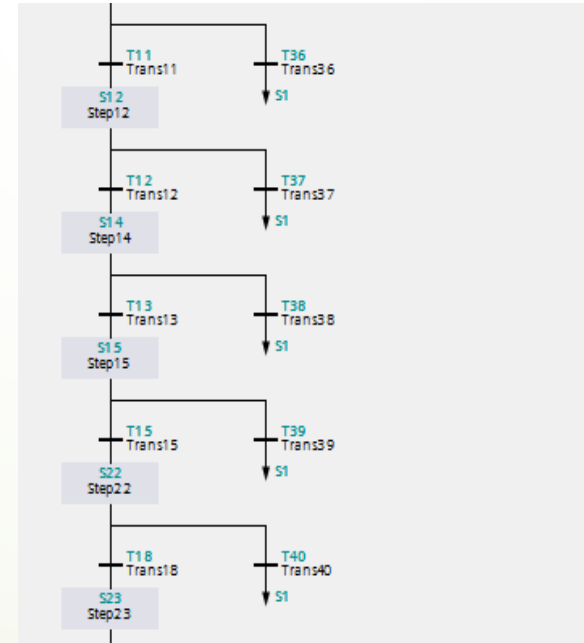
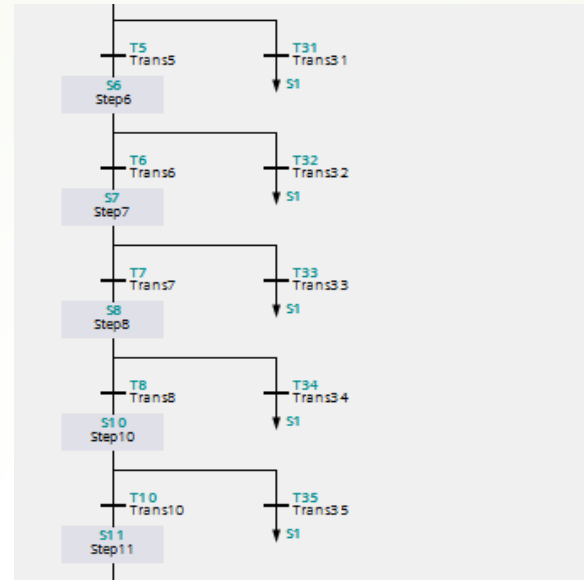
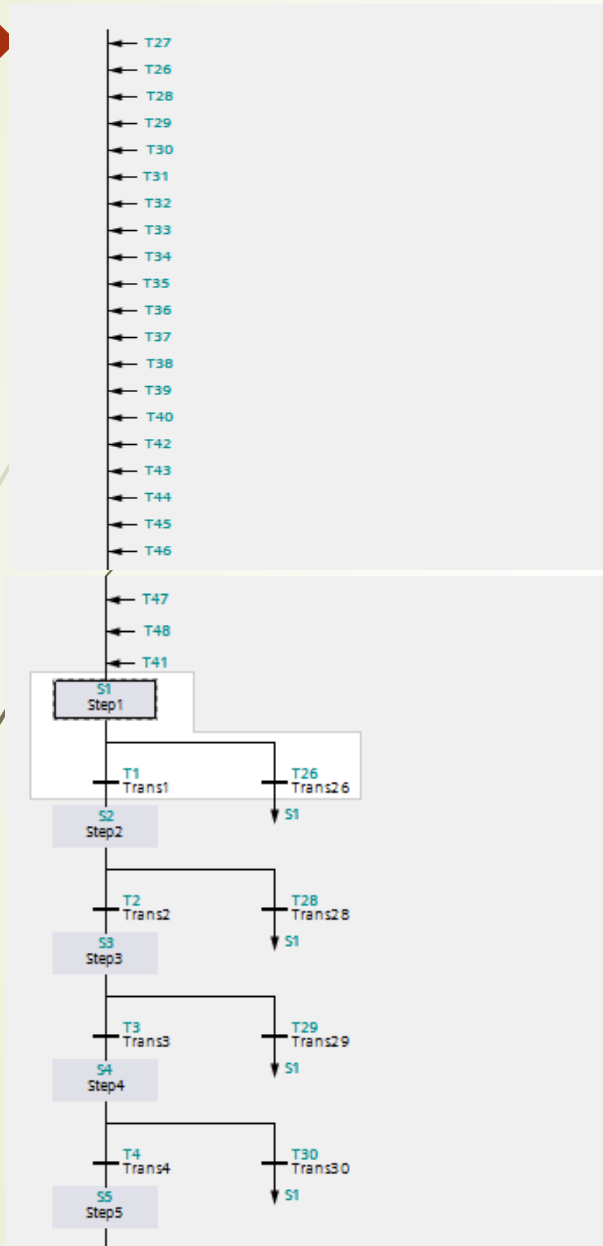
- Potencia: Potencia de la bomba de suministro de combustible = 3.25 HP
- δ_{Diesel} : Densidad del Diésel = $850 \frac{Kg}{m^3}$
- $Q_{combustible}$: Caudal de combustible = $0.16 \frac{m^3}{hr}$
- $H_{bomba\ combustible}$: Altura total de la bomba de suministro = 6.95m
- η : Eficiencia = 0.8
- g : Gravedad = $9.8 \frac{m}{s^2}$



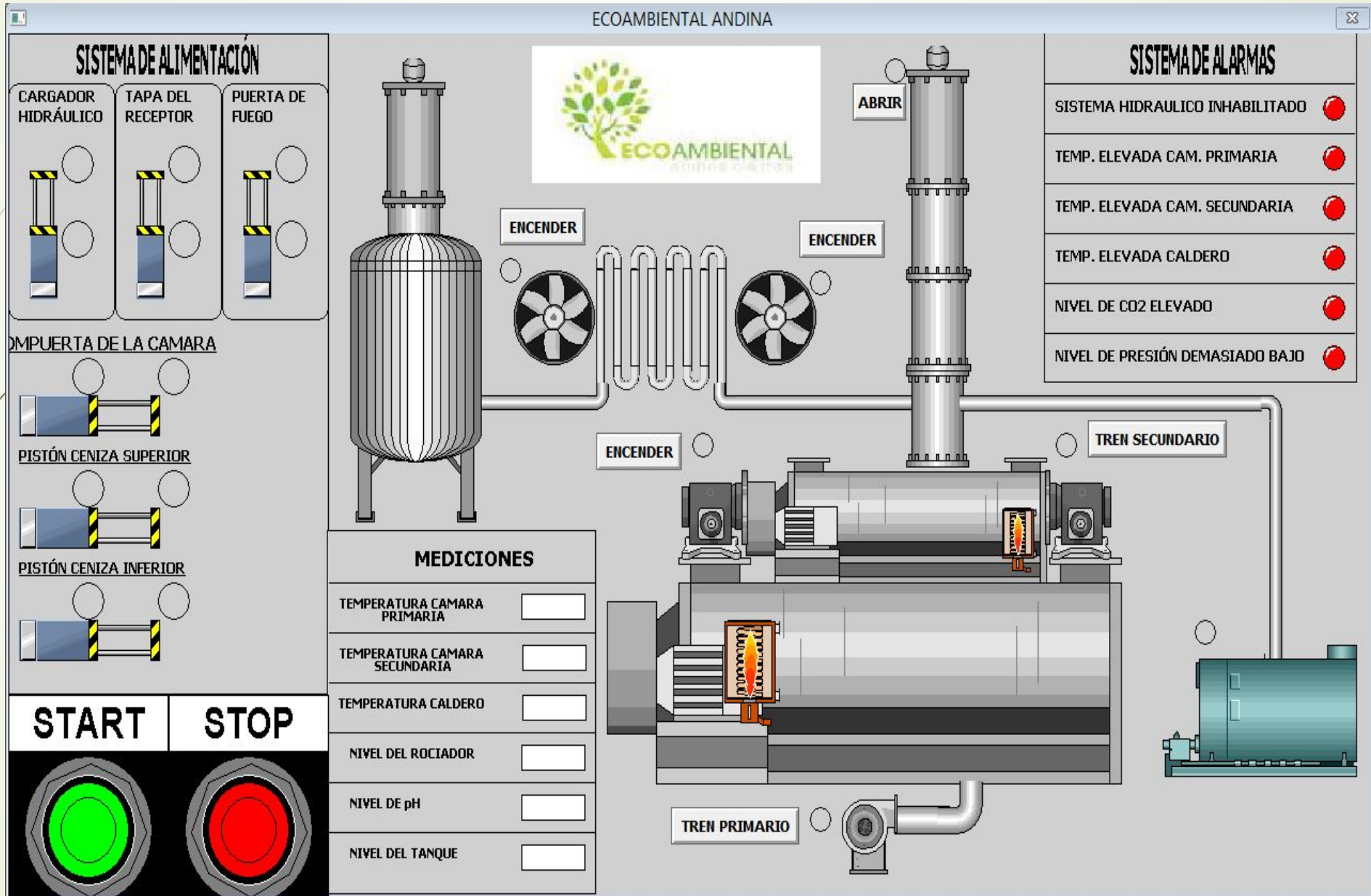
Para la selección de la bomba, se considera la caída de presión calculada y el caudal, $Q = 0.15 \frac{m^3}{h}$ y 3.25HP. Así, la bomba de suministro de combustible se ajusta la curva de operación se tiene el modelo Ebara CDXM 3.25 HP, 60 Hz, motor monofásico. Por otro lado, se considera que la tubería tiene un diámetro de ½ pulgadas para evitar acoples y pérdidas por accesorios adicionales.

- MOTOR MONOFASICO DE 220 VAC
- Caudal Máximo: 5,5 m³/h
- Presión Máxima: 22 m (31,25) PSI

Programación



HMI (Human Machine Interface)



Sistema de control



Protocolo de pruebas sistema hidráulico

Protocolo de Prueba:	
Prueba Principal	
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 900 psi durante 1 hora	Pérdidas en psi: 5
Presión de servicio 5 psi durante 5 min	Pérdidas en psi: 5
Resultado de la prueba Principal:	APROBADO
POR ENCARGO DE:	ECOAMBIENTAL ANDINA

Protocolo de prueba sistema neumático

Protocolo de Prueba:	
Prueba Inicial	
Zona de trabajo definida	SI
Conexión del sistema al compresor	SI
Presión de 0.05MPa	SI
Descenso de Presión	NO
Valor de descenso de Presión	0.02 MPa (máx. 0.1 MPa)

Protocolo de Prueba:	
Prueba Final	
Presión de 0.10MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.02 Mpa
Presión de 0.20MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.02 MPa
Presión de 0.30MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.03 MPa
Presión de 0.40MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.03 MPa
Presión de 0.50MPa (10 min)	SI
Valor de descenso de Presión	0.03 MPa
Presión de 0.60MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.03 Mpa
Presión de 0.70MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.04 Mpa
Presión de 0.80MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.04 Mpa
Presión de 0.90MPa	SI
Valor de descenso de Presión	0.04 MPa
Presión de 1MPa por 2 horas	SI
Valor de descenso de Presión	0.04 Mpa
Comprobación chimenea by pass	SI
Por encargo de:	ECOAMBIENTAL ANDINA

Protocolo de prueba tren de combustión primario

EQUIPAMIENTO	ESTADO	FUNCIÓN
Bomba de Combustible	OK	OK
Tubería para combustible	OK	OK
Pressuretrol	OK	OK
Electroválvulas ligadas a pressuretrol	OK	OK
Luz Ultra violeta	OK	OK
Blower cámara primaria	OK	OK
Blower principal	OK	OK
Chispa de ignición	OK	OK
Modutrol IV blower principal	OK	OK
Modutrol IV blower cámara primaria	OK	OK
Regulador mezcla aire combustible	OK	OK
Sensor de temperatura	OK	OK
Tubería de aire cámara primaria	OK	OK
Quemador doble cámara primaria	OK	OK

VERIFICACIÓN DE FALLAS EN EL EQUIPO	SI	N O
Ruido y Vibración blower cámara primaria		X
Ruido y Vibración blower principal		X
Presión pressuretrol 75 psi	X	
Regulador mezcla aire – combustible	X	
Sensor de temperatura	X	
Modutrol IV blower cámara primaria	X	
Modutrol IV blower principal	X	
Fallo de la chispa de ignición	X	
Detección de llama por la luz ultra violeta	X	
Falla por tiempo de operación de los blowers		X
Tubería de repartición de aire cámara primaria		X
Quemador doble	X	

Protocolo de prueba tren de combustión secundario

EQUIPAMIENTO	ESTADO	FUNCIÓN
Bomba de Combustible	OK	OK
Tubería para combustible	OK	OK
Pressuretrol	OK	OK
Electroválvulas ligadas a pressuretrol	OK	OK
Luz Ultra violeta	OK	OK
Blower cámara secundaria	OK	OK
Blower principal	OK	OK
Chispa de ignición	OK	OK
Modutrol IV blower cámara secundaria	OK	OK
Regulador mezcla aire combustible	OK	OK
Sensor de temperatura cámara secundaria	OK	OK
Tubería de aire cámara secundaria	OK	OK
Quemador doble cámara secundaria	OK	OK

VERIFICACIÓN DE FALLAS EN EL EQUIPO	SI	NO
Ruido y Vibración blower cámara secundaria		X
Ruido y Vibración blower principal		X
Fallo en la medición de presión pressuretrol 75 psi		X
Fallo en activación de electroválvulas ligadas al pressuretrol		X
Regulador mezcla aire – combustible		X
Sensor de temperatura		X
Fallo en activación de Modutrol IV blower cámara secundaria		X
Chispa de ignición		X
Detección de llama por la luz ultra violeta		X
Falla por tiempo de operación de los blowers 6 horas		X
Tubería de repartición de aire cámara secundaria		X
Quemador doble cámara secundaria		X

Protocolo de prueba Scrubber

EQUIPAMIENTO	ESTADO	FUNCIÓN
Bomba de licor	OK	OK
Tubería del Scrubber	OK	OK
Pressuretrol	OK	OK
Electroválvulas ligadas a pressuretrol	OK	OK
Bomba de químico	OK	OK
Sensor de pH	OK	OK
Sensor de nivel	OK	OK
Sensor de opacidad	OK	OK
Modutrol IV paso del caldero	OK	OK
Ventilador 1 sistema de enfriamiento	OK	OK
Ventilador 2 sistema de enfriamiento	OK	OK

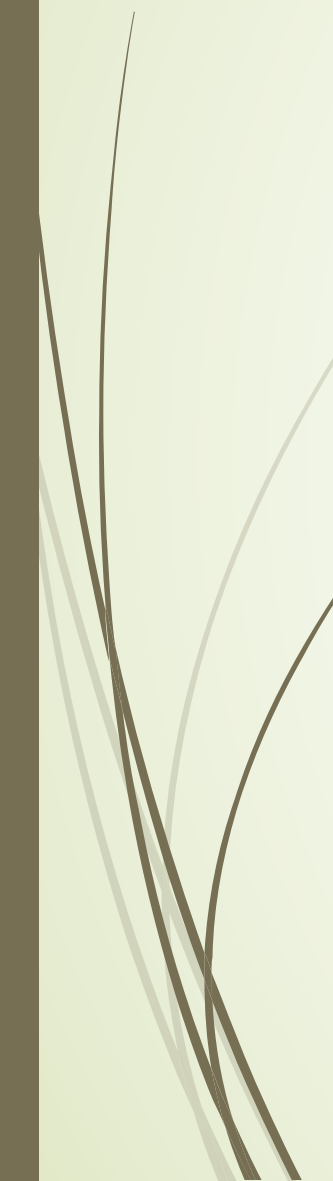
VERIFICACIÓN DE FALLAS EN EL EQUIPO	SI	NO
Ruido y Vibración bomba de químico		X
Ruido y Vibración bomba de licor		X
Fallo en la medición de presión pressuretrol 75 psi		X
Fallo en activación de electroválvulas ligadas al pressuretrol		X
Fallo en la medición de temperatura		X
Fallo en activación de modutrol IV paso del caldero		X
Fallo en la medición de pH		X
Fallo en la medición de nivel tanque de licor		X
Fallo en medición de opacidad de los gases		X
Recalentamiento Ventilador 1 Sistema de enfriamiento		X
Recalentamiento Ventilador 1 Sistema de enfriamiento		X

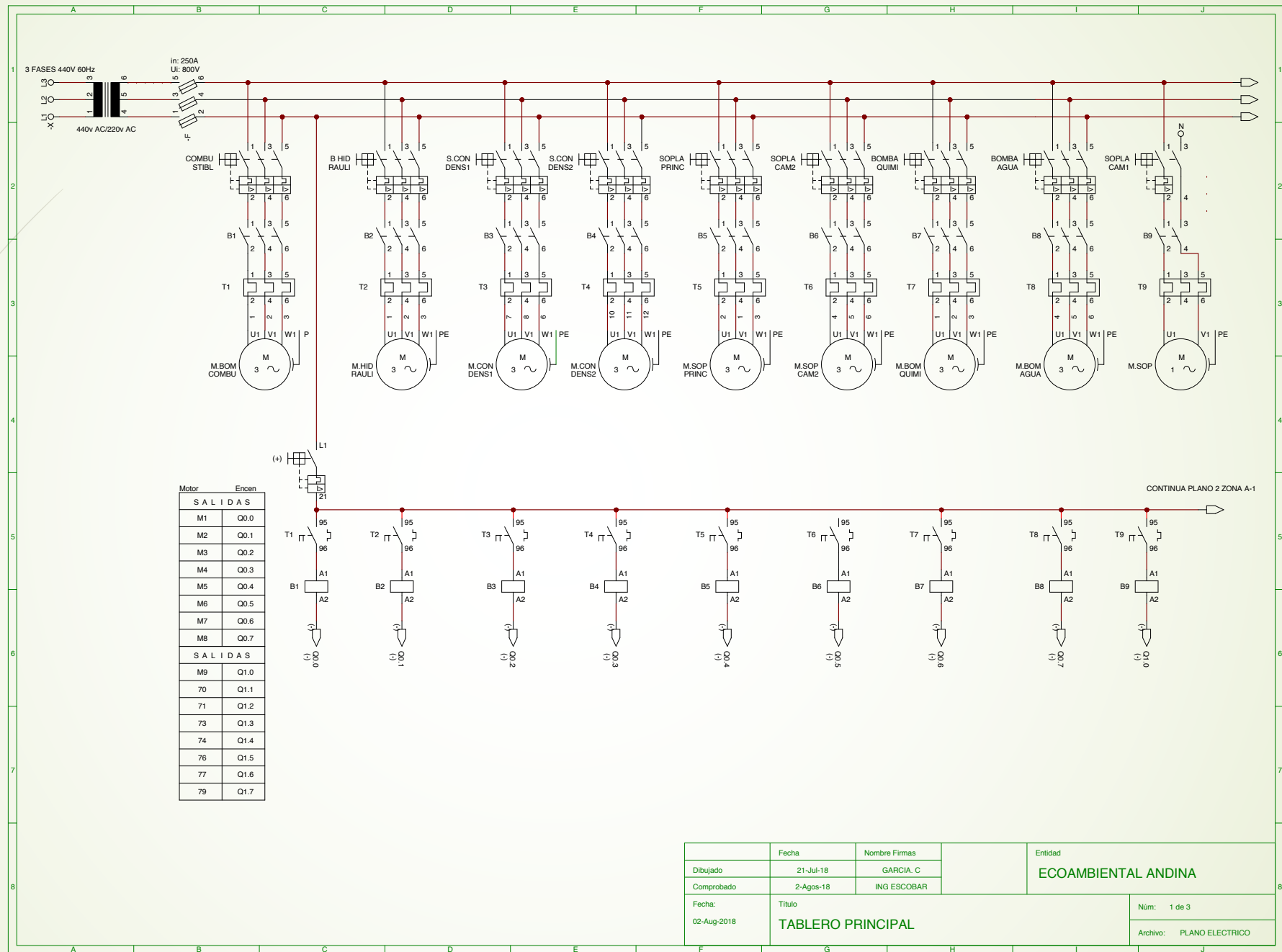
Protocolo sistema mecatrónico

PRUEBAS EFECTUADAS	RESULTADO	OBSERVACIÓN
Desplazamiento Pistón compuerta de la cámara	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón ceniza superior	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón ceniza inferior	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón elevador Hidráulico	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón puerta de Fuego	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón tapa del receptor	Ok	N/A
Desplazamiento Pistón de la chimenea	Ok	N/A
Activación tren de combustión primario	Ok	N/A
Activación tren de combustión secundario	Ok	N/A
Lavado de gases	Ok	N/A
Enfriamiento de gases	Ok	N/A
Quema de desechos	Ok	N/A

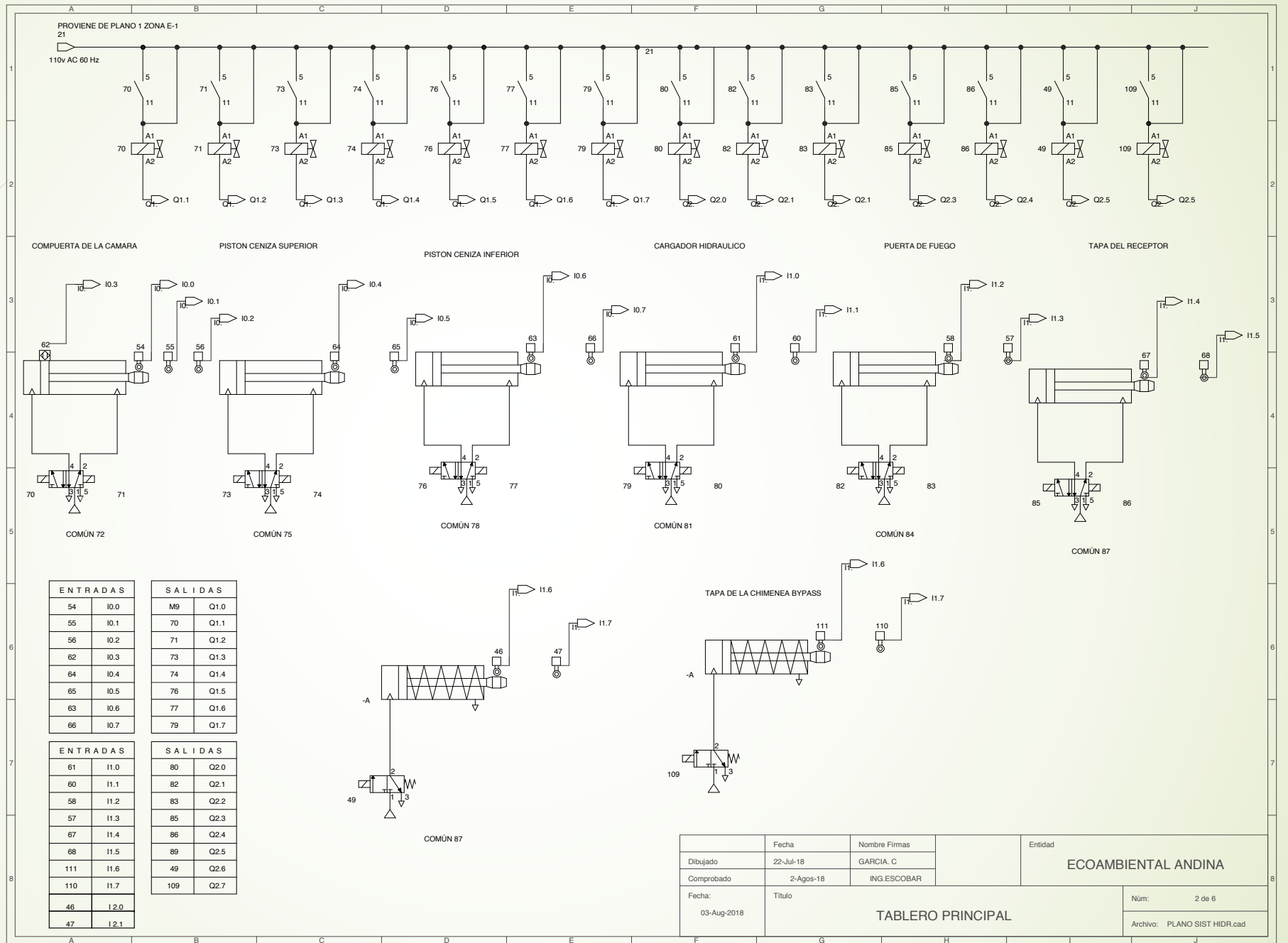


Concluido el protocolo de pruebas en conjunto del incinerador PennRam PHCA-375E-15-16, se puede detallar el funcionamiento de todos los sistemas involucrados manifestando lo siguiente:

- Controlar el sistema hidráulico para cargar los desechos peligrosos al incinerador
 - Controlar la temperatura de la cámara de combustión primaria y secundaria
 - Retirar las cenizas del incinerador para su tratamiento posterior
 - Lavar los gases eliminando las dioxinas y furanos presentes en los desechos.
- 



Dibujado	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Comprobado	21-Jul-18	GARCIA. C	ECOAMBIENTAL ANDINA
Fecha:	2-Agos-18	ING ESCOBAR	
02-Aug-2018	Titulo		Núm: 1 de 3
TABLERO PRINCIPAL			Archivo: PLANO ELECTRICO



ENTRADAS	
54	I0.0
55	I0.1
56	I0.2
62	I0.3
64	I0.4
65	I0.5
63	I0.6
66	I0.7

SALIDAS	
M9	Q1.0
70	Q1.1
71	Q1.2
73	Q1.3
74	Q1.4
76	Q1.5
77	Q1.6
79	Q1.7

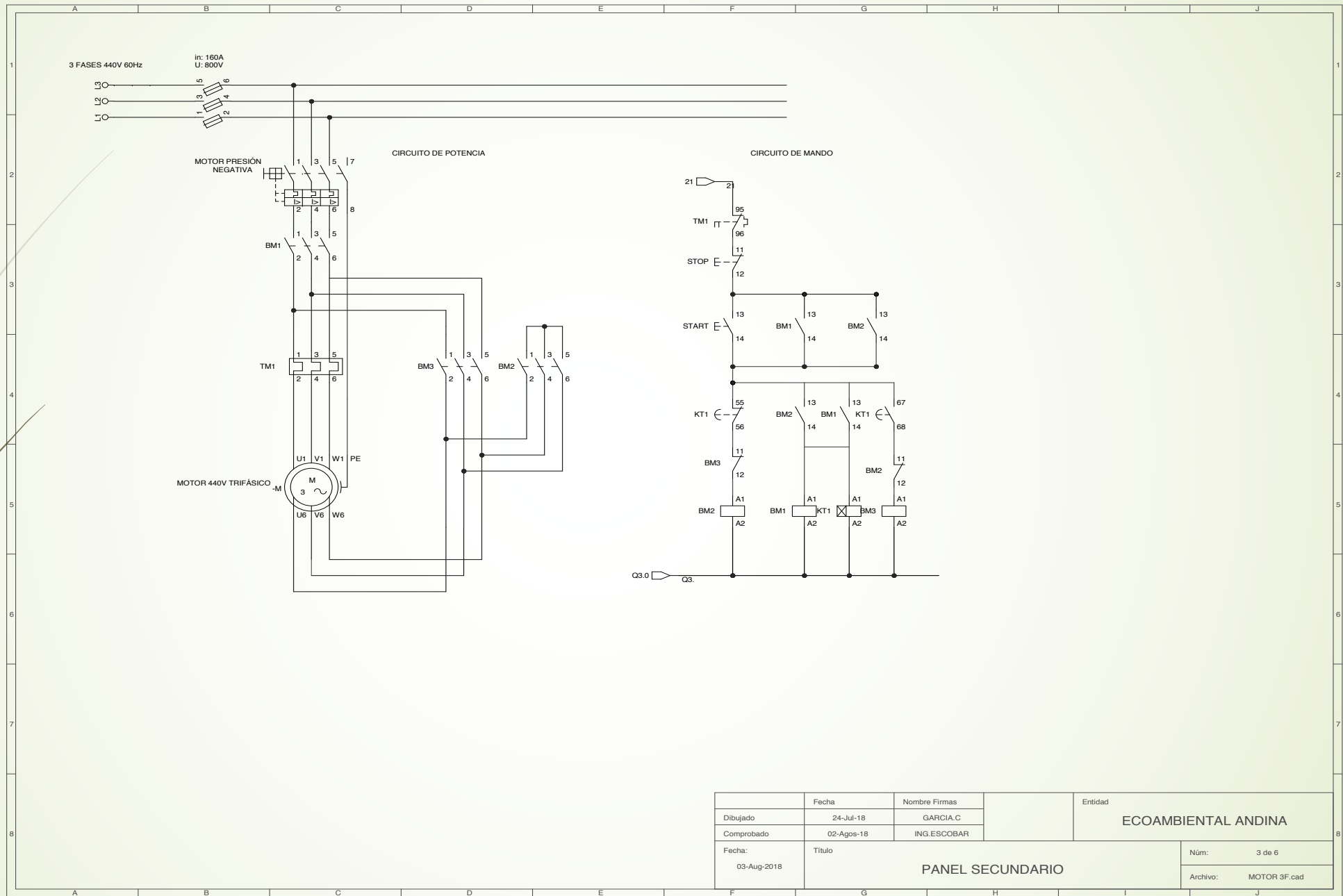
ENTRADAS	
61	I1.0
60	I1.1
58	I1.2
57	I1.3
67	I1.4
68	I1.5
111	I1.6
110	I1.7
46	I2.0
47	I2.1

SALIDAS	
80	Q2.0
82	Q2.1
83	Q2.2
85	Q2.3
86	Q2.4
89	Q2.5
49	Q2.6
109	Q2.7

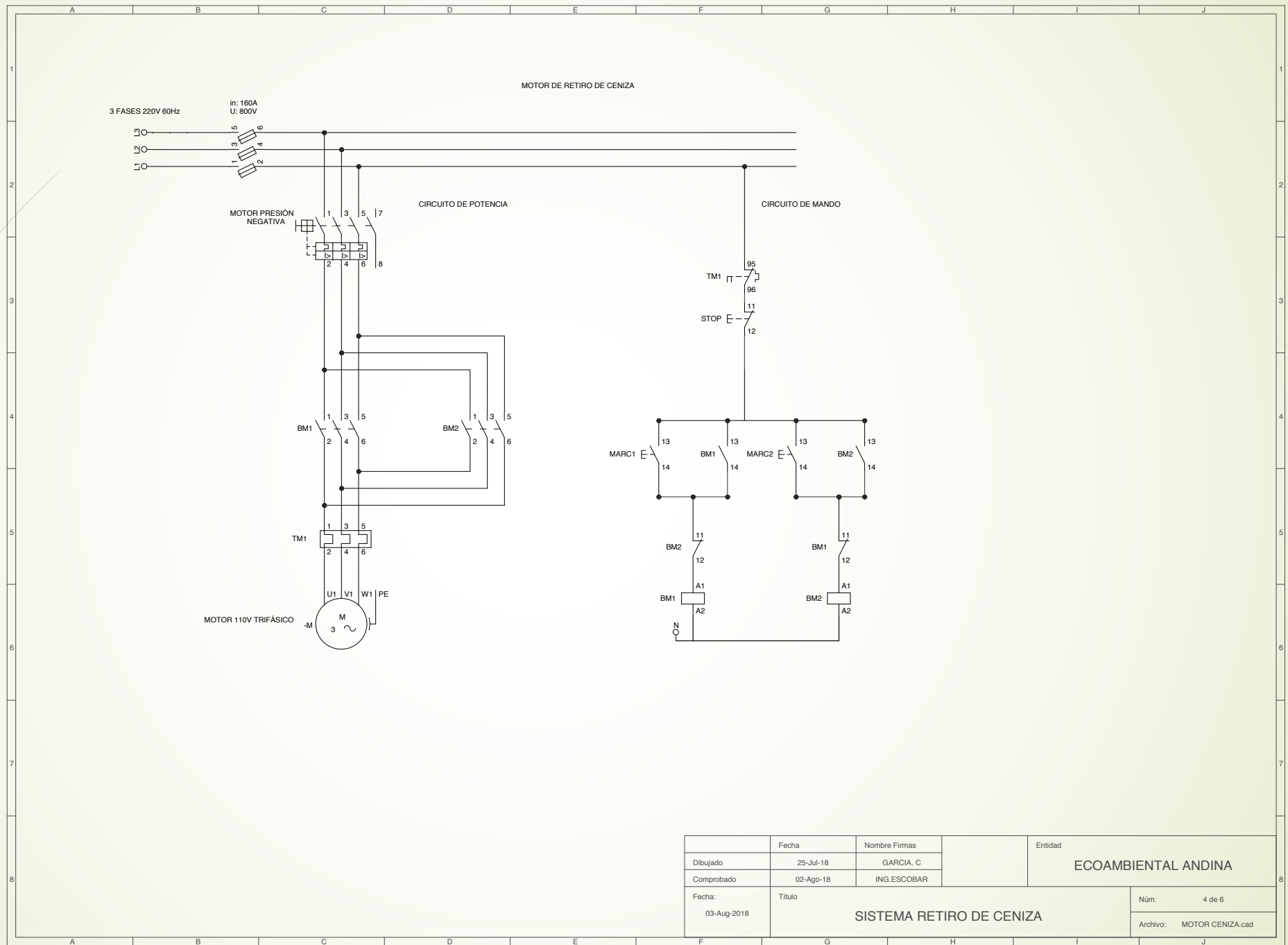
Fecha	Nombre Firmas	Entidad
22-Jul-18	GARCIA, C	ECOAMBIENTAL ANDINA
2-Agos-18	ING.ESCOBAR	

Fecha:	Título
03-Aug-2018	TABLERO PRINCIPAL

Núm:	2 de 6
Archivo:	PLANO SIST HIDR.cad



	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Dibujado	24-Jul-18	GARCIA.C	ECOAMBIENTAL ANDINA
Comprobado	02-Agos-18	ING.ESCOBAR	
Fecha: 03-Aug-2018	Título PANEL SECUNDARIO		Núm: 3 de 6 Archivo: MOTOR 3F.cad



	Fecha	Nombre Firmas	Entidad
Dibujado	25-Jul-18	GARCIA. C	ECOAMBIENTAL ANDINA
Comprobado	02-Ago-18	ING.ESCOBAR	
Fecha:	Título		Núm: 4 de 6
03-Aug-2018	SISTEMA RETIRO DE CENIZA		Archivo: MOTOR CENIZA.cad



Conclusiones

- Diseño concurrente permitió recuperar el incinerador PennRam PHCA-375E-15-16
- Tres procesos: electrónico, mecánico y control
- Conocer los sistemas y procesos del incinerador
- Diseñó una interfaz gráfica (HMI).



GRACIAS