

PMC PROYECTOS DE INVERSIÓN ADICIONAL

ADECUACIÓN DE SISTEMA CONTRA INCENDIO

TERMINAL CUSCO

PROYECTO GMI N° 571493-016

571493-302-A-ING-5-MC-001

MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

TERMINAL CUSCO

Mecánica

Rev. 1



ALONSO TORRES CONDORI
INGENIERO MECÁNICO SENIOR
CIP 204798

APROBADO POR:

Jefe de Disciplina	<u>F. Vásquez</u>	<u></u>
Jefe de Proyecto	<u>Guillermo Cusinga Ortiz</u>	<u></u>
Cliente	<u>PETROPERU</u>	<u></u>

Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
A	L. Limaco	Emitido para coordinación interna	15/11/2017	F. Vasquez	G. Cusinga
B	L. Mendoza	Emitido para aprobación del cliente	24/11/2017	F. Vasquez	G. Cusinga
0	L. Mendoza	Emitido para construcción	30/11/2017	F. Vasquez	G. Cusinga
1	A.T.C.	Emitido para construcción	07/09/2022	P.V.B.	A.F.P.

COMENTARIOS DEL CLIENTE:

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 2 de 17
--	---	--



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	ALCANCE	3
3.	NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA	3
3.1.	NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES	3
3.2.	PLANOS DE REFERENCIA	3
4.	UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	3
5.	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	4
6.	CRITERIO DE DISEÑO	5
7.	BASES DE CÁLCULO	7
8.	RESUMEN DE CÁLCULOS Y RESULTADOS	9
9.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	11
10.	ANEXOS.....	11

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 3 de 17
--	---	--



1. INTRODUCCIÓN

La empresa PETROPERU, ha contratado los servicios de AYESA, para verificar y actualizar el expediente de ingeniería de detalle del proyecto "PMC INVERSIONES ADICIONALES – ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO – TERMINAL CUSCO", realizado por la empresa GMI S.A. en el año 2018, conforme a los requerimientos vigentes del D.S 043-2007-EM, el D.S 052-93-EM, las normas NFPA aplicables y las recomendaciones dadas por el Estudio de Riesgos correspondiente al año 2017.

2. ALCANCE

El alcance del documento es determinar la cantidad y capacidad de los equipos del sistema de ventilación del cuarto de bombas del proyecto "PMC INVERSIONES ADICIONALES – ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO - TERMINAL CUSCO", considerando las recomendaciones necesarias que permitan su correcto funcionamiento y conformidad con las normas aplicables.

3. NORMAS Y ESTÁNDARES DE REFERENCIA

El presente documento se elaboró teniendo en cuenta las siguientes Normas y Estándares:

3.1. NORMAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES

- ACGIH Industrial Ventilation, A Manual of Recommended Practice, 27th Edition 2022.
- NFPA 20 Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2022 Edition.
- NFPA 90A Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection, 2021 Edition
- ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers.

3.2. PLANOS DE REFERENCIA

- 571493-A-302-A-ING-5-PL-001 Ubicación de equipos principales planta.
- 571493-A-302-A-ING-6-PL-001 Plano Layout del sistema contra incendio.
- 571493-A-302-A-ING-6-PL-002 Plano Planta – Zona de tanques 1.
- 571493-A-302-A-ING-6-PL-004 Plano Sala de bombas.

4. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

El Terminal Cusco se encuentra ubicado en la calle Osccollopampa S/N, Km. 10 de la carretera San Jerónimo, distrito de San Jerónimo, provincia y departamento del Cusco. A continuación, se muestra una vista satelital y las coordenadas referenciales de ubicación del Terminal Cusco.

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 4 de 17
--	---	--



Figura 4.1 – Vista Satelital del Terminal Cusco



Fuente: Estudio de Riesgos ER-077-2016-01-001

Tabla 4.1 – coordenadas referenciales del Terminal

Coordenadas	13° 32' 58" S, 71° 53' 32.5" W
UTM	186 900 E, 8 500 190 S, 19 L
En decimal	-13.549429°, -71.892352°

Fuente: Estudio de Riesgos ER-077-2016-01-001

5. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Tabla 5.1 – Condiciones Climáticas del Terminal Cusco

Característica	Descripción	
Altitud	3,219 m.s.n.m.	
Temperatura Ambiente (min./max.)	-7.5°C / 27.5 °C (Ver Anexo 4)	
Humedad relativa	60%	
Precipitación promedio	600 - 1000 mm (noviembre a marzo)	
Viento	Dirección predominante	De Sur a Oeste
	Velocidad promedio	10.8 Km/hr
Sismicidad	Zona 2 - Sistema Perú	

Fuente: Estudio de Riesgos ER-077-2016-01-001

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 5 de 17
--	---	--



6. CRITERIO DE DISEÑO

La metodología de cálculo se basa en las recomendaciones prácticas de ventilación industrial (ver referencias bibliográficas) para establecer el caudal de aire necesario para la combustión y la disipación de calor del motor diésel, con el fin de prevenir de un sobrecalentamiento de las instalaciones del cuarto de bombas.

La velocidad recomendada en los ductos debe estar en el rango de:

$$v_{\min} = 1000 \text{ fpm} \quad v_{\max} = 1500 \text{ fpm}$$

Los datos relacionados a la instalación y operación de la Motobomba, están enunciados en el anexo N°1, mientras que en anexo N°2 están los parámetros para el cálculo de donde se define que la velocidad utilizada para el pre-dimensionamiento de los ductos es 1250 fpm, una vez predefinido el diámetro del ducto se procede a establecer el diámetro con la finalidad de que la velocidad se encuentre en el rango mencionado.

Las pérdidas de presiones estáticas al circular el aire por una campana y por el ducto conectado a ella, son clasificadas en tres tipos que se muestran en la tabla 1.

Tabla 6.1. Pérdidas de presión estática

Pérdidas de presión estática	Simbología
Pérdidas de fricción en tramos rectos	h1
Pérdidas de fricción en accesorios	h2
Pérdidas por entrada	h3

El cálculo de las pérdidas de fricción en tramos rectos se hallará de la siguiente manera:

$$h1 = 0.012 \times j \times l \quad (\text{pulg H}_2\text{O}) \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- j: Factor de pérdida de carga por metro de longitud de tubería (mmca/m).
- l: Longitud del ducto en tramo recto (pie).

El factor de pérdida de carga en los ductos se hallará de la siguiente manera:

$$j = \frac{0.00017914 \times v^{1.9}}{d^{1.22}} \quad (\text{mmca} / \text{m}) \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- v: Velocidad en el ducto (fpm).
- d: Diámetro del ducto (pulg).

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 6 de 17
--	---	--



El cálculo de las pérdidas de fricción en los accesorios se hallará considerando los siguientes factores de pérdidas.

$$h_2 = k \times VP \quad (\text{pulg H}_2\text{O}) \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

- k: Factor de pérdida de carga por singularidades.
- VP: Presión de velocidad en el ducto (pulg H₂O)

El factor de pérdida por singularidades se hallará de acuerdo con los valores mostrados en la tabla 2.

Tabla 6.2. Factores de pérdida por singularidades

Singularidad	Factor de pérdida (k)
Codos 90° (R/D = 2)	0,27
Empalme lateral (ángulo de empalme = 45°)	0,28

La presión de velocidad en el ducto será:

$$VP = \left(\frac{v}{4005} \right)^2 \quad (\text{pulg H}_2\text{O}) \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

- v: Velocidad en el ducto (fpm)

Para el caso de pérdidas de codos donde el ángulo de curvatura α(°) sea distinto de 90°, el valor de k^{α°} se obtiene utilizando la siguiente expresión:

$$k_{\alpha^\circ} = \frac{\alpha}{90^\circ} \times k_{90^\circ} \dots\dots\dots (5)$$

El cálculo de las pérdidas debido a las entradas al ducto será utilizando el siguiente factor de pérdida:

$$h_3 = i \times VP \quad (\text{pulg H}_2\text{O}) \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

- i: Factor de pérdida de entrada al ducto.
- VP: Presión de velocidad en el ducto (pulg H₂O)

El factor de pérdida de entrada al ducto se hallará de acuerdo con los valores mostrados en la tabla 3.

Tabla 6.3. Factores de pérdida de entrada al ducto

Singularidad	Factor de pérdida (i)
Entrada de ducto	0,25

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 7 de 17
--	--	--



7. BASES DE CÁLCULO

7.1. Información General de las Motobombas

A continuación, se indican las características generales de las 02 motobombas instaladas en el Terminal Cusco.

Motobomba 01

Marca : Patterson
 Modelo : 8X6 YS
 N° Serie : FP-C0116557
 RPM : 2100
 Caudal Nominal : 2000GPM
 Presión nominal : 110 PSI

La bomba mencionada se encuentra acoplada a un motor de combustión interna, con las siguientes características:

Marca : Clarke
 Modelo : DP6H-UFAA50
 N° Serie : EBPPA222734
 Tipo Ignición : Compresión (Diesel)
 RPM : 2100
 Potencia : 280 HP (209 kW)

Datos del controlador de la Bomba C.I.:

Marca : FIRETROL
 N° Serie : 948428-03RE
 Modelo : FTA1100-JL24N

Motobomba 02

Marca : Patterson
 Modelo : 8X6 YS
 N° Serie : FP-C0116558
 RPM : 2100
 Caudal Nominal : 2000GPM
 Presión nominal : 110 PSI

La bomba mencionada se encuentra acoplada a un motor de combustión interna, con las siguientes características:

Marca : Clarke
 Modelo : DP6H-UFAA50
 N° Serie : EBPPA219868
 Tipo Ignición : Compresión (Diesel)
 RPM : 2100
 Potencia : 280 HP (209 kW)

Datos del controlador de la Bomba C.I.:

Marca : FIRETROL
 N° Serie : 948428-02RE
 Modelo : FTA1100-JL24N

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 8 de 17
--	--	--



Para los sistemas de ventilación es necesario hallar el caudal circulante por los ductos (ver anexo N° 1 – Caudal de aire del sistema de ventilación).

Parámetros Básicos del Cálculo Mediante Transferencia de Calor y Control de Temperatura

- Calor radiado del tubo de escape y el silenciador

$$\dot{q} = \varepsilon_g \times C_S \times T_g^4 - \alpha_g \times C_S \times T_s^4$$

Donde:

\dot{q} = Calor radiado o rate de transferencia de calor (BTU/hr.ft²)

ε_g = emisividad del gas

α_g = factor de absorción del gas

C_S = constante de Stefan – Boltzman (5.67x10⁻⁸ W/m²K⁴)

T_g = Temperatura del gas de combustión (°K)

T_s = Temperatura de la superficie de la tubería (°K)

- Caudal del aire:

$$m = \frac{Qt}{\rho \times Cp \times \Delta T}$$

Donde:

Qt = Calor total acumulado (BTU/min)

m = Caudal en pies cúbicos por minuto (cfm)

p = densidad del aire (lb/ft³)

Cp = Calor específico del aire (BTU/lb.°F)

ΔT = Diferencial de temperatura entre temperatura del aire y temperatura máxima a la que debe llegar el motor (°F)

Para el caudal circulante en los ductos se debe tener en cuenta que la velocidad de transporte debe ser tal que permita que el flujo circulante no se sedimente en estos:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (fpm) \quad \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

- v: Velocidad en el ducto (fpm)
- D: Diámetro del ducto (pie)
- Q: Caudal de aire (cfm)

Para el caso de las pérdidas en los tramos rectos, accesorios y entrada, la suma de las pérdidas descritas en la tabla 1 constituye la altura de pérdida de presión estática total del tramo considerado. Las pérdidas en los tramos rectos, accesorios y entrada serán obtenidas de acuerdo con el ítem 6.

$$\sum h = h_1 + h_2 + h_3 \quad (pulg H_2O) \dots\dots\dots (8)$$

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 9 de 17
--	---	--



Para establecer la potencia al eje del extractor será de la siguiente manera:

$$Pot_{eje} = \frac{Pot_{aire}}{n_{vent}} \quad (W) \quad \dots\dots\dots (9)$$

Donde:

- Pot_{aire} : Potencia entregada al aire (W).
- n_{Vent} : Rendimiento Mecánico.

Además:

$$Pot_{aire} = \rho \times Q \times DP \times g \quad (W) \quad \dots\dots\dots (10)$$

Donde:

- ρ : Densidad del aire (kg/m³).
- Q: Caudal de aire (m³/s).
- DP: Presión a vencer (mca).
- g: Aceleración de la gravedad (m/s²).

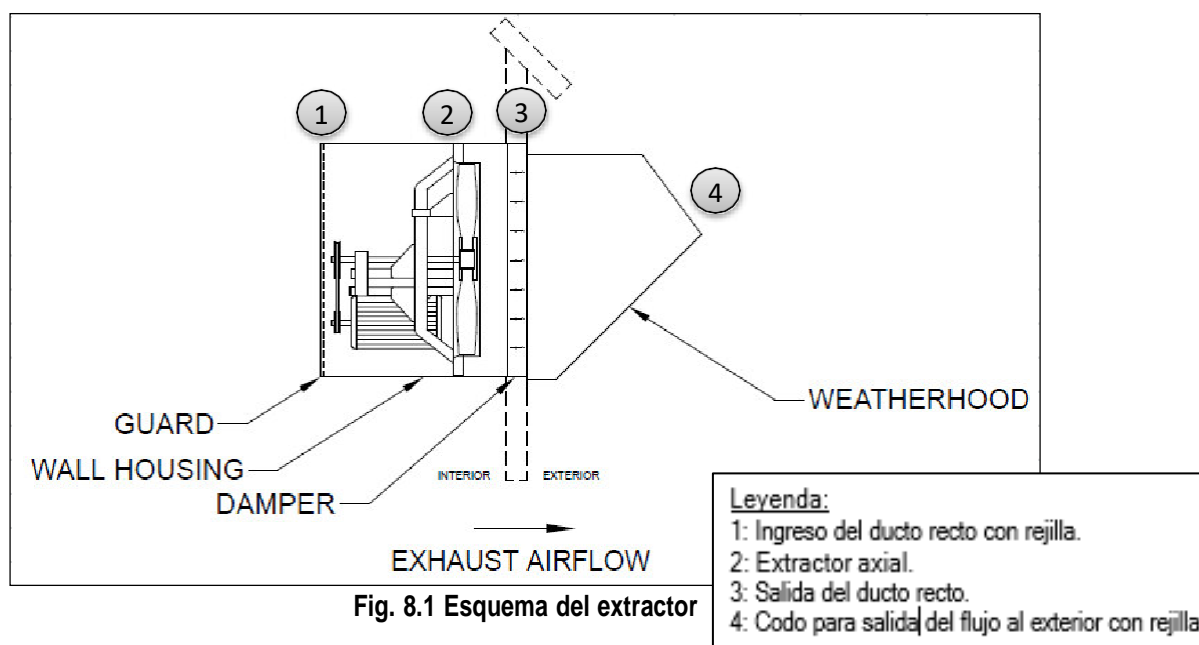
Los fabricantes de extractores asumen que el rendimiento de los extractores está en el orden de los 50 a 75%.

8. RESUMEN DE CÁLCULOS Y RESULTADOS

El caudal de aire del sistema de ventilación para el cuarto de bombas se aprecia en el anexo N° 1, siendo 6647 cfm para el extractor de aire.

Para el cuarto de bombas se requiere un (01) extractor de aire de 6647 cfm y un (01) rejilla de ingreso de aire (louver con damper) de 1.43 m x 1.43 m.

A continuación, se muestra un esquema para el extractor a implementar en el cuarto de bombas contra incendio.



PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 10 de 17
--	---	---



A continuación, se muestra un esquema para el louver con damper motorizado a implementar en el cuarto de bombas contra incendio.

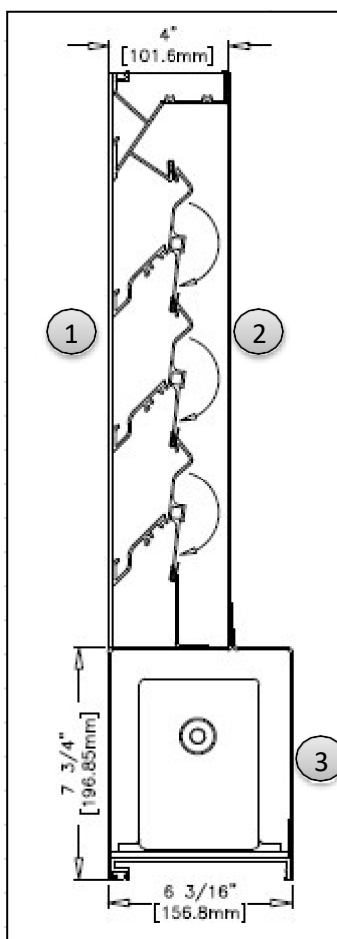


Fig. 8.2 Esquema del louver con damper motorizado

Leyenda:

- 1: Louver con hojas estacionarias.
- 2: Damper.
- 3: Actuador eléctrico.

En el anexo N° 2 se presenta la hoja de cálculo donde se halla la caída de presión de los extractores y se estima sus respectivas potencias. Se considera pérdidas en la rejilla de salida y en el tramo del ducto de acero que contiene al extractor axial montado en la pared. En la tabla 8.1 se muestran los resultados de la caída de presión y potencia estimada.

PROY GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Revisión: 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022 Página 11 de 17
--	---	---



Tabla 8.1. Caída de presión y potencia estimada del extractor

TAG	N° EXTRACTORES (unid.)	CAUDAL DEL EXTRACTOR (cfm)	CAÍDA DE PRESIÓN (pulg C.A.)	POTENCIA ESTIMADA kW (HP)
302-EX-001	1	6647	0.44	0.75 (1)

En el anexo N° 3 se presenta la hoja de cálculo donde se halla las dimensiones para la rejilla de ingreso de aire (louver con damper). En la tabla 8.2 se muestran los resultados para el louver estimado.

Tabla 8.2. Dimensiones del louver



TAG	N° LOUVERS (unid.)	LARGO (m)	ANCHO (m)
302-LO-001	1	1.43	1.43

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para el sistema de ventilación del cuarto de bombas contra incendio, se considera la utilización de un (01) extractor que deberá ser instalado en la parte alta de la pared cercana al tanque TQ-13, de acuerdo con las recomendaciones de la NFPA 20 (Anexo A, A.11.3.2).
- El sistema de ventilación requiere ingreso de aire y, se considera la utilización de un (01) louver de hojas con damper motorizado que deberá ser instalado en la parte baja de la pared opuesta al extractor, de acuerdo con las recomendaciones de la NFPA 20 (Anexo A, A.11.3.2), siendo ubicado al lado del acceso al cuarto de bombas.
- El extractor de aire deberá tener el caudal y caída de presión de acuerdo con lo mostrado en la tabla 8.1, y el louver para el ingreso de aire deberá tener las dimensiones de acuerdo con lo mostrado en la tabla 8.2.
- El dimensionamiento del sistema de ventilación considera que una sola bomba trabajará a la vez, es por ello por lo que se sugiere alinear, tanto el extractor como el louver, a una de las bombas contra incendio.
- El extractor y rejilla permanecerán cerrados (apagados) y solo deberán funcionar cuando se enciendan las bombas contra incendio.

10. ANEXOS

- ANEXO N° 1: CAUDAL DEL EXTRACTOR
- ANEXO N° 2: CAÍDA DE PRESIÓN Y POTENCIA DEL EXTRACTOR
- ANEXO N° 3: DIMENSIONAMIENTO DEL LOUVER
- ANEXO N° 4: TEMPERATURA MÍNIMA EN CUSCO

PROYECTO GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Rev. 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022	 
--	--	---------------------------------	--

ANEXO N° 1 CAUDAL DEL EXTRACTOR

Caudal de aire para la combustión (m1)

n	1	unid	Cantidad de motores
ma	498	cfm	Aire para la combustión*
m1	498	cfm	

Caudal de aire para evacuar el calor eliminado por radiación (m2)

Sm	30	BTU/seg	Radiación Motor *
St	3	BTU/seg	Radiación tubería de escape (10% radiación motor)
S	33	BTU/seg	Radiación total (Sm+St)
ρ	0.058	lb/pie3	Densidad del aire @ 0.69 bar
Cv	0.240	BTU/lb. °F	Calor específico del aire @ 0.69 bar
ΔT	23	°F	Diferencial Temperatura

$$m = \frac{Qt}{\rho \times Cp \times \Delta T}$$

m2	6149	cfm
----	------	-----

Caudal de aire total (m')

m	6647	cfm	(m1+m2)
---	------	-----	---------

Caudal de aire por extractor:

N	1	unid	Cantidad de extractores
M	6647	cfm	

* El calor radiado por el motor y el flujo de aire por combustión se obtuvieron de la especificación técnica del motor de la motobomba comprada: "Motor Clarke - John Deere modelo DP6H - UFAA50".

CLARKE

Fire Protection Products, Inc.

DP6H-UFAA50**INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)****USA Produced****Basic Engine Description**

Engine Manufacturer	Doosan
Ignition Type	Compression (Diesel)
Number of Cylinders	6
Bore and Stroke - in (mm)	4.37 (111) X 5.47 (139)
Displacement - in ³ (L)	492.5 (8.1)
Compression Ratio	16.7:1
Valves per cylinder	
Intake	1
Exhaust	1
Combustion System	Direct Injection
Engine Type	In-Line, 4 Stroke Cycle
Fuel Management Control	Mechanical, Inline Pump
Firing Order (CW Rotation)	1-5-3-6-2-4
Aspiration	Turbocharged
Charge Air Cooling Type	Raw Water
Rotation, viewed from front of engine, Clockwise (CW)	Standard
Engine Crankcase Vent System	Closed
Installation Drawing	D659
Weight - lb (kg)	2250 (1020)

Power Rating

	1760	2100	2350
Nameplate Power - HP (kW)	265 (198)	280 (209) ✓	286 (213)

Cooling System - [C051529]

	1760	2100	2350
Engine Coolant Heat - Btu/sec (kW)	112 (118)	118 (125)	121 (128)
Engine Radiated Heat - Btu/sec (kW)	29 (30.6)	30 (31.7)	31 (32.7)
Heat Exchanger Minimum Flow			
60°F (15°C) Raw H ₂ O - gal/min (L/min)	20 (75.7)	20 (75.7)	20 (75.7)
95°F (35°C) Raw H ₂ O - gal/min (L/min)	25 (94.6)	25 (94.6)	25 (94.6)
Heat Exchanger Maximum Cooling Raw Water			
Inlet Pressure - psi (bar)	60 (4.1)		
Flow - gal/min (L/min)	80 (303)		
Typical Engine H ₂ O Operating Temp - °F (°C) ¹	170 (76.7) - 190 (87.8)		
Thermostat			
Start to Open - °F (°C)	160 (71.1)		
Fully Opened - °F (°C)	185 (85)		
Engine Coolant Capacity - qt (L)	29 (27.4)		
Coolant Pressure Cap - lb/in ² (kPa)	10 (68.9)		
Maximum Engine Coolant Temperature - °F (°C)	205 (96.1)		
Minimum Engine Coolant Temperature - °F (°C)	160 (71.1)		
High Coolant Temp Alarm Switch - °F (°C)	205 (96.1)		

Electric System - DC

	Standard	
System Voltage (Nominal)	24	
Battery Capacity for Ambients Above 32°F (0°C)		
Voltage (Nominal)	12	[C07633]
Qty. Per Battery Bank	2	
SAE size per J537	8D	
CCA @ 0°F (-18°C)	1400	
Reserve Capacity - Minutes	430	
Battery Cable Circuit, Max Resistance - ohm	0.0012	
Battery Cable Minimum Size		
0-120 in. Circuit Length ^[2]	00	
121-160 in. Circuit Length ^[2]	000	
161-200 in. Circuit Length ^[2]	0000	
Charging Alternator Maximum Output - Amp	45	[65.26101-7153C]
Starter Cranking Amps, Rolling - @60°F (15°C)	250	[65.26101-7070D]


NOTE: This engine is intended for indoor installation or in a weatherproof enclosure. ¹Engine H₂O temperature is dependent on raw water temperature and flow. ²Positive and Negative Cables Combined Length.



INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)

USA Produced

Exhaust System			
Exhaust Flow - ft. ³ /min (m ³ /min)	1760	2100	2350
Exhaust Temperature - °F (°C)	969 (27.4)	1168 (33.1)	1429 (40.5)
Maximum Allowable Back Pressure - in H ₂ O (kPa)	860 (460)	800 (427)	773 (412)
Minimum Exhaust Pipe Dia. - in (mm) ^[3]	30 (7.5)	30 (7.5)	30 (7.5)
	5 (127)	5 (127)	5 (127)
Fuel System			
Fuel Consumption - gal/hr (L/hr)	1760	2100	2350
Fuel Return - gal/hr (L/hr)	20 (75.7)	24 (90.8)	24 (90.8)
Fuel Supply - gal/hr (L/hr)	52 (197)	51 (193)	50.3 (190)
Fuel Pressure - lb/in ² (kPa)	72 (273)	75 (284)	74.3 (281)
Minimum Line Size - Supply - in.	25 (172) - 35 (241)		
Pipe Outer Diameter - in (mm)	.75 Schedule 40 Steel Pipe		
Minimum Line Size - Return - in.	1.05 (26.7)		
Pipe Outer Diameter - in (mm)	.50 Schedule 40 Steel Pipe		
Maximum Allowable Fuel Pump Suction Lift with clean Filter - in H ₂ O (mH ₂ O)	0.848 (21.5)		
Maximum Allowable Fuel Head above Fuel pump, Supply or Return - ft (m)	31 (0.8)		
Fuel Filter Micron Size	9 (2.7)		
	5		
Heater System			
Engine Coolant Heater	Standard		Optional
Wattage (Nominal)	1500		1500
Voltage - AC, 1 Phase	230 (+5%, -10%)		115 (+5%, -10%)
Part Number	[C123643]		[C123639]
Air System			
Combustion Air Flow - ft. ³ /min (m ³ /min)	1760	2100	2350
	398 (11.3)	498 (14.1)	622 (17.6)
Air Cleaner			
Part Number	Standard		Optional
Type	[C03749]		[C03330]
Cleaning method	Indoor Service Only, with Shield Washable		Canister, Single-Stage Disposable
Air Intake Restriction Maximum Limit			
Dirty Air Cleaner - in H ₂ O (kPa)	10 (2.5)		14 (3.5)
Clean Air Cleaner - in H ₂ O (kPa)	5 (1.2)		7 (1.7)
Maximum Allowable Temperature (Air To Engine Inlet) - °F (°C) ^[4]	130 (54.4)		
Lubrication System			
Oil Pressure - normal - lb/in ² (kPa)	46 (317) - 78 (538)		
Low Oil Pressure Alarm Switch - lb/in ² (kPa)	20 (138)		
In Pan Oil Temperature - °F (°C)	204 (95.6) - 225 (107)		
Total Oil Capacity with Filter - qt (L)	15.9 (15)		
Lube Oil Heater			
Wattage (Nominal)	Optional		Optional
Voltage	150		150
Part Number	120V (+5%, -10%)		240V (+5%, -10%)
	C04431		C04430
Performance			
BMEP - lb/in ² (kPa)	1760	2100	2350
Piston Speed - ft/min (m/min)	242 (1670)	214 (1480)	196 (1350)
Mechanical Noise - dB(A) @ 1m	1605 (489)	1915 (584)	2142 (653)
Power Curve	C133930		
	C133725		

³Based on Nominal System. Back pressure flow analysis must be done to assure maximum allowable back pressure is not exceeded. (Note: minimum exhaust Pipe diameter is based on: 15 feet of pipe, one 90° elbow, and a silencer pressure drop no greater than one half of the maximum allowable back pressure.) ⁴Review for horsepower derate if ambient air entering engine exceeds 77°F (25°C). [] indicates component reference part number.



PROYECTO GMI : 571493-016		PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA			Fecha: 07/09/2022			
571493-302-A-ING-5-MC-001 Rev. 1								
ANEXO N° 2 CAÍDA DE PRESIÓN Y POTENCIA DEL EXTRACTOR								
1	Identificación del ducto (ver Fig. 8.1)			1-2	2-3	3-4		
2	Flujo		cfm	6,647	6,647	6,647		
3	Vel. mín de transporte		fpm	1250	1250	1250		
4	Diámetro ducto		mm	793	793	793		
5			pulg	31.22	31.22	31.22		
6	Diámetro ducto a usar		mm	609.6	609.6	609.6		
7	Area del ducto		pies²	3.1416	3.1416	3.1416		
8	Velocidad real en el ducto		fpm	2115.81	2115.81	2115.81		
9	Presión de Vel. En el ducto		Pulg. H2O	0.27909	0.27909	0.27909		
10	Factor de pérdida en entrada ducto			0	0	0		
11	Pérdida a la entrada del ducto		Pulg. H2O	0	0	0		
12	Longitud del tramo recto		mm	500	300	0		
13			pies	1.6404	0.9843	0.0000		
14	Factor de corrección de perdida por material del ducto			0.84	0.84	0.84		
15	Factor de pérdida (Hf)		mmca/m	0.1648	0.1648	0.1648		
16	Pérdida por fricción en ductos (12*15)		Pulg. H2O	0.0032	0.0019	0.0000		
17	N° de codos de 45° (R/D=2)			0	0	1		
18	sumatoria de k en los codos			0	0	0.135		
19	N° empalmes (45°)			0	0	0		
20	Sumatoria de k en empalmes			0	0	0		
21	k total del tramo (18+20)			0	0	0.135		
22	Pérdidas por accesorios (9*21)		Pulg. H2O	0	0	0.0377		
23	Pérdidas de PE en el tramo (11+16+22)		Pulg. H2O	0.0032	0.0019	0.0377		
24	PE acumulada		Pulg. H2O	0.0000	0.0000	0.0019		
25	PE que gobierna		Pulg. H2O	0.0032	0.0019	0.0396		
Ingreso al extractor de aire			pulg. C.A.	0.2				
Ducto de transporte de aire			pulg. C.A.	0.042				
Rejilla de salida			pulg. C.A.	0.16				
Caída de presión en el sistema			pulg. C.A.	0.402				
Se asume 10% adicional, esta diferencia es para compensar las posibles pérdidas de presión que se puedan presentar en el sistema.			pulg. C.A.	0.44	11.22 mmca			
Eficiencia del ventilador				50%				
Potencia al eje del ventilador			W	690.60				
			kW	0.691				
Potencia comercial (estimada)			kW	0.75	(1 HP)			

PROYECTO GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Rev. 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022	 
--	--	---------------------------------	--

ANEXO N° 3
DIMENSIONAMIENTO DEL LOUVER

1	Caudal del Extractor	cfm	6,647
2	Cantidad de Extractor	unid.	1
3	% Area libre (asumido)	%	51
4	Vel. por louver	fpm	600
5	Cantidad de louver	unid.	1
6	Caudal equivalente	cfm	6,647
7	Area libre	pies2	11.08
8		m2	1.0
9	Area total	pies2	21.7
10		m2	2.0

	Dimensiones		
11	Largo	m	1.43
12	Ancho	m	1.43

PROYECTO GMI: 571493-016 571493-302-A-ING-5-MC-001 Rev. 1	PETROPERU PMC INVERSIONES ADICIONALES ADECUACIÓN DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO TERMINAL CUSCO MEMORIA DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MECÁNICA	Fecha: 07/09/2022	 
--	--	--------------------------	--

ANEXO N° 4 TEMPERATURA MÍNIMA EN CUSCO

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación : GRANJA KAYRA

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

Distrito : SAN JERONIMO

Latitud : 13°33'24.29"

Longitud : 71°52'30.61"

Altitud : 3214 msnm.

Tipo : MAP - Meteorológica

Código :

100044

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
1/08/2020	24.2	-5	56.5	0
2/08/2020	S/D	-1.6	S/D	0
3/08/2020	23.6	-7.5	66.4	0
4/08/2020	24.4	-7	57.8	0
5/08/2020	24.8	-4.5	54.4	0
6/08/2020	23	-4	57.1	0
7/08/2020	22.8	-5	49.8	0
8/08/2020	24.6	-2	51.9	0
9/08/2020	S/D	-2.5	S/D	0
10/08/2020	22	-1.5	68.7	0
1/07/2021	21.5	-3	64.5	0
2/07/2021	22.4	-4.2	65.2	0
3/07/2021	20.2	-7	66	0
4/07/2021	22.6	-4.4	59.1	0
5/07/2021	22.8	-6.5	61.1	3
6/07/2021	23.2	-4	61.4	0
7/07/2021	23.8	-3.5	61.7	0
8/07/2021	23.4	-2.2	63.2	0
9/07/2021	23.4	-3.5	63	0
10/07/2021	24	-2.3	56.6	0
23/10/2021	27.2	3.2	71.4	0
24/10/2021	27.5	4.3	67.8	0
25/10/2021	26.2	7.5	71	0
26/10/2021	22.5	5.2	66.4	4
27/10/2021	22.4	6.5	71	0
28/10/2021	24.9	6.8	68.5	0
29/10/2021	21.2	7.5	73.2	0
30/10/2021	23.6	4	69.8	0
31/10/2021	24.5	5.5	72.8	0
1/07/2022	23	-2.5	64.3	0
2/07/2022	21.6	-2.4	70.3	0
3/07/2022	23	-2.6	73.7	0
4/07/2022	21.2	-3	66.1	0
5/07/2022	22.2	-3.5	62.3	0
6/07/2022	22.6	-2.8	65.2	0
7/07/2022	22.5	-1	71.5	0
8/07/2022	21.2	-0.5	71.1	0
9/07/2022	19.6	-0.5	71.6	0
10/07/2022	22.2	-0.8	60.6	0