

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**DISEÑO DE SISTEMA DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE DE
AVIACION TURBO A-1 PARA EL AEROPUERTO DE
PUCALLPA**

**INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECANICO
ARTURO ESPEJO PIEDRA**

PROMOCION 1983-II

LIMA-PERU

2010

Dedico el presente trabajo a mi Sr. Padre, Ing. Petróleo, Don Arturo Espejo Herrera, a mi madre Doña Piedad Piedra Herrera, hermanas, esposa e hijos.

Un especial agradecimiento a la Empresa MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU S.R.L por la confianza depositada en mi persona para la ejecución de este proyecto.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Prólogo | 1 |
| Capítulo 1 | 3 |
| 1. Introducción | 3 |
| 1.1. Antecedentes | 3 |
| 1.2. Objetivo | 4 |
| 1.3. Justificación: | 4 |
| 1.4. Limitaciones | 5 |
| 1.5. Alcances | 5 |
| Capítulo 2 | 6 |
| 2. Marco Teórico | 6 |
| 2.1. Definición de combustibles para aviación a comercializar | 6 |
| 2.2. Definición de los volúmenes de combustible requeridos. | 8 |
| 2.3. Definición de los sistemas de transporte | 10 |
| 2.3.1. Descripción del camión abastecedor | 10 |
| 2.4. Concepto de los sistemas de recepción y distribución de combustibles | 12 |
| 2.5. Concepto de los sistemas de control. | 13 |
| 2.6. Concepto de las presiones de operación del sistema | 14 |
| 2.7. Concepto de materiales a utilizar en el diseño. | 14 |
| Capítulo 3 | 16 |
| 3. Identificación del Problema | 16 |

| | | |
|-------------------|--|-----------|
| 3.1. | Restricciones de Abastecimiento | 16 |
| 3.2. | No Existencia de sistema de suministro en el aeropuerto de Pucallpa. | 16 |
| 3.3. | Identificación del Problema | 17 |
| Capítulo 4 | | 18 |
| 4. | Desarrollo del Diseño del Sistema de Despacho de Combustible | 18 |
| 4.1. | Propuesta del Sistema a diseñar | 18 |
| 4.1.1. | Criterios para el diseño de la Instalación Fija | 19 |
| 4.1.2. | Criterios para el diseño de la Instalación Móvil | 20 |
| 4.1.2.1. | Equipamiento del camión abastecedor | 21 |
| 4.2. | Dimensionamiento y Cálculos | 34 |
| 4.2.1. | Capacidad de Almacenamiento | 34 |
| 4.2.1.1. | Cálculo y Dimensionamiento de la instalación | 34 |
| 4.2.1.2. | Cálculo y Selección de mangueras y tuberías | 36 |
| 4.2.1.3. | Dimensionamiento y materiales de mangueras y tuberías | 41 |
| 4.2.2. | Instalación Eléctrica | 52 |
| 4.2.3. | Protección del Sistema | 53 |
| Capítulo 5 | | 60 |
| 5. | Evaluación del Diseño y Verificación | 60 |
| 5.1. | Verificación de operatividad del sistema | 60 |
| Capítulo 6 | | 63 |
| 6. | Estructura de Costos | 63 |
| 6.1. | Costos Directos | 63 |
| 6.2. | Costos Indirectos | 63 |

PROLOGO

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Aeropuerto Cap. FAP DAVID ABENSUR RENGIFO de la ciudad de Pucallpa, el cual no cuenta con una Planta de Abastecimiento en el Aeropuerto por lo que se requería diseñar un sistema que permita la comercialización de combustible de aviación Turbo A-1, cumpliendo con todas las normas de seguridad establecidas.

Desarrollamos el Informe considerando los siguientes capítulos:

Capítulo 1, Introducción, resumimos los antecedentes, objetivo, justificación, limitaciones y alcances del proyecto.

Capítulo 2, Marco Teórico, definimos el tipo de combustible que utilizaremos, medios de transporte, sistemas de recepción y control, presiones de operación y materiales a utilizar.

Capítulo 3, Identificación del problema, explicamos las restricciones de abastecimiento registradas en el aeropuerto de Pucallpa, puntualizando el problema existente.

Capítulo 4, Desarrollo del Diseño del Sistema de Despacho de Combustible,

resumimos la propuesta del sistema a diseñar, cálculos y dimensionamiento de la instalación y líneas.

Capítulo 5, Evaluación del Diseño y Verificación, detallamos las pruebas realizadas para certificar la operatividad del sistema.

Capítulo 6, Estructura de Costos, presentamos la evaluación económica que justifica la ejecución del proyecto.

Conclusiones y Recomendaciones, donde presentamos opciones que pueden permitir la aplicación de proyectos similares en otras localidades del país.

Agradecemos al **MSc. Ing. Wilson Silva Vasquez** por su apoyo y orientación en el desarrollo de este Informe.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Desde la inauguración del Aeropuerto de Pucallpa las instalaciones existentes para el abastecimiento de combustibles de aviación correspondían a terceros que se abastecían directamente desde Lima; algunos operaban como Consumidores Directos (Ejército Peruano y Fuerza Aérea del Perú) existiendo un solo agente que comercializaba Turbo A-1 y Gasolina 100LL.

Con el inicio de la producción de Turbo A-1 en la Refinería Pucallpa autorizada con Resolución Directoral N° 1259-98-EM/DGH del 30-Nov-1998, MAPLE inicia la comercialización de Turbo A-1 desde su Planta de Abastecimiento en la Refinería, como Distribuidor Mayorista. En Junio del 2000, OSINERG suspende las operaciones del agente comercializador en el Aeropuerto de Pucallpa, por graves irregularidades en sus procesos de control de calidad (se encontró agua en el sistema de distribución de Turbo A-1), quedando MAPLE autorizada a comercializar Turbo A-1 ante esta

contingencia, pero sin disponer de una instalación fija en el Aeropuerto, tal como lo establecían las normas en ese entonces (DS N° 030-98-EM).

Recién con la publicación del D.S.N° 045-2005-EM el 20 de Octubre del 2005, se establecen las condiciones para operar en los aeropuertos del país como Comercializadores de Combustible de Aviación utilizando Otros Sistemas de Despacho de acuerdo a las normas NFPA 407, NFPA 385 y ATA 103.

1.2. OBJETIVO

Diseñar un sistema de despacho de combustible de aviación en el Aeropuerto de Pucallpa que permita la comercialización de combustible Turbo A-1 cumpliendo las normas de seguridad establecidas en la legislación vigente. Este sistema incluiría un equipo abastecedor de combustible a aeronaves y una instalación que permita realizar las operaciones de recepción, transferencia y almacenamiento de Turbo A-1 en el aeropuerto con todas las exigencias de seguridad.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La comercialización de Turbo A-1 en el Aeropuerto de Pucallpa requería de condiciones de seguridad apropiadas para la recepción, abastecimiento, almacenamiento y despacho de este combustible, sin afectar el entorno y las condiciones ambientales existentes.

1.4. LIMITACIONES

Las operaciones de suministro de combustible de aviación en el Aeropuerto de Pucallpa, se desarrollaban hasta entonces en instalaciones precarias construidas antes de la vigencia de las normas de comercialización del año 1998, las cuales fueron clausuradas por OSINERG al ser inspeccionadas el año 2000.

La exigencia de una Planta de Abastecimiento en Aeropuertos establecida en las normas no alcanzaba una justificación económica dados los bajos volúmenes de venta registrados durante la última década.

1.5. ALCANCES

Dada la ubicación del Aeropuerto de Pucallpa en la selva central del país, el suministro de combustible de aviación Turbo A-1 se constituye en un elemento estratégico para el desarrollo de una serie de actividades regionales que potenciarán el desarrollo comercial, turístico e industrial en la Región Ucayali.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. DEFINICIÓN DE COMBUSTIBLES PARA AVIACIÓN A COMERCIALIZAR

El proyecto considera la comercialización de combustible de aviación Turbo A-1, producido en la Refinería Pucallpa de acuerdo a la norma INDECOPI N° NTP.321.006.2001 (ASTM D1655-00b) y a la Resolución Directoral N° 1259-98-EM/DGH mediante la cual, la Dirección General de Hidrocarburos autoriza su comercialización en el país.

Los combustibles de aviación se utilizan para accionar las turbinas y turbo propulsores de aeronaves y no deben ser confundidos con las Gasolinas de Aviación (para motores de pistón). Actualmente se comercializa en el país principalmente para la aviación comercial civil, el Jet A-1 o Turbo A-1. Dependiendo de los requerimientos militares o de las condiciones de clima severo, el Turbo A-1 con algunos aditivos (anti estáticos, anti congelantes, anti oxidantes, biocidas, etc.) se comercializa con otros nombres: JP-5, JP-8, y el Turbo con algunas mezclas de Nafta se comercializa como Jet B ó JP-4,

estando en investigación y desarrollo la alternativa de utilizar biocombustibles como combustible para aeronaves.

Descripción del Turbo A-1:

El Turbo A-1 es un grado de combustible derivado del kerosene conveniente para la mayoría de aviones con turbinas. Se produce de acuerdo a rigurosos estándares internacionales, tiene un punto de inflamación (Flash Point) de mínimo 38°C (100°F) y un punto de congelamiento máximo de - 47°C.

El Turbo A-1 cumple con los requisitos de la especificación NTP 321.006:2001; la especificación ASTM D1655-00b (Jet A-1); con la Guía de Materiales IATA (tipo de kerosene) y con el Código F-35 de la OTAN.

estando en investigación y desarrollo la alternativa de utilizar biocombustibles como combustible para aeronaves.

Descripción del Turbo A-1:

El Turbo A-1 es un grado de combustible derivado del kerosene conveniente para la mayoría de aviones con turbinas. Se produce de acuerdo a rigurosos estándares internacionales, tiene un punto de inflamación (Flash Point) de mínimo 38°C (100°F) y un punto de congelamiento máximo de - 47°C.

El Turbo A-1 cumple con los requisitos de la especificación NTP 321.006:2001; la especificación ASTM D1655-00b (Jet A-1); con la Guía de Materiales IATA (tipo de kerosene) y con el Código F-35 de la OTAN.

2.2 Definición de los volúmenes de combustible requeridos:

Tabla N° 2.2 Registro histórico de los despachos Turbo A-1 en Aeropuerto Pucallpa 2001 - 2009

VOLUMEN DESPACHOS AEROPUERTO PUCALLPA (gal)

| Mes | Año | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|-----------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Enero | | 23487 | 34771 | 49410 | 38348 | 55753 | 74885 | 50412 | 85507 | 41952 |
| Febrero | | 59056 | 60010 | 52170 | 43746 | 44599 | 76018 | 58561 | 100806 | 80515 |
| Marzo | | 29929 | 84173 | 96062 | 56468 | 60310 | 67462 | 90531 | 107524 | 68490 |
| Abril | | 58893 | 59090 | 53845 | 59507 | 29588 | 57692 | 86764 | 92303 | 40806 |
| Mayo | | 49344 | 39098 | 51826 | 71395 | 44051 | 56355 | 83832 | 65688 | 160014 |
| Junio | | 48182 | 42787 | 49909 | 42270 | 100746 | 100706 | 61488 | 57768 | 52963 |
| Julio | | 7032 | 41432 | 58983 | 49935 | 92746 | 109289 | 49065 | 86737 | 68058 |
| Agosto | | 24724 | 30664 | 72764 | 60756 | 60513 | 133317 | 99223 | 125014 | 67264 |
| Septiembre | | 20811 | 26861 | 41269 | 53525 | 49478 | 94417 | 87954 | 89778 | 68628 |
| Octubre | | 17559 | 42949 | 45907 | 63156 | 95393 | 85013 | 103760 | 64340 | 80294 |
| Noviembre | | 44519 | 45139 | 48110 | 59524 | 64734 | 69007 | 97489 | 55580 | 60196 |
| Diciembre | | 55486 | 46612 | 48668 | 60963 | 57119 | 63793 | 92361 | 47118 | 70867 |
| Total gal x año | | 439032 | 554186 | 668923 | 659593 | 755030 | 987954 | 956440 | 976133 | 824244 |
| Total Bls / Dia | | 28.64 | 36.15 | 43.63 | 43.03 | 49.25 | 64.45 | 62.89 | 68.67 | 68.77 |

Fuente: MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU

Volumen Turbo A1 despachado (gal)

Aeropuerto Pucallpa

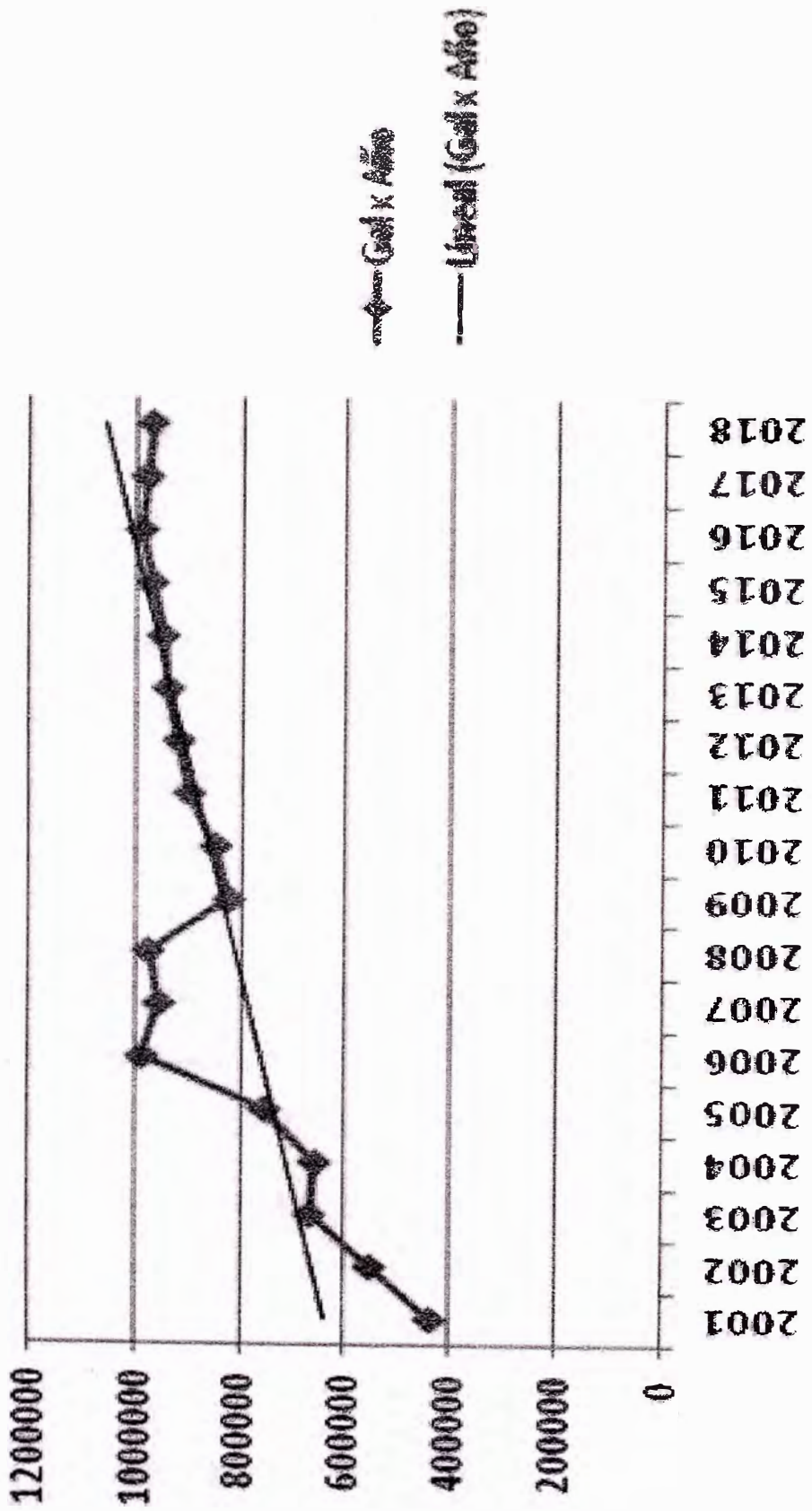


Figura N° 2.2
 Grafico Despachos Turbo A-1 en Aeropuerto Pucallpa
 Fuente: MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU

De acuerdo a los promedios de consumo en la última década en el Aeropuerto de Pucallpa, se considerará un promedio de 60 barriles/día en el abastecimiento comercial de Turbo A-1.

2.3. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

El abastecimiento de combustible Turbo A-1 al Aeropuerto de Pucallpa se realizará vía terrestre con unidades móviles dedicadas desde la Planta de Abastecimiento de la Refinería Pucallpa.

El Aeropuerto se encuentra a aproximadamente 5.5 Km de la Planta de Abastecimiento operada por MAPLE, existiendo una carretera asfaltada en buenas condiciones que permiten trasladar una cisterna de 6000 gal en 30 minutos entre ambos puntos.

El transporte terrestre de combustibles esta normado por los Reglamentos para la Comercialización de Combustibles líquidos, DS N° 030-98-EM, DS N° 045-2001-EM; DS N° 045-2005-EM; el Reglamento de Seguridad para el transporte de hidrocarburos, DS N° 026-94-EM; el Reglamento de Seguridad en las Actividades de Hidrocarburos, DS N° 043-2007-EM; y el Reglamento Nacional de Vehículos, DS N° 058-2003-MTC y normas complementarias.

2.3.1. Descripción del camión abastecedor

El camión abastecedor es un equipo preparado de acuerdo a las normas NFPA 385, NFPA 407 y ATA 103, para cumplir con el

abastecimiento de combustible de aviación a aeronaves. En nuestro caso, se trata de un camión VOLVO modelo N1075 de tres ejes, sobre el cual se ha montado el tanque de almacenamiento de acero inoxidable, de 5000 gal de capacidad, los equipos bombeo, control y filtrado así como la instrumentación necesaria para realizar las operaciones de recepción y despacho de Turbo A-1 cumpliendo con las normas de seguridad establecidas.

El camión abastecedor solo circulará en el interior del aeropuerto, desde el Hangar asignado hasta la rampa de parqueo de aeronaves, abasteciéndose de Turbo A-1 de otro camión cisterna el cual trasladará el combustible desde la Planta de Abastecimiento de la Refinería Pucallpa hasta el aeropuerto.

Para el funcionamiento del camión abastecedor se requiere de un solo Operador, disponiendo diariamente de tres turnos de trabajo de 8 hrs cada uno.

Como paso previo a contar con la autorización respectiva, se realizó una Certificación Operativa a cargo de la Empresa SGS y adicionalmente se calificó ante OSINERGMIN obteniendo el Informe Técnico Favorable que permitió su registro en la Dirección General de Hidrocarburos como Otro Sistema de Despacho de combustible de aviación.

2.4. CONCEPTO DE LOS SISTEMAS DE RECEPCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES

El diseño propuesto no considera la instalación de tanques de almacenamiento de Turbo A-1 en el aeropuerto, dado los bajos volúmenes de comercialización; para el efecto, el planteamiento consiste en utilizar las unidades móviles dedicadas al transporte de Turbo A-1, una de las cuales contará con el equipamiento necesario que permitirá recibir el producto mediante un circuito cerrado liquido-vapor.

Los tanques de las unidades móviles, deberán cumplir con las recomendaciones establecidas en la norma NFPA 385, que establece especificaciones sobre los materiales a utilizar su espesor de pared y pruebas requeridas. La instalación a implementar debe contar con un sistema de recepción y distribución de Turbo A-1 que permita garantizar la calidad del producto de acuerdo a las especificaciones establecidas en las normas vigentes, por lo que deberá utilizarse materiales compatibles con el combustible de aviación, tanto para las conexiones flexibles (mangueras) como en las instalaciones fijas (tuberías y accesorios). Para el caso de las mangueras para combustible de aviación Turbo A-1, deberán cumplir la Norma API 1529 Última edición.

Para el caso de tuberías y accesorios deben cumplir con especificaciones ASTM para el tipo de material y normas ASME/ANSI en lo referente a medidas y presiones de trabajo.

2.5. CONCEPTO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL.

La instalación debe contar con sistemas de control que permitan una operación confiable y segura, tanto en la recepción, trasiego, almacenamiento y abastecimiento a aeronaves.

La zona de recepción debe proveer un área estanca capaz de confinar en casos de alguna emergencia, un volumen equivalente al 110% de la capacidad de almacenamiento de las unidades utilizadas: camión cisterna y camión abastecedor.

El sistema de recepción y trasiego de Turbo A-1 debe proveer de conexiones herméticas de carga por el fondo las que forman parte del sistema de abastecimiento de la unidad que cuenta con válvulas de control de sobrellenado, sistema de recuperación de vapores y válvulas de seguridad.

Adicionalmente el camión abastecedor cuenta con dispositivos de seguridad internos (Interlocks) los cuales actúan sobre el sistema de frenos de la unidad cuando se utiliza alguna de las válvulas de carga o de despacho, impidiendo que la unidad se desplace.

El sistema de abastecimiento de combustible de aviación Turbo A-1 implementado con el camión abastecedor debe contar con sistemas de control primario y secundario que permitan garantizar un suministro de combustible a las aeronaves que no exceda de 50 psi.

Todas las especificaciones de seguridad y control se basan en las normas NFPA 407 y ATA 103

2.6. CONCEPTO DE LAS PRESIONES DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

El control de la presión en los procesos industriales permite condiciones de operación seguras. Todo recipiente o tubería posee cierta presión máxima operación, variando está de acuerdo con el material y la temperatura de operación.

De acuerdo a lo previsto en el sistema a desarrollar, se tendrá presiones de trabajo que bordearán los 206.84 a 344.73 Kilo Pascal (30 a 50 psig) a temperatura ambiente.

Para el efecto, se tomará las recomendaciones establecidas en las normas ASME y ANSI para el dimensionamiento de los equipos a utilizar.

2.7. CONCEPTO DE MATERIALES A UTILIZAR EN EL DISEÑO: TUBERÍAS, TANQUES, ETC.

El almacenamiento y distribución de Turbo A-1 requiere de garantizar las condiciones del producto en todas las etapas del proceso de comercialización para lo cual se recomienda el uso de materiales apropiados.

El ATA 103 Rev. 2009 Cap. 2.7, recomienda No utilizar materiales de zinc o galvanizados en los equipos abastecedores de Turbo A-1. No permitir en las

tuberías principales del sistema de abastecimiento de combustibles, el uso de aleaciones que contengan cobre, enchapes de cadmio o materiales plásticos. Se debe minimizar el uso de cobre o aleaciones de cobre en otros componentes.

En el diseño de la instalación se ha previsto utilizar tuberías de acero inoxidable austenítico para la recepción y transferencia de Turbo A-1. El tanque de almacenamiento del camión abastecedor también será de este material lo que permitirá garantizar la conservación del producto

CAPITULO 3

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

3.1. RESTRICCIONES DE ABASTECIMIENTO

Los Reglamentos de Comercialización de combustibles líquidos establecían el requerimiento de contar con Plantas de Abastecimiento en Aeropuertos para el suministro de combustible de aviación a aeronaves, las cuales deben contar con las respectivas autorizaciones de funcionamiento por parte de DGH y DGAC.

3.2. NO EXISTENCIA DE SISTEMA DE SUMINISTRO EN EL AEROPUERTO DE PUCALLPA

El 12 Junio 2000, OSINERG comunica a MAPLE mediante el Oficio N° 017996-2000-OSINERG-GH/TT, que se ha verificado la contaminación con agua en el sistema de abastecimiento de Turbo A-1 utilizado por la Empresa que comercializaba este producto en el aeropuerto de Pucallpa, no contando con la Constancia de Registro emitida por la Dirección General de Hidrocarburos (DGH) para operar; con el mismo documento se autoriza a MAPLE a suministrar como medida de emergencia este combustible en el

aeropuerto de Pucallpa.

3.3. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Dadas las condiciones planteadas, MAPLE inicia en Junio del 2000 el abastecimiento de combustible de aviación en el aeropuerto de Pucallpa, operando como Distribuidor Mayorista desde la Planta de Abastecimiento de la Refinería Pucallpa con un camión abastecedor, figura no contemplada en la legislación vigente.

Los bajos volúmenes de venta de Turbo A-1 en el Aeropuerto de Pucallpa (menos de 45 Bls/día) no permitían justificar económicamente la inversión necesaria para instalar una Planta de Abastecimiento en el aeropuerto con todo el equipamiento requerido para cumplir con las normas de seguridad.

En estas condiciones, dada la jurisprudencia internacional existente al respecto se hizo necesario gestionar entre el 2003 y 2004, la adecuación de la legislación nacional para incorporar los equipos e instalaciones que puedan realizar las funciones de abastecimiento de combustible de aviación a aeronaves con la seguridad requerida en todas sus operaciones, publicándose en Octubre del 2005 la modificación del Reglamento de Comercialización del Subsector Hidrocarburos.

CAPITULO 4

DESARROLLO DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE

4.1 PROPUESTA DEL SISTEMA A DISEÑAR

El Art. 2 del DS N° 045-2005-EM publicado el 20 Octubre del 2005, incorpora la definición de Comercializador de Combustible de Aviación:

Comercializador de Combustible de Aviación: Persona que comercializa combustible de aviación a aeronaves en instalaciones aeroportuarias a través de una Planta de Abastecimiento en Aeropuerto, o a través de otros sistemas de despacho de combustible de aviación que cumplen con los requerimientos y estándares internacionales para el despacho de los combustibles de aviación, previstos en la ATA - 103 y en los códigos NFPA 407 y NFPA 385 o en aquellos que los sustituyan que OSINERG apruebe.

En función de lo establecido por la norma, se propone diseñar otro sistema de despacho de combustible de aviación, de acuerdo a las normas internacionales ATA 103, NFPA 407 y 385, que incluya:

- **Instalación Fija:** Infraestructura en la cual se realizarían las operaciones de recepción, transferencia y almacenamiento de Turbo A-1
- **Instalación móvil:** Camión abastecedor equipado con todos los sistemas y mecanismos que permitan realizar el abastecimiento de Turbo A-1 a aeronaves de acuerdo a lo establecido en las normas indicadas.

4.1.1 Criterios para el diseño de la Instalación Fija:

En la instalación fija se considerará la infraestructura necesaria para permitir el acceso de dos camiones con capacidad de 5000 a 6000 gal de Turbo A-1:

- Uno será un camión cisterna de Turbo A-1 que trasladará el producto desde la Planta de Abastecimiento de la Refinería MAPLE al Aeropuerto Pucallpa.
- Otro será el camión abastecedor de Turbo A-1 equipado para el abastecimiento de aeronaves

Para ello se ha revisado las instalaciones existentes en el aeropuerto de Pucallpa, habiendo acordado con la empresa concesionaria, Aeropuertos del Perú, la adecuación de la infraestructura disponible en la Rampa Norte del aeropuerto, en la cual se dispondrá de una cobertura metálica sobre un área de 300 m², conformando un Hangar con facilidades para el ingreso de vehículos y ambientes para Oficina Administrativa, Almacén, Vestuario y Servicios Higiénicos.

El área donde se recibirán a las unidades de transporte será una losa de

concreto reforzado de 210 kg/cm² y contará con facilidades para contener un máximo de 36 m³ (9,500 gal) excediendo la capacidad de almacenamiento de las unidades utilizadas en caso de una contingencia mayor.

La instalación contará con los equipos requeridos para el trasiego de combustible entre el camión cisterna y el camión abastecedor de acuerdo al sistema de carga por el fondo y recuperación de vapores recomendado en el API RP 1004.

El sistema de recuperación de vapores será de Fase I, en el cual los vapores son transferidos del tanque del camión abastecedor al tanque del camión cisterna mediante una conexión balanceada de dos puntos.

Ambos tanques contarán con dos conexiones, una para la descarga/recepción de combustible y otra para el retorno de vapores. Los acoples a utilizar serán herméticos, de conexión rápida de acuerdo a lo establecido en el API RP 1004.

4.1.2 Criterios para el diseño de la Instalación Móvil

La instalación móvil considera utilizar un camión abastecedor equipado con todos los sistemas de control que permitan un suministro seguro a aeronaves de acuerdo a lo previsto en las normas ATA 103, NFPA 385 y NFPA 407.

4.1.2.1. Descripción del camión abastecedor

El camión abastecedor fue importado temporalmente por MAPLE en Setiembre de 1999, marca FWD-FRUEHAUF de fabricación norteamericana del año 1967, con matrícula XY-2047, equipada con un motor CUMMINS de 6 cilindros y con un tanque de almacenamiento de acero inoxidable de 5000 gal de capacidad.

Esta unidad luego de calificar ante OSINERG obteniendo su Informe Técnico Favorable N° 2602-060-1999, fue autorizada por la Dirección Regional de Energía y Minas de Ucayali, obteniendo una primera Constancia de Registro N° 11402699 el 26-Oct-1999, como Camión Tanque de combustible líquido, con lo cual inició sus operaciones en el Aeropuerto de Pucallpa.

En el 2003 se realizaron ante la Aduana los trámites de devolución del camión original FWD-FRUEHAUF pasando a adquirir un chasis VOLVO modelo N1025 del año 1977, de matrícula XP-2556, sobre el cual se realizó el montaje de toda la instrumentación y accesorios requeridos para el abastecimiento a aeronaves con que contaba el camión original.

El nuevo camión abastecedor fue calificado por OSINERGMIN con Resolución Directoral N° 2881-2003-OS/GFH-TT el 02-Oct-2003 aprobando el Informe Técnico Favorable N° 97745-M-060-2003 y

renovando su Constancia de Registro en la DREM de Ucayali N° 0005-CTCL-25-2001. Recién en el 05-Feb-2008, estando vigente la Modificación del Reglamento de Comercialización de hidrocarburos con el D.S.N° 045-2005-EM, OSINERGMIN emite la Resolución Directoral N° 532-2008-OS/GFHL-UPDL aprobando el Informe Técnico Favorable N° 141776-UF-350-2008 y calificando a la unidad como otro Sistema de Despacho de Combustible de Aviación-Camión Refueler XP-2556, con lo cual se obtiene finalmente la Constancia de Registro de la Dirección General de Hidrocarburos N° 0001-SDCA-25-2008 de fecha 31-Mar-2008.

Equipamiento del Camión abastecedor:

El camión abastecedor XP-2556, cuenta con los siguientes sistemas instalados:

Sistema de Carga por el Fondo:

Cuenta con un sistema de carga por la parte inferior dotado de su respectivo sistema de recuperación de vapores. El sistema de carga posee válvulas neumáticas de control de sobrellenado, las cuales bloquean el ingreso de producto al alcanzar determinado nivel en el tanque de almacenamiento de la unidad. Este sistema cumple con la Norma API RP 1004, la cual establece los requerimientos mínimos para que toda unidad de transporte de combustibles pueda contar con los accesorios que permitan una conexión hermética tanto para la

recepción y descarga de líquidos como para el flujo de vapores que circulan en todo desplazamiento de combustibles.

Sistema de venteo:

Durante las operaciones de abastecimiento de la unidad, el sistema de recuperación de vapores actúa a través de una Válvula ARMSTRONG Mod 11AV, la cual deriva los gases a través de una línea de 3" con conector CIVACON Mod 611T.

Sistema de bombeo:

La unidad cuenta con una bomba centrífuga marca GORMAN RUPP, con carcasa e impulsor de aluminio, con una succión de 6" y descarga de 4"; acoplada a la Toma de Fuerza (PTO) de la Caja de Transmisión, la cual permite realizar tres funciones primordiales:

Suministro de Turbo A-1 al camión abastecedor, succionando el producto desde un camión cisterna.

Despacho de Turbo A-1 a aeronaves, bombeando el producto a través de todo el sistema de filtrado y control bajo dos condiciones:

- Abastecimiento bajo el ala, manguera 2"
- Abastecimiento sobre el ala, manguera 1 ½"

Para el cálculo de la potencia del motor se utilizó las siguientes ecuaciones:

BPH: Potencia hidráulica de la bomba en HP

P: Potencia del Motor en HP

$$\text{BHP} = \frac{Q \times H}{1714}$$

$$P = \frac{Q \times H}{1714 (N_b \times N_m)}$$

Donde:

Q: Caudal en gpm

H: Altura Dinámica Total de la bomba en psi

N_b: Eficiencia de la bomba

N_m: Eficiencia del motor

En nuestro caso, reemplazando los valores para la condición de abastecimiento a aeronaves bajo el ala, obtenemos:

Q: 180 gpm

H: 50 psi

N_b: 0.6, eficiencia bomba centrífuga

N_m: 0.3, eficiencia motor diesel

$$P = (Q \cdot H / 1714) / (N_b \cdot N_m)$$

$$P = 29.17 \text{ HP}$$

Para determinar la Carga Neta de Succión Disponible (NPSH d) es necesario conocer las condiciones de la instalación. Dado que se utilizarán tanques de almacenamiento a presión atmosférica, se convertirá esta a la altura de líquido equivalente, debiendo descontarse

la presión de vapor del producto a la temperatura de operación (temperatura ambiente), las pérdidas de presión en la línea de succión y la carga estática existente entre las conexiones del camión cisterna y camión abastecedor.

NPSH d: Carga de succión neta positiva disponible

$$\text{NPSH d} = P_{\text{atm}} - P_v - \Delta P + \Delta h$$

Donde:

P_{atm} : Presión atmosférica

P_v : Presión de Vapor del Turbo A1 a 60°F

ΔP : Caída de Presión en línea de succión

Δh : Carga estática debido a diferencia de nivel entre la válvula de descarga del camión cisterna y la válvula de carga por el fondo del camión abastecedor.

El esquema mostrado en la Figura Nro. 4.1 muestra los parámetros de operación de la bomba en el camión abastecedor, de acuerdo a los siguientes pasos, convirtiendo las presiones registradas en altura equivalente de líquido:

Determinar la Altura Dinámica de succión:

Se conoce la altura de líquido disponible así como las perdidas por fricción de la instalación, longitud equivalente.

Determinar la Altura Dinámica de Descarga:

Se conoce la presión requerida al final de la línea de descarga así

como las pérdidas por fricción de la instalación, longitud equivalente.

La Altura Dinámica Total, corresponde a la suma de la Altura Dinámica de Succión mas la Altura Dinámica de Descarga, lo cual alcanza a 37.31 mt.

En nuestro caso, reemplazando los valores determinados en nuestra instalación, obtenemos:

$$\text{NPSH d} = P_{\text{atm}} - P_v - \Delta P + \Delta h$$

Donde:

P_{atm} : 10.33 mt

P_v : 0.30 mt, presión de Vapor del Turbo A1 a 60°F

ΔP : 0.60 mt, caída presión en línea succión

Δh : 0.00 mt, ambas válvulas están al mismo nivel

$$\text{NPSH d} = 9.43 \text{ mt}$$

Con estas consideraciones obtenemos una Carga Neta de Succión Disponible (NPSH d) de 9.43 mt, la cual es mayor a la Carga Neta de Succión Requerida (NPSH r) por el fabricante para la bomba a utilizar, dato que se obtiene de la curva de operación de la bomba, arrojando un NPSH r de 1.00 mt.

En la Figura Nro. 4.2, mostramos las curvas de operación del sistema de bombeo instalado en el camión abastecedor, para cada condición de trabajo, confirmando que la bomba a utilizar instalada en el camión

abastecedor, marca Gorman Rupp, modelo 06C-GHH-I, cumple con las recomendaciones del fabricante.

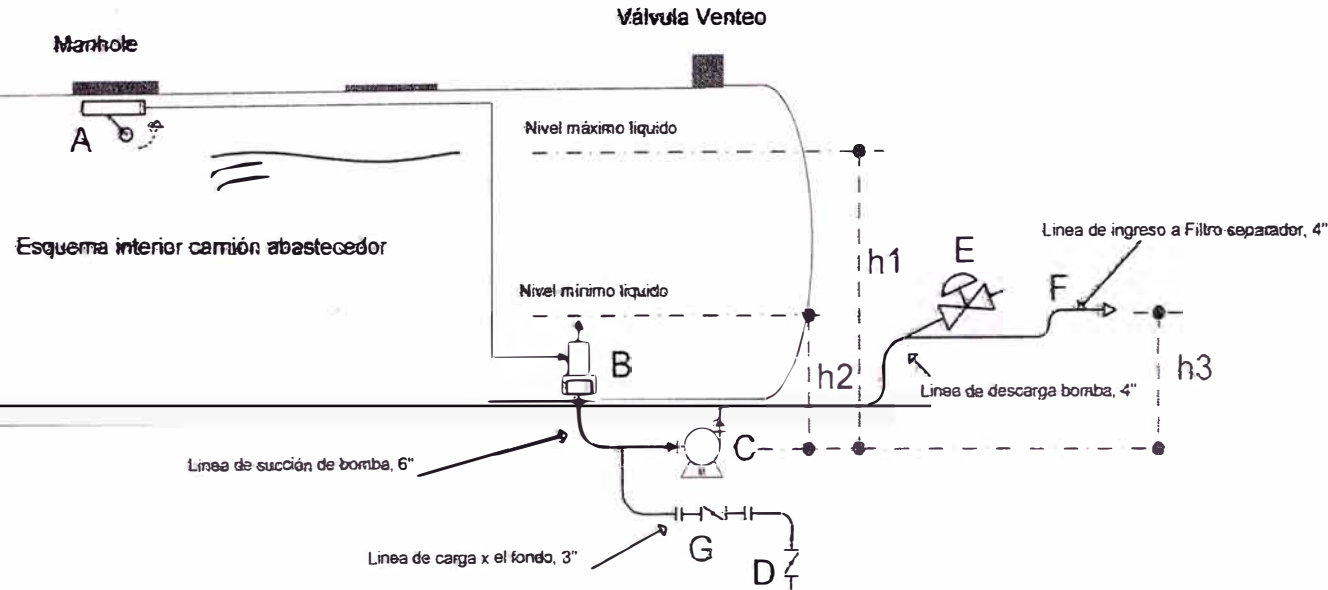
En la Figura Nro. 4.3, se muestra un esquema con las operaciones de recarga y despacho del camión abastecedor, utilizando la opción de recarga desde camión cisterna al no contar con una Planta de Abastecimiento en Aeropuerto.

Sistema de control:

El sistema de control de la unidad, cuenta con una serie de componentes que permiten realizar las tres operaciones cumpliendo las normas de seguridad establecidas:

Suministro de Turbo A1 al camión abastecedor: cuenta con una válvula de control de sobrellenado la cual al detectar un nivel alto de producto en el interior del tanque de almacenamiento, envía una señal ingreso de producto. Adicionalmente, posee una válvula de pie en el fondo del tanque que permite cerrar la salida de producto del tanque de almacenamiento en la succión de la bomba cuando se tiene un bajo nivel en este.

SISTEMA DE BOMBEO DEL CAMION ABASTECEDOR



EQUIPOS Y ACCESORIOS

- A - Válvula sobrelentado
- B - Válvula de pie en fondo tanque,
- C - Bomba Centrífuga, en posición "Free" (desparado)
- D - Válvula Carga por Fondo, Emco-Wheaton F3002
- E - Válvula Control Borragina 3", neumática,
- F - Línea de Ac Inox 4", ingreso a Filtro Separador
- G - Válvula Mariposa 3", neumáticas con actuador

Altura dinámica succión:

| | |
|--|------------------|
| Nivel max. líquido en tanque: | 1.8 mt |
| Tubería 6" y accesorios (long. equiv): | 1.2 mt |
| Perdidas x fricción: | <u>0.1219 mt</u> |
| Total Altura Dinámica succión (h1): | 1.9219 mt |

Carga Neta Succión disponible (NPSHd):

| | |
|---|-----------------|
| Presión atmosférica: | 10.3 mt |
| Presión vapor líquido a 25°C: | -0.30 mt |
| Factor seguridad: | <u>-0.60 mt</u> |
| Total carga neta succión disponible (NPSHd): | 9.43 mt |

Altura dinámica descarga:

| | |
|---|-----------------|
| Manguera 2" x 16 mt: | 16 mt |
| Tubería 4" y accesorios (long. equiv): | 50 mt |
| Perdidas x fricción: | 0.1848 mt |
| Presión requerida final línea 2" (50 psi): | <u>35.21 mt</u> |
| Total Altura Dinámica descarga (h3): | 35.39 mt |

Parámetros:

| | |
|-------------------------------|-----------------|
| Flujo: | 200 GPM |
| Total Altura Dinámica: | 37.31 mt |
| NPSHd disponible: | 9.43 mt |
| NPSHr requerido: | 1.00 mt |

Total Altura Dinámica: $1.92 + 35.39 = 37.31 \text{ mt}$

Figura N° 4.1

Cálculo del NPSH disponible en camión abastecedor

Fuente: Propia

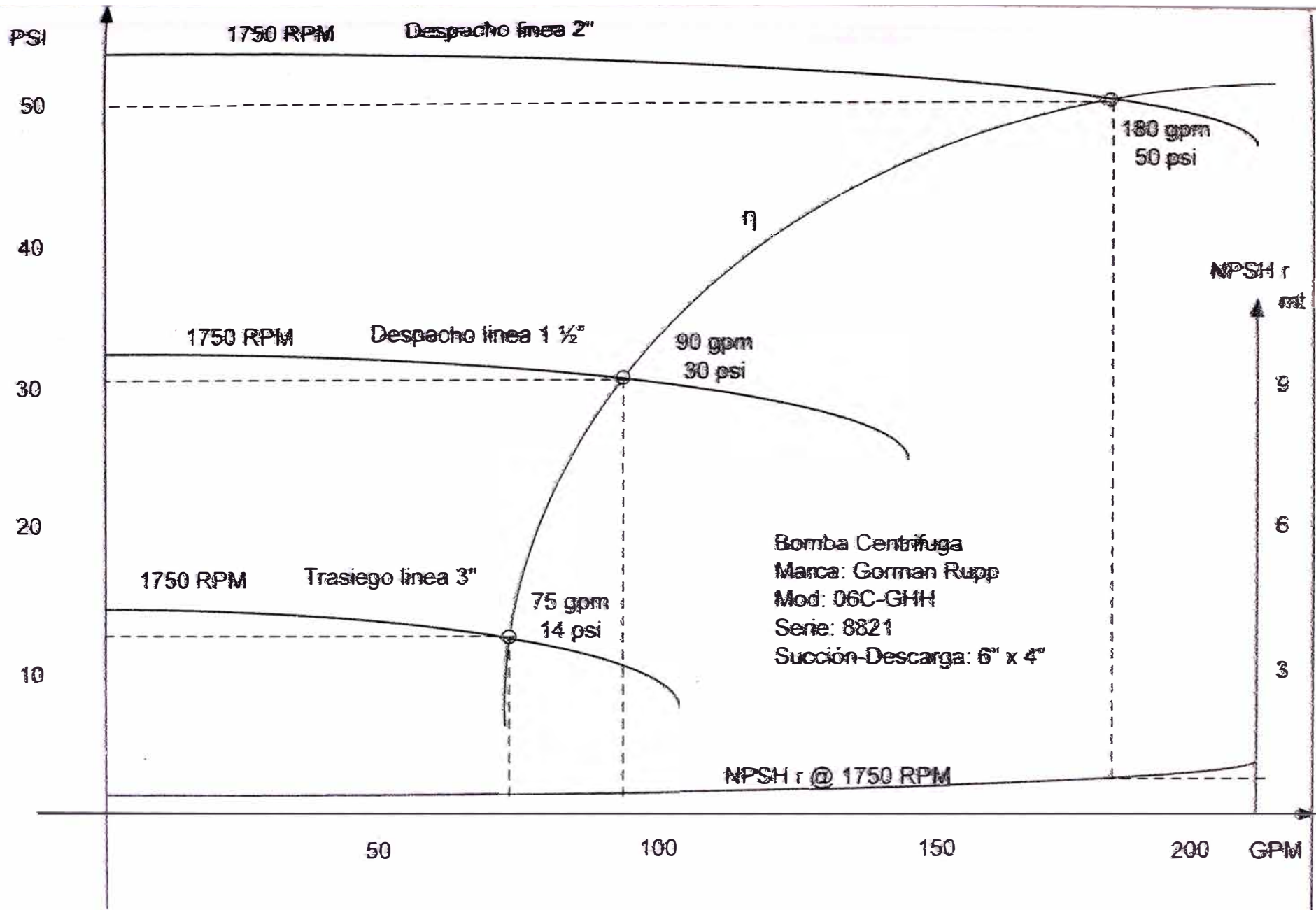
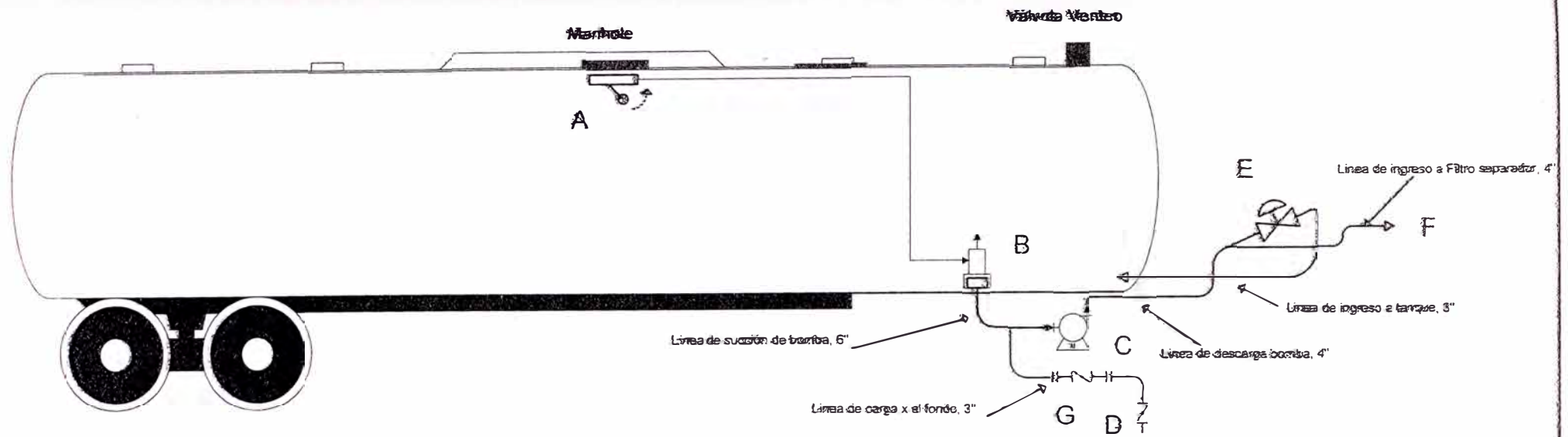


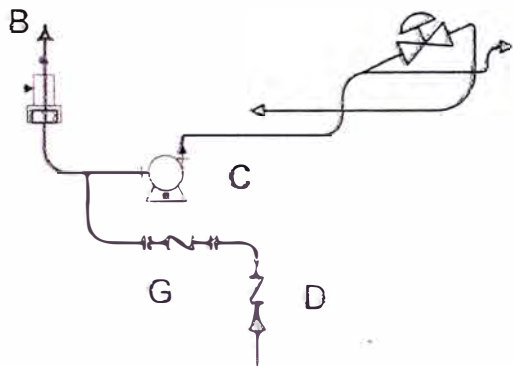
Figura N° 4.2

Curvas de operación del sistema de bombeo del camión abastecedor

Fuente: Propia

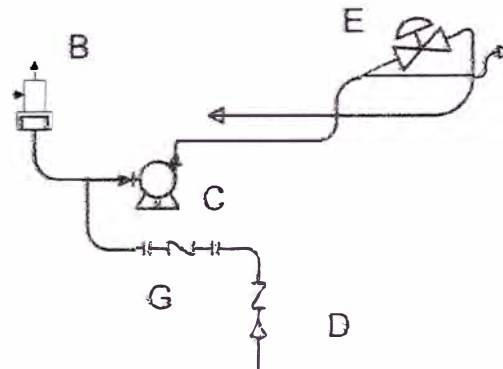


Esquema de recarga en Planta



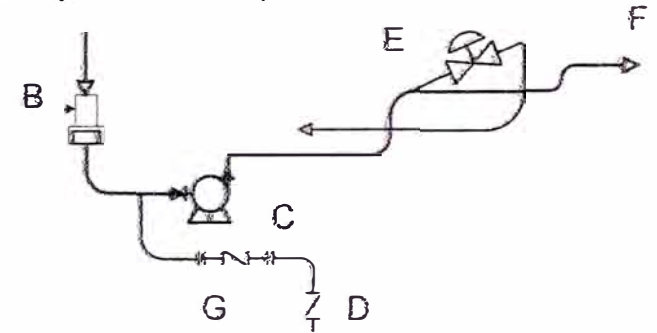
- D - Válvula Emco Wheaton F5002, recibe producto
- G - Válvula Mariposa 3", neumática con actuador
- C - Bomba Centrífuga no opera
- B - Válvula de pie en fondo tanque, neumática, abierta
- A - Válvula sobrellenado, Flotador, con nivel alto envía señal a Válvula mariposa F y cierra ingreso producto

Esquema de recarga desde sistema



- D - Válvula Emco Wheaton F5002, recibe producto del camión sistema
- G - Válvula Mariposa 3", neumática con actuador
- C - Bomba Centrífuga en posición "Defuel" (succión)
- B - Válvula de pie en fondo tanque, neumática, cerrada
- E - Válvula Control Diafragma 3", neumática, abre y permite ingreso de producto al tanque.
- A - Válvula sobrellenado con nivel alto envía señal a Válvula mariposa F y cierra ingreso producto

Esquema de despacho a aeronaves



- D - Válvula Emco Wheaton F5002
- G - Válvula Mariposa 3", neumática con actuador
- C - Bomba Centrífuga, en posición "Fuel" (despacho)
- B - Válvula de pie en fondo tanque, neumática, abierta
- E - Válvula Control Diafragma 3", neumática, cerrada
- F - Línea de Ac Inox 4", ingreso a Filtro Separador

Figura Nº 4.3

Esquema de abastecimiento y despacho de Turbo A1 en camión abastecedor

Fuente: Propia

Abastecimiento de Turbo A1 bajo el ala y sobre el ala: el sistema de control cuenta con un sistema de control de presión primario y de sobre presión, el cual regula la presión de entrega del producto a no más de 40 psi. Adicionalmente, cuenta con un sistema de presión secundario redundante a través de una válvula de control de presión instalada en el extremo de la manguera la cual limita el flujo a no más de 50 psi. El sistema de control permite detener el flujo de producto de manera súbita con no más de 5% de volumen adicional entregado.

Una presión por encima de este límite puede dañar los componentes interiores de la aeronave por lo que se debe seguir un estricto control permanente en las inspecciones y pruebas de los componentes del sistema de control.

Sistema de Filtrado:

La unidad cuenta con un Filtro Separador marca VELCON el cual está instalado en el gabinete de la unidad y su finalidad es la de permitir la entrega de producto libre de agua e impurezas Para ello, el Filtro Separador cuenta con tres elementos filtrantes coalescentes y un elemento filtrante separador, los cuales son evaluados diariamente a través del registro de Presión Diferencial.

Adicionalmente, posee una válvula de bloqueo la cual corta la salida de producto al detectar agua en el sumidero del filtro, constituyendo un elemento adicional de seguridad en el servicio brindado.

Sistema de Medición de Volumen:

Una vez que el producto es filtrado, pasa a través de un Contometro marca LIQUID CONTROL Modelo M-60, el que permite controlar el volumen exacto en galones, entregado a cada Cliente. La exactitud de este Contometro es verificada semestralmente utilizando un Cilindro Patrón de 300 gal Certificado por INDECOPI.

Sistema de Abastecimiento a Aeronaves:

La unidad cuenta con dos posibilidades de entrega de combustible a aeronaves: Bajo el Ala o Sobre el Ala.

En ambos casos, el sistema está dotado de controles neumáticos que permiten regular la presión de entrega no más de 50 psi tanto para entregas sobre el ala (avionetas) o para entregas bajo el ala (aviones comerciales).

Las mangueras utilizadas para combustible de aviación son sometidas a pruebas de resistencia anual de acuerdo a la Norma API 1529, NFPA 407.

Las pistolas y válvulas de punto único, poseen mallas de acero inoxidable Mesh 100, las cuales son revisadas mensualmente. Norma ATA 103.

Sistema de Bloqueo de Emergencia:

Si se presentase una condición de emergencia, la unidad cuenta con 2 válvulas de corte neumáticas ubicadas en cada extremo del vehículo,

que permiten un corte total automático del suministro en 7 seg, permitiendo a los Operadores atender directamente la emergencia producida.

Instalaciones Eléctricas:

Las instalaciones eléctricas de iluminación de la unidad son selladas y a prueba de explosión y cumplen con la norma NFPA-70, por tratarse de un área clasificada Clase I División 2 grupo D, de acuerdo al API RP-500.

Corriente estática:

El sistema de descarga de la corriente estática, cuenta con un carrete de cable acero inoxidable 1/8" plastificado, de 16 mt. de longitud con grapas para puesta a tierra marca GAMMON Modelo GTP-1101, de acuerdo a la Norma MIL-STD-1548-C, verificando semestralmente que su continuidad no debe exceder los 25 ohms.

Sistema de protección contraincendios:

La unidad cuenta con dos extintores portátiles de PQS, Marca ANSUL tipo ABC de 30 libras c/u impulsados por cartucho externo.

El uso del camión abastecedor, está sujeto a todos los procedimientos descritos en el Manual de Operaciones aprobado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), los cuales detallan el uso y funcionamiento para lo que ha sido autorizada la unidad para el

abastecimiento de combustible de aviación Turbo A-1 a aeronaves.

Siendo el único proveedor de combustible de aviación en el Aeropuerto de Pucallpa, el sistema debe garantizar un suministro confiable al 100% por lo que se ha considerado el uso de un equipo alternativo de despacho de combustible de aviación para los casos en que el camión abastecedor se encuentre en un mantenimiento mayor o ante una contingencia que impida el normal desplazamiento del mismo.

Para el efecto, se considera emplear una Carreta Abastecedora que cumpla las mismas normas de operación establecidas para el abastecimiento a aeronaves. Esta carreta será desplazada hasta la ubicación de la aeronave con el camión cisterna dedicado al transporte de Turbo A-1, encargándose el Operador de realizar las conexiones necesarias para el suministro de combustible.

4.2 DIMENSIONAMIENTO Y CÁLCULOS

4.2.1 Capacidad Almacenamiento

4.2.1.1 Cálculo y dimensionamiento de la instalación

Para dimensionar el sistema a desarrollar se tendrá en cuenta el registro histórico de las ventas de Turbo A-1 en el Aeropuerto de Pucallpa entre el 2001 – 2009 (Fig. N° 2.1) y la tendencia de consumo para los siguientes años, podemos considerar las siguientes cifras para determinar la capacidad del tanque de almacenamiento del camión abastecedor a utilizar comercialmente:

Tabla N° 4.1 : Parámetros Operaciones en Aeropuerto Pucallpa

| Descripción | Capacidad (bls) |
|--|--|
| Máximo consumo anual estimado: | 1 000,000 gal/año = 2,739 gal/día |
| Tiempo de abastecimiento entre Planta y Aeropuerto: | 3 hrs |
| Tiempo disponible de atención en aeropuerto: | 21 hrs |
| Nivel mínimo existencias para camión abastecedor: | 500 gal |
| Capacidad neta requerida: | 2739 – 500 = 2,239 gal |
| Caudal neto requerido: | 2239 / 21 = 106.62 gal/hr |
| Período abastecimiento mínimo requerido en aeropuerto: | 48 hrs |
| Volumen mínimo requerido en aeropuerto: | 106.62 x 48 = 5,118 gal |

Fuente: Propia

Disponibilidad comercial de tanques almacenamiento para camiones abastecedores: mínimo 3000 gal.

De acuerdo a estos cálculos, se requerirá un camión abastecedor con tanque de 5000 gal capacidad.

En base a estos parámetros y a los equipos disponibles en el mercado, se ha optado por utilizar un Camión Abastecedor de máximo 5000 gal de capacidad para la atención de aeronaves en el aeropuerto y contar con el servicio de un camión cisterna de máximo 6000 gal de capacidad para el traslado del combustible desde la Planta de Abastecimiento al aeropuerto de Pucallpa.

Para el efecto se utilizará una instalación existente en la Rampa Norte del Aeropuerto de Pucallpa, en la cual se acondicionará las facilidades requeridas para el proyecto, con un área mínima de 180 m² para la ubicación de ambas unidades de manera que pueda realizarse las operaciones de recepción y trasiego de combustible con las mejores condiciones de seguridad. El área de trabajo deberá contar con una losa de concreto reforzado (210 Kg/cm²), facilidades para confinar en el interior del área un 110% de la capacidad de almacenamiento de las unidades utilizadas en casos de contingencia e instalaciones para el trasiego de fluidos (líquidos y gases) entre ambos vehículos.

4.2.1.2 Cálculo y Selección de mangueras y tuberías

El dimensionamiento del sistema de tuberías y mangueras dependerá del equipo de bombeo que se utilice en el camión abastecedor. En nuestro caso, la unidad cuenta con una Bomba GORMAN RUPP Modelo 06C1-GHH Serie 8821, acoplada a la toma de fuerza del camión, con una succión de 6" y descarga de 4", construida en aluminio y cuya curva de operación se muestra en la Figura N° 4.7

Esta es una bomba centrífuga de flujo radial, de succión sencilla de una sola entrada, cerrada, de una sola etapa, de árbol horizontal. Lo siguiente corresponde a las bases de diseño para el dimensionamiento de las tuberías de succión y descarga para el servicio de transferencia desde el camión cisterna hacia el camión

abastecedor. Este servicio utilizará la misma bomba centrífuga marca GORMAN RUPP, para despacho a aeronaves.

Para el dimensionamiento de tuberías y mangueras, el simulador de procesos, utilizó las *ecuaciones de Darcy-Weisbach*. La ecuación de Darcy-Weisbach es una ecuación ampliamente usada en hidráulica. Permite el cálculo de la pérdida de carga debida a la fricción dentro una tubería. La ecuación se indica a continuación:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- h_f = es la pérdida de carga debida a la fricción, calculada a partir de "f"
- f = factor de fricción de Darcy,
- L/D = relación entre la longitud y el diámetro de la tubería
- v = la velocidad media de flujo,
- g = corresponde a la aceleración debida a la gravedad, y se supone constante (9.81 m/s^2).

El factor de fricción (f) es adimensional y varía de acuerdo a los parámetros de la tubería (rugosidad) y del flujo (laminar, turbulento, etc). Para determinar la velocidad del fluido en la tubería, se considera lo siguiente

$$v = Q/A$$

Donde:

- Q = Flujo volumétrico del fluido,
- A = Área transversal del diámetro interno de la tubería,
- v = la velocidad media de flujo,

Caracterización del Producto

El Turbo A-1 es un combustible especialmente indicado como carburante para turbinas de aviación.

Las especificaciones del Turbo A-1 son restrictivas para asegurar los requerimientos de seguridad de las aeronaves, tanto en tierra como en el aire (necesidad de acomodarse a distintas temperaturas y presiones).

En la Tabla N° 4.2, se muestra las principales propiedades físicas del combustible Turbo A-1, obtenidas del simulador de procesos, mediante la norma ASTM-D86 y la gravedad API indicados en el certificado de calidad típico para el Turbo A-1 producido en la Refinería Pucallpa.

Tabla N° 4.2 Propiedades Físicas del Turbo A-1

| Propiedad | Valor |
|----------------------------|-------------------------|
| Peso molecular (gr/mol) | 154.8 |
| Peso específico (agua = 1) | 0.78 |
| Densidad | 784.4 Kg/m ³ |

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Presión Vapor Reid | 0.14 psia |
| Solubilidad en el agua | No soluble |
| Temperatura Inflamación | 42.8°C |
| Viscosidad | 1.49 cSt |
| Calor latente vaporización | 160.4 Btu/lib |
| Clasificación | Combustible Clase II |
| Inflamabilidad | (NFPA 30) |

Fuente: MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU S.R.L

Sistema de Trasiego y Recuperación de vapores de Turbo A-1

En la Tabla N° 4.3, se muestra las bases de diseño para el cálculo hidráulico del Sistema de Trasiego del turbo A-1 y Sistema de Recuperación de Vapores.

Tabla N° 4.3 Parámetros y consideraciones de Diseño

| Parámetros | Valor |
|---|----------------------|
| 1. Condiciones de Operación | |
| Temperatura, °C | 25 |
| 2. Sistema de Trasiego | |
| Flujo de Turbo A-1 (GPM), máx. | 75 ⁽¹⁾ |
| Presión de descarga de Bomba Centrífuga, psig | 130 ⁽²⁾ |
| Caída Presión Válvula E (Reguladora presión neumática) psig | 113.3 ⁽³⁾ |
| Diámetro de Tubería de Succión (Tramo 1/2/3), pulg. | 3" / 3" / 6" |
| Longitud Tubería Succión (Tramo 1/2/3) (m), máx. | 2 / 1.5 / 0.5 |

| Parámetros | Valor |
|--|-------------------------|
| Diámetro de Tubería de Descarga (Tramo 4), pulg | 3" |
| Longitud Tubería Descarga (Tramo 4) (m), máx. | 1.5 |
| Diámetro/Longitud Manguera 1, pulg/m | 3 / 5 |
| Diámetro/Longitud Manguera 2, pulg/m | 3 / 5 |
| Caída de Presión Acoples ½ API, psi | 1-5 |
| 3.Sistema Recuperación de Vapores | |
| Flujo de Vapores de Turbo A-1 (ACFH/GPM), máx. | 619 / 75 ⁽⁴⁾ |
| Diámetro/Longitud Tubería de Recuperación de Vapores(Tramo 5), pulg/m | 3 / 12.0 |
| Diámetro/Longitud Manguera 3 de Tubería de Recuperación de Vapores, pulg/m | 3 / 5 |
| Diámetro/Longitud Manguera 4 de Tubería de Recuperación de Vapores, pulg/m | 3 / 5 |
| Caída de Presión Acoples ¾ API, psi | 1-5 ⁽⁵⁾ |
| Velocidad de Fluido en Manguera 1/2 (pie/s), min/máx. | 15/20 ⁽⁶⁾ |
| 4.Parámetros de Diseño | |
| Velocidad de Fluido en Tubería de Turbo A-1 (pie/s), min. /máx. | 1-5 |
| Velocidad de Fluido en Tubería de Descarga de Turbo A-1 (pie/s), máx. | 10 |
| Velocidad de Fluido en Manguera 1/2 de Turbo A-1 (pie/s), min/máx. | 30 ⁽⁶⁾ |
| Velocidad de Fluido en Manguera ¾ de vapores (pie/s), min/máx. | 15/20 ⁽⁶⁾ |
| Caída de Presión (psi) /100 pie tubería | 1-5 |

Fuente: MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU S.R.L

⁽¹⁾ De acuerdo a datos tomados en campo durante el servicio de

trasiego de Turbo A1.

(2) Ver Curva de la Bomba Centrífuga GORMAN RUPP Mod.06C-GHH en el Apéndice, Figura N° 4.7, para 75 gpm y 1750 rpm.

(3) Diferencia obtenida entre presión de descarga de la bomba y presión de manómetro local aguas abajo de Válvula C (Válvula reguladora de Presión).

(4) Para efectos de cálculos, se ha evaluado la hidráulica del sistema de recuperación de vapores con aire

(5) Los acoples son de 3" y presentan una caída de presión en el rango de 2-5 psi (flujo máximo de 450gpm). Se está considerando una caída de presión de 3 psi para efectos de cálculo.

(6) Para efectos de cálculos, se ha evaluado la hidráulica del sistema de recuperación de vapores con aire.

El material de las tuberías de succión y descarga son de acero inoxidable, siendo su rugosidad de 0.00180000 pulg.

El material de las mangueras tienen rugosidad de 0.00090552 pulg.

Para efectos de cálculo, se considera el nivel mínimo del Turbo A-1 en el camión cisterna.

4.2.1.3. Dimensionamiento y materiales de mangueras y tuberías

En la *Figura N° 4.4* se muestra los resultados de la hidráulica del sistema de trasiego de Turbo A-1:

- La velocidad del fluido en la línea de succión de 3" es 3.28 pie/s,

siendo el máximo recomendado de 5 pie/s. En la línea de succión de 6" es de 0.84 pie/s.

- La velocidad del fluido en la línea de descarga de 3" es 3.28 pie/s, siendo el máximo recomendado de 10 pie/s.
- La velocidad del fluido en las mangueras 1 y 2 de 3" es de 3.285 pie/s siendo el máximo recomendado de 30 pie/s.

De los resultados se confirma los diámetros de las mangueras y tuberías de succión y descarga del sistema de trasiego y recuperación de vapores de Turbo A-1 en 3".

Reporte de simulación para línea de trasiego de Turbo A-1:

\$ Generated by PRO/II Keyword Generation System <version8.0>

\$ Generated on: Tue Apr 13 09:58:28 2010

TITLE

DIMENSION ENGLISH, TEMP=C, TIME=MIN, LENGTH=M,

LIQVOL=GAL

SEQUENCE SIMSCI

COMPONENT DATA

THERMODYNAMIC DATA

METHOD SYSTEM=PR, SET=PR01, DEFAULT

STREAM DATA

PROPERTY STREAM=S1, TEMPERATURE=25,

**PRESSURE=14.7, PHASE=M, & RATE(LV)=111, ASSAY=LV
D86 STREAM=S1, DATA=0,295/10,320/20,339.8/50,384.8/90,473/
& 100,510.8, TEMP=F
API STREAM=S1, AVERAGE=48.9**

UNIT OPERATIONS

VALVE UID=ACOPLE1

FEED S1

PRODUCT M=S2

OPERATION DP=3

PIPE UID=MANGUERA1

FEED S2

PRODUCT M=S3

LINE NPS=3,40, LENGTH=5, AROU=0.00090552,

DPCORR=BBM, &

XOPTION=CONTINUE

PIPE UID=TRAMO1

FEED S3

PRODUCT M=S4

LINE NPS=3,40, LENGTH=2, DPCORR=BBM,

XOPTION=CONTINUE, & KFACTOR=2.12

PIPE UID=MANGUERA2

FEED S4

PRODUCT M=S5

LINE NPS=3,40, LENGTH=5, AROU=0.00090552,

DPCORR=BBM, &

XOPTION=CONTINUE, KFACTOR=0.81

VALVE UID=VAL_MARIPOSA

FEED S5

PRODUCT M=S6

OPERATION DP=0

PIPE UID=TRAMO2

FEED S6

PRODUCT M=S7

LINE NPS=3,40, LENGTH=1.5, DPCORR=BBM,

XOPTION=CONTINUE

PIPE UID=TRAMO3

FEED S7

PRODUCT M=S8

LINE NPS=6,40, LENGTH=0.5, DPCORR=BBM,

XOPTION=CONTINUE

PUMP UID=P1

FEED S8

PRODUCT M=S9

OPERATION DP=45

PIPE UID=TRAMO4

FEED S9

PRODUCT M=S11

LINE NPS=3,40, LENGTH=1.5, DPCORR=BBM,

XOPTION=CONTINUE

VALVE UID=ACOPLE2

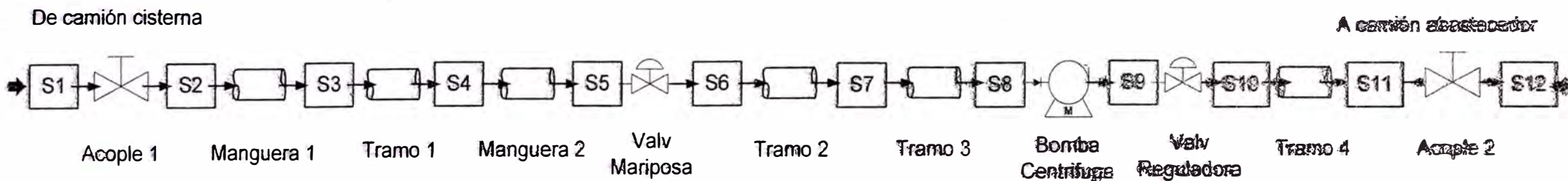
FEED S11

PRODUCT M=S10

OPERATION DP=3

END

ESQUEMA DE SIMULACION DEL SISTEMA DE TRASIEGO DEL CAMION



| Nombre línea | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Descripción línea | | | | | | | | | | | | | |
| Fase | | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido | Líquido |
| Temperatura | °C | 25.000 | 25.012 | 25.012 | 25.013 | 25.014 | 25.014 | 25.014 | 25.014 | 25.016 | 25.554 | 25.554 | 25.556 |
| Presión | PSIG | 1.000 | -2.000 | -2.078 | -2.231 | -2.355 | -2.355 | -2.380 | -2.380 | 127.630 | 14.304 | 14.200 | 11.200 |
| Regimen Flujo | Gal/min | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 | 75.000 |
| API Standard | | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 | 48.900 |

| Nombre tubería | | Manguera 1 | Manguera 2 | Tramo 1 | Tramo 2 | Tramo 3 | Tramo 4 |
|--------------------------|---------|------------|------------|---------|---------|---------|---------|
| Descripción tubería | | | | | | | |
| Temperatura | °C | 25.0124 | 25.0135 | 25.0130 | 25.0136 | 25.0136 | 25.5539 |
| Presión | PSIG | -2.0785 | -2.3550 | -2.2308 | -2.3795 | -2.3795 | 14.2705 |
| Caida Presión Total | PSI | 0.0785 | 0.1242 | 0.1523 | 0.0246 | 0.0003 | 0.0245 |
| Prom. Velocidad ingreso | PIE/SEG | 3.2816 | 3.2816 | 3.2816 | 3.2816 | 0.8397 | 3.2825 |
| Diámetro Línea interior | PULG | 3.0680 | 3.0680 | 3.0680 | 3.0680 | 6.0650 | 3.0680 |
| Rugosidad absoluta línea | PULG | 0.0009 | 0.0009 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0018 | 0.0018 |
| Longitud línea | MT | 5.0000 | 5.0000 | 2.0000 | 1.5000 | 0.5000 | 1.5000 |

Figura Nº 4.4

Camión Abastecedor - Esquema de simulación del sistema de trasiego de Turbo A1

Fuente: PRO/II Keyword Generation System

Tabla N° 4.4

REPORTE DE DATOS EN SIMULACION DE LINEA DE TRASIEGO

| Stream Name Description Phase | S1 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S2 | S11 | S12 |
|-------------------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid | Liquid |
| Total Stream Properties | | | | | | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/MIN | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 |
| | LB/MIN | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 |
| Std. Liquid Rate | GAL/MIN | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 |
| Temperature | C | 25,000 | 25,012 | 25,013 | 25,014 | 25,014 | 25,014 | 25,014 | 25,096 | 25,554 | 25,012 | 25,554 |
| Pressure | PSIG | 1,000 | -2,078 | -2,231 | -2,355 | -2,355 | -2,380 | -2,380 | 127,620 | 14,304 | -2,000 | 14,280 |
| Molecular Weight | | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 |
| Enthalpy | MM BTU/MIN | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 |
| | BTU/LB | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 22,010 | 22,010 | 21,514 | 22,010 |
| Mole Fraction Liquid | | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| Reduced Temp. | | 0,4597 | 0,4597 | 0,4598 | 0,4598 | 0,4598 | 0,4598 | 0,4598 | 0,4599 | 0,4606 | 0,4597 | 0,4606 |
| Pres. | | 0,0490 | 0,0394 | 0,0389 | 0,0385 | 0,0385 | 0,0384 | 0,0384 | 0,4441 | 0,0905 | 0,0396 | 0,0904 |
| Acentric Factor | | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 | 0,4546 |
| Watson K (UOPK) | | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 | 12,063 |
| Standard Liquid Density | LB/GAL | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 | 6,539 |
| Specific Gravity | | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 |
| API Gravity | | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 | 48,900 |
| Vapor Phase Properties | | | | | | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | LB/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | FT3/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Std. Vapor Rate | FT3/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Specific Gravity (Air=1.0) | | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Molecular Weight | | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Enthalpy | BTU/LB | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| CP | BTU/LB-C | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Density | LB/FT3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Viscosity | CP | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Liquid Phase Properties | | | | | | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/MIN | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 | 3,092 |
| | LB/MIN | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 | 490,457 |
| | GAL/MIN | 75,611 | 75,615 | 75,615 | 75,615 | 75,615 | 75,615 | 75,615 | 75,500 | 75,635 | 75,615 | 75,635 |
| Std. Liquid Rate | GAL/MIN | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 |
| Specific Gravity (H2O @ 60 F) | | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 | 0,7844 |
| Molecular Weight | | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 | 158,638 |
| Enthalpy | BTU/LB | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 21,514 | 22,010 | 22,010 | 21,514 | 22,010 |
| CP | BTU/LB-C | 0,816 | 0,816 | 0,816 | 0,816 | 0,816 | 0,816 | 0,816 | 0,815 | 0,817 | 0,816 | 0,817 |
| Density | LB/GAL | 6,487 | 6,486 | 6,486 | 6,486 | 6,486 | 6,486 | 6,486 | 6,496 | 6,485 | 6,486 | 6,485 |
| Surface Tension | DYNE/CM | 26,4487 | 26,4475 | 26,4475 | 26,4474 | 26,4474 | 26,4474 | 26,4474 | 26,4399 | 26,3981 | 26,4476 | 26,3981 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 0,05593 | 0,05593 | 0,05593 | 0,05593 | 0,05593 | 0,05593 | 0,05593 | 0,05592 | 0,05588 | 0,05593 | 0,05588 |
| Viscosity | CP | 1,14930 | 1,14875 | 1,14872 | 1,14870 | 1,14870 | 1,14869 | 1,14869 | 1,16151 | 1,14107 | 1,14876 | 1,14107 |
| Solid Phase Properties | | | | | | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | LB/MIN | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | GAL/MIN | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Molecular Weight | | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Enthalpy | BTU/LB | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | MM BTU/MIN | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| CP | BTU/LB-C | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Density | LB/GAL | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 320,993 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

En la Figura N° 4.5 se muestra los resultados de la hidráulica del sistema de recuperación de vapores de Turbo A-1:

- La velocidad del fluido en la línea de recuperación de vapores de 3" es 4.85 pie/s, siendo el máximo recomendado de 5 pie/s.
- La velocidad del fluido en las mangueras 3 y 4 de 3" es de 4.85 pie/s siendo el máximo recomendado de 30 pie/s.

De los resultados se confirma los diámetros de las mangueras y tuberías de recuperación de vapores en 3", pudiendo ser de menor diámetro.

Reporte de simulación para línea de recuperación de vapores:

\$ Generated by PRO/II Keyword Generation System <version8.0>

\$ Generated on: Tue Apr 13 09:58:28 2010

TITLE

DIMENSION ENGLISH, TEMP=C, LENGTH=M

SEQUENCE SIMSCI

COMPONENT DATA

LIBID 1, AIR

THERMODYNAMIC DATA

METHOD SYSTEM=PR, SET=PR01, DEFAULT

STREAM DATA

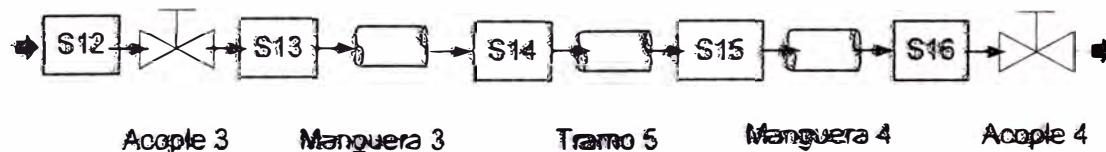
PROPERTY STREAM=S12, TEMPERATURE=25,

**PRESSURE=14.75, PHASE=M, &
RATE(GV)=892.047, COMPOSITION(M)=1,1
UNIT OPERATIONS
VALVE UID=ACOPLE3
FEED S12
PRODUCT M=S13
OPERATION DP=0
PIPE UID=MANGUERA3
FEED S13
PRODUCT M=S14
LINE DIAMETER=3.068, LENGTH=5, AROU=0.00090552,
DPCORR=BBM, &
XOPTION=CONTINUE, KFACTOR=0.56
PIPE UID=TRAMOS
FEED S14
PRODUCT M=S15
LINE NPS=3,40, LENGTH=12, DPCORR=BBM,
XOPTION=CONTINUE, &KFACTOR=0.1
PIPE UID=MANGUERA4
FEED S15
PRODUCT M=S16
LINE DIAMETER=3.068, LENGTH=5, AROU=0.00090552,
DPCORR=BBM, &
XOPTION=CONTINUE, KFACTOR=0.56
VALVE UID=ACOPLE4
FEED S16
PRODUCT M=S17
OPERATION DP=0
END**

ESQUEMA DE SIMULACION DEL SISTEMA DE RECUPERACION DE VAPORES

De camión abastecedor

A camión cisterna



| | | | | | | | |
|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Nombre línea | | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 |
| Descripción línea | | | | | | | |
| Fase | | Vapor | Vapor | Vapor | Vapor | Vapor | Vapor |
| Temperatura | °C | 25.000 | 25.000 | 25.000 | 25.000 | 25.000 | 25.000 |
| Presión | PSIG | 14.750 | 14.750 | 14.749 | 14.748 | 14.748 | 14.748 |
| Regimen Flujo | Pie3/Hr | 917.2366 | 917.2366 | 917.2698 | 917.3355 | 917.3688 | 917.3688 |
| API Standard | | 29.215 | 29.215 | 29.215 | 29.215 | 29.215 | 29.215 |

| | | | | |
|--------------------------|---------|------------|------------|---------|
| Nombre tubería | | Manguera 3 | Manguera 4 | Tramo 5 |
| Descripción tubería | | | | |
| Temperatura | °C | 25.0000 | 25.0000 | 25.0000 |
| Presión | PSIG | 14.7495 | 14.7479 | 14.7484 |
| Caida Presión Total | PSI | 0.0005 | 0.0005 | 0.0011 |
| Prom. Velocidad ingreso | PIE/SEG | 4.9630 | 4.9635 | 4.9632 |
| Diámetro Línea interior | PULG | 3.0680 | 3.0680 | 3.0680 |
| Rugosidad absoluta línea | PULG | 0.0009 | 0.0009 | 0.0018 |
| Longitud línea | MT | 5.0000 | 5.0000 | 12.0000 |

Figura N° 6

Camión Abastecedor – Esquema de simulación del sistema de recuperación de vapores

Fuente: PRO/II Keyword Generation System

ATA N° 4.5

REPORTE DE DATOS EN SIMULACION DE LINEA DE RECUPERACION DE VAPORES

| Item | Name Description Phase | S12 Vapor | S13 Vapor | S14 Vapor | S15 Vapor | S16 Vapor | S17 Vapor |
|--------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Stream Properties | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/HR | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 |
| | LB/HR | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 |
| Std Liquid Rate | FT3/HR | 1,239 | 1,239 | 1,239 | 1,239 | 1,239 | 1,239 |
| Temperature | C | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 |
| Pressure | PSIA | 14,750 | 14,750 | 14,749 | 14,748 | 14,748 | 14,748 |
| Molecular Weight | | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 |
| Enthalpy | MM BTU/HR | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | BTU/LB | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 |
| Mol Fraction Liquid | | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Reduced Temp. | | 2,2510 | 2,2510 | 2,2510 | 2,2510 | 2,2510 | 2,2510 |
| Pres. | | 0,0269 | 0,0269 | 0,0269 | 0,0269 | 0,0269 | 0,0269 |
| Acoustic Factor | | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Viscosity K (UOPK) | | 5,920 | 5,920 | 5,920 | 5,920 | 5,920 | 5,920 |
| Standard Liquid Density | LB/FT3 | 54,910 | 54,910 | 54,910 | 54,910 | 54,910 | 54,910 |
| | Specific Gravity | 0,8804 | 0,8804 | 0,8804 | 0,8804 | 0,8804 | 0,8804 |
| | API Gravity | 29,215 | 29,215 | 29,215 | 29,215 | 29,215 | 29,215 |
| Vapor Phase Properties | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/HR | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 | 2,351 |
| | LB/HR | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 | 68,054 |
| | FT3/HR | 917,237 | 917,237 | 917,270 | 917,336 | 917,369 | 917,369 |
| Std Vapor Rate | FT3/HR | 892,047 | 892,047 | 892,047 | 892,047 | 892,047 | 892,047 |
| Specific Gravity (Air=1.0) | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Molecular Weight | | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 | 28,951 |
| Enthalpy | BTU/LB | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 | 11,492 |
| Capacity | BTU/LB-C | 0,431 | 0,431 | 0,431 | 0,431 | 0,431 | 0,431 |
| Density | LB/FT3 | 0,074 | 0,074 | 0,074 | 0,074 | 0,074 | 0,074 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 0,01501 | 0,01501 | 0,01501 | 0,01501 | 0,01501 | 0,01501 |
| Viscosity | CP | 0,01845 | 0,01845 | 0,01845 | 0,01845 | 0,01845 | 0,01845 |
| Liquid Phase Properties | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | LB/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | FT3/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Std Liquid Rate | FT3/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Specific Gravity (H2O @ 60 F) | | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Molecular Weight | | | | | | | |
| Enthalpy | BTU/LB | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Capacity | BTU/LB-C | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| Density | LB/FT3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Surface Tension | DYNE/CM | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Viscosity | CP | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Solid Phase Properties | | | | | | | |
| Rate | LB-MOL/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | LB/HR | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a | n/a |
| | FT3/HR | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Molecular Weight | | | | | | | |
| Enthalpy | BTU/LB | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | MM BTU/HR | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| | BTU/LB-C | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Density | LB/FT3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Thermal Conductivity | BTU/HR-FT-F | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |

Respecto a los materiales que se utilizarán, se tomará en cuenta la recomendación del ATA 103, no utilizando materiales galvanizados o que en su composición tengan cobre, enchapes de cadmio o materiales plásticos en los equipos abastecedores de combustible de aviación.

La superficie interior en los ductos a utilizar con Turbo A-1, debe ser lisa y limpia para no aportar partículas metálicas al flujo de producto que circule en su interior, por lo que el uso de Aluminio y Acero Inoxidable son opciones válidas a considerar comercialmente.

Para las mangueras, el compuesto a utilizar debe ser compatible con el uso de hidrocarburos, específicamente con el combustible de aviación Turbo A-1, de manera que esta no se degrade con la circulación de producto ni aporte color al mismo.

Bajo estas consideraciones, se ha optado por utilizar en las instalaciones:

Tuberías: Acero Inoxidable 304

Mangueras: Nitrilo interior con refuerzo de polyester y con cubierta semiconductora.

4.2.2. Instalación Eléctrica

Se tiene un suministro trifásico en 220 volt, alimentado desde la Sub Estación Eléctrica del Aeropuerto con cable 10 AWG, para una carga

instalada de aproximadamente 5 KW, que incluyen: Reflectores de Vapor de Sodio, luminarias interiores en el Hangar, Aire acondicionado, Enfriador de agua, Computadora Desktop, entre otros.

La instalación eléctrica considera la iluminación para labores nocturnas con luminarias para Ambientes Clase 1 Div. 2 Grupo D (DS N° 052-93-EM Art.54) y tres pozos a tierra para cubrir los requerimientos del pararrayos, sistema de alimentación eléctrica y las conexiones para descargar la corriente estática de los camiones cargados con combustible durante su permanencia en el Hangar.

4.2.3. Protección del Sistema

Se ha previsto una condición redundante de seguridad para garantizar el suministro de combustible a aeronaves, al contar con un camión abastecedor y una carreta abastecedora cubriendo con esta última cualquier contingencia que pueda presentarse con el camión.

En el Hangar, se cuenta con protección para las descargas de corriente estática de las unidades cargadas con combustible, con un pozo a tierra independiente. La instalación eléctrica cuenta con un pozo a tierra exclusivo para todo el sistema trifásico de 220 volt para iluminación y tomacorrientes. Finalmente, toda la infraestructura se ha protegido con un pararrayos Tetra puntal instalado en la parte alta de la cobertura metálica alcanzado los 30 mt de altura, cuya descarga eléctrica llega a un tercer pozo a tierra.

Obra Civil

Según los análisis de suelo efectuado, se ha determinado una capacidad portante de terreno de 0.8 Kg/cm², siendo la estratigrafía predominante de material limo arcilloso, de mediana a alta plasticidad. Para estos tipos de suelos es recomendable mejorar la fundación del terreno para permitir el tránsito de unidades de transporte de hasta 48 ton, para lo cual se necesitará colocar una base con material granular mezclado con ligante (tierra roja) con un espesor mínimo de 0.20 mt., compactándolo al 100 % de su máxima densidad en una longitud de aprox. 90 mt por 6 mt de ancho, habilitando las cunetas laterales para el drenaje de agua pluvial.

Adicionalmente, debido a que se cuenta con una losa de concreto simple, será necesario reforzar las losas que se requieran para estacionamiento de los camiones cisterna y abastecedor, aprovechando la losa existente como base, sobre la cual se colocará una losa de 0.20 mt. con malla de fierro de ½" a 0.20 mt.

Acceso a la rampa de estacionamiento de aeronaves:

Inicialmente, se ha previsto despejar la ruta de acceso entre la rampa de aeronaves y el hangar, retirar el material excedente y rellenar con material de aporte (tierra roja y ripio grueso) de manera de poder compactar una pista afirmada de 90 mt de longitud por aproximadamente 6 mt de ancho, conformando las cunetas laterales

que permitan evacuar las aguas pluviales para prolongar su operatividad.

Área de parqueo de unidades con combustible:

Será necesario mejorar la losa existente instalando en un área rectangular de 12.00m. x 15.00m, dos losas de concreto con un pequeño muro perimétrico de 0.20m que encierra toda la superficie de concreto con capacidad para contener 9500 gal y contará con un sumidero de drenaje y válvula de control para recuperar el hidrocarburo que pudiese recogerse en el interior de la losa de concreto.

La losa de concreto contará con facilidades para realizar los trabajos de trasiego de combustible Turbo A-1 desde el camión cisterna al camión abastecedor, consistente en una línea de recuperación de vapor de 3" OD x 15 mt. de longitud, de acero al carbono schedule 40, enterrada en toda su longitud; una línea de trasiego de 3"OD x 2 mt. de longitud, de acero inoxidable de 304 schedule 40, estas líneas contarán con mangueras para combustible de aviación, válvulas de control y válvulas de carga por el fondo API y su respectivo pozo a tierra con sus líneas de conexión para ambas unidades.

Sistema de Energía Eléctrica, Agua, Desagüe y Comunicaciones:

Para la habilitación de los servicios básicos para el local, se ha

considerado:

- **Infraestructura:** Se retirará toda la cubierta de madera existente en los 4 ambientes disponibles por ser material inflamable y encontrarse en malas condiciones y se cubrirá la misma área con ladrillo cara vista para una mayor seguridad, instalando nuevas puertas y ventanas. Todos los ambientes serán pintados con esmalte sintético incluyendo las señalizaciones de seguridad necesarias en la operación
- **Energía Eléctrica:** Se utilizará la red de distribución desde la Sub Estación Eléctrica que llega al Hangar con cable # 10 AWG.
- **Agua potable:** Se instalará una línea de aproximadamente 90 mt con tubería de PVC en 2" conectándose a la tubería matriz. Esta línea se prolongará hasta llegar cerca al Hangar, se dejará una conexión para instalar un hidrante contra incendio y se derivará una línea de 1/2" para los servicios higiénicos del local.
- **Desagüe de Servicios Higiénicos:** Se rehabilitará la instalación existente en el Hangar instalando una caja de registro para tubería PVC 4". Se instalará un juego completo de sanitarios (lavatorio, WC y ducha).
- **Comunicaciones:** Los Operadores contarán con un Equipo de radio portátil MOTOROLA que opera en VHF en la frecuencia de 130 a 174 Mhz y con un teléfono celular para mantener permanente comunicación con la Planta de Abastecimiento. Adicionalmente, se deberá instalar una línea de transmisión de datos que permita

mantener la información en línea de los despachos realizados en el aeropuerto con acceso al Sistema Comercial de MAPLE y al SCOP de OSINERGMIN.

- Protección Eléctrica: Se instalará un pararrayos tetra puntal de acero cromado con aislador de resina epóxica de 20 KV sobre la estructura metálica del hangar. Para determinar el área de protección cubierta por el sistema instalado, aplicamos lo establecido en la norma NFPA 780 y NBR 5419, de acuerdo al procedimiento de esfera rodante, tal como se muestra en la Figura N° 4.5, arrojando una distancia de protección de aprox. 6.16 mt., la cual se confirma en el radio de protección determinado de acuerdo con las especificaciones mostradas en la Tabla 4.7.

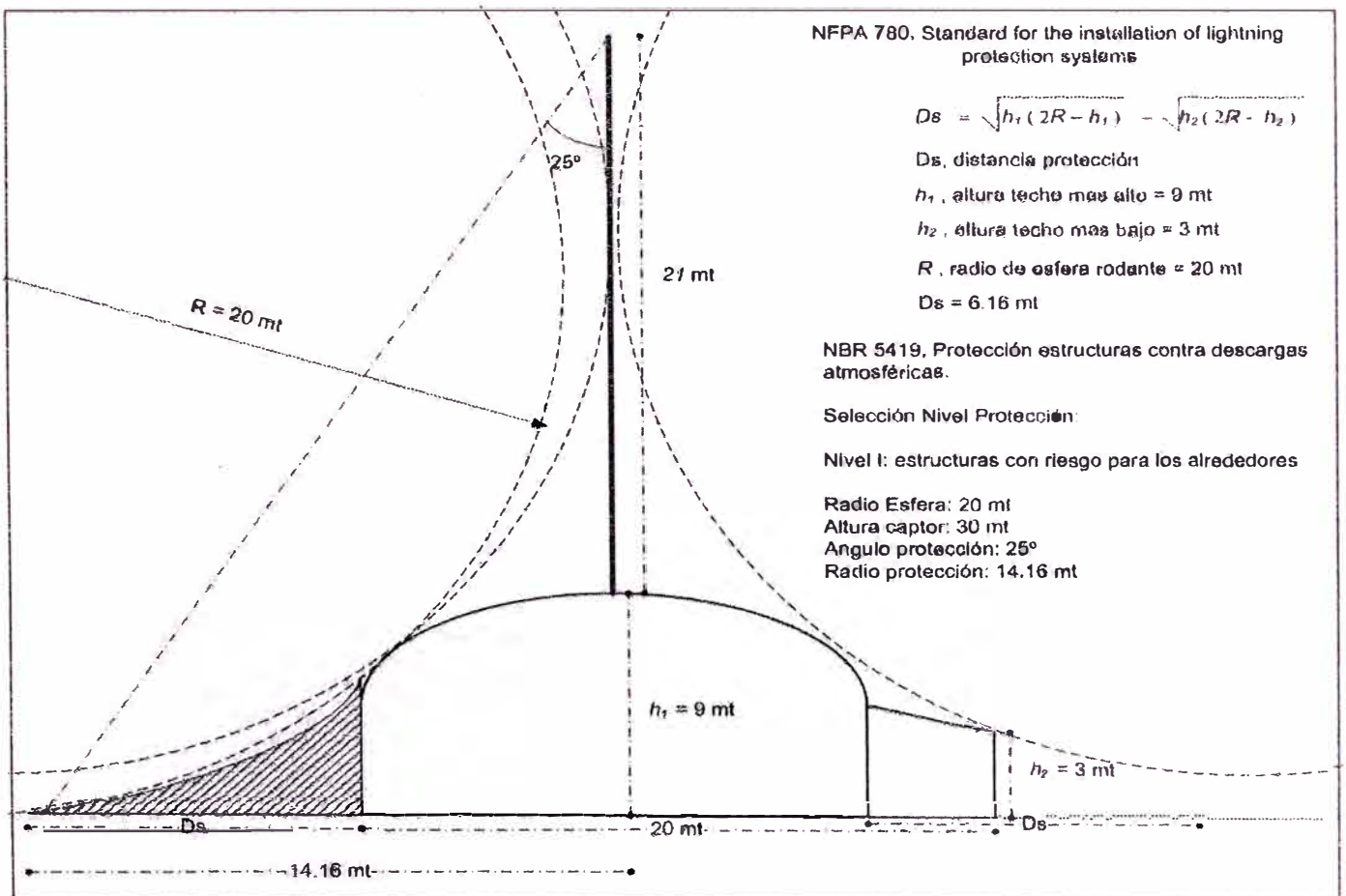


Figura N° 4.6 Determinación de distancia de protección

Fuente: NFPA 780

Tabla Nº 4.7 Verificación de distancia de protección

Tabela 1 - Posicionamento de captores conforme o nível de proteção

| Nível de proteção | R m | h m | Ângulo de proteção (α) - método Franklin, em função da altura do captor (h) (ver Nota 1) e do nível de proteção | | | | | Largura do módulo da malha (ver Nota 2) m |
|-------------------|----------|----------|--|-------------|-------------|-------------|--------|--|
| | | | 0 - 20 m | 21 m - 30 m | 31 m - 45 m | 46 m - 60 m | > 60 m | |
| I | 20 | | 25° | 1) | 1) | 1) | 2) | 5 |
| II | 30 | | 35° | 25° | 1) | 1) | 2) | 10 |
| III | 45 | | 45° | 35° | 25° | 1) | 2) | 10 |
| IV | 60 | | 55° | 45° | 35° | 25° | 2) | 20 |

R = raio da esfera rolante

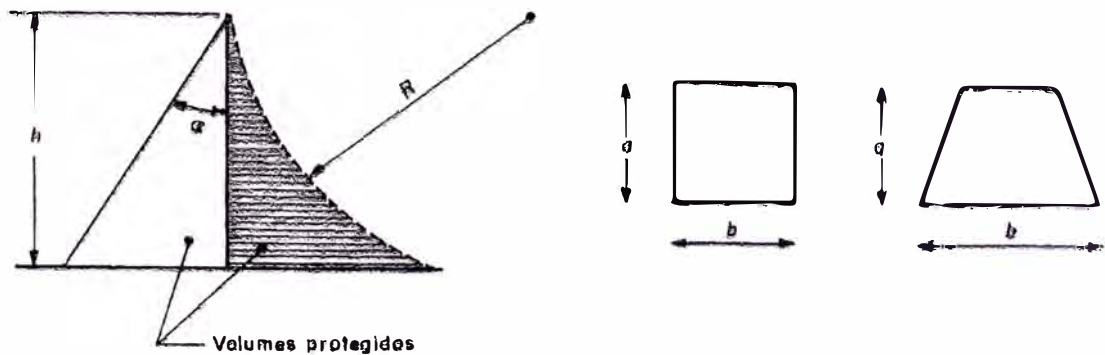
1) Aplicam-se somente os métodos eletrogeométrico, malha ou da gaiola de Faraday.

2) Aplica-se somente o método da gaiola de Faraday.

NOTAS

1 Para escolha do nível de proteção, a altura é em relação ao solo e, para verificação da área protegida, é em relação ao plano horizontal a ser protegido.

2 O módulo da malha deverá constituir um anel fechado, com o comprimento não superior ao dobro da sua largura.



Fuente: NBR 5419

CAPITULO 5

EVALUACIÓN DEL DISEÑO Y VERIFICACIÓN

5.1. VERIFICACIÓN DE OPERATIVIDAD DEL SISTEMA

Para verificar la operatividad del sistema se contrato los servicios de la Empresa SGS DEL PERU SAC., para certificar las condiciones de operación del camión abastecedor en base a las distintas normas internacionales aplicables, con resultados satisfactorios.

Al respecto, SGS desarrollo los siguientes trabajos requeridos para la certificación:

Inspección visual de componentes y elementos de seguridad (sistema eléctrico, corriente estática, sistema de filtrado, sistema neumático, sistema de llenado y descarga, sistema de recuperación de vapor, instrumentos de control.

Pruebas de presión neumática a tanque de almacenamiento, de acuerdo al NFPA 385, 2-6.1, se utilizó aire como fluido de prueba alcanzándose en una primera prueba, 3 psi durante 5 min sin pérdida de presión y de acuerdo al NFPA 407, 4.3.17.1 se realizó una segunda prueba alcanzando: 5 psi durante

5 min sin pérdida de presión.

Ensayos de metalografía no destructiva a tanque de almacenamiento, de acuerdo a las normas ASTM E3 y E112, Ensayo de metalografía, E407 para micrograbado de metales y aleaciones, E883 referente a microfotografía metalográfica. Se obtuvo un tamaño de grano ASTM x 100 de 8, confirmando que el material del tanque correspondía a un acero inoxidable austenítico, cumpliendo con la especificación NFPA 385.

Ensayo de dureza a tanque de almacenamiento, de acuerdo a las normas ASTM E3, estándar para preparación de muestras metalográficas, E407 para micrograbado de metales y aleaciones, E883 referente a microfotografía metalográfica, E384 dureza de materiales mediante microindentación, E370 pruebas mecánicas en elementos de acero. La prueba realizada en nueve (9) puntos distintos del tanque arrojó durezas Brinell (BH) entre 147 a 152 lo cual correspondía a una Resistencia a la Tracción mínima de 70,000 psi (485 MPa) cumpliendo con la Norma NFPA 385 Tabla 2-3.2(b).

Ensayo de medición de espesores a tanque de almacenamiento, de acuerdo al ASME Secc V, ensayos no destructivos, se utilizó un equipo ultrasónico marca Krautkramer modelo DM4 DL Dual Multi con palpador normal de 4 Mhz de 12mm diámetro. Se realizaron mediciones de espesores en puntos aleatorios del cuerpo y cabezales delantero y posterior del tanque así como se verificó las dimensiones, distancia entre mamparos interiores, longitud, diámetro y radio de curvatura del fondo del tanque. Los resultados arrojaron un espesor promedio correspondiente a un acero inoxidable Standard Gauge # 10 (mínimo 3.5712 mm)

Prueba de operatividad de la unidad, se realizó la operación completa de abastecimiento al tanque del camión abastecedor confirmando el cierre automático por accionamiento del sensor de sobrellenado actuando sobre la válvula mariposa en la línea de carga por el fondo, dejando un volumen libre de aproximadamente 8% de acuerdo a lo señalado en la norma NFPA 407, 4.3.19.1.

Adicionalmente se simuló mediante recirculación de producto las condiciones de abastecimiento a aeronaves sobre y bajo el ala, confirmando una presión máxima de descarga de 50 psi, de acuerdo a lo establecido en la norma ATA 103, 2.7-3.

CAPITULO 6

ESTRUCTURA DE COSTOS

6.1 COSTOS DIRECTOS

Costos Directos o variables: Son todos aquellos que pueden identificarse en la ejecución de un proyecto, varían con él tamaño de la obra ó volumen de producción, correspondiendo entre otros: los costos de materiales, mano de obra, maquinaria y equipos en la ejecución del mismo.

6.2 COSTOS INDIRECTOS

Costos Indirectos o fijos: Son independientes de la ejecución de un proyecto, representan la capacidad de construir, producir o vender independientemente de que se construya, fabrique o comercialice determinado producto. Permanecen constantes ante cualquier volumen de producción. Se relacionan con la capacidad instalada, no con el volumen de producción.

6.3 RESUMEN DE COSTOS

Son los incurridos en la operación de un proyecto durante un período dado, se

cuantifican sumando sus costos fijos y variables. Para el proyecto ejecutado, se presenta a continuación la evaluación económica realizada:

Tabla N° 6.1 Resumen de Costos del Proyecto

| COSTOS DIRECTOS | MONTO US\$ | COSTOS INDIRECTOS | MONTO US\$ |
|------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Camión abastecedor | 74,700 | Estudios y Diseño | 2,800 |
| Carreta abastecedora | 53,000 | Transporte materiales | 1,200 |
| Materiales Obra Civil | 15,000 | Supervisión | 1,500 |
| Mano Obra | 6,500 | Gastos importación | 6,800 |
| Equipamiento Hangar | 18,000 | Seguros | 1,500 |
| | | | |
| Sub Total: | 167,200 | Sub Total: | 13,800 |
| Total US\$ | 181,000 | | |

Fuente: MAPLE GAS CORPORATION DEL PERU S.R.L

En el Apéndice se incluye un cuadro con detalle de los principales gastos incurridos.

Para realizar la evaluación económica del proyecto se han considerado los siguientes parámetros:

Ingresos:

Ventas Aeropuerto: 1800 bls/mes

Precio Venta Turbo A-1: 93.40 US\$/Bl

Costo Producción Turbo A-1: 77.86 US\$/Bl

Margen: 15.54 US\$/Bl

Total Ingresos Anuales: 337,529 US\$/Año

Lineamientos Económicos:

| | | |
|--|--------|-------------|
| 1.- Inversión Total | US\$ | 181,000 |
| 2.- Ahorro / Ingreso | US\$ | 337,529 |
| 3.- Gasto de Operación - Mantenimiento | US\$ | 10,000 |
| 4.- Depreciación lineal: | 5 AÑOS | US\$ 36,200 |
| 5.- Tasa Impuesto: | | 30% |
| 6.- Tasa de descuento: | | 15% |
| 7.- Precio Barril de petróleo crudo: | \$/BBL | 80.00 |
| 8.- Ahorro / Ingreso | BBL | 4219.1 |

Resultados:

| CRITERIO | RESULTADO |
|-------------------------------|------------------|
| Valor Actual Neto (VAN) | 623.95 MUS\$ |
| Tasa Interna de Retorno (TIR) | 130.6% |
| Tiempo Retorno de Inversión | 0 años 10 meses |
| Índice de Valor Actual | 3.4473 |

Las cifras confirman la viabilidad del proyecto el cual fue desarrollado en el Aeropuerto de Pucallpa bajo la responsabilidad del área de Abastecimiento & Transporte de Hidrocarburos durante el año 2007.

CONCLUSIONES

- 1) Esta fue una brillante oportunidad para demostrar las alternativas disponibles para realizar actividades de abastecimiento de combustible de aviación en los aeropuertos del país, cumpliendo las normas de seguridad y estándares internacionales establecidos (NFPA 407 y ATA 103), lo cual permitió adecuar en su momento la legislación nacional incorporando el concepto de “otros sistemas de despacho de combustible de aviación” (D.S. N° 045-2005-EM)
- 2) La instalación de una Planta de Abastecimiento en Aeropuertos, que incluya tanques de almacenamiento de Turbo A-1; sistema contra incendios; islas de recepción y despacho de Turbo A-1; áreas administrativas y de servicios puede alcanzar una inversión mínima de US\$ 500,000. El proyecto realizado es una alternativa viable para aquellas localidades donde el movimiento aéreo comercial requiera para el suministro de combustible de aviación, de una inversión que podría bordear el 30% del costo de una Planta.
- 3) El suministro de combustible de aviación es un servicio especializado aeroportuario calificado por la Dirección General de Aeronáutica Civil de acuerdo a lo establecido en las Regulaciones Aeronáuticas del Perú, por lo que la ejecución de este proyecto está enmarcado en las disposiciones vigentes y debe servir de modelo para nuevas oportunidades de desarrollo.
- 4) Con la puesta en marcha de este proyecto se consigue disponer de un área adecuada para las operaciones de abastecimiento de Turbo A-1 mediante

camiones cisternas en aeropuertos, evitando posibles sanciones por contaminación y/o degradación de suelos, tipificadas en la Resolución Consejo Directivo OSINERGMIN N° 054-2004-OS/CD, Rubro 3.20.1, cuyas multas podrían alcanzar hasta 10,000 UIT.

RECOMENDACIONES

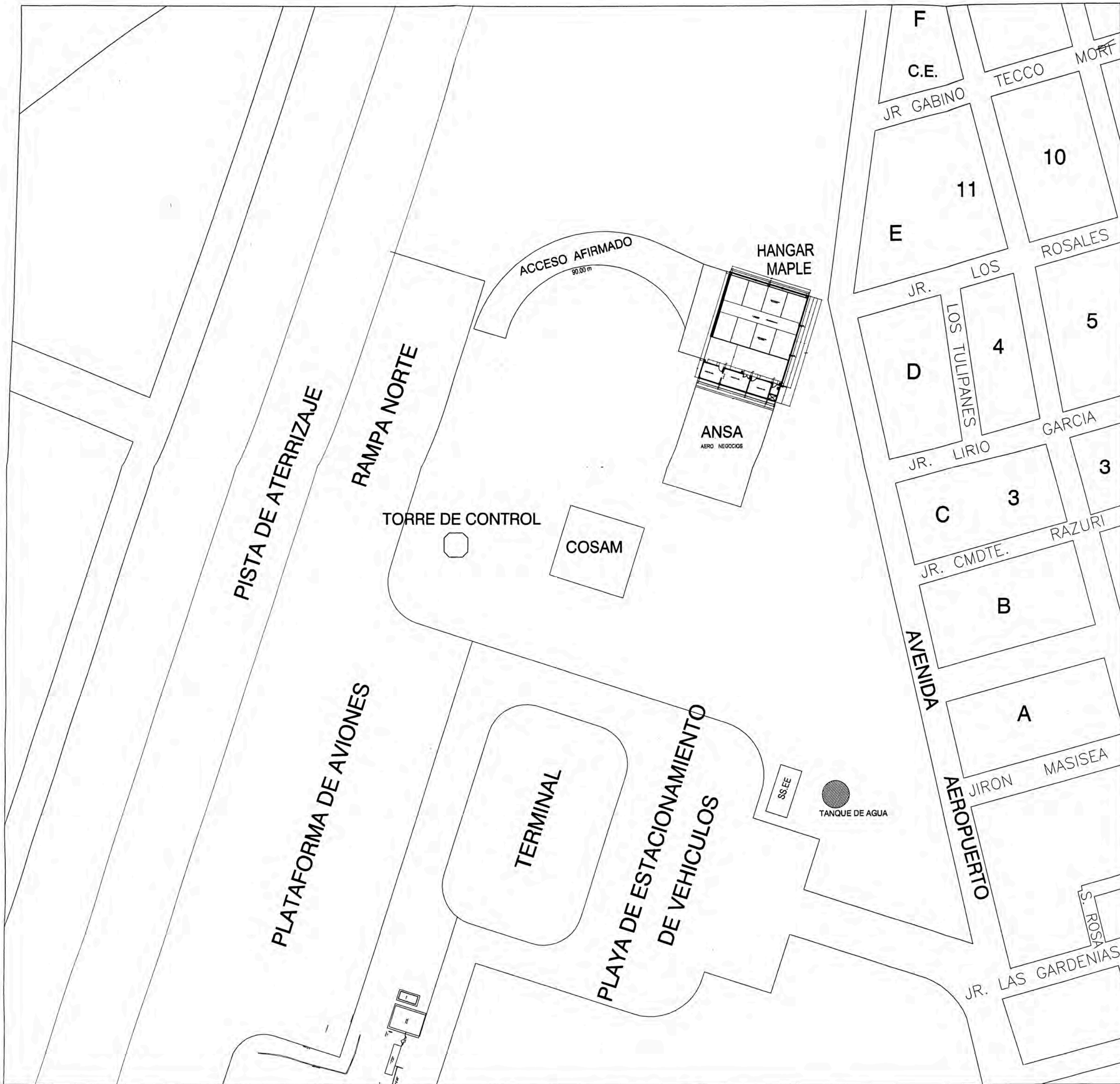
- 1) En el país solo están instaladas y en funcionamiento, diez (10) Plantas de Abastecimiento en Aeropuertos en las ciudades de: Talara, Chiclayo, Trujillo, Lima, Pisco, Arequipa, Tacna, Cuzco, Tarapoto e Iquitos. Se recomienda la aplicación de proyectos similares en aquellos lugares donde exista un movimiento comercial importante para el transporte aéreo, con posibilidades de expansión a mediano plazo, ejemplo: Nazca.
- 2) La aplicación de la norma para operar con otros sistemas de despacho de combustible de aviación, permite formalizar la actividad de comercialización de este combustible en aeropuertos y establecer mecanismos de control que permitan evitar el mal uso del producto así como evitar condiciones de riesgo en esta actividad.
- 3) El equipamiento mínimo a considerar debe contemplar el uso de equipos móviles (tipo carreta) que cumplan las normas establecidas y que permitan bajo un riguroso programa de control de calidad, iniciar el servicio como otros sistemas de despacho de combustible de aviación, para luego en una segunda etapa optar por unidades móviles completas (camión abastecedor).
- 4) Este sistema de despacho de combustible de aviación requiere de un mínimo costo de operación, basta un solo operador por turno, capacitado y bajo la adecuada supervisión para controlar las actividades y reportes necesarios.

BIBLIOGRAFIA

- 1) DS N° 030-98-EM, Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos,
- 2) DS N° 045-2001-EM, Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos,
- 3) DS N° 045-2005-EM, Reglamento de comercialización del Sub sector hidrocarburos,
- 4) NFPA 407, Normas para el Servicio de combustible de aviación, Edición 2007
- 5) ATA 103, Normas para el control de calidad de combustible de aviación en aeropuertos, Rev 2009.1
- 6) NFPA 385: Norma para los vehículos cisterna para líquidos inflamables y combustibles, Edición 2007
- 7) NFPA 780, Norma para la instalación de sistemas de protección contra descargas eléctricas, Edición 2008
- 8) NBR 5419, Protección estructuras contra descargas atmosféricas, 2001
- 9) MARKS, Manual del Ingeniero Mecánico, 9° Edición.
- 10) Manual del Ingeniero de Planta, Tomo II, 2° Edición
- 11) Cameron Hydraulic Data Book, Ingersoll Rand Company, 19° Edición

PLANOS

| | |
|--------|--------------------------|
| U/L-01 | Ubicación |
| A-01 | Planta General |
| A-02 | Planta y Detalles |
| A-03 | Plataforma maniobras |
| E-01 | Estructuras |
| ME-01 | Instalaciones Mecánicas |
| IE-01 | Instalaciones Eléctricas |



UBICACION
Esc: 1/500



UBICACION INSTALACIONES MAPLE

LOCALIZACION
Esc: 1/5000

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |


| REV. N° | FECHA | DESCRIPCION DE LA REVISION | PROY. | ADP | OSI |
|---------|-------|----------------------------|-------|-----|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | |
|--|-------|-------|
| CONTRATISTA | FECHA | FIRMA |
| DISEÑADO POR: | | |
| DIBUJADO POR: <i>betosch@hotmail.com</i> | | |
| REVISADO POR: | | |
| APROBADO POR: | | |

PROYECTO:
PLANOS DE REPLANTEO
INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA

SUB-PROYECTO:
UBICACION Y LOCALIZACION

PROPIETARIO:



AEROPUERTOS DEL PERÚ

| | | |
|-------------------------|---------------------|----------------------------|
| ESCALA: INDICADA | FASE: | FECHA: DICIEMBRE - 2007 |
| PLANO N°: U / L - 01 | NUMERO DE REVISION: | |

PISTA DE ATERRIZAJE

RAMPA NORTE

ACCESO AFIRMADO

90.00 m

HANGAR MAPLE

ANSA
AERO NEGOCIOS

TORRE DE CONTROL

COSAM

TUBERIA DE AGUA INSTALADA, PVC Ø 2"

LINEA ELECTRICA EXISTENTE

LINEA ELECTRICA EXISTENTE

TUBERIA DE AGUA EXISTENTE Ø 2"

VA A TANQUE DE AGUA ELEVADO EXISTENTE

VA A S.S.EE

| LEYENDA | |
|---------------------------|-----------|
| LINEA ELECTRICA EXISTENTE | ----- |
| LINEA DE AGUA EXISTENTE | - - - - - |

PLANTA GENERAL

ESCALA 1/250

| REV. N° | FECHA | DESCRIPCION DE LA REVISION | PROY. | ADP | OSI |
|---------|-------|----------------------------|-------|-----|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | |
|---------------|-------|-------|
| CONTRATISTA | FECHA | FIRMA |
| DISEÑADO POR: | | |
| REVISADO POR: | | |
| APROBADO POR: | | |

PROYECTO:
**PLANOS DE REPLANTEO
INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA**

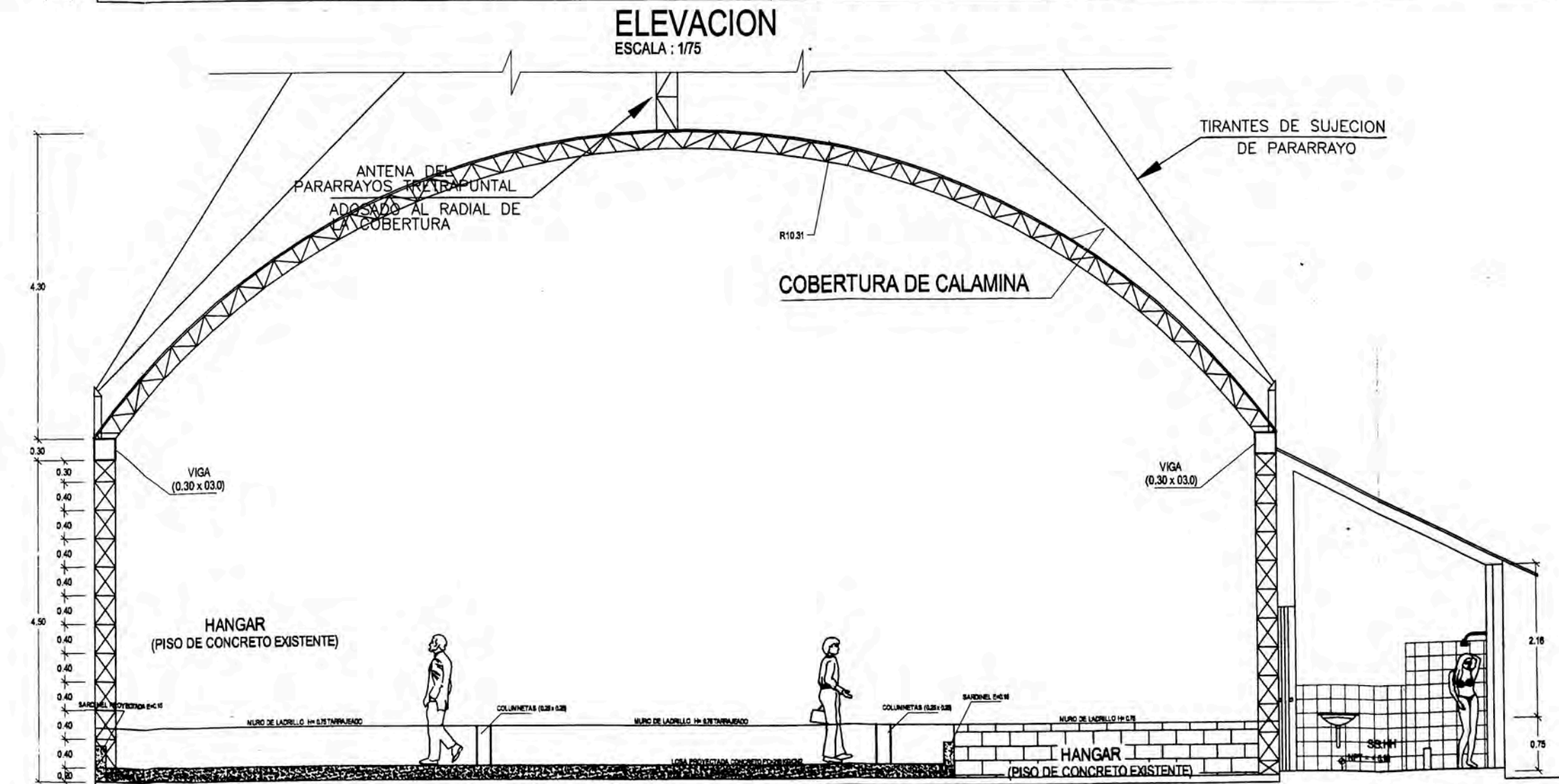
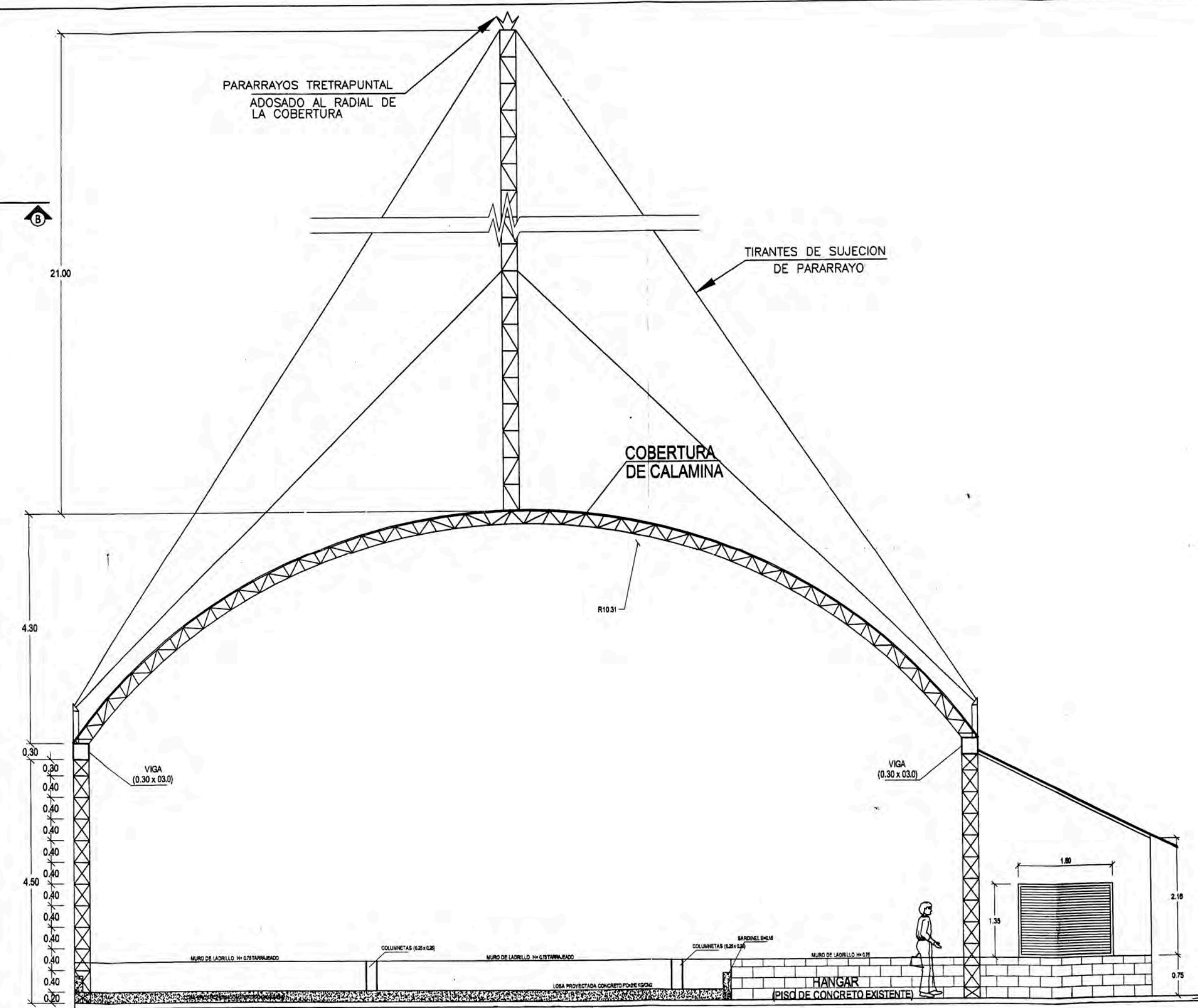
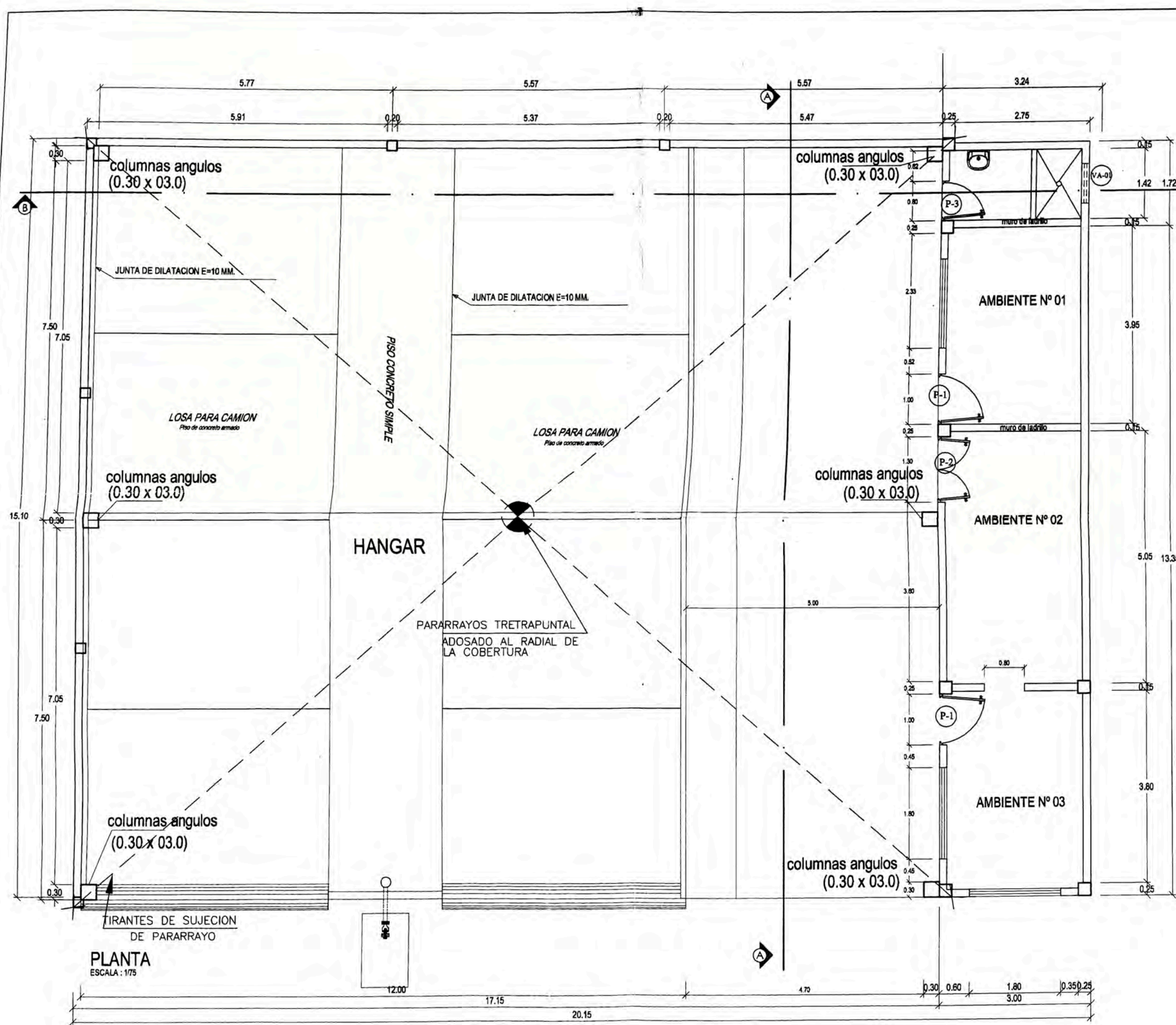
SUB-PROYECTO:

NOMBRE:
PLANTA GENERAL

PROPIETARIO:

AEROPUERTOS DEL PERÚ

ESCALA: INDICADA FASE: FECHA: DICIEMBRE - 2007
PLANO N°: A-01 NUMERO DE REVISION:



| CUADRO DE VANOS DE PUERTAS | | | |
|----------------------------|-------|------|-------|
| CODIGO | ANCHO | ALTO | CANT. |
| P-1 | 1.00 | 2.30 | 02 |
| P-2 | 1.30 | 2.30 | 01 |
| P-3 | 0.80 | 2.30 | 01 |

| CUADRO DE VANOS DE VENTANAS | | | | |
|-----------------------------|-------|------|---------|-------|
| CODIGO | ANCHO | ALTO | ALFIZER | CANT. |
| V-1 | 1.80 | 1.35 | 0.75 | 03 |



| REV. Nº | FECHA | DESCRIPCION DE LA MODIFICACION | PROV. | AOP. | DS. |
|---------|-------|--------------------------------|-------|------|-----|
| | | | | | |

PROYECTO: PLANOS DE REPLANTEO
INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA

SUBPROYECTO:

HOMBRE:

PROFESIONAL:

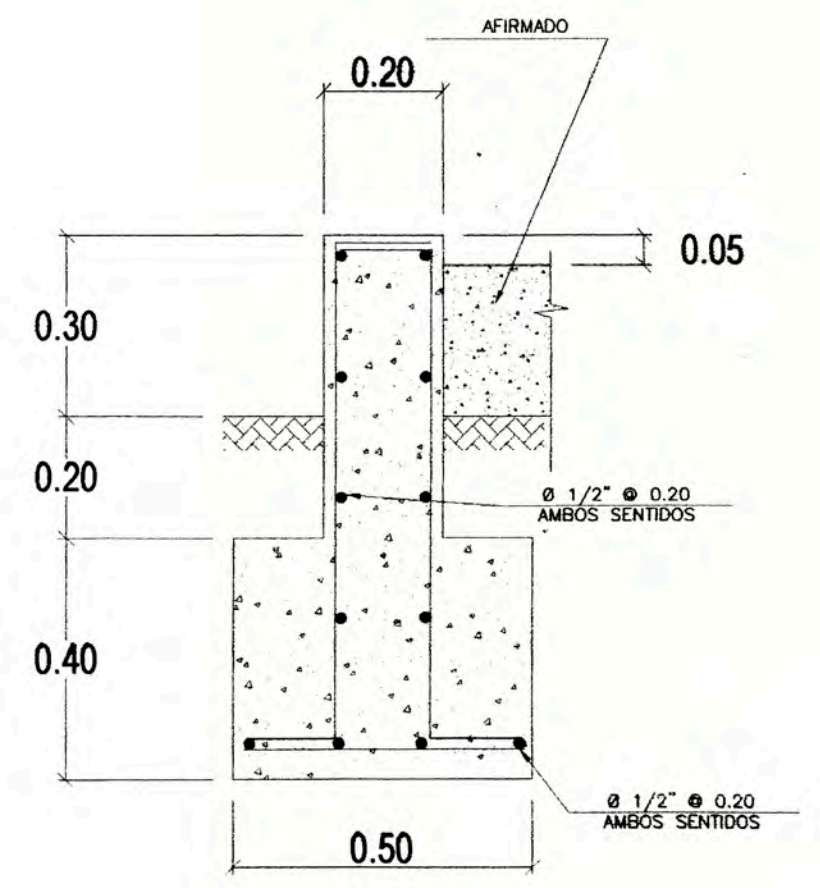
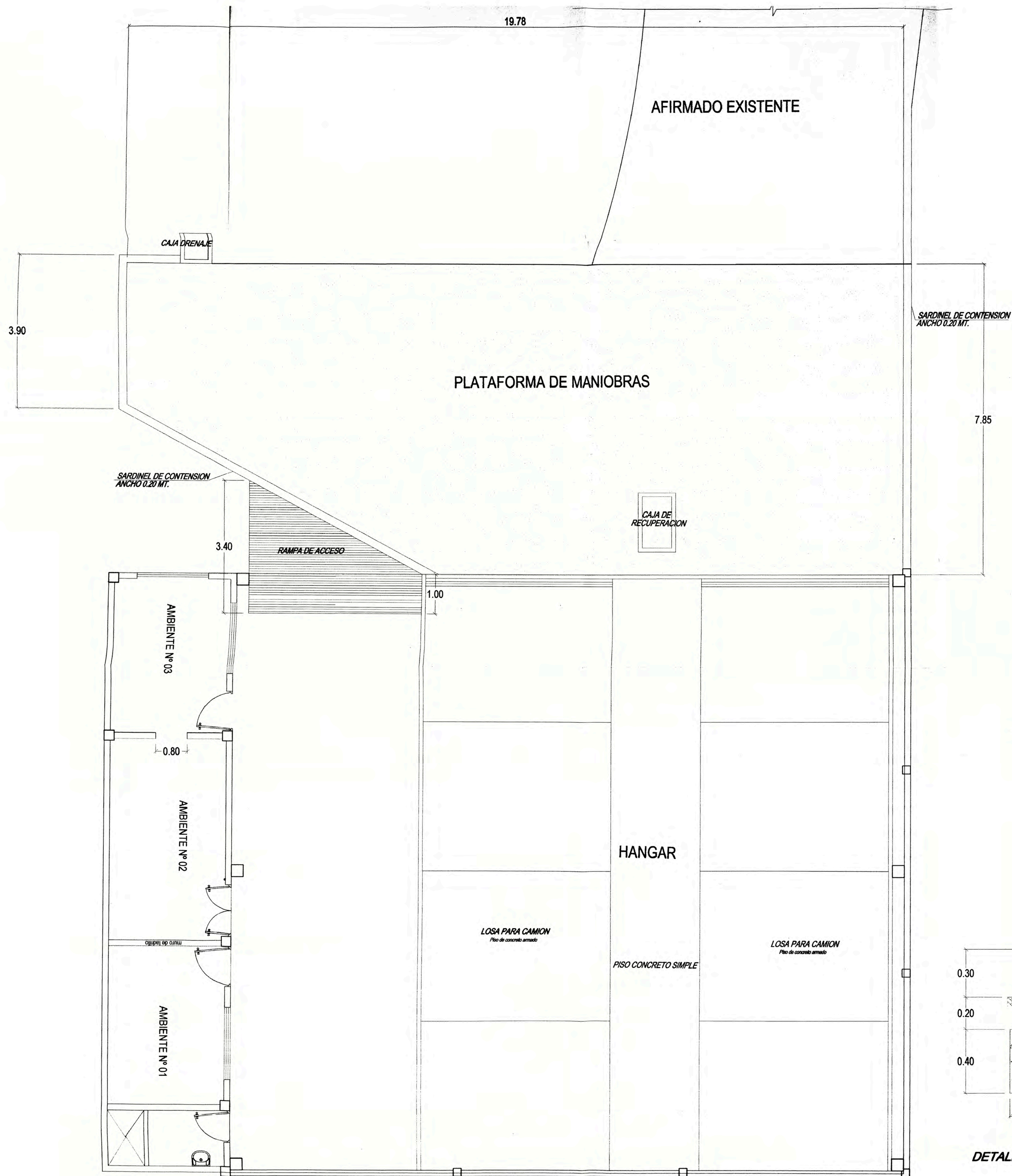
AEROPUERTOS DEL PERÚ

ESCALA INDICADA:

FECHA: DICIEMBRE - 2007

PLANO Nº: A-02

NÚMERO DE HOJAS:



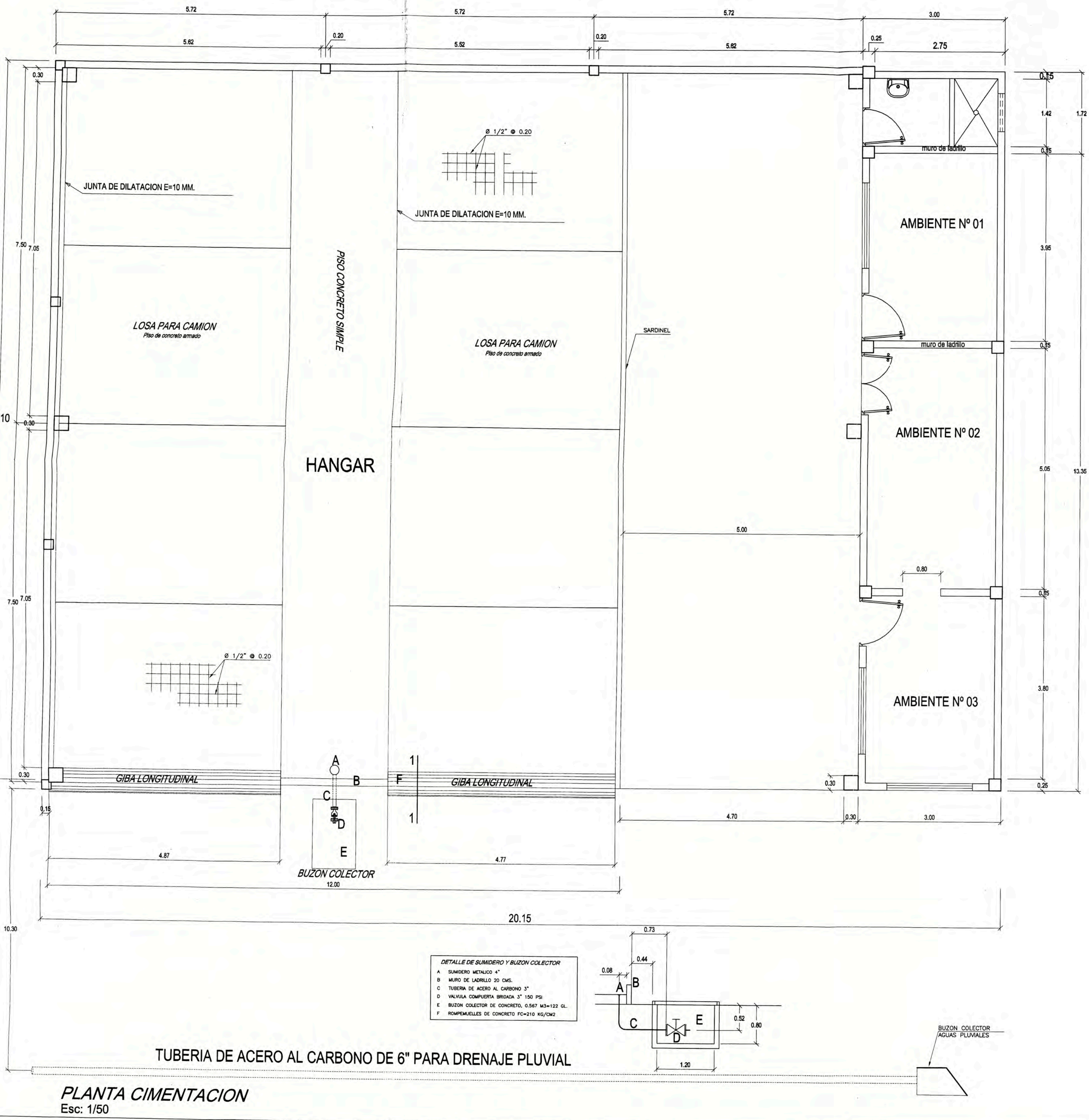
DETALLE DE SARDINEL DE CONTENSION

| | | | | | |
|--------|-------|----------------------------|-------|-----|-----|
| REV Nº | FECHA | DESCRIPCION DE LA REVISION | PROY. | ADP | OSI |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

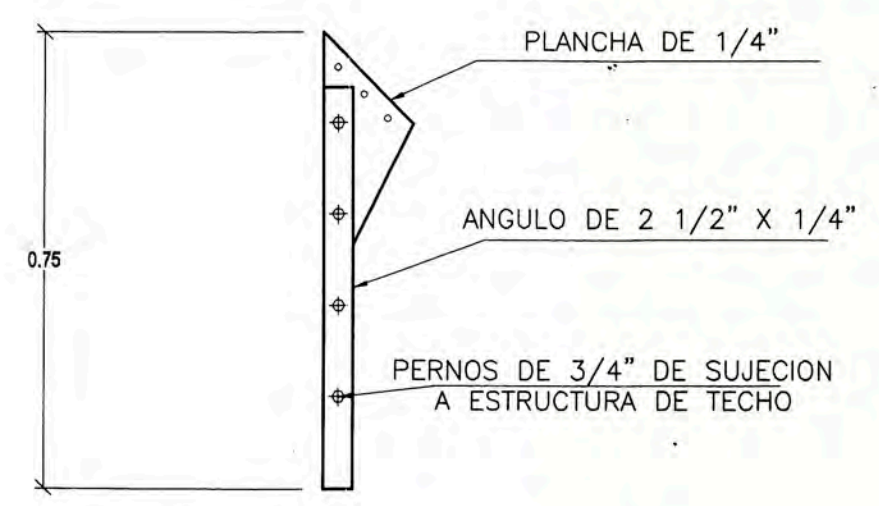
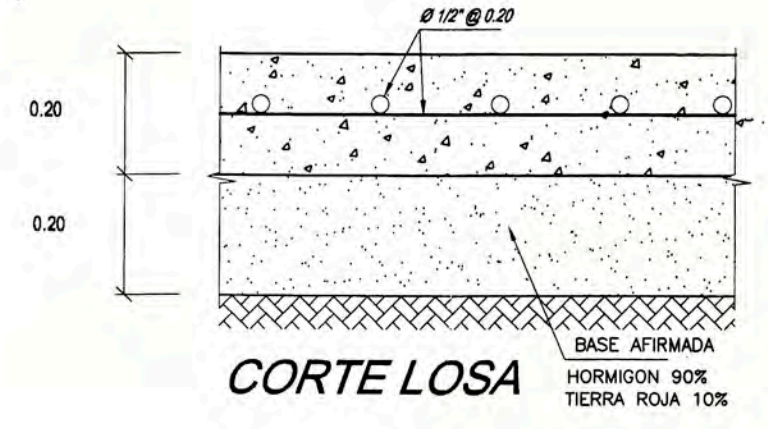
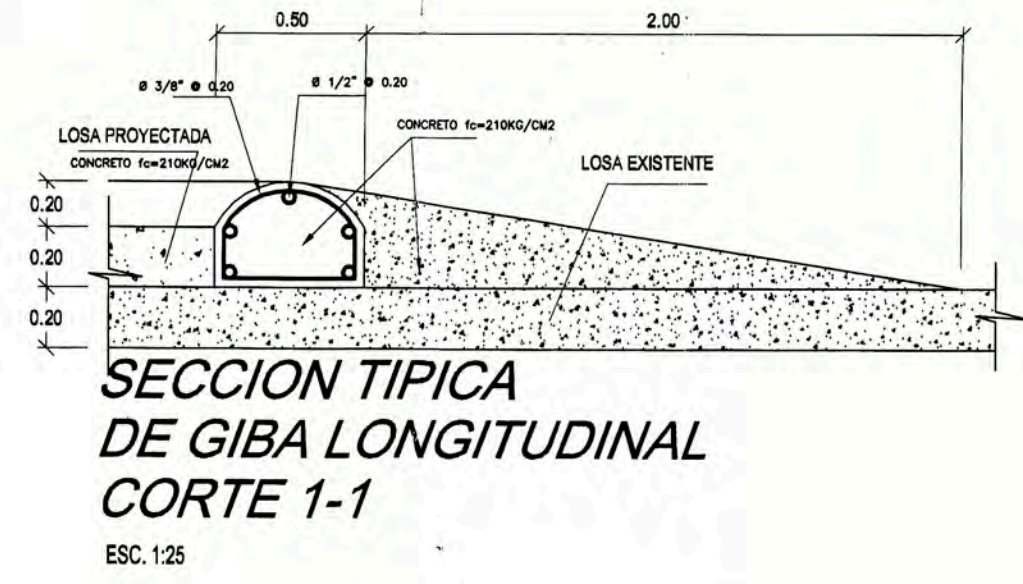
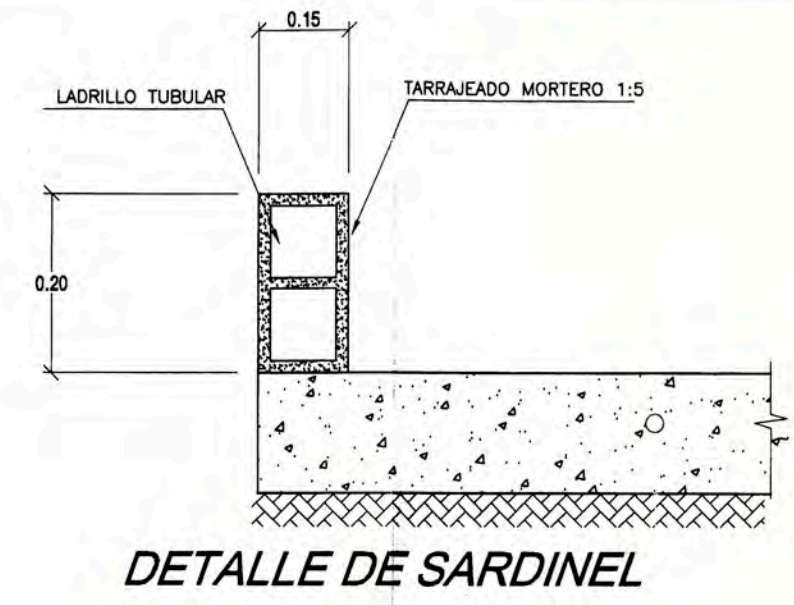
| | | |
|---|--|-------|
| CONTRATISTA | FECHA | FIRMA |
| DISEÑADO POR: | | |
| DISEÑADO POR: <small>bolach@gmail.com</small> | | |
| REVISADO POR: | | |
| APROBADO POR: | | |
| PROYECTO: | INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA | |

SUB-PROYECTO

NOMBRE:
**PLATAFORMA DE MANIOBRAS
HANGAR DEL AEROPUERTO**



| ESPECIFICACIONES TECNICAS | |
|--|--|
| <p>REGULAMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION NORMAS E 020- E 030- E 080- E 090 - E 070</p> <p>CONCRETO SIMPLE - PISOS $f_c=140 \text{ Kg/cm}^2$ de piedra chloca max. 2"</p> <p>CONCRETO ARMADO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$</p> <p>ACERO DE REFUERZO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ DESIGNACION DE SIDER PERU BAC-E42 ASTM-A615 GRADO 60</p> <p>RECUBRIMIENTOS LIBRES (r) 4 cm. EN LOSAS 5 cm. EN GIBAS</p> <p>EMPALMES Y DOBLECES EMPALMES VERTICALES</p> | <p>ALBAÑILERIA DE LADRILLO LOS MUROS NO PORTANTES SERAN DE LADRILLO TUBULAR CON $f_m=35 \text{ Kg/cm}^2$ LOS LADRILLOS SE FABRICARAN SEGUN NORMAS INTITEC Y TENDRAN UNA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE 95 Kg/cm^2 SERAN TIPO II Y SE ASENTARAN CON MORTERO P1 o P1C PERFORACIONES EN LA CAPA DE ASENTO MAXIMO DEL 25%</p> <p>CARGA DE TRABAJO DEL TERRENO $w=0.75 \text{ Kg/cm}^2$ NATURALEZA DEL TERRENO</p> <p>PROFUNDIDAD DE CEMENTO 0.75 FACTOR DE SUELO $S=1.0$ PERIODO PREDOMINANTE DE VIBRACION 0.4 seg. PARAMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE</p> <p>ZONA - 2 FACTOR DE ZONA : 0.4 CATEGORIA: C FACTOR DE USO : $U=1.00$ AMPLIFICACION SISMA: $C=2.5$ SISTEMA ESTRUCTURAL : ALBAÑILERIA CONFINADA MIXTA COEFICIENTE DE REDUCCION: 8.0 MAXIMO DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL: 6cm.</p> |




| REV. N° | FECHA | DESCRIPCION DE LA REVISION | PROY. | ADP | OSI |
|-----------------------------------|-------|----------------------------|-------|-------|-----|
| CONTRATISTA | | | FECHA | FIRMA | |
| DISEÑADO POR: | | | | | |
| DIBUJADO POR: betochi@hotmail.com | | | | | |
| REVISADO POR: | | | | | |
| APROBADO POR: | | | | | |
| PROYECTO: | | | | | |

PLANOS DE REPLANTEO
INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA

SUB-PROYECTO:

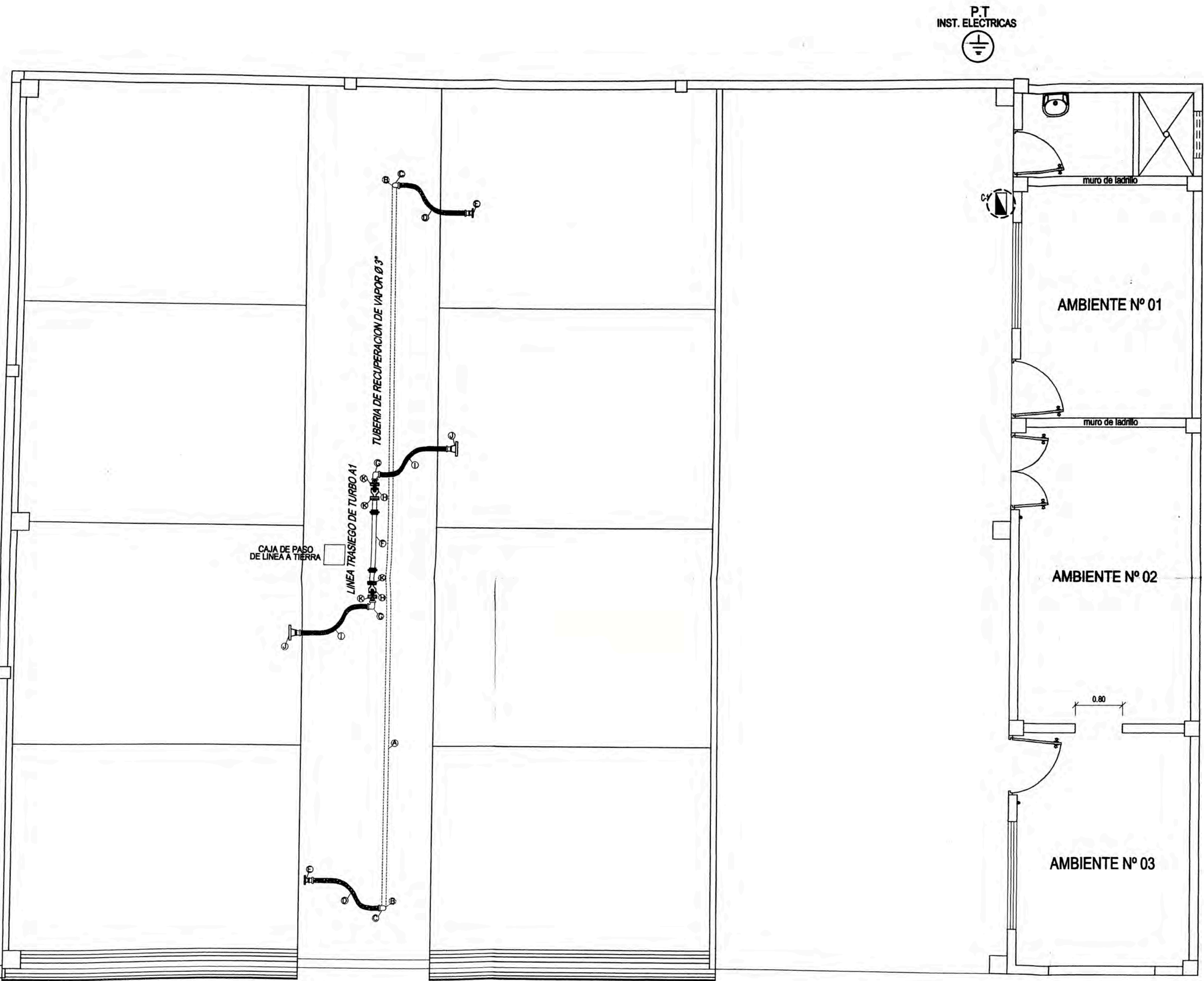
NOMBRE:
ESTRUCTURA - DETALLES DE LOSA DE CONCRETO

PROPIETARIO:


AEROPUERTOS DEL PERÚ

ESCALA: INDICADA FASE: FECHA: DICIEMBRE - 2007

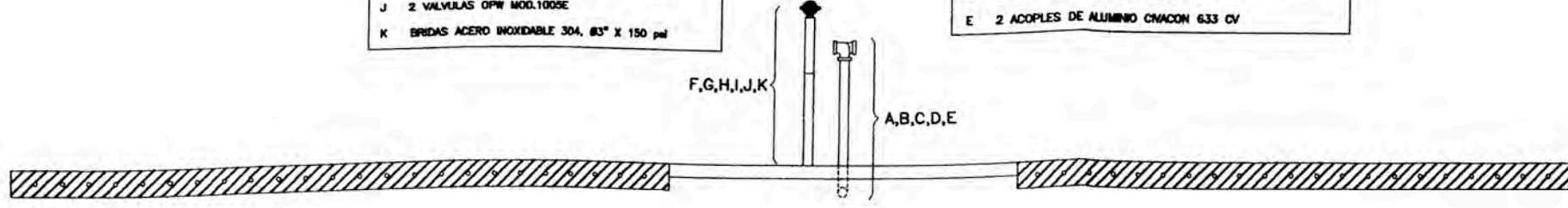
PLANO N°: E-01 NUMERO DE REVISION:



PLANTA
ESCALA : 1/50

- DETALLE DE LINEA DE TRASIEGO DE TURBO A1**
- F. TUBERIA ACERO INOXIDABLE 304, Ø3", SCH 40
 - G. 2 CODOS GIRATORIOS ALUMINO (SWISS), Ø3" X 90°
 - H. 2 VALVULAS BOLA ACERO INOXIDABLE 304, Ø3"
 - I. 2 MANGUERAS TITAN SW 344, Ø3" X 5 MT.
 - J. 2 VALVULAS OPW MOD.1000E
 - K. BRIDAS ACERO INOXIDABLE 304, Ø3" X 150 psi

- DETALLE DE LINEA DE RECUPERACION DE VAPOR**
- A. TUBERIA ACERO INOXIDABLE 304, Ø3", SCH 40
 - B. 2 CODOS ACERO INOXIDABLE 304, Ø3" X 90°
 - C. 2 CODOS ACERO INOXIDABLE 304, Ø3" CON ROSCA NPT
 - D. 2 MANGUERAS TITAN SP 204, Ø3" X 5 MT.
 - E. 2 ACOPLER DE ALUMINO CHACON 633 CV



INSTALACION HANGAR MAPLE GAS
AEROPUERTO PUCALLPA

- LINEA TURBO A-1
- LINEA DE RECUPERACION DE VAPORES
- POZO A TIERRA
- CERCO DE CONTANCION LADRILLO H=20 CMS.
- ROMPEMUELLES (GIBA)
- LINEA DRENAJE PLUVIAL ACERO AL CARBONO

| REV. N° | FECHA | DESCRIPCION DE LA REVISION | PROY. | ADP | OSI |
|---------|-------|----------------------------|-------|-----|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | |
|------------------------------------|--|-------|-------|
| CONTRATISTA | | FECHA | FIRMA |
| DISEÑADO POR: | | | |
| DIBUJADO POR: betoschi@hotmail.com | | | |
| REVISADO POR: | | | |
| APROBADO POR: | | | |

PLANOS DE REPLANTEO
INSTALACIONES DE MAPLE AEROPUERTO PUCALLPA

SUB-PROYECTO:

NOMBRE:
INSTALACIONES MECANICAS

PROPIETARIO:



AEROPUERTOS DEL PERÚ

ESCALA: INDICADA FASE: FECHA: DICIEMBRE - 2007

APENDICE

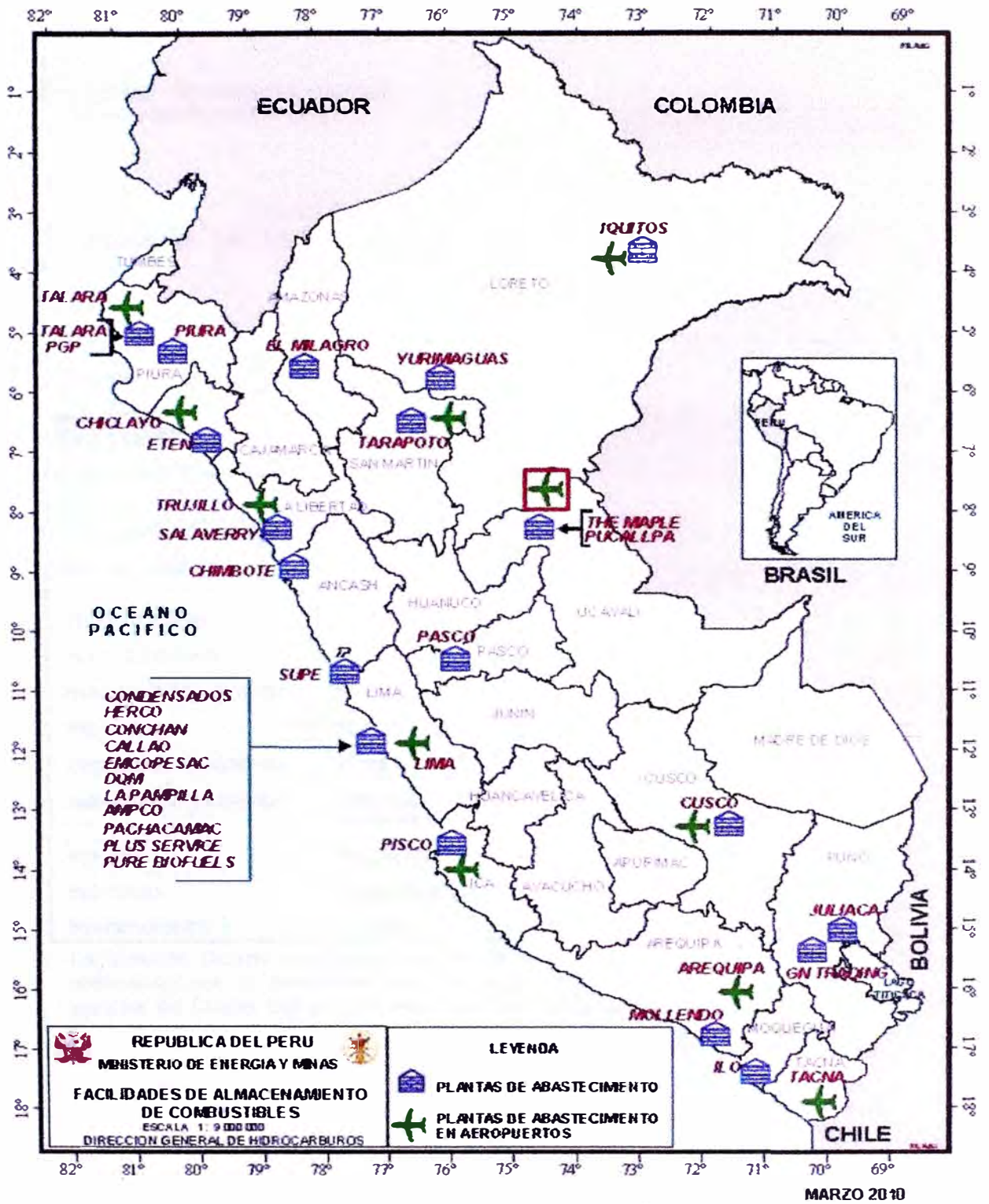
Facilidades de Almacenamiento de Combustibles en el Perú

Constancia de Registro DGH N° 0001-SDCA-25-2008, del 26-Jun-2009

Detalle de Costos del Proyecto

Curva de Bomba Centrifuga Gorman Rupp

Fotos del Sistema de Despacho y Operaciones



AEROPUERTO PUCALLPA – Sistema de despacho de combustible de aviación



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
DIRECCION GENERAL DE HIDROCARBUROS

Nº DE REGISTRO

0001-SDCA-25-2008

CONSTANCIA DE REGISTRO EN LA D.G.H.
SISTEMA DE DESPACHO DE COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN
(D.S. Nº 045-2001-EM, D.S. Nº 045-2005-EM)

Expediente : 1895347

La presente Constancia se otorga a favor de:

MAPLE GAS CORPORATION DEL PERÚ S.R.L.

| | | |
|-----------------------|---|---|
| RUC | : | 20195923753 |
| REPRESENTANTE LEGAL | : | RAFAEL GUILLERMO FERREYROS CANNOCK |
| DOMICILIO LEGAL | : | AV. VÍCTOR ANDRÉS BELAUNDE Nº 147, VÍA PRINCIPAL Nº 140, EDIFICIO REAL Nº 6, OF. 201 – SAN ISIDRO – LIMA |
| TIPO DE SISTEMA | : | CAMIÓN REFUELLER |
| PLACA DE RODAJE | : | XP-2556 |
| CAPACIDAD DEL TANQUE | : | 5000 GALONES |
| PRODUCTO | : | TURBO JET A-1 |
| INFORME DE OSINERGMIN | : | INFORME TÉCNICO Nº 141776-UF-350-2008 (01/02/2008) |
| LUGAR DE OPERACIONES | : | AEROPUERTO INTERNACIONAL DE PUCALLPA "CAPITÁN FAP DAVID ABENSUR RENGIFO" |
| DISTRITO | : | VARINACOCHA |
| PROVINCIA | : | CORONEL PORTILLO |
| DEPARTAMENTO | : | UCAYALI |

La Dirección General de Hidrocarburos otorga la presente Constancia de Registro de conformidad con los dispositivos legales vigentes. Es responsabilidad del propietario u operador del Camión Refueller mantener vigente la Póliza de Seguro de Responsabilidad Civil Extracontractual. La presente Constancia será válida hasta el día 31 de diciembre de 2011, en virtud a la Adenda Nº 01 al Contrato de Acceso Nº PCL-010-2007/AdP suscrito con la empresa AEROPUERTOS DEL PERÚ S.A.

Lima, 26 JUN. 2009

GUSTAVO A. NAVARRO VALDIVIA
Director General de Hidrocarburos



DETALLE DE COSTOS DEL PROYECTO

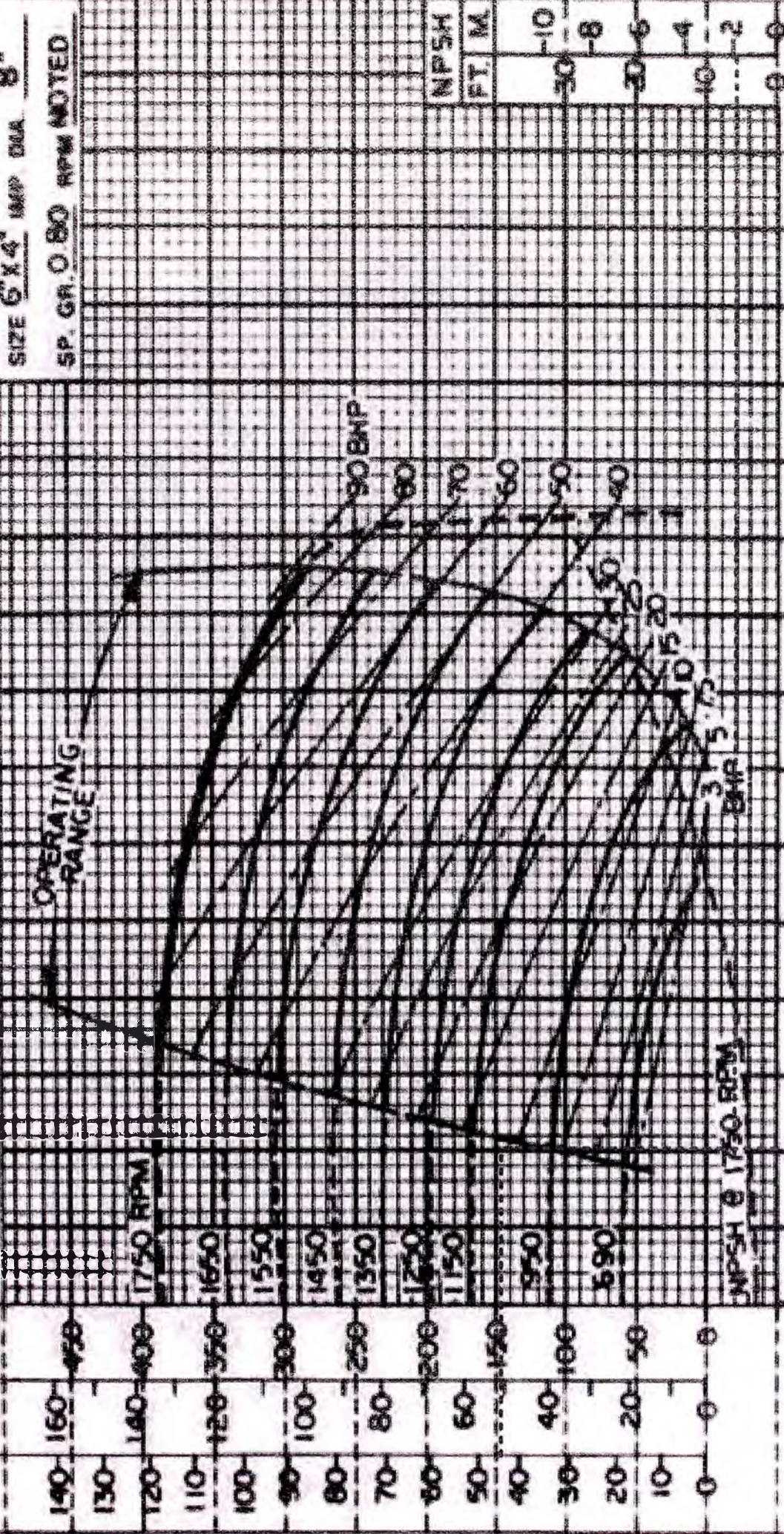
| COSTOS DIRECTOS | | MONTO US\$ | COSTOS INDIRECTOS | MONTO US\$ | |
|--------------------------|--------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------|
| Camión abastecedor | | 74,700 | Estudios y Diseño | 2,800 | |
| Importación temporal | 24,000 | | Transporte materiales | 1,200 | |
| Cambio chasis | 27,000 | | Supervisión | 1,500 | |
| Mantenimiento general | 23,000 | | Gastos importación | 6,800 | |
| Carreta abastecedora | | 53,000 | Seguros | 1,500 | |
| Importación FOB | 45,000 | | | | |
| Flete y Seguros | 8,000 | | | | |
| Materiales Obra Civil | | | | | 15,000 |
| Mano Obra | | | | | 6,500 |
| Equipamiento Hangar | | | | | 18,000 |
| Tuberías y mangueras | 5,000 | | | | |
| Pararrayos | 3,000 | | | | |
| Material eléctrico | 4,000 | | | | |
| Reforzamiento plataforma | 6,000 | | | | |
| | | | | | |
| Sub Total: | | 167,200 | Sub Total: | 13,800 | |
| Total US\$ | | 181,000 | | | |

NOTE: SPEEDS SHOWN ARE INPUT SPEEDS.
GEAR RATIO 2.56:1

VOLUTE 8377T
IMPELLER 8375

CURVE 06C-GHM-1
MODEL 06C-GHH
SIZE 6" X 4" IMP DIA 8"
SP. GR. 0.80 RPM NOTED

TOTAL HEAD
IN P.S.I. FEET



U.S. GALLONS PER MINUTE IN HUNDREDS
 LITRES PER MINUTE IN HUNDREDS

GORMAN RUPP
 C-10-87

FOTOS



HANGAR DISPONIBLE EN RAMPA NORTE DEL AEROPUERTO PUCALLPA



OBRAS CIVILES



AVANCES AL 90%: INSTAL. MECANICA, ELECTRICA Y PARARRAYOS



INSTALACION COMPLETA AL 100%



UNIDADES EN OPERACIÓN DE TRASIEGO



ABASTECIMIENTO A AERONAVES EN AEROPUERTO PUCALLPA



CARRETA GARSITE, EQUIPO ALTERNO ABASTECEDOR TURBO A1