



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI



Optimización de un Circuito de Aceite Térmico para Calentar un patio de tanques de betún asfáltico

Trabajo de Final de Grado

Identificador:TFGEQ_2112

Alumnos:

Alejandro Baena Rodríguez

Marina Llaó Hidalgo

Susana Vinaixa Alarcón

Tutor:Josep Maria Vendrell Ciurana

Grado:Ingeniería Química

Tarragona, 10 de Junio de 2021

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili.

Vist i plaü pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química.

TÍTOL DEL TFGEQ: OPTIMITZACIÓ D'UN CIRCUIT D'OLI TÈRMIC/HOT OIL PER
L'ESCALFAMENT D'UN PATI DE TANCS DE BETUM ASFÀLTIC

SUBTÍTOL

AUTOR: Alejandro Baena Rodríguez

CURS ACADÈMIC: 2020-2021

VIST I PLAÜ DEL TUTOR ACADÈMIC

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana

en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera que el TFGEQ

és adequat i en conseqüència recomana la seva defensa

no en recomana la defensa per presentar les mancances exposades en el document annex

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana, en la seva capacitat de supervisor extern^(*) del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFGEQ i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa Asfaltos Españoles S.A.

^(*) Cas que el TFGEQ no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili.

Vist i plaü pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química.

TÍTOL DEL TFG: OPTIMITZACIÓ D'UN CIRCUIT D'OLI TÈRMIC/HOT OIL PER
L'ESCALFAMENT D'UN PATI DE TANCS DE BETUM ASFÀLTIC

SUBTÍTOL

AUTOR: Marina Llaó Hidalgo

CURS ACADÈMIC: 2020-2021

VIST I PLAÜ DEL TUTOR ACADÈMIC

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana

en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera que el TFG

és adequat i en conseqüència recomana la seva defensa

no en recomana la defensa per presentar les mancances exposades en el document annex

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana, en la seva capacitat de supervisor extern^(*) del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFG i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa Asfaltos Españoles S.A.

^(*) Cas que el TFG no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

Departament d'Enginyeria Química. Universitat Rovira i Virgili.

Vist i plau pel lliurament i defensa del TFG del grau d'Enginyeria Química.

TÍTOL DEL TFGEQ: OPTIMITZACIÓ D'UN CIRCUIT D'OLI TÈRMIC/HOT OIL PER
L'ESCALFAMENT D'UN PATI DE TANCS DE BETUM ASFÀLTIC

SUBTÍTOL

AUTOR: Susana Vinaixa Alarcón

CURS ACADÈMIC: 2020-2021

VIST I PLAU DEL TUTOR ACADÈMIC

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana

en la seva capacitat de tutor acadèmic fa constar que considera que el TFGEQ

és adequat i en conseqüència recomana la seva defensa

no en recomana la defensa per presentar les mancances exposades en el document annex

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

DECLARACIÓ D'ABSÈNCIA DE CONFLICTES DE CONFIDENCIALITAT

En/Na Josep Maria Vendrell Ciurana, en la seva capacitat de supervisor extern^(*) del treball fa constar que ha revisat el contingut del TFGEQ i que no conté cap informació que pugui ser considerada com confidencial per part de l'empresa Asfaltos Españoles S.A.

^(*) Cas que el TFGEQ no sigui extern serà el professor tutor qui emplenarà aquesta secció

Signatura:



Data:

08 de juny del 2021

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	6
1.1. Datos principales.....	6
1.2. Resumen del proyecto.....	6
2. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	7
2.1. Alcance del proyecto.....	7
2.2. Planificación inicial del proyecto: Diagrama de <i>Gantt</i>	7
3. INGENIERÍA CONCEPTUAL	9
3.1. Mejoras en el circuito de aceite térmico.....	9
3.1.1. Tanque de expansión.....	9
3.1.2. La bomba actual del circuito.....	9
3.1.3. Puesta en marcha del circuito, prevención del aumento de viscosidad.....	11
3.1.4. Mejora de la hidráulica del circuito térmico.....	13
3.2. Requisitos del proceso.....	14
3.3. Normas de diseño.....	15
3.4. Energías (<i>utilities</i>) disponibles.....	15
3.5. Descripción del circuito de aceite térmico con las nuevas implementaciones.	16
4. INGENIERÍA BÁSICA	18
4.1. Elaboración de diagramas.....	18
4.1.1. De emplazamiento (Plot plan).....	18
4.1.2. De tuberías e instrumentos (P&ID) Actual.....	18
4.1.3. De tuberías e instrumentos (P&ID) Mejoras.....	18
4.2. Diseño básico.....	25
4.2.1. Diseño de tuberías.....	25
4.2.2. Diseño de la instrumentación y del control.....	33
4.2.3. Diseño del tanque de expansión.....	52
5. SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES	57
5.1. Clasificación de la peligrosidad de las sustancias.....	57
5.2. Equipos de seguridad.....	57
5.3. Análisis de riesgo: HazOp + mini LOPA.....	61
5.3.1. HazOp tanque de expansión.....	62
5.3.2. HazOp bomba centrífuga.....	68
6. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL	72
7. MANTENIMIENTO DE LAS NUEVAS IMPLEMENTACIONES	74

8. MANUAL DE OPERACIÓN	76
8.1. Comprobaciones previas y primera puesta en marcha	76
8.2. Funcionamiento de la planta	77
8.2.1. Puesta en marcha normal	77
8.2.2. Funcionamiento en estado estacionario	77
8.3. Parada de planta	77
8.3.1. Parada normal.....	77
8.3.2. Parada de emergencia.....	78
9. ESTUDIO ECONÓMICO	79
9.1. Estudio de la Inversión.....	79
9.2. Análisis beneficios aportados gracias a las mejoras	81
9.3. Recuperación de la inversión	83
10. CONCLUSIONES	85
11. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA	86
A.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE LAS MEJORAS A IMPLEMENTAR	91
A.1.1. Tanque de expansión.....	91
A.1.2. Bomba	92
A.1.3.Puesta en marcha del circuito.....	94
A.2. MEJORA HIDRAULICA DEL CIRCUITO	96
A.2.1. Cálculo de la pérdida de carga en el proceso de operación habitual.....	96
A.2.2. Cálculo de la mejora hidráulica del circuito.....	97
A.3. CALCULO DEL TRACEADO DE VAPOR	99
A.3.1.Esquema del traceado de vapor	99
A.3.2. Cálculo de la viscosidad máxima para que la bomba impulse el fluido	99
A.3.2. Cálculo de las propiedades del traceado de vapor.....	100
A.3.3. Cálculo del grosor del aislamiento con el traceado de vapor.....	101
A.4.DISEÑO DEL GROSOR DEL AISLANTE DE LAS TUBERÍAS	104
A.5. TABLA DE OPERATIVA DE VÁLVULAS	105
A.6. DISEÑO DE TANQUE DE EXPANSIÓN	106
A.6.1. Cálculo de presión de entrada de N ₂ y soporte del circuito de dicha presión	106
A.6.2.Diseño de un sifón con cierre hidráulico.....	108
A.7.FICHAS DE SEGURIDAD DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO	109
A.8. DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD (PSV)	134
A.9. METODOLOGIA DEL HAZOP Y MINILOPA	137
A.10. PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES	139

A.10.1. Definiciones	139
A.10.2. Identificación de los aspectos ambientales existentes.....	139
A.10.3. Criterios de valoración de los aspectos ambientales	139
A.10.4. Valoración de los aspectos ambientales por vectores.	140
A.10.5. Aspectos significativos.....	143

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

Símbolos	Parámetro que define
-	No aplica (cuando aparece en tablas)
T	Temperatura
P _{in}	Presión interna
P _{out}	Presión externa
OD	Diámetro exterior
ID	Diámetro interior
L	Longitud de tubería
Cv	Coficiente de flujo, reducido
Cv'	Coficiente de flujo, total

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Datos principales

Tabla 1. Datos principales del proyecto

Título del proyecto	Optimización de un Circuito de Aceite Térmico para Calentar un patio de tanques de betún asfáltico
Identificador	TFGEQ_2112
Autor	Alejandro Baena Rodríguez Marina Llaó Hidalgo Susana Vinaixa Alarcón
Tutor	Josep Maria Vendrell Ciurana
Fecha	10 de junio de 2021
Lugar	Universitat Rovira i Virgili, Tarragona

Este proyecto se realiza en la empresa ASESА en Tarragona con la finalidad de desarrollar un proyecto de interés para la empresa y obtener una experiencia trabajando sobre proyectos reales del sector industrial, y así también plasmar los conocimientos adquiridos durante la carrera.

1.2. Resumen del proyecto

La unidad de destilación en crudo de ASESА en Tarragona es una instalación orientada completamente a la obtención de betún asfáltico.

El aceite térmico es un fluido usado para calentar el patio de tanques de betún asfáltico. Con los años, el circuito de aceite ha tenido modificaciones que han afectado a la hidráulica, así como las diferencias que dificultan su operativa en algunas circunstancias.

El diseño eficiente de este sistema de suministro de calor es crucial para un rendimiento satisfactorio del proceso. El objetivo de este proyecto es mejorar el circuito y estudiar los principales aspectos del diseño de un sistema de aceite caliente, como el dimensionamiento de los equipos en el bucle con cálculos ilustrativos, consideraciones generales de diseño, criterios de selección de PSV, filosofía de control y protección del sistema.

Por tanto, este proyecto se usa para plantear un estudio de validación hidráulica del circuito, además de la implantación de las mejoras necesarias para evitar algunas problemáticas identificadas.

2. ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

En este apartado se definen las características generales a realizar en el proyecto, así como el enfoque que se tiene que dar y su planificación para gestionar el tiempo. Con el fin de entregar el proyecto a tiempo.

2.1. Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto consta de mejorar e identificar la problemática del proceso actual que existente del circuito de calentamiento de aceite térmico de la empresa ASES, y realizar un estudio de alternativas para solucionar y obtener un nuevo proceso más óptimo.

Una vez establecido el proceso nuevo, se realizarán los informes de ingeniería conceptual y básica para detallar y explicar el proceso mejorado a ser diseñado.

También se hará un estudio de seguridad, HAZOP, para diseñar un sistema lo más seguro posible. Se revisará los aspectos ambientales nuevamente para comprobar su impacto ambiental con las nuevas mejoras implementadas. Se realizará un manual de operación por tal de especificar el procedimiento de puesta en marcha, la operativa habitual y la parada del circuito térmico. Y seguidamente, se realizará un estudio del mantenimiento de los equipos para saber cómo tratarlos.

Y finalmente, para saber si el proyecto es viable, se valorará la inversión necesaria de la nueva instalación y se estudiará su viabilidad económica.

2.2. Planificación inicial del proyecto: Diagrama de Gantt

Con la finalidad de planificar y gestionar el proyecto de una manera adecuada, se realiza un diagrama de *Gantt*, figura 2.2.1, dónde se muestra el tiempo previsto para las diferentes tareas a lo largo del proyecto para gestionar el tiempo con el objetivo de no retrasarse en la entrega final. Para determinar el orden de las tareas que se deben realizar, se tiene en cuenta la dependencia de unas tareas con otras. De esta manera, se distribuyen las actividades adecuadamente en relación con el tiempo.

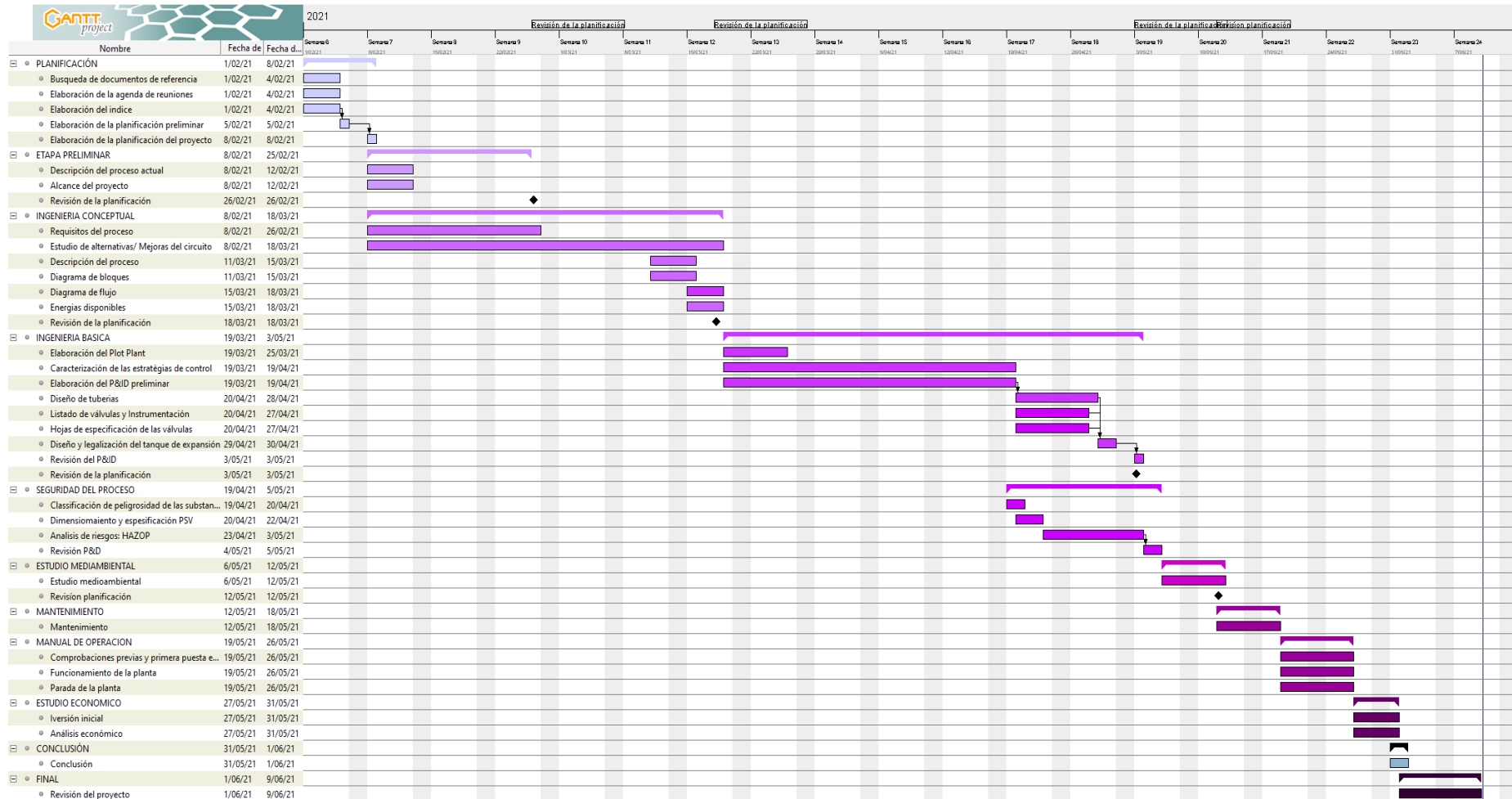


Figura 2.2.1. Diagrama de Gantt.

3. INGENIERÍA CONCEPTUAL

3.1. Mejoras en el circuito de aceite térmico

3.1.1. Tanque de expansión

Una problemática identificada comúnmente en los circuitos de aceite térmico cerrado es la presencia de gases en el circuito.^[1]Y esto es debido a que durante la puesta en marcha del circuito o el mantenimiento se pueden introducir varios componentes indeseables como el aire, el agua o partículas ligeras (*cracking* del fluido térmico) al circuito. Si no se eliminan componentes pueden degradar el fluido térmico acortando así el tiempo de vida del aceite, además de provocar la cavitación de la bomba.

Para solucionar esta problemática se ha realizado un estudio de alternativas, anexo A.1.1 para escoger cual es la solución más óptima, un desgasificador o una distribución de tuberías llamada *Double Leg Drop*.

La mejor opción es el *Double Leg Drop*, ya que, además, ayuda a desgasificar el circuito de aceite térmico. Este sistema, al ser una tubería no aporta una pérdida de carga considerable al circuito. Esta adaptación, requiere la incorporación de nitrógeno para barrer los componentes en fase gas hacia una purga contante, dirigida a una antorcha, que tratará esta emisión de forma segura. Además este gas inerte, el N₂, también protege el fluido de la oxidación, alargando así más el ciclo de vida del fluido. La introducción del N₂ al tanque de expansión obliga a instalar una válvula de seguridad, PSV; y un control de presión del tanque de expansión para así asegurar el recipiente de la sobrepresión.

3.1.2. La bomba actual del circuito

Una mejora en la bomba centrífuga de impulsión de aceite térmico es el cambiar el cierre *Crane* API-682 por un doble cierre API 53 A, para así mejorarlas posibilidades de que no haya fugas del aceite térmico a la bomba o a exterior o a proceso.

Después de un análisis de alternativas, anexo A.1.2, se escoge este plan API 53 A de entre todos los que hay actualmente en el mercado, porque es el más usado a nivel industrial para fluidos inflamables, tiene un menor coste, hay emisiones cero a la atmósfera para evitar la contaminación.

Entre el primero y el segundo sello existe un líquido de barrera (el mismo aceite térmico) aportado por un botellón, con un serpentín interno para refrigerarse (ya que el sello secundario genera el mismo calor que en primario); y el líquido de barrera sirve precisamente para este enfriamiento.

Al estar el depósito o botellón presurizado con nitrógeno, se asegura que la fuga a través de la cara del sello primario, sea de fluido barrera, por tanto lubrica las caras de sellado y pasa a proceso. La presión del botellón es generalmente de más de 2,00bar que la presión de descarga máxima nominal de la bomba (Anexo A.3.2), por lo que tendrá un valor de 15 bar.

Además para ahorrar en electricidad a las bombas se le añadirá un variador de frecuencia para que de esta manera controlar la velocidad de la bomba. A continuación, se mostrará un gráfico con las fluctuaciones de caudal de la bomba desde el 2019 al 2021.

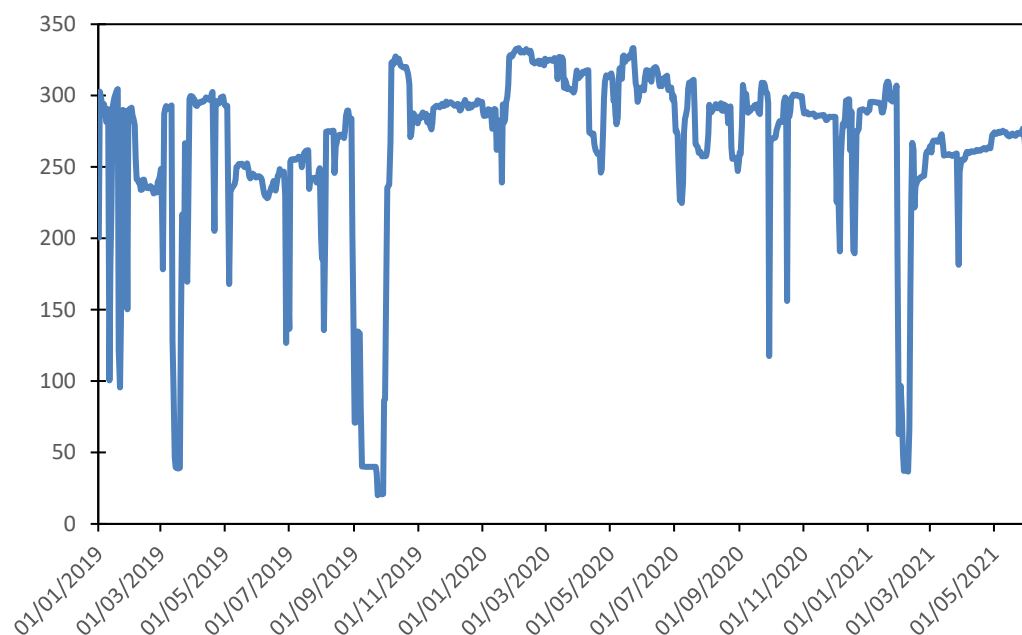


Figura 3.1.2.1. Fluctuación caudales de la bomba 2019-2021.

Como se puede observar en el anterior gráfico, las fluctuaciones de caudal de la bomba son considerables, por lo tanto se puede estudiar la posibilidad de implementar la bomba con un variador de frecuencia. Para ello se ha calculado el valor medio del caudal de las fluctuaciones, $264 \text{ m}^3/\text{h}$.

Al no haberse encontrado datos de motores con variadores de frecuencia, se hace la hipótesis de que la eficiencia de la bomba con el variador de frecuencia será similar al del valor nominal de la bomba y su propio caudal. Entonces, en la curva de la bomba, se puede comparar el valor de eficiencia con variador de frecuencia y sin variador de frecuencia (línea roja).

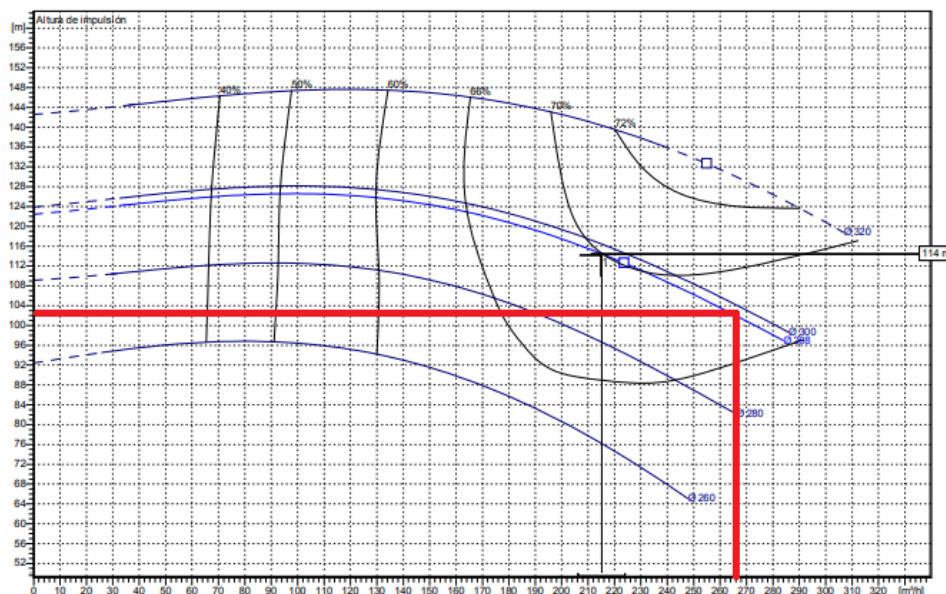


Figura 3.1.2.2. Comparación de eficiencias de la bomba con y sin variador de frecuencia.

Se puede observar que con variador de frecuencia la eficiencia de la bomba es de un 70 % y en cambio sin variador es del 64 %. Finalmente, se compara la potencia de la bomba para determinar si usar un variador de frecuencia o no.

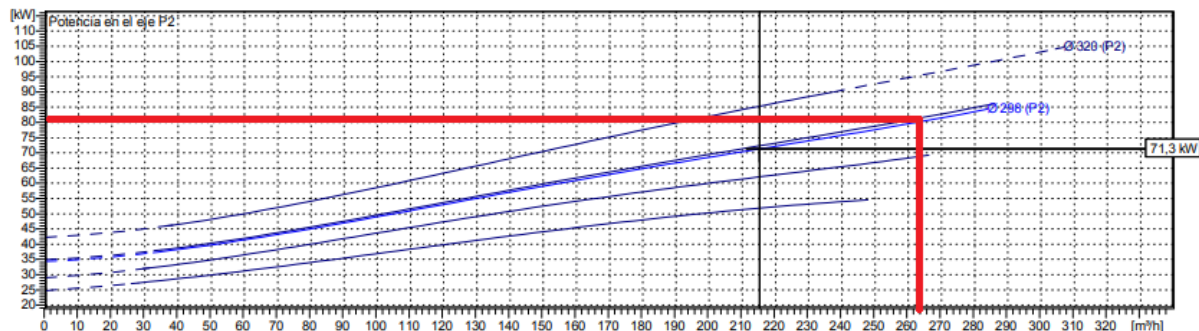


Figura 3.1.2.2. Comparación de la potencia de la bomba con y sin variador de frecuencia.

Y en conclusión, la eficiencia con variador de frecuencia es más elevada, 70 % y la potencia es de 71,3 kW. Por lo tanto sí que se invertiría en variador de frecuencia, ya que hay un ahorro de consumo energético de 8,7 kW, además de un ahorro económico de 26,8 € por hora de energía consumida, al final del año se ahorraría unos 10.000 €.

3.1.3. Puesta en marcha del circuito, prevención del aumento de viscosidad

En la parada del circuito térmico por mantenimiento, el aceite se resguarda en las tuberías del circuito; ya que, a medida que va pasando el tiempo la temperatura va disminuyendo y por tanto el volumen también. A consecuencia de que la temperatura va disminuyendo con el paso de tiempo, la viscosidad del aceite disminuye, provocando así que en la puesta en marcha del circuito la bomba no tenga la capacidad de impulsar el fluido.

Para prevenir este problema se instalará un traceado de vapor, después de hacer una estudio de alternativas comparando otros métodos en el anexo A.1.3. Ya que su uso asegura el mantenimiento de la viscosidad y por ende de la temperatura. Este tipo de traceado ofrece varios beneficios como la fiabilidad, ya que su funcionamiento no se ve afectado por las condiciones adversas y puede resistir todos los golpes que puede recibir en una fábrica de procesos.

También este tipo de traceado tiene un buen control de la temperatura, se “activa” cuando el consumo de vapor sea proporcional al calor transferido, ya que dicho consumo viene regulado por los purgadores que a medida que condensa el vapor, estos dejan pasar el condensado dando lugar a un consumo, o una circulación de vapor. Manteniendo así la temperatura mínima de aspiración de la bomba.

El traceado de vapor es una tubería, en este caso de acero, que va entre la tubería del proceso y el aislamiento, unida mediante una pasta térmica para así aumentar la conductividad hacia la tubería de proceso. La tubería del traceado va conectado a un *Manifold* de distribución de vapor, que es por donde entra el vapor a la línea de traceado además de contener un purgador. En la salida de la línea de traceado hay un *Manifold* de recogida de condensados con un purgador. Además hay un control que detecta las obstrucciones en la línea, una salida de condensado y una purga con difusor. ^[2]

Las tuberías de traceado deben estar dispuestas de forma que tengan una pendiente constante en el sentido de circulación del vapor y que la longitud de cada tramo sea 50 m para diámetros de 20mm. Cada tramo debe purgarse individualmente por medio de un purgador termostático.^[3, 4]

En la siguiente imagen se puede observar la conexión de la línea de traceado con la tubería de proceso. Pero, se ha de tener en cuenta que en la salida del vapor en el traceado antes de los purgadores tiene que haber una purga de condensado hacia una arqueta para que los purgadores no se sobrecalienten.

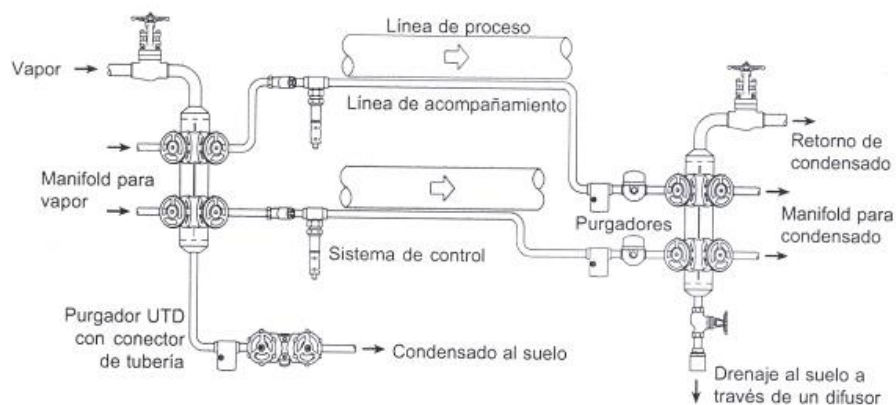


Figura. 3.1.3.1. Esquema de las conexiones del traceado de vapor^[4]

Una vez se ha determinado la conexión y el uso del traceado de vapor se han determinado los parámetros de operación del traceado en el anexo A.3.

Antes de empezar con los cálculos se ha detallado el esquema de funcionamiento del circuito acotado en el anexo A.3.1.

Primero, se ha determinado la viscosidad máxima a la cual puede trabajar la bomba, sabiendo el caudal mínimo que requiere la caldera 33-B-413, la cual genera la suficiente energía para calentar el aceite por sí sola, además de ser la caldera con mayor capacidad. A 140 m³/h y la curva de operación de la bomba se ha obtenido la presión de impulsión de la bomba a 12,5 bar. A esta presión la viscosidad máxima que puede operar la bomba es 4,30cSt a una temperatura de 100 °C.

Como se está circulando un caudal menor al del habitual y a altas viscosidades, se ha acotado el circuito. El cual iría de la bomba hacía la caldera 33-B-313 y al picaje de unión de la ida y vuelta de las líneas de repartición del aceite al patio de tanques, y se abrirían las válvulas hacia el resto del circuito cuando la temperatura sea similar a 200°C.

En este circuito acotado las tuberías son de 8",200 m y con un grosor de aislamiento de 50 mm, con esto podemos determinar la pérdida de calor de la tubería que tendría que aportar el traceado de vapor, 72,0W/m, el diámetro de la tubería de traceado, 20,0 mm, y el caudal de vapor requerido, 24,8 kg/h.

Además como el servicio de vapor que tiene la empresa ASESa es de 9,00 bar y 180°C, sabiendo que la línea de traceado tiene que ser de 50 m, se ha obtenido que la temperatura de salida del traceado es de 140 °C (aproximada a la temperatura de condensado). Y el intercambio de calor de la tubería de proceso y la del traceado calienta el aceite hasta 116°C.

Y finalmente, como para instalar el traceado se ha de quitar el aislamiento térmico actual, se ha calculado el grosor óptimo del aislante en el conjunto de la línea de proceso y la del traceado, ya que el aislante retirado no se puede volver a usar. El aislante térmico más usado para circuitos de aceite térmico es la lana de roca y su grosor para el conjunto de tubería con el traceado es de 150 mm.

En la siguiente imagen se puede observar el circuito acotado del traceado de vapor:



Figura 3.1.3.2. Circuito acotado (línea blanca) para el traceado de vapor.

3.1.4. Mejora de la hidráulica del circuito térmico

La mejora hidráulica consta en disminuir la pérdida de carga del circuito de aceite térmico, y para ello se ha de aumentar el diámetro de una línea.

El valor total de 11,0 barg de pérdida de carga, A.2.1, es igual a la impulsión de la bomba, ya que se está trabajando en un circuito cerrado. Se ha hecho un estudio de los diferentes tramos y longitudes como varían según el diámetro, A.2.2.

Las líneas con más pérdida es la AHOC-1 con un pérdida de 1,12 barg y AHOH-1 con un pérdida de 0,94, la cual tendría que ser inferior a 1, para estar en sintonía con el resto de pérdidas de carga de las demás tuberías. Además estas dos líneas tienen una velocidad superior a 2 m/s, la cual ha de ser igual o menor a esta velocidad, como hipótesis de máxima velocidad.

Finalmente, el tramo a cambiar será de 200 metros de ida (desde la caldera hasta el picaje) y vuelta (desde el picaje hasta la bomba) del circuito de aceite térmico de las líneas de repartición y recogida de aceite de los patios de betún.

Y la pérdida de carga total de la bomba, la cual será de 9,89 barg.

3.2. Requisitos del proceso

- El tanque de expansión ha de estar diseñado para acomodar la expansión del aceite y así evitar el desbordamiento del aceite térmico por el resto de la planta o la sobrepresión de los dispositivos de su sistema, por ese motivo el tanque de expansión tendrá que estar sobredimensionado un 20-30%.^[1]
- Mantener la altura del tanque de expansión por encima del nivel de líquido más alto del sistema (el fondo tiene que estar 5 ft por encima del punto más alto de líquido). De esa forma se mantendrá la altura de succión de la bomba neta positiva (NPSH) en todo momento, evitando así la cavitación.^[1]
- El tanque de expansión tiene que estar presurizado con nitrógeno para prevenir la oxidación del fluido. Además el nitrógeno actúa como gas de purga para eliminar los gases que se quieren eliminar del sistema, producidos en la puesta en marcha del circuito.^[1]
- Analizar una muestra del fluido térmico del circuito una vez por año para comprobar las propiedades del aceite y comprobar que no se ha contaminado (por ejemplo, por agua de otros equipos o por aire proveniente de alguna tubería cuando ha sido vaciada)^[1]
- Para evitar la degradación térmica del aceite térmico, se evitarán las paradas y puestas en marcha excesivas, se controlará el flujo de calor del sistema, se ventilarán los hidrocarburos más volátiles, y se mantendrá en buen estado la instrumentación del sistema.^[1]
- El botellón del sello secundario de la bomba no se encuentra lleno al 100 % de nivel para evitar problemas de dilatación térmica del fluido barrera (mínimo 35 % de nivel para asegurar el efecto del termosifón, máximo un 75 % de nivel). El sistema lleva acoplados transistores de presión y nivel. El botellón lleva un serpentín interno para una correcta disipación de calor. En el caso de un cambio en las condiciones de proceso, se puede alterar el tubo que va del segundo sello al botellón para empezar la disipación de calor.
- El botellón del sello secundario de la bomba se llenaría de forma automática, ya que es en un proceso continuo, pero si su accesibilidad es sencilla se puede poner una manual.
- Conexión del sello al botellón de la bomba: tubo de ¾ de pulgada como mínimo (mejor 1") para asegurar que no hay restricción de pase a pérdidas de carga. Además, se hace que los dos elementos estén lo más próximos posibles.
- El botellón tiene que estar por encima del nivel del eje de la bomba, además de la parte baja estar bridada.
- La distancia del botellón al cierre mecánico tiene que ser menor a 4 ft.
- En los tanques de drenaje se deja un margen de 20-25% libre, y se colocará lejos de los edificios y las áreas de proceso.^[1]

3.3. Normas de diseño

En la Tabla 3.3 se recogen todos los códigos y normativas utilizados para el dimensionamiento y diseño de equipos, líneas y accesorios del proyecto.

Tabla 3.3. Códigos y normativas de diseño utilizados.

Código	Utilizado para:
RD 2085/1994	Reglamento de Instalaciones Petrolíferas
RD 2060/2008	Reglamento de recipientes a presión e ITC EP-3,refinerías y plantas petroquímicas
ASME, sección VIII	Diseño del tanque de expansión
DIN 10628	Confección de los diagramas de flujo e instrumentación
DIN 2401	Nomenclatura de líneas
Schedule 40	Dimensionamiento de tuberías
ANSI/ISA-75.01.01:2012	Dimensionamiento de válvulas reguladoras
API526	Normalización válvulas de seguridad
ISO 5208 Industrial valves.	Fija los requisitos de prueba e inspección de las válvulas de bola, globo y manuales de compuerta.
API 598 Valve inspection and testing	
NTP 342	Válvulas de seguridad (I): características técnicas
UNE 9-100-86.	Válvulas de Seguridad
Plan API 53 A	Doble sello mecánico de la bomba

3.4. Energías (*utilities*) disponibles

Tabla 3.4.1. Características de los servicios disponibles en la planta de ASES.A.

<i>Utilities</i>	Q (Nm ³ /h)	T (°C)	P (barg)	Calidad (ppm H ₂ O)	Potencia máxima (kWh)	Voltaje (V)
Nitrógeno	No limitado	-	14	-	-	-
Vapor saturado	No limitado	180	9	-	-	-
Electricidad	-	-	-	-	No limitado	-
Aire de instrumentación	No limitado	-	-	-	-	-

Tabla 3.4.2. Precios de las *utilities*.

	Nitrógeno (kg)	Vapor saturado (kg)	Electricidad (kWh)
Coste (€/unidad de medida)	0,16	0,0219	0,0894

3.5. Descripción del circuito de aceite térmico con las nuevas implementaciones.

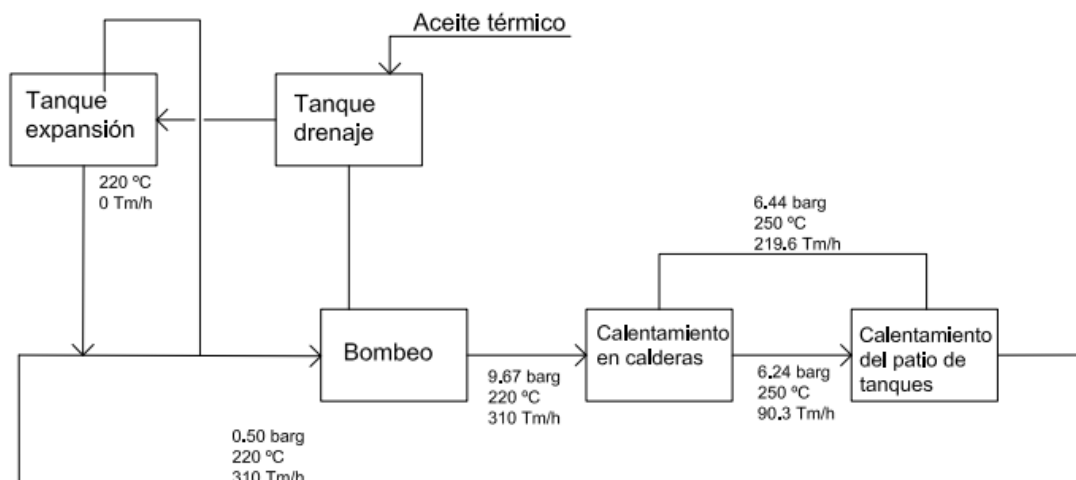


Figura 3.4.1. Diagrama de bloques.

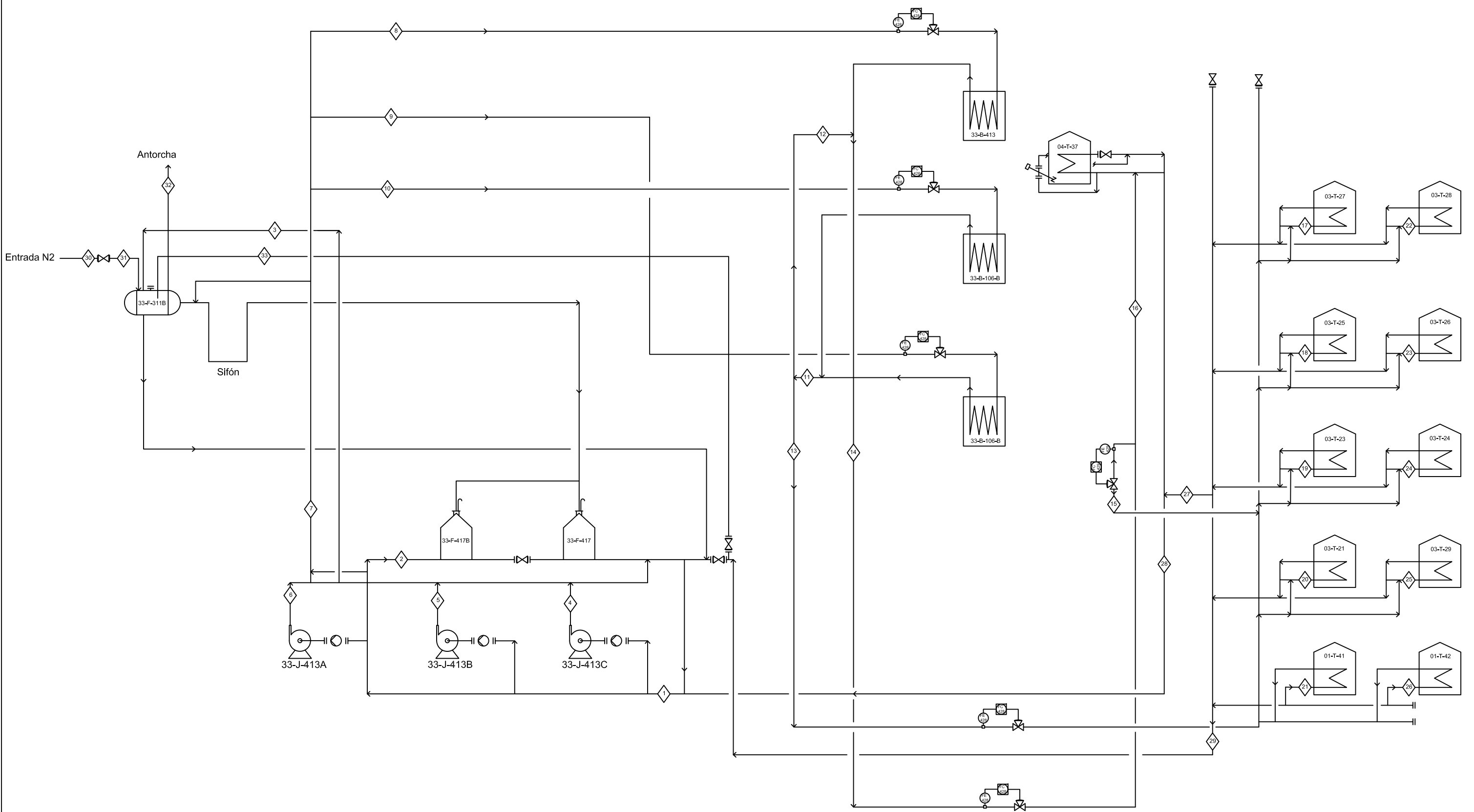
En la anterior figura se puede observar el diagrama de bloques del circuito de aceite térmico para el calentamiento de tanques de betún asfáltico, el cual facilita el entendimiento del funcionamiento del circuito.

El funcionamiento del circuito es sencillo, primero las tres bombas en paralelo, que tienen un doble sello mecánico cada una, para evitar fugas, impulsan el aceite hacia tres calderas donde se calienta el aceite desde 220 °C hasta 250°C.

El aceite calentado se dirige hacia el patio de tanques, para el calentamiento de los 9 tanques de betún asfáltico. El retorno del aceite hacia la bomba contiene una línea de expansión, la cual conecta la impulsión de la bomba y el tanque de expansión con el fin de expandir, absorber las variaciones de volumen debidas a la dilatación térmica, y bajar la presión de retorno del aceite hacia la bomba.

Este es un circuito cerrado, que se repite una y otra vez.

A continuación, en la siguiente página se puede observar el diagrama de flujo del circuito de aceite térmico con el balance de materia, además de las temperatura y presiones de cada corriente.



CORRIENTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30*	31*	32*	33*
Fluido	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOC	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOH	AHOC	AHOC	AHOC	Nitrógeno	Nitrógeno	Nitrógeno	AHOC
Caudal (Tm/h)	310	-	-	155	155	-	310	155	77,5	77,5	155	65,0	90,3	219,6	175	45	23	26	27	30	30	23	23	25	29	29	71	116	194	59	1,70	1,70	194
P (atm)	1,51	-	-	11,12	11,12	-	9,89	8,66	9,39	9,09	6,66	6,16	6,46	6,66	5,96	5,76	5,08	5,08	5,08	5,08	5,11	4,94	4,94	4,94	4,94	5,01	4,54	4,46	3,14	14,00	1,23	1,23	2,14
T (°C)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	220	220	220	25	25	25	220	
Fase	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido	Gas	Gas	Gas	Líquido

DESIGNED	TFG 2112		
DRAWN	Alejandro, Marina, Susana		
CHECKED	Josep Maria Vendrell		
APPROVED			
PROJECT NUMBER	TFG 2112	SCALE	No a escala
BLOCK	1	REV.	V001

**PROCESS FLOW DIAGRAM
CIRCUITO ACEITE TÉRMICO**

4. INGENIERÍA BÁSICA

4.1. Elaboración de diagramas

4.1.1. De emplazamiento (Plot plan)

Ver páginas 19.

4.1.2. De tuberías e instrumentos (P&ID) Actual.

Ver páginas 20 y 21.

4.1.3. De tuberías e instrumentos (P&ID) Mejoras

Ver páginas 22 (leyenda), 23 (P&ID Tanque de expansión), 24 (P&ID doble sello mecánico)

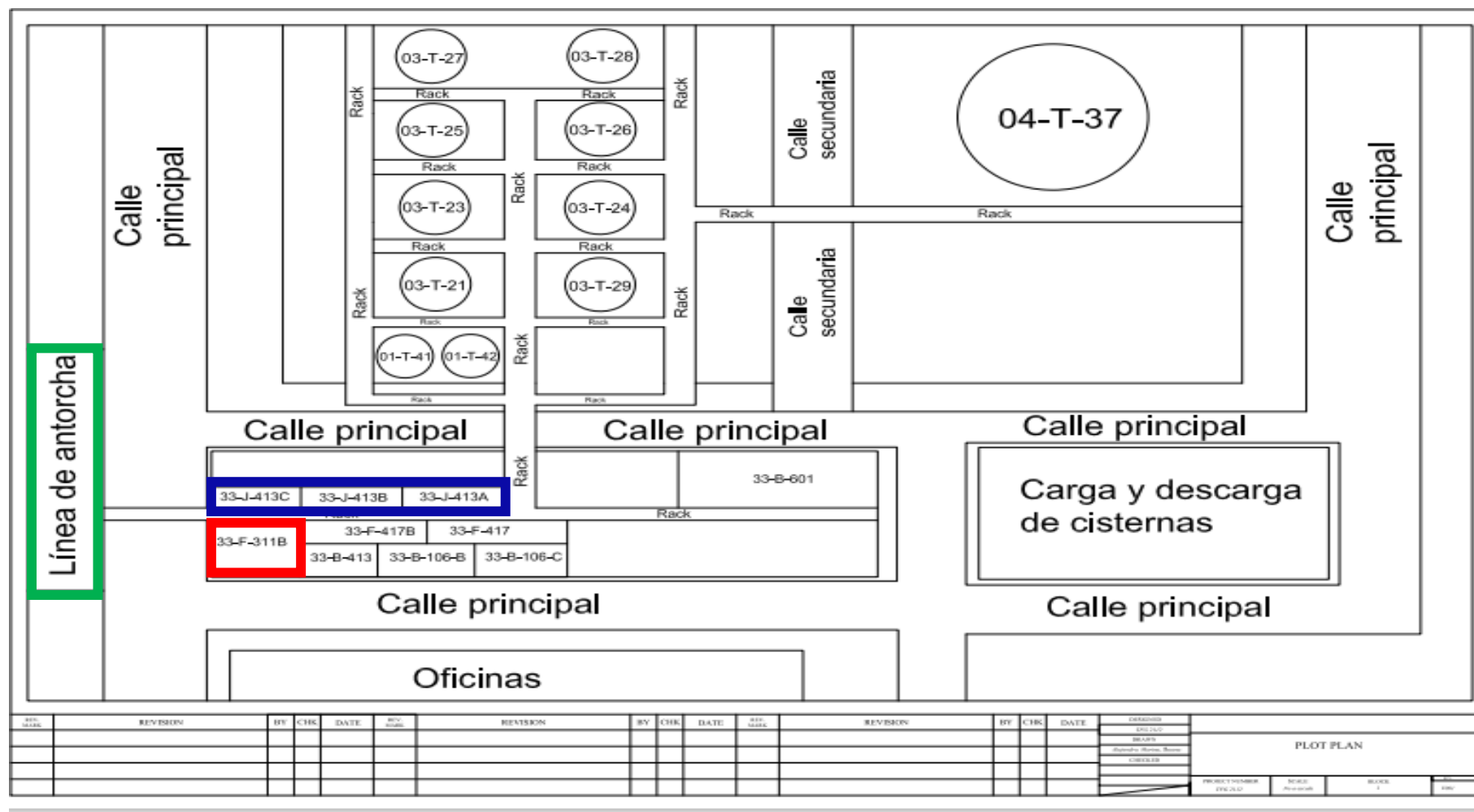
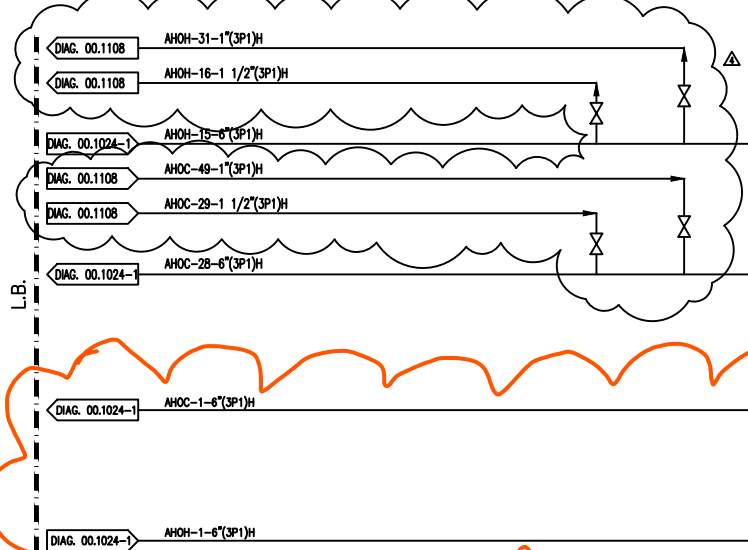
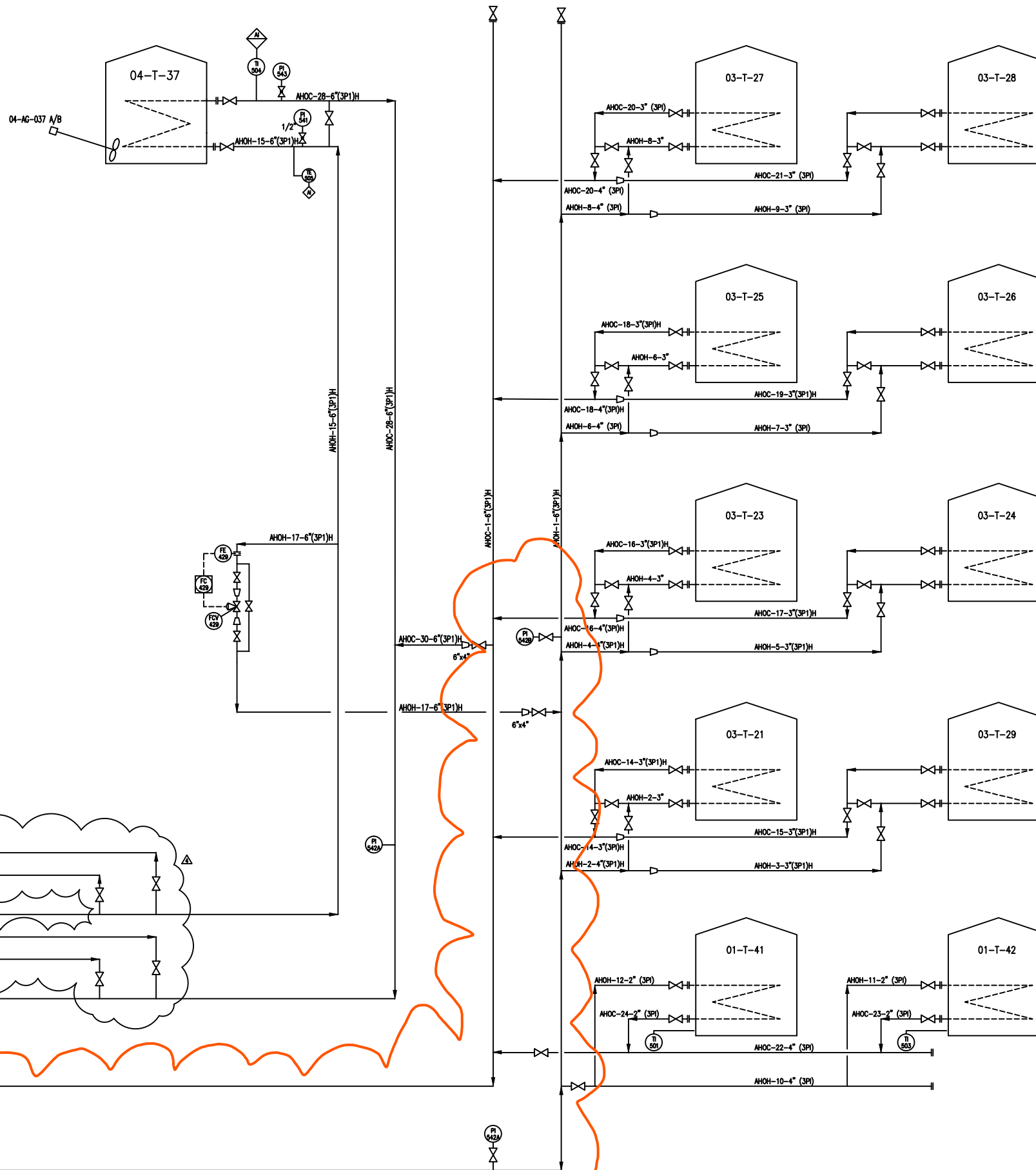


Figura 4.1.1. Plot Plan. Las zonas enmarcadas con colores indican donde se han realizado las mejoras. En azul se encuentran las bombas, en rojo el tanque de expansión, y en verde la línea de antorcha.



4	09/07/11 CAMBIO VAPOR POR ACEITE EN CERRRES (GE-1124)	MAV/EN	AMP/EN
3	11/01/10 BOLLADO TANKS 03-1-28 (I-0728)	MAV/PE	AMP/PE
2	28/03/07 FE-PIST (I-2401)	MAV/EN	AMP/EN
1	02-08 I BOLLADO SEGUN INDICACIONES PROCESO ASEA (I-2401)	JOR/EJA	FFB/EJA
0	MAR-08 NUEVO TANKS ASFALDO 04-T-37 (I-2401)	JOR/EJA	FFB/EJA
REV.	FECHA	DENOMINACION	PROYEC. DIBUJADO. COMPR.
		ESCALAS	DIAGRAMA DE INGENIERIA ACEITE TERMICO
PROYECTADO	-	J. DEPART.	SUSTITUYE A:
DIBUJADO	J.O.R.	FECHA 19-10-06	SUSTITUYE POR
COMPROBADO	F.F.B./R.S.A.	PRO. N° 00.1024	HOJA 2 de 2

Identificación de tuberías

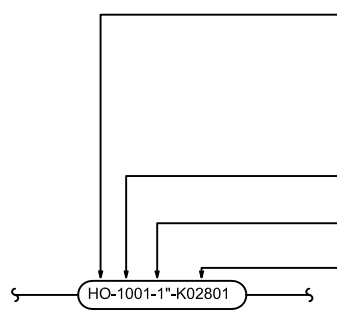
Designación del servicio:

HO Aceite térmico CW Agua de refrigeración
 AHOH Aceite térmico frío PSV Válvula de seguridad
 DL Aceite térmico caliente PRD Disco de ruptura
 N Nitrógeno

Identificación de la línea

Diámetro externo de la línea

Material de la línea



Tuberías

Entrada de proceso

Salida de proceso

Línea de proceso / servicio

Double leg drop

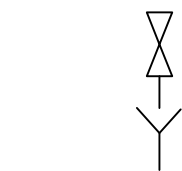
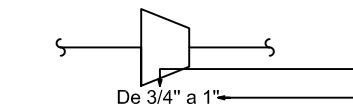
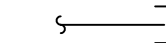
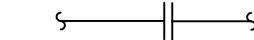
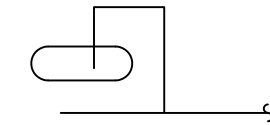
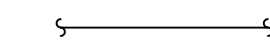
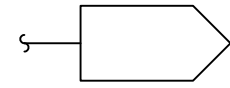
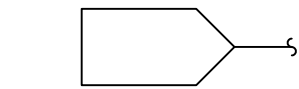
Brida

Tapón roscado

Reductor
 Medida de la tubería de entrada /
 medida de la tubería de salida

Sifón

Válvula de recogida de muestra



Equipos

Tanque de expansión

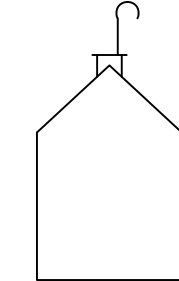
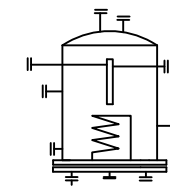
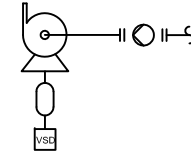
Bomba centrífuga + filtro de la bomba
 + motor de la bomba

Doble cierre mecánico

Botellón de líquido barrera para doble
 sello mecánico, con serpentín interno
 de refrigeración (plan API 53 A)

Tanque nodriza

Tubuladura con unión por brida



Anotaciones

Anotación (nota a pie de diagrama)

Identificación de equipo



33-F-311-B

Instrumentación y control

Instrumento con unión por brida
 FIT- Medidor de caudal

Identificación instrumento

PIT- Medidor de presión

LIT- Medidor de nivel

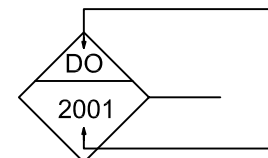
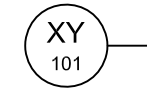
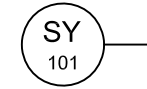
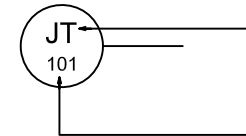
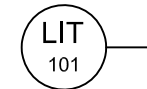
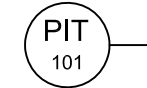
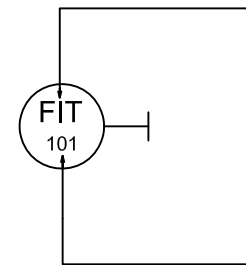
Actuador eléctrico
 JT- Medidor de revoluciones

Identificación del actuador

SY- Transmisor de revoluciones

XY- Variador de frecuencia

Orden
 Tipo de señal:
 DI- Entrada digital
 DO- Salida digital
 AI- Entrada analógica
 AO- Salida analógica
 Identificación de la orden



Válvulas de seguridad

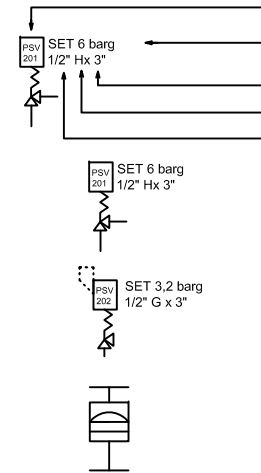
Identificación de la válvula
 Presión de actuación

Salida
 Orificio
 Entrada

PSV

PSV Pilotada

PRD



Válvulas

Válvula manual

Válvula de toma de muestra

Válvula reguladora

Válvula controladora

Válvula antirretorno

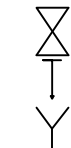
Anotación para la válvula
 F.C.- Cierra en caso de fallo
 F.A.- Abre en caso de fallo
 Lock open- Bloqueada (abierta)
 Lock closed- Bloqueada (cerrada)

Anotación válvula manual

Anotación de la válvula reguladora

Anotación de la válvula controladora

Anotación válvula check



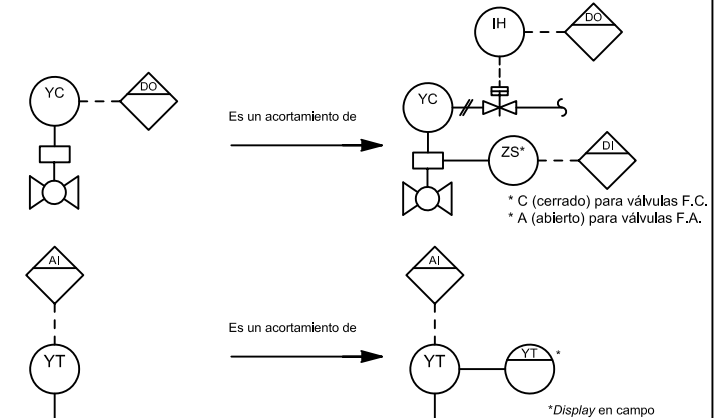
F.C.

VM



VCK

Acortamientos



DESIGNED
 TFG 2112
 DRAWN
 Alejandro, Marina, Susana
 CHECKED

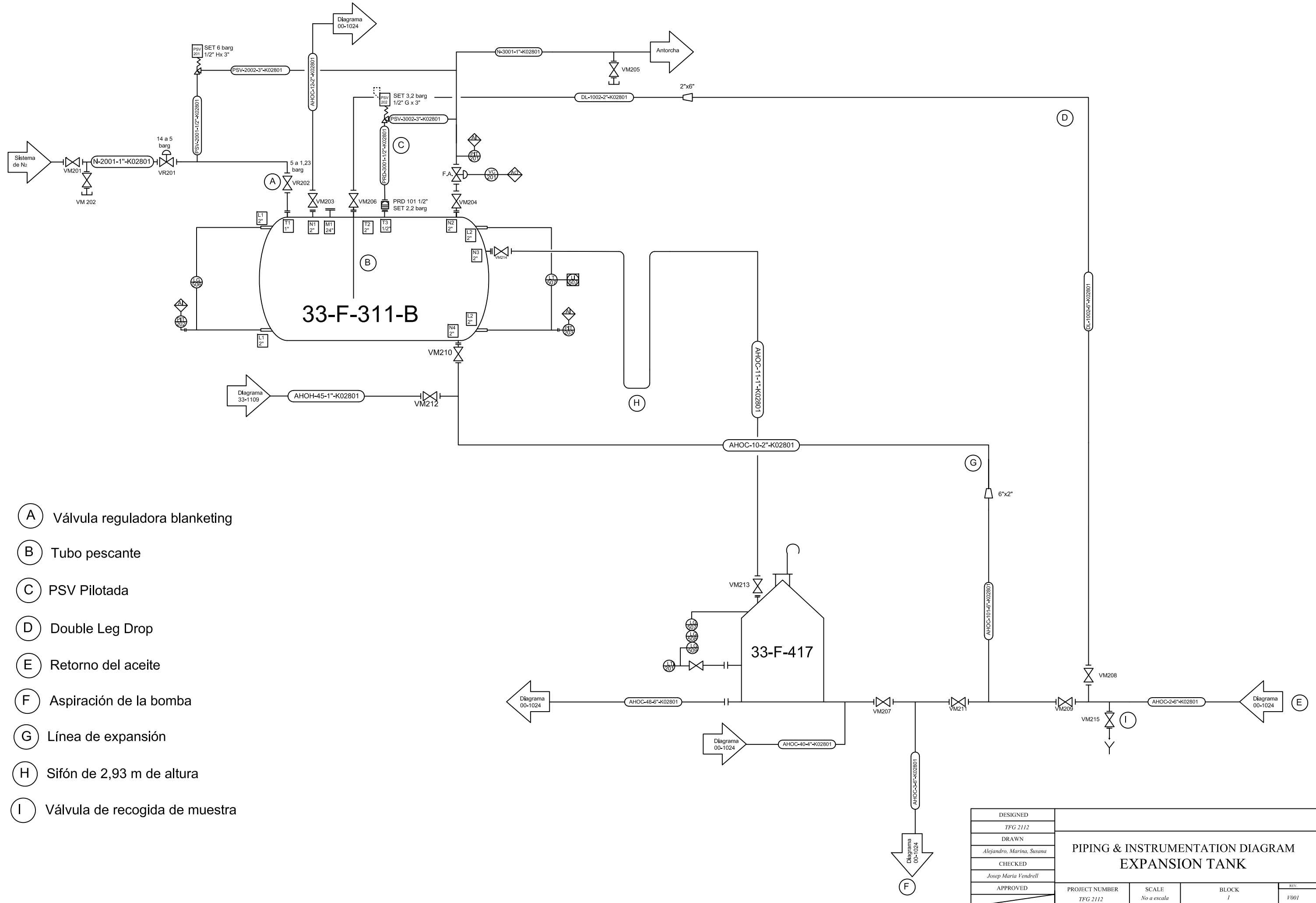
PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM KEY

PROJECT NUMBER
 TFG 2112

SCALE
 No a escala

BLOCK
 1

REV.
 V001



- (A) Válvula reguladora blanketing
- (B) Tubo pescante
- (C) PSV Pilotada
- (D) Double Leg Drop
- (E) Retorno del aceite
- (F) Aspiración de la bomba
- (G) Línea de expansión
- (H) Sifón de 2,93 m de altura
- (I) Válvula de recogida de muestra

DESIGNED	TFG 2112		
DRAWN	Alejandro, Marina, Susana		
CHECKED	Josep Maria Vendrell		
APPROVED			
PROJECT NUMBER	SCALE	BLOCK	REV.
TFG 2112	No a escala	1	V001

**PIPING & INSTRUMENTATION DIAGRAM
EXPANSION TANK**

4.2. Diseño básico

4.2.1. Diseño de tuberías

En el Anexo A.4 se encuentra descrito la determinación aislante y su grosor.

Tabla 4.2.1.1 Relación de tuberías del tanque de expansión

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
AHOC-12	Bomba 33-J413B y el tanque de expansión 33-F-311-B	Aceite térmico (líquido)	9,89 / 5,30	220	SCH 40 2"	2,38 / 2,07	87	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (100 mm) / NO	Válvula manual al principio y fin de la tubería.	Aèria / variable
AHOC-11	Tanque de 33-F-311-B y tanque de drenaje 33-F-417	Aceite térmico (líquido)	3,30 / Atm	220	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (80 mm) / NO	Válvula manual al principio y fin de la tubería.	Aèria / variable
AHOC-10	Tanque 33-F311B y tubería AHOC-101	Aceite térmico (líquido)	3,30 / 1,20	220	SCH 40 2"	2,38 / 2,07	44	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (100 mm) / NO	Válvula manual al principio tubería.	Aèria / variable
AHOC-101	Tubería AHOC-10 y AHOC-3	Aceite térmico (líquido)	1,20 / 0,500	220	SCH 40 6"	6,63 / 6,07	43	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (120 mm) / NO	Válvula manual al final de la tubería.	Aèria / variable

Tabla 4.2.1.1 Relación de tuberías del tanque de expansión (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
AHOH-45	Diagrama 33-1109 tubería AHOC-10	Aceite térmico (líquido)	-	250	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	-	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (80 mm) / NO	Válvula manual al final de la tubería.	Aérea / variable
AHOC-40	Impulsión de la bomba y tanque 33-F-417	Aceite térmico (líquido)	9,98 / Atm	220	SCH 40 4"	4,50 / 4,03	68	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (110 mm) / NO	Válvula manual al final de la tubería.	Aérea / variable
AHOC-2	Tubería AHOC-1 y tubería AHOC-3	Aceite térmico (líquido)	2,92 / 1,92	220	SCH 40 6"	6,63 / 6,07	68	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (120 mm) / NO	-	Aérea / variable
AHOC-3	Tubería AHOC-2, 10 y aspiración bomba.	Aceite térmico (líquido)	1,40/0, 900	220	SCH 40 6"	6,63 / 6,07	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (120 mm) / NO	Válvula manual al inicio de la tubería.	Aérea / variable
AHOC-48	Tanque 33-F-417 y tanque 33-F-417B	Aceite térmico (líquido)	Atm	220	SCH 40 6"	6,63 / 6,07	3,5	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (120 mm) / NO	Válvula manual al final de la tubería.	Aérea / variable

Tabla 4.2.1.1 Relación de tuberías del tanque de expansión (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
DL-1001	Aspiración de la bomba y DL-1002	Aceite térmico (líquido)	1,92 / 1,90	220	SCH 40 6"	6,07 / 6,07	44	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (120 mm) / NO	Válvula manual al principio de la tubería.	Aérea / variable
DL-1002	DL-1002y tanque 33-F-311B	Aceite térmico (líquido)	1,90 / 1,80	220	SCH 40 2"	2,38 / 2,07	43	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (100 mm) / NO	Válvula manual al final de la tubería.	Aérea / variable
N-2001	Servicio de nitrógeno y tanque 33-F-311B	Nitrógeno (gas)	14 / 1,23	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	100	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual al principio de la tubería.	Aérea / variable
N-3001	Tanque 33-F-3311B y antorcha	Nitrógeno i gases indeseables (gas)	1,23 / 0,05	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	120	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual al principio y final de la tubería.	Aérea / variable
PSV-2001	Tubería N-2001 y PSV 2011	Nitrógeno i gases indeseables (gas)	6,00	25	SCH 40 1/2"	0,84 / 0,62	5	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable
PSV-2002	PSV 201 y antorcha	Nitrógeno (gas)	0	25	SCH 40 3"	3,50 / 3,07	120	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable

Tabla 4.2.1.1 Relación de tuberías del tanque de expansión (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
PRD-1001	PRD 1 y PSV 2	Aceite térmico (líquido)	3,30	25	SCH 40 1/2"	0,84 / 0,62	5	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable
PSV-3001	PSV 202 y antorcha	Nitrógeno i gases indeseables (gas)	0	25	SCH 40 3"	3,50 / 3,07	115	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable

Tabla 4.1. Relación de tuberías de la bomba 33-J-413A, 33-J-413B, 33-J-413C.

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
HO-1001	Líquido barrera y botellón A del doble cierre mecánico	Aceite térmico (líquido)	13,5 / 13,4	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / variable
HO-1002	Cierre mecánico secundario y botellón	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	150	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m

Tabla 4.1. Relación de tuberías de la bomba 33-J-413A, 33-J-413B, 33-J-413C. (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (bar)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorifugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
HO-1003	Botellón A y cierre mecánico secundario	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	130	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m
HO-1008	Líquido barrera B y botellón del doble cierre mecánico	Aceite térmico (líquido)	13,5 / 13,4	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / 1 m
HO-1009	Cierre mecánico secundario y botellón B	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	150	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m
HO-1010	Botellón B y cierre mecánico secundario	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	130	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m
HO-1015	Líquido barrera y botellón C del doble cierre mecánico	Aceite térmico (líquido)	13,5 / 13,4	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / 1 m
HO-1016	Cierre mecánico secundario y botellón C	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	150	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m

Tabla 4.1. Relación de tuberías de la bomba 33-J-413A, 33-J-413B, 33-J-413C. (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorifugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
HO-1017	Botellón C y cierre mecánico secundario	Aceite térmico (líquido)	13,0 / 12,9	130	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	3	Acero al carbono. UNS K02801	Lana de roca (60 mm) / NO	-	Aérea / 1 m
CW-1004	Sistema de agua de refrigeración y botellón A	Agua de refrigeración (líquido)	2,00 / 1,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea y automática en salida	Aérea / variable
CW-1005	Botellón A y sistema de agua de refrigeración	Agua de refrigeración (líquido)	1,00 / 0,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula automática entrada línea y manual en salida	Aérea / variable
CW-1011	Sistema de agua de refrigeración y botellón B	Agua de refrigeración (líquido)	2,00 / 1,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea y automática en salida	Aérea / variable
CW-1012	Botellón B y sistema de agua de refrigeración	Agua de refrigeración (líquido)	1,00 / 0,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula automática entrada línea y manual en salida	Aérea / variable
CW-1018	Sistema de agua de refrigeración y botellón C	Agua de refrigeración (líquido)	2,00 / 1,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea y automática en salida	Aérea / variable

Tabla 4.1. Relación de tuberías de la bomba 33-J-413A, 33-J-413B, 33-J-413C. (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P _{in} / P _{out} (barg)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
CW-1019	Botellón C y sistema de agua de refrigeración	Agua de refrigeración (líquido)	1,00 / 0,90	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	15	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula automática entrada línea y manual en salida	Aérea / variable
N-1006	Sistema de suministro de nitrógeno y botellón A	Nitrógeno (gas)	13,0 / 12,9	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / variable
N-1007	PSV 101 y lugar seguro	Nitrógeno (gas)	0	25	SCH 40 3"	3,50 / 3,07	120	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable
N-1013	Sistema de suministro de nitrógeno y botellón B	Nitrógeno (gas)	13,0 / 12,9	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / variable
N-1014	PSV 102 y lugar seguro	Nitrógeno (gas)	0	25	SCH 40 3"	3,50 / 3,07	120	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable

Tabla 4.1. Relación de tuberías de la bomba 33-J-413A, 33-J-413B, 33-J-413C. (Continuación)

Tubería	Tramos que une	Naturaleza del fluido (estado)	P_{in} / P_{out} (bar)	T (°C)	Schedule / NPS (in)	OD / ID (in)	L (m)	Material	Calorífugado (ancho) / traceado	Puntos de posible aislamiento	Situación / elevación
N-1020	Sistema de suministro de nitrógeno y botellón B	Nitrógeno (gas)	13,0 / 12,9	25	SCH 40 1"	1,32 / 1,05	21	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	Válvula manual entrada línea	Aérea / variable
N-1021	PSV 103 y lugar seguro	Nitrógeno (gas)	0	25	SCH 40 3"	3,50 / 3,07	120	Acero al carbono. UNS K02801	NO / NO	-	Aérea / variable

4.2.2. Diseño de la instrumentación y del control

4.2.2.1 Diseño de las estrategias de control

Para diseñar la estrategia de control, es necesario tener claro que equipos forman el circuito de aceite térmico y todas las variables de los equipos que hay que controlar o regular. Los equipos a controlar son a los que se han implementado las mejoras, tanque de expansión y bomba con doble cierre mecánico. En la siguiente tabla se muestran los elementos a controlar y las variables manipuladas o controladas, además de la instrumentación y válvula que le corresponde.

Tabla 4.2. Equipos y líneas del sistema de control y variables relevantes a diseñar las estrategias de control.

Equipo o línea	Variables Controladas	Variables Manipuladas
Tanque de expansión 33-F-311-B	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel (LT 506) - Presión (PIT 202 y PIT 203) 	
Línea de alimentación del <i>blanketing</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de nitrógeno (PIT 202 y PIT 203) 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula VR 201 y VR 201
Línea de salida de la purga de gases hacia antorcha	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de nitrógeno (PIT 201) 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula VC-201
Bomba de impulsión del aceite térmico con doble sello mecánico 33-J-413 A	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de <i>botellón</i>(PIT 101) - Nivel del <i>botellón</i>(LIT 101) - Caudal de salida de la bomba (PIT 104 y FIT 101) - Potencia de la bomba (JT 101, SY 101 y XY 101) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal de entrada de nitrógeno (VR 102) - Caudal de entrada de fluido barrera (VR 101) - Caudal de salida de la bomba (VC-101)
Bomba de impulsión del aceite térmico con doble sello mecánico 33-J-413 B	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de <i>botellón</i>(PIT 102) - Nivel del <i>botellón</i>(LIT 102) - Caudal de salida de la bomba (PIT 105 y FIT 102) - Potencia de la bomba (JT 102, SY 102 y XY 102) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal de entrada de nitrógeno (VR 104) - Caudal de entrada de fluido barrera (VR 103) - Caudal de salida de la bomba (VC-102)

Tabla 4.2. Equipos y líneas del sistema de control y variables relevantes a diseñar las estrategias de control. (Continuación)

Equipo o línea	Variables Controladas	Variables Manipuladas
Bomba de impulsión del aceite térmico con doble sello mecánico 33-J-413 C	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de botellón(PIT 103) - Nivel del botellón(LIT 103) - Caudal de salida de la bomba (PIT 106 y FIT 103) - Potencia de la bomba (JT 103, SY 103 y XY 103) 	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal de entrada de nitrógeno (VR 106) - Caudal de entrada de fluido barrera (VR 105) - Caudal de salida de la bomba (VC-103)

Los diferentes controles de las nuevas implementaciones se pueden observar en el P&D de la bomba y del tanque de expansión (ver página 23 y 24).

4.2.2.2 Sistema de alarmas

Las alarmas relacionadas con el tanque de expansión de alto o bajo nivel y las alarmas de la línea de alimentación viene dada por baja o alta presión. Este sistema de alarmas permite la detección de algún problema y solucionarlo antes de que pase algún incidente. En la siguiente tabla se muestra el listado de válvulas donde se dan valores a los que actuarán las alarmas:

Tabla 4.2.2.2.1. Sistema de alarmas del tanque de expansión.

	Muy alto	Alto	Set Point	Bajo	Muy bajo
Nivel (%)	80,0	70,0	55,0	40,0	20,0
Presión (barg)	14,0	6,00	3,00	1,00	0,00

Y en cuanto al cierre mecánico de las bombas, que garantizará que las bombas no presenten fugas, se han instalado alarmas para alertar sobre anomalías, las cuales permitirán a los operarios y el personal de la sala de control saber si ésta ha sufrido algún incidente, como puede ser:

Tabla 4.2.2.2.2. Sistemas de alarmas de la bomba y el botellón.

	Muy alto	Alto	Set Point	Bajo	Muy bajo
Nivel (%)	-	-	65,5	35,0	20,0
Presión (barg)	-	-	15,0	13,0	11,00

Además en el anexo A.5 se encuentra la operativa de las válvulas controladoras y reguladoras en la diferentes operativas, además de su actuación en el caso de alarmas.

4.2.2.3 Listado de válvulas e instrumentación

En la tabla 4.2.2.3.1 se recogen las características de las diferentes válvulas que conforman el sistema. Además se han realizado las hojas de especificación de las diferentes válvulas controladoras y reguladoras, las cuales se tienen en cuenta en la estrategia de control:

- Válvula reguladora de fluido barrera ver página 42
- Válvula reguladora nitrógeno, ver páginas 43 y 44.
- Válvula *blanketing*, ver página 45.
- Válvula Controladora, ver páginas 46 y 47.

Como se puede observar en el apartado 3.1.3, para mejorar el sistema en la puesta en marcha del circuito se ha de instalar un traceado de vapor, en un circuito acotado, el cual contiene 4 purgadores por módulo, es decir, por tramo de 50 m de tubería. El traceado de vapor se controla aguas abajo, es decir, fuera del circuito, por ese motivo no hace falta controladores, pero si se requiere de purgadores, los cuales se diseñan para un caudal, presión y temperatura determinada.

En la página 48, se puede observar la hoja de especificación del purgador de vapor.

Y finalmente, en la tabla 4.2.2.3.2 se recogen las características de los instrumentos.

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas

Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VM-101	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-36	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-102	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-37	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-103	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-38	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-104	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-39	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-105	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1001	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-106	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1002	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-107	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1003	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-108	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1003	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-109	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1004	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-110	Válvula manual	De compuerta	Bridado	Botellón 33-J-413A	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-111	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1005	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-112	Válvula manual	De compuerta	Bridado	N-1006	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-113	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1008	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas. (Continuación)

Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VM-114	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1009	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-115	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1010	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-116	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1010	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-117	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1011	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-118	Válvula manual	De compuerta	Bridado	Botellón 33-J-413B	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-119	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1012	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-120	Válvula manual	De compuerta	Bridado	N-1013	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-121	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1015	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-122	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1016	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-123	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1017	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-124	Válvula manual	De compuerta	Bridado	HO-1017	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-125	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1018	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-126	Válvula manual	De compuerta	Bridado	Botellón 33-J-413C	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas. (Continuación)

Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VM-127	Válvula manual	De compuerta	Bridado	CW-1019	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-128	Válvula manual	De compuerta	Bridado	N-1020	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-129	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-33	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-130	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-34	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-131	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-35	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-201	Válvula manual	De compuerta	Bridado	N-2001	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-202	Válvula manual	De compuerta	Bridado	Purga en la línea N-2001	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-203	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-12	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-204	Válvula manual	De compuerta	Bridado	N-3001	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-205	Válvula manual	De compuerta	Bridado	Purga en la línea N-3001	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-206	Válvula manual	De compuerta	Bridado	DL-1002	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-207	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-2	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-208	Válvula manual	De compuerta	Bridado	DL-1002	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas. (Continuación)

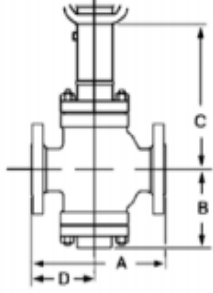
Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VM-209	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-2	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-210	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-10	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-211	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-2	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-212	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-45	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-213	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-11	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-214	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-11	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VM-215	Válvula manual	De compuerta	Bridado	AHOC-11	Flowserve	Split Wedge	UNS K02801
VCK-101	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	N-1006	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-102	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	N-1013	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-103	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	N-1020	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-104	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	HO-1001	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas. (Continuación)

Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VCK-105	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	HO-1008	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-106	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	HO-1015	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-107	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	AHOC-33	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-108	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	AHOC-34	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VCK-109	Válvula <i>check</i>	Silenciosa	Bridado	AHOC-35	<i>Check- AllValveManufacturing Company</i>	<i>Flangeinsertcheckvalve</i>	UNS K02801
VR-101	Válvula reguladora	De globo	Bridado	HO-1001	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-102	Válvula reguladora	De globo	Bridado	N-1006	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-103	Válvula reguladora	De globo	Bridado	HO-1008	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-104	Válvula reguladora	De globo	Bridado	N-1013	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-105	Válvula reguladora	De globo	Bridado	HO-1015	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801

Tabla 4.2.2.3.1. Listado de válvulas. (Continuación)

Nombre válvula	Descripción	Tipo	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
VR-106	Válvula reguladora	De globo	Bridado	N-1020	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-201	Válvula Reguladora	De globo	Bridado	N-3001	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VR-202	Válvula reguladora de Blanketing	De globo	Bridado	N-2001	Masoneilan	Serie 500	UNS K02801
VC-101	Válvula controladora	De globo	Bridado	AHOC-33	Masoneilan	Serie 10000	UNS K02801
VC-102	Válvula controladora	De globo	Bridado	AHOC-34	Masoneilan	Serie 10000	UNS K02801
VC-103	Válvula controladora	De globo	Bridado	AHOC-35	Masoneilan	Serie 10000	UNS K02801
VC-201	Válvula controladora	De globo	Bridado	N-3001	Masoneilan	Serie 10000	UNS K02801

PROYECTO	TFG_2112		ESPECIFICACIÓN	Nº	1
EMPRESA	ASESA		Válvula Reguladora de Globo	HOJA Nº	1 de 1
				FECHA	04/05/2021
PLANTA	Refinería de tarragona			PREPARADO	04/05/2021
				REVISADO	04/05/2021
				APROBADO	-
ÍTEM			VR-104, VR-108 y V-112		
SERVICIO			Regular el caudal de entrada de nitrógeno al botellón de la bomba, mediante la señal del transmisor de presión del botellón.		
TIPO			Masoneilan, Serie 500		
Nº UNIDADES			3		
CONDICIONES DE OPERACIÓN					
PRESIÓN	P TRABAJO	barg	14,0		
	P MIN. DISEÑO	barg	0,00		
	P MÁX DISEÑO	barg	112		
TEMPERATURA	Tº TRABAJO	ºC	25,0		
	Tº MÁX DISEÑO	ºC	-29,0		
	Tº MÁX DISEÑO	ºC	343		
FLUJO	FLUIDO	-	Nitrógeno		
	VISCOSIDAD	cSt	0,00018		
	PERDIDA TUBERÍA	barg	0,05		
ESPECIFICACIONES					
CV			12,00		
CV'			8,00		
FL (fijado por la norma IEC 60354)			0,95		
ENCASO DE FALLO			Cierra		
PARTES / MATERIAL					
TIPO			Glove		
ACTUADOR			Diafragma		
RANGO			Lineal		
BONETE			Acero al carbono A216 Gr WCC		
ASIENTO			Acero al carbono A216 Gr WCC		
TAPÓN			Acero al carbono A216 Gr WCC		
SELLO TAPÓN			Acero al carbono A216 Gr WCC		
PESO			kg	39,0	
DIMENSIONES					
DIAMETRO			in	1 (ASME 300)	
A	mm	210	 <p style="text-align: center;">Extension Bonnet</p>		
B	mm	114			
C	mm	247			
D	mm	105			

PROYECTO	TFG_2112	ESPECIFICACIÓN	Nº	1
			HOJA Nº	1 de 1
EMPRESA	ASESA	Válvula Reguladora de Blanketing	FECHA	04/05/2021
			PREPARADO	04/05/2021
REVISADO	04/05/2021			
APROBADO	-			
PLANTA	Refinería de tarragona			
ÍTEM		VR-202		
SERVICIO		Regular la entrada de nitrógeno al tanque de expansión 33-F-311 B		
TIPO		Protecto Seal, Serie 30		
Nº UNIDADES		1		
CONDICIONES DE OPERACIÓN / ESPECIFICACIONES				
PRESIÓN	P AJUSTE	barg	1,23	
	P MIN. DISEÑO	barg	0,685	
	P MÁX DISEÑO	barg	14,1	
	P SUMINISTRO	barg	5,00	
	P ajuste de venteo	barg	2,00 por encima del punto de ajuste de la válvula	
FLUJO	CAPCIDAD	%	100	
	FLUJO REQUERIDO	N m3/h	1,70	
MATERIAL				
CUERPO		Acero al Carbono SA285 Gr C		
ACCESORIOS Y TORNILLERÍA		Acero al Carbono SA285 Gr C		
DIAFRAGMA		Película de FEP		
SELLOS Y EMPAQUES		Viton®		
FILTRO		Viton®		
Peso		lbs	12,0	
DIMENSIONES				
DIAMETRO TUBULADURA	in	0,50 (ASME 300)		
COMENTARIO				
<p>Válvula de blanketing con accionamiento por resorte. Esta configuración permite hacer solo una tubuladura y además elimina la necesidad de una conexión de línea sensora individual al tanque. Pero continua teniendo una gran control de la eficacia de la presión del tanque. La detección de presión espacial del vapor y el suministro de gas de inertización se logran a través de un accesorio común del tanque. La tubería de la salida permite que el flujo de gas de inertización pase la ubicación de detección de presión en la conexión para minimizar los errores de detección de presión espacial de vapor.</p>				

Tabla 4.2.2.3.2. Listado de instrumentación.

Nombre instrumento	Descripción	Rango de medida	Precisión (\pm)	Rango de temperatura a suporta ($^{\circ}\text{C}$)	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
LIT-101	Transmisor de nivel	50 mm – 50 m	0,2 %	-10 a 350	Bridado	Botellón de la 33-J-413A	Foxboro	244LD	UNS K03504
LIT-102	Transmisor de nivel	50 mm – 50 m	0,2 %	-10 a 350	Bridado	Botellón de la 33-J-413B	Foxboro	244LD	UNS K03504
LIT-103	Transmisor de nivel	50 mm – 50 m	0,2 %	-10 a 350	Bridado	Botellón de la 33-J-413C	Foxboro	244LD	UNS K03504
PIT-101	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	N-1006	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-102	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	N-1013	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-103	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	N-1020	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-104	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	AHOC-33	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-105	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	AHOC-34	Foxboro	IGP50 I/ Code E	UNS K03504
PIT-106	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	AHOC-35	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-201	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	N-3001	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-202	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	Tanque 33-F-311-B	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504
PIT-203	Transmisor de presión	0 – 140 (barg)	0,05 %	-50 a 350	Bridado	Tanque 33-F-311-B	Foxboro	IGP50 I/A Code E	UNS K03504

Tabla 4.2.2.3.2. Listado de instrumentación. (Continuación)

Nombre instrumento	Descripción	Rango de medida	Precisión (\pm)	Rango de temperatura a soportar ($^{\circ}\text{C}$)	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Materia I
FIT-101	Transmisor de caudal	*	2 %	-20 a 430	Bridado	AHOC-33	Foxboro	Series Vortex Flowmeters 84	UNS K03504
FIT-102	Transmisor de caudal	*	2%	-20 a 430	Bridado	AHOC-34	Foxboro	Series Vortex Flowmeters 84	UNS K03504
FIT-103	Transmisor de caudal	*	2%	-20 a 430	Bridado	AHOC-35	Foxboro	Series Vortex Flowmeters 84	UNS K03504
JT4- 101	Medidor de revoluciones	100-9999,9 rpm	0,003 %	0 a 40	Bridado	Motor de la bomba	PCE Ibérica SL	PCE-DT63	UNS K03504
XY4-101	Variador de frecuencia	47 -63 Hz	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	SINAMICS V-20	UNS K03504
SY4-101	Transmisor de revoluciones	100-9999,9 rpm	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	H2-SV	UNS K03504
JT4- 102	Medidor de revoluciones	100-9999,9 rpm	0,003 %	0 a 40	Bridado	Motor de la bomba	PCE Ibérica SL	PCE-DT63	UNS K03504
XY4-102	Variador de frecuencia	47 -63 Hz	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	SINAMICS V-20	UNS K03504

Tabla 4.2.2.3.2. Listado de instrumentación. (Continuación)

Nombre instrumento	Descripción	Rango de medida	Precisión(\pm)	Rango de temperatura suporta ($^{\circ}$ C)	Tipos conexión	Línea / equipo	Fabricante	Modelo	Material
SY4-102	Transmisor de revoluciones	100-9999,9 rpm	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	H2-SV	UNS K03504
JT4- 103	Medidor de revoluciones	100-9999,9 rpm	0,003 %	0 a 40	Bridado	Motor de la bomba	PCE Ibérica SL	PCE-DT63	UNS K03504
XY4-103	Variador de frecuencia	47 -63 Hz	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	SINAMICS V-20	UNS K03504
SY4-103	Transmisor de revoluciones	100-9999,9 rpm	10 %	-10 a 60	Bridado	Motor de la bomba	Siemens	H2-SV	UNS K03504

*El Rango de medida del transmisor viene dado por la velocidad de flujo. En el programas de Dimensionamiento FowExpert de Foxboro. ^[6]

4.2.3. Diseño del tanque de expansión

El tanque de expansión es un equipo clave del circuito de calentamiento térmico. Se ha optado por instalar un *Double Leg Drop*, como mejora, que permite la desgasificación del circuito, el cual requiere nitrógeno como gas de barrido para eliminar los gases indeseables hacia antorcha, además el N₂ protege la degradación del fluido térmico.

Para saber si se ha de diseñar de nuevo el tanque, ya que está diseñado a presión atmosférica y al introducir un caudal de gas a una cierta presión, este no podría soportarlo, se ha calculado la presión de entrada al tanque de expansión, la cual es de 1,23 barg, y la presión que puede soportar el tanque, la cual es de 7,86 barg. Ver anexo A.6.1.

Por lo tanto, como la presión que puede soportar el tanque es mayor a la presión de entrada del nitrógeno, no se requiere diseñar un nuevo tanque de expansión, sino que se modificará el actual para la implantación de las nuevas mejoras.

También se ha demostrado que la bomba puede soportar esta presión de 1,23 barg añadida al tanque de expansión, para ello se suman estos bares a la aspiración e impulsión de la bomba por lo que la impulsión serían 11,1, y esta no tendría que superar la presión nominal de la bomba de 11,4 barg. Y la aspiración de la bomba sería de 1,51 barg.

Por lo que, en conclusión, la bomba si puede soportar este incremento de presión.

Finalmente, se ha demostrado que la bomba no cavita por este incremento de presión. Para ello se ha calculado el NPSH disponible, 37,3 m el cual tiene que ser más grande que el requerido proporcionado por la bomba, 5,70 m. Anexo A.6.1.

Una vez determinado que el tanque de expansión y el circuito pueden soportar este incremento de presión en el sistema, antes de hacer nuevas tubuladuras para la implementación de las nuevas mejoras, se han estudiado las actuales para ver si se pueden usar para la entrada o salida del nitrógeno o del *Double Leg Drop*. Las tubuladuras actuales son:

- La tubuladura N1, es para la entrada de aceite al tanque, esta se mantiene sin modificaciones.
- La tubuladura N2, es la de venteo, conectada al tanque de drenaje para ventear los posibles gases en el interior del tanque. Como al introducir el nitrógeno el tanque pasa de ser atmosférico a presión y la presión viene dada por el nitrógeno, esta tubería deja de ser útil y por lo tanto se instalará una válvula para aislar la tubería y se conecta en forma de “T” la salida de gas hacia antorcha.
- La tubuladura N3, la de rebose, está conectada al tanque de drenaje, para que, en caso de sobre nivel del tanque, el aceite vaya dirigido hacia el tanque de recogida. Para evitar que el nitrógeno salga por esta tubería, y se dirija hacia el venteo, se instalará un sifón con cierre hidráulico para evitar el paso de gases hacia el tanque de drenaje. El sifón deberá de tener una altura de 2,93 m de columna de agua para cumplir su función. Ver anexo A.6.2.
- La tubuladura N4, la salida de aceite del tanque, esta se mantiene sin modificaciones.

- Las tubuladuras L1 y L2, están conectadas a indicadores de nivel del tanque. A estas se les conectarán un transmisor e indicador de presión, que nos permitirá controlar la presión del tanque gracias a la diferencia de nivel indicado en cada momento.

Una vez aprovechadas al máximo la tubuladuras actuales, igualmente hará falta hacer nuevas tubuladuras, una para la entrada de nitrógeno, una para la PSV del tanque y otra para el *Double Leg Drop* con un tubo pescante. Esta nueva situación implica una modificación sustancial del tanque, lo cual requerirá pasar por una fase de legalización.

Para ello, primero se calcula de nuevo la presión de diseño, teniendo en cuenta la presión de trabajo con la presión que se ha calculado previamente que ejerce el nitrógeno, más la presión hidráulica; además se le añade un factor corrector según normativa ASME, de 0,17 barg.

Tabla 4.3.3.1. Datos de la nueva presión del tanque

Descripción	Variable	Valor	Unidades
Presión de trabajo	P_t	1,23	barg
Presión hidráulica	P_h	$9,00 \cdot 10^{-03}$	barg
Factor ASME	-	0,17	barg
Presión de diseño	P_d	3,20	barg

La modificación sustancial del tanque requiere tramitar su nueva legalización. Se debe presentar a la Administración una Declaración responsable en la cual manifiesten que cumplen los requisitos preceptivos. Además se ha de cumplimentar el formulario "*Annex de dades específiques al tràmit de presentació de la declaració responsable per a la modificació d'un instal·lació d'equips a pressió*"; sin esta información no se podrá actualizar la instalación en el "*Registre d'Instal·lacions Tècniques de Seguretat Industrial de Catalunya (RITSIC)*". En este formulario se ha de indicar la clase de instalación según la Orden 470/2009, la ITC-EP aplicable, presión máxima de servicio, tipo de fluido.

Al formulario le acompañará:

- Una memoria técnica, que será una copia de la parte del tanque de este informe.
- La ficha de especificación del tanque.
- Certificado de la instalación del equipo a presión, modelo EP-2.
- Acta OC de inspección periódica de nivel C del equipo, si ha estado usado.
- Libro de registro o registro informático de la instalación y del equipo.

La normativa que le aplica es la siguiente:

- LLEI 9/2014, del 31 de juliol, de la seguretat industrial dels establiments, les instal·lacions i els productes. (DOGC núm.6679 publicat el 05/08/2014)
- ORDRE IUE/470/2009, de 30 d'octubre, que regula l'aplicació del Reglament d'equips de pressió a Catalunya. (DOGC núm.5500 publicat el 06/11/2009)

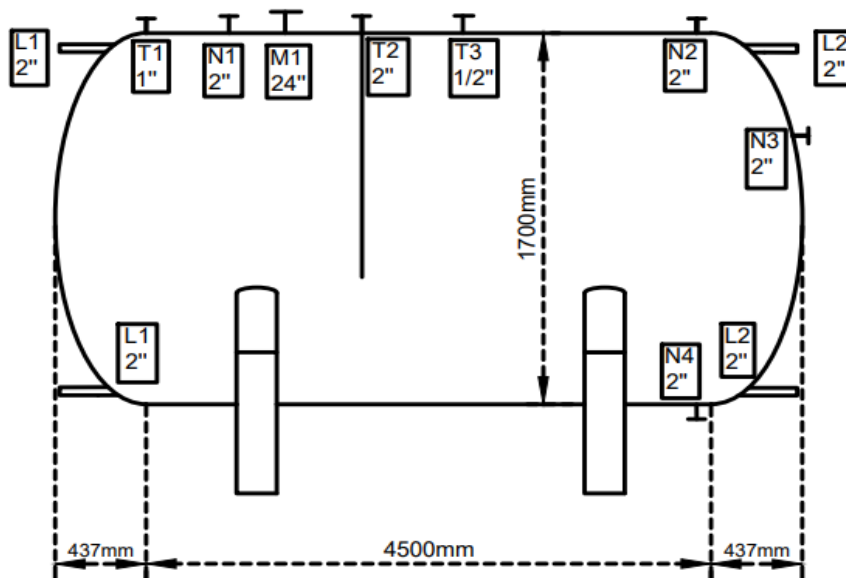
- Reial Decret 2060/2008, de 12 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament d'equips a pressi3n i les instruccions t3cniques complementàries. (BOE núm. 31/2009 publicat el 05/02/2009).

A continuaci3n, en la siguiente pàgina se puede observar la ficha de especificaci3n del tanque de expansi3n.

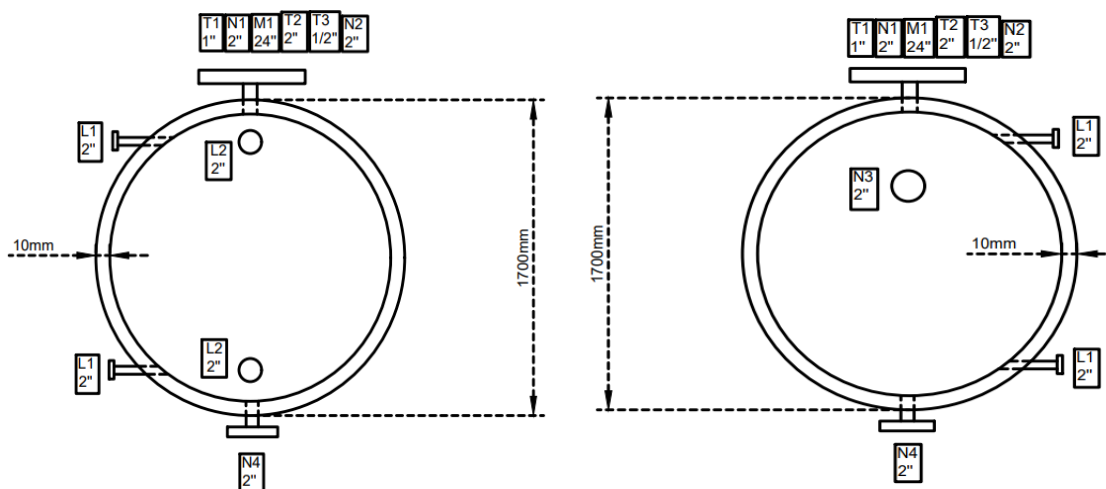
PROYECTO	TFG_2112	ESPECIFICACIÓN		Nº	-				
EMPRESA	ASESA			Hoja Nº	-				
FÁBRICA	TFG_2112			FECHA	08/04/2021				
PLANTA	Refinería de Tarragona	TANQUE DE EXPANSIÓN		PREPARADO	08/04/2021				
ÍTEM	33-F-311B			REVISADO	08/04/2021				
SERVICIO	Tanque de expansión de aceite termico		APROBADO	-	Nº UNIDADES	1			
OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	Tanque de expansión de aceite termico							
	PRODUCTO	Aceite termico							
	VOLUMEN	NA	m ³						
	TEMPERATURA	250	°C						
	PRESIÓN	1,23	kg/cm ² g						
	DENSIDAD	744	kg/m ³						
TIPOS	TANQUE	Cilindrico							
	CABEZA	Toriosférico							
	FONDO	Toriosférico							
CONSTRUCCIÓN	DIMENSIONES	DIÁMETRO	1.700	mm	DISEÑO Y PRUEBA	CÓDIGOS	ASME Boiler & Pressure Vessels Code Section 8		
		LONGITUD TOTAL	5.374	mm			CONDICIONES DE DISEÑO	TEMPERATURA	270
		ESPELOR	10,0	mm		PRESIÓN DE PRUEBA		PRESIÓN	8,0
	CABEZALES	LONG. CABEZALES	437	mm				HIDRAÚLICA	4,3
		ESPELOR SUPERIOR	10,0	mm			NEUMÁTICA		-
		ESPELOR INFERIOR	10,0	mm		ESPELOR DE CORROSIÓN		3	mm
	VOL. / PESO	VOL. TOTAL	11,5	m ³		EFICACIA DE SOLDADURA	0,85		
		PESO EN VACIO	1.980	kg		ALIVIO DE TENSIONES	1		
	INSTALACIÓN	Sobre soporte				RADIOGRAFIADO	SPOT		
	AISLAMIENTO	-							
PINTURA	-								
MATERIALES			DESCRIPCIÓN	COMENTARIOS					
	CUERPO		SA-285 Gr. C						
	TAPAS / FONDOS		SA-285 Gr. C						
	BRIDAS CUERPO		-						
	VALONA BRIDAS CUERPO		-						
	BRIDAS TUBULADUR.		SA-105						
	BRIDAS BOCA DE HOMBRE		SA-105 / SA-285 Gr. C						
	CUELLO TUBULADURAS		SA-106 Gr. B						
	CUELLO BOCA DE HOMBRE		SA-285 Gr. C						
	CORTACORRIENTES		-						
	MANGUITOS Y TAMPONES		-						
	REFUERZOS		SA-285 Gr. C						
	TORNILLOS / TUERCAS		SA-193 Gr.B7 / SA-194 Gr.2H						
	JUNTAS PRINCIPALES		-						
JUNTAS TUBULADURAS		NOVUS-34							
SUPORTES		SA-285 Gr. C							
TUBULADURAS	MARCA	CANT.	SERVICIO	D.N.	RATING				
	M1	1	Boca de hombre	24"	150 # S.O. R.F				
	L2	2	Conexión LA	2"	300 # S.O. R.F				
	L1	2	Conexión LG	2"	300 # S.O. R.F				
	N4	1	Salida de aceite	2"	300 # S.O. R.F				
	N3	1	Rebose de aceite	2"	300 # S.O. R.F				
	N2	1	Salida de nitrógeno	1"	300 # S.O. R.F				
	N1	1	Llenado de aceite	2"	300 # S.O. R.F				
	T1	1	Entrada nitrógeno	1"	300 # S.O. R.F				
	T2	1	Entrada del double leg drop con tubo pescante	2"	300 # S.O. R.F				
	T3	1	Conexión PRD y PSV	1/2"	300 # S.O. R.F				
NOTAS	Tipos de agitación		-						
	Tipos de calefacción / refrigeración		-						
	- La boca de hombre va con tapa y bisagras								
	- Escalera de gato para el acceso de operarios								
	- Barandilla de protección anticaída								

PROYECTO	TFG_2112	ESPECIFICACIÓN	Nº	
EMPRESA	ASESA		Hoja Nº	2 de 2
FÁBRICA	TFG_2112		FECHA	08/04/2021
PLANTA	Refinería de Tarragona		PREPARADO	08/04/2021
ÍTEM	33-F-311B	TANQUE DE EXPANSIÓN	REVISADO	08/04/2021
SERVICIO	Tanque de expansión de aceite termico		APROBADO	-
			Nº UNIDADES	1

ALZADO



PERFIL, LOS DOS CABEZALES



5. SEGURIDAD EN EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES

5.1. Clasificación de la peligrosidad de las sustancias

En el anexo A.7 se pueden encontrar la fichas de seguridad de los componentes que se tienen en uso en el circuito de aceite térmico, como son el aceite térmico y el nitrógeno.

5.2. Equipos de seguridad

Para asegurar que el diseño de todos los equipos es seguro, se han incorporado dispositivos de seguridad en el diseño básico del proceso. Estos incluyen válvulas de seguridad como dispositivos de alivio, venteos conectados a una antorcha y discos de ruptura.

En el anexo A.8 se puede encontrar el método descrito para el cálculo del dimensionamiento de las válvulas de seguridad. En la siguiente tabla se puede observar el listado de las válvulas y dispositivos de seguridad:

Tabla 5.2.1. Listado de válvulas de seguridad.

	Línea / equipo	Diámetro (cm)	Medida			Presión de alivio (barg)
			Entrada	Orificio	Salida	
PSV 201	N-2001	2,20	½"	H	3"	6,00
PSV 202	Tanque de expansión	2,02	½"	G	3"	3,20
PRD 101	Tanque de expansión	½"	½"	-	½"	2,20
PSV 101	Botellón del cierre de la bomba A	2,70	2"	J	3"	15,0
PSV 102	Botellón del cierre de la bomba B	2,70	2"	J	3"	15,0
PSV 103	Botellón del cierre de la bomba C	2,70	2"	J	3"	15,0

A continuación, se pueden observar las hojas de especificación de las diferentes PSV.

5.3. Análisis de riesgo: HazOp + mini LOPA

Para evaluar y gestionar adecuadamente los riesgos de la planta, es necesario identificar los diferentes accidentes que puedan producirse en la instalación. Se aplica un HazOp (Hazard and Operability study), como técnica estructurada y sistemática de análisis de riesgos que permite identificar peligros potenciales y problemas operacionales en el circuito de aceite térmico. El estudio HazOp se inicia con la subdivisión del proceso en una serie de partes, sobre los que se analizan las posibles desviaciones de las diferentes variables de proceso, tratando de identificar las consecuencias peligrosas que se puedan desarrollar.

La metodología del análisis de riesgos: HazOp + mini LOPA, se encuentra recogida en el anexo A.9.

A partir del P&ID (ver páginas 23 y 24), se ha llevado a cabo el estudio HazOp del tanque de expansión y la bomba centrífuga, que se han vuelto a rediseñar con una serie de mejoras (ver salvaguardas). Se puede observar el análisis HazOp en la tabla 5.3.2.1. y 5.3.3.1.

5.3.1. HazOp tanque de expansión

Tabla 5.3.2.1. HazOp del tanque de expansión 33F311B

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Más nivel	Más nivel aceite térmico	100 El controlador de nivel LG506 lee menos del nivel real.	100.1 Inundación del tanque de expansión.	1	5	D	100.1.1 Instalación de segundo indicador de nivel (LI-507). 100.1.2 Poner alarma de alto nivel en el transmisor LT-507. Se abriría la válvula automática VM-210 (salida del tanque de expansión).	1	5	D	-
No	No caudal en la alimentación de N ₂	101 Obstrucción o fallada de la válvula reguladora.	101.1 No entra caudal y por tanto no se produce el barrido de los gases indeseables. Puede degradarse el aceite. No consecuencia para la seguridad.	1	4	D	101.1.1 Indicadores de presión (PIT-202 y PIT-203) marcarían baja presión. 101.1.2 Alarma de baja presión conectada a PIT-202 y PIT-203.	1	6	D	-
No	No caudal en la alimentación de N ₂	102 Obstrucción o fallada de la válvula <i>blanketing</i> .	102.1 Same as 101.1.	1	4	D	102.1.1 Same as 101.1.1. 102.1.2 Same as 101.1.2.	1	6	D	-

Tabla 5.3.2.1. HazOp del tanque de expansión 33F311B (Continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
No	No flujo en la salida de N ₂	103 Obstrucción o fallada de la válvula controladora VC-201.	103.1 Aumento de la presión en el tanque, ruptura catastrófica.	3	2	B	103.1.1 Instalar un disco ruptura PRD-101 con SET a 2,2 barg; 103.1.2 Instalar PSV-202 con SET a 3,2 barg 103.1.3 Alarma de alta presión conectada a PIT-202 y PIT-203.	1	6	D	-
Menos	Menos flujo en la alimentación de N ₂	104 Fallada válvula reguladora que cierra más de la cuenta.	104.1 No es eficaz el barrido de los gases indeseables. No consecuencia para la seguridad.	1	4	D	104.1.1 Indicadores de presión (PIT-202 y PIT-203) marcarían baja presión. 104.1.2 Alarma de baja presión conectada a PIT-202 y PIT-203.	1	6	D	-
Menos	Menos flujo en la alimentación de N ₂	105 Fallada válvula <i>blanqueting</i> que cierra más de la cuenta	105.1 Same as 104.1.	1	4	D	105.1.1 Same as 104.1.1. 105.1.2 Same as 104.1.2.	1	6	D	-
Menos	Menos flujo en la salida de N ₂	106 Obstrucción o fallada en la válvula controladora VC-201., que cierra más de la cuenta.	106.1 Same as 103.1.	3	2	B	106.1.1 Same as 103.1.1. 106.1.2 Same as 103.1.2. 106.1.3 Same as 103.1.3. 106.1.4 Same as 103.1.4.	1	6	D	-

Tabla 5.3.2.1. HazOp del tanque de expansión 33F311B (continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Más	Más flujo en la alimentación de N ₂	107 Fallada válvula reguladora que abre más de la cuenta	107.1 Posible ruptura de la válvula blanketing o incluso explosión del tanque debido al aumento del caudal de gas que entraría en el tanque.	3	2	B	107.1.1 Instalar PSV-201 para evitar que llegue el N ₂ a presión de utility (14 barg) al tanque. 107.1.2 Se abrirá la válvula VC-201 de venteo de gases. 107.1.3 Alarma de alta presión conectada a PIT-202 y PIT-203.	1	6	D	-
Más	Más flujo en la alimentación de N ₂	108 Fallada válvula <i>blanketing</i> que abre más de la cuenta	108.1 Aumento del caudal de gas, que ocasiona un aumento de presión de diseño del tanque. Posible ruptura o incluso explosión del tanque.	4	1	A	108.1.1 Se abrirá la válvula VC-201 de venteo de gases. 108.1.2 Instalar un disco ruptura PRD-101 con SET a 2,2 barg; 108.1.3 Instalar PSV-202 con SET a 3,2 barg 108.1.4 Alarma de alta presión conectada a PIT-202 y PIT-203.	1	6	D	-

Tabla 5.3.2.1.HazOp del tanque de expansión 33F311B (continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Más	Más flujo en la salida N ₂	109 Fallada en la válvula controladora VC-201, que abre más de la cuenta	109.1 Pérdida de presión en el tanque, pudiendo provocar la compresión del tanque.	4	1	A	109.1.1 Se abriría la válvula controladora de entrada de N ₂ , VR-201 para mantener presión en tanque. 109.1.2 Instalar un disco ruptura PRD-101 con SET a 2,2 barg. 109.1.3. Saltaría la válvula PSV-202 para evitar ruptura tanque. 109.1.4. Alarma de baja presión en PIT-202 y PIT-203. 109.1.5 Indicadores de presión (PIT-202 y PIT-203) marcarían baja presión	1	6	D	-
			109.2 Entraría a más presión a la inyección de gas de la antorcha.	4	4	C	109.2.1. Instalar PSV-202 pilotada, que reduciría el impacto de presión en la tubería.	3	6	D	-

Tabla 5.3.2.1.HazOp del tanque de expansión 33F311B (continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Más Presión	Mas presión en el tanque de expansión	110 Presencia de gran volumen de gases dentro del tanque.	110.1 Same as 108.1.	4	1	A	110.1.1 Same as 108.1.1	1	6	D	-
							110.1.1 Same as 108.1.2				
							110.1.1 Same as 108.1.3				
							110.1.1 Same as 108.1.4				
							110.2.1 Same as 107.1.1.				
110.2.1 Same as 107.1.2.											
			110.2 Same as 107.1	3	2	B	110.2.1 Same as 107.1.3.	1	6	D	-
			110.3 Same as 109.2	4	4	C	110.3 Same as 109.2.1.	3	6	D	-
Menos Presión	Menos presión en el tanque de expansión	111 Ausencia de gases dentro del tanque.	111.1 Same as 109.1.	4	1	A	111.1.1 Same as 109.1.1	1	6	D	-
							111.1.1 Same as 109.1.2				
							111.1.1 Same as 109.1.3				
							111.1.1 Same as 109.1.4				
							111.1.1 Same as 109.1.5				
Otra composición	El caudal de N2 puede hacer efecto flash, porque puede salir una mezcla de N2 con aceite y agua condensada.	112 Tanque expuesto a altos picos de presión.	112.1 Súbita elevación de presión dentro del tanque.	4	1	A	112.1.1 Same as 108.1.1	1	6	D	-
							112.1.2 Same as 108.1.2				
							112.1.3 Same as 108.1.3				
							112.1.4 Same as 108.1.4				

Tabla 5.3.2.1. HazOp del tanque de expansión 33F311B (continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas			
Noutilities	Falla de N ₂ .	subministro de N ₂ .	113Falla de subministro de N ₂ .	113.1	Same as 101.1	1	4	D	113.1.1	Same as 101.1.1	1	6	D	-
									113.1.2	Same as 101.1.2				
Noutilities	No suministro de aire	hay de instrumentos	114 Falla de aire de los instrumentos	114.1.	Riesgo de sobrepresión en tanque.	4	1	A	114.1.1.	Configuración de la válvula descarga a antorcha a Fallo Abre.	1	6	D	
									114.1.2	Same as 108.1.1.				
									114.1.3	Same as 108.1.2.				
									114.1.4	Same as 108.1.3.				
									114.1.5	Same as 108.1.4.				

5.3.2. HazOp bomba centrífuga

Tabla 5.3.3.1. HazOp de bomba 33-J-413A, 33-J-413B y 33-J-413C.

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Más	Más nivel líquido en barrera botellón doble cierre mecánico.	115 Fallo del transmisor LIT-101 (lee menos del nivel real)	115.1. Rebose del botellón del doble cierre mecánico.	1	4	D	115.1.1. Cierre válvula reguladora VR-101 (entrada líquido barrera). 115.1.2. Alarma de más nivel en el trasmisor LIT-101.	1	6	D	-
Menos	Menos nivel botellón doble cierre mecánico	116 Fallo del transmisor LIT-101 (lee más del nivel real)	116.1 Nivel insuficiente en el botellón y posibilidad de cavitación de la bomba.	2	2	C	116.1.1. Apertura de válvula reguladora VR-101 (entrada líquido barrera). 116.1.2 Alarma de menos nivel en el trasmisor LIT-101.	1	3	D	-
No	No flujo de la bomba.	117 Obstrucción o fallo de la válvula manual VM-102.	117.1. Parada de la bomba. No consecuencias para la seguridad.	1	4	D	---	1	4	D	-
No	No flujo en la alimentación de nitrógeno del doble cierre mecánico.	118 Obstrucción o fallo de la válvula reguladora VR-104.	118.1 Posibilidad de entrar O ₂ en el botellón. No consecuencias para la seguridad.	1	4	D	---	1	4	D	-

Tabla 5.3.3.1. HazOp de bomba 33-J-413A, 33-J-413B y 33-J-413C. (Continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Menos	Menos flujo en la descarga de la bomba.	119 Fallo del transmisor FIT-101 (lee más del caudal real).	119.1 Daño mecánico en la bomba, se produce cavitación y se produce fuga de líquido barrera por el interior de la bomba.	2	2	C	119.1.1. Apertura total de válvula controladora VC-101 (descarga de la bomba). 119.1.2. Alarma de menos caudal en FIT-101.	1	3	D	-
Más	Más flujo en la descarga de la bomba.	120 Fallo del transmisor FIT-101 (lee menos del caudal real).	120.1 Same as 119.1.	2	2	C	120.1.1. Cierre parcial de válvula controladora VC-101 (descarga de la bomba). 120.1.2. Alarma de más caudal en FIT-101.	1	3	D	-
Más	Más presión en la descarga de la bomba	121 Fallo del transmisor PIT-104 (lee menos de la presión real).	121.1 Same as 119.1.	2	2	C	121.1.1 Same as 119.1.1. 121.1.2. Alarma de más presión en PIT-104.	1	3	D	-
Más	Más presión en botellón del doble cierre mecánico.	122 Fallo del transmisor PIT-101 (lee menos de la presión real).	122.1. Posibilidad de rotura del doble cierre mecánico y, por consecuencia, líquido barrera fuga hacia el exterior.	2	1	C	122.1.1. Apertura de la PSV-101 para aliviar la presión del tanque. 122.1.2. Same as 119.1.1. 122.1.3. Alarma de baja presión en PIT-101.	1	4	D	-

Tabla 5.3.3.1.HazOp de bomba 33-J-413A, 33-J-413B y 33-J-413C. (Continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
Menos	Menos presión en la descarga de la bomba	123 Fallo del transmisor PIT-104 (lee más de la presión real).	123.1 Disminuirá el caudal, pudiendo llegar a trabajar en vacío, con las vibraciones.	1	2	D	123.1.1.Alarma de menos presión en PIT-104 123.1.2. Same as 119.1.2.	1	4	D	-
Menos	Menos presión en botellón del doble cierre mecánico.	124 Fallo del transmisor PIT-101 (lee más de la presión real).	124.1 Same as 118.1.	1	4	D	124.1.1. Apertura total de la válvula reguladora VR-102 (entrada de nitrógeno al botellón). 124.1.2. Same as 119.1.2.	1	6	D	-
Otra composición	Coquización del aceite térmico.	125 Exposición del aceite a altas temperaturas	125.1. Rotura rodete de la bomba.	2	2	C	125.1.1. Añadir un filtro en la aspiración de la bomba. 125.1.2. Same as 119.1.2.	1	3	D	-
No <i>utilities</i>	No N ₂	126 Fallo del suministro de N ₂ .	126.1. Same as 118.1.	1	2	D	126.1.1. Revisar las conexiones con el suministro de N ₂ .	1	4	D	-

Tabla 5.3.3.1. HazOp de bomba 33-J-413A, 33-J-413B y 33-J-413C. (Continuación)

Palabra Guía	Desviación	Causa	Consecuencia	C	F	R	Salvaguardas	C	F	R	Acciones preventivas
No utilities	No refrigeración	Agua 127 Fallo del suministro de agua de refrigeración del botellón.	127.1. Same as 115.1	1	4	D	127.1.1. Revisar las conexiones con el suministro de agua de refrigeración.	1	6	D	-
No utilities	No Aire	128 Fallo de suministro de aire de instrumentación.	128.1. Same as 117.1.	1	4	D	---	1	4	D	-
No utilities	No Electricidad	129 Fallo de suministro eléctrico.	129.1. Same as 117.1.	1	4	D	---	1	4	D	-

6. ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL

A continuación puede verse la Matriz de aspectos ambientales, resultado de aplicar la metodología indicada en el AnexoA.10 de este documento.

Tabla 6.1. MATRIZ DE ASPECTOS AMBIENTALES

ASPECTO AMBIENTAL ⁽¹⁾			ZONA / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN IMPACTO	VALORACIÓN ⁽²⁾					REQUISITOS LEGISLATIVOS PRINCIPALES ⁽³⁾	ACTUACIÓN CONTROL		DESCRIPCIÓN TRATAMIENTO / DESTINO
VECTOR	CÓDIGO	ASPECTO			Detalle de la afección al medioambiente	R	I	F	N		Total	SI	
AGUAS RESIDUALES	AR1	Aguas sanitarias ordinarias	Aguas provenientes de pruebas de estanqueidad del tanque	Generación de aguas residuales	20	5	15	1	41	DECRET LEGISLATIU 3/2003, de 4 de novembre, pel qual s'aprova el Text refós de la legislació en matèria d'aigües de Catalunya. Decret 130/2003. Reglament de serveis públics de sanejament	X		Recuperación agua
			Limpieza interior tanques y lineas										
			Agua de refrigeración bombas (doble sello mecánico)										
RESIDUOS PROPIOS (4)	RP1	Residuos de aceite térmico	Funcionamiento circuito térmico	Restos aceite térmico durante purgado	20	5	5	30	60	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. Ordre de 6 setembre de 1988 sobre prescripcions en el tractament i eliminació dels olis.	X		Gestión como residuo
	RP2	Filtros	Mantenimiento: cambio de filtro de la bomba	Residuo especial	20	5	5	30	60	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados	X		Gestión como residuo
EMISIONES ATMOSFÉRICAS	E1 (5)	Emisiones atmosféricas de N2 y otros gases derivados del aceite térmico	Funcionamiento circuito térmico	Contaminación de la atmosfera (5)	20	15	5	1	41	RD 773/2017, de 28 de julio, por el que se modifican diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales. RD Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación. LLEI 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats. Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.	X		Eliminación controlada en antorcha
	E2 (6)	Emisiones difusas vapor agua derivadas de purgas traceado	Funcionamiento circuito térmico	Calentamiento atmosférico. Contribución a la emisión gases con efecto invernadero (GEH).	20	15	5	1	41	RD 773/2017, de 28 de julio, por el que se modifican diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales. RD Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación. LLEI 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats. Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.		X	No necesario
	E3	Foco emisor de la caldera	Instalaciones	Contaminación de la atmosfera. Emisiones de CO2 (contribución a la emisión gases con efecto invernadero (GEH)	20	15	5	5	45	Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación.	X		El mantenimiento preventivo permite detectar las averías. Cuantificar el cálculo huella de carbono.
CONSUMOS ENERGÉTICOS	CE1 (7)	Electricidad	Consumo en las instalaciones	Efectos indirectos ligados proporcionalmente al consumo	20	15	5	5	45	Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.	X		Cuantificar el cálculo huella de carbono.
	CE2	Combustibles fósiles (Gasoil, Gasolina, etc)	Camiones y carretillas que transportan material	Emisiones de CO2 (contribución a la emisión gases con efecto invernadero (GEH)	20	15	15	5	55	Llei 16/2017, de l'1 d'agost, del canvi climàtic	X		Cuantificar el cálculo huella de carbono.
RUIDO Y VIBRACIONES	RV1 (8)	Ruido de vehiculos en movimiento	Camiones y carretillas que transportan material	Ruido y vibraciones	20	5	5	30	60	ORDENANÇA MUNICIPAL REGULADORA DEL SOROLL I LES VIBRACIONS (Dpt. de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya).	X		Control periódico de ruido y vibraciones. Reducción si se supera límites legales.
	RV2	Ruido funcionamiento instalaciones fijas	Instalación equipos, bombas, caldera, traceado e instrumentación	Ruido y vibraciones	20	5	5	30	60	Lei 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.	X		Control periódico de ruido y vibraciones. Reducción si se supera límites legales.
CONTAMINACIÓN SUELO	CS1	Pequeñas fugas de aceite	Purgas en el sistema térmico	Contaminación de suelo en áreas pavimentadas	20	5	5	15	45	Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados. RD 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.	X		Mantenimiento preventivo de arquetas.
(1)	Ver procedimiento para la identificación y valoración de aspectos ambientales.			(2) Ver en procedimiento el grado de valoración para determinar significación:					Observaciones		Revisado		
(3)	Requisitos Legales publicados			Aspecto NO SIGNIFICATIVO : <70					Los aspectos que suman 60 se vigilarán convenientemente.		Equipo TFG 2112		
				Aspecto SIGNIFICATIVO : ≥ 70									

Esta matriz, indica la identificación y valoración de los aspectos ambientales más relevantes dentro del alcance de este proyecto, una vez aplicadas las mejoras que se han explicado a lo largo del documento. No obstante, se detallan algunas aclaraciones de la presente matriz para su interpretación y las variaciones de los aspectos afectados por las mejoras implementadas:

Tabla 6.2. Aclaraciones de la matriz

Código aspecto ambiental	Nota aclaratoria de la matriz y de las mejoras
Residuos propios (4)	En el vector de residuos, no se ha tenido en cuenta la chatarra, escombros y otros residuos generados durante la instalación de las mejoras, puesto que a nivel global de la valoración de los aspectos ambientales, representan una muy pequeña variación.
E1 (5)	En la valoración del aspecto de emisiones atmosféricas de N ₂ , se puntúa con baja frecuencia, porque aunque es un proceso continuo, la inyección de nitrógeno al tanque de expansión es muy pequeño comparado con el caudal de nitrógeno que se suministra a la antorcha para mantener la presión positiva en este punto. La cantidad final de nitrógeno que emite la antorcha será la misma, se regula el caudal al detectar la presencia de nitrógeno proveniente del tanque.
E2 (6)	La instalación del traceado de vapor es una mejora de la instalación. Permite que en el momento de la arrancada del sistema, la bomba y la caldera de aceite no trabajen de forma tan forzada como cuando no estaba el traceado. El traceado mantiene el aceite caliente y reduce el coste energético invertido en que la caldera y la bomba vuelvan a su posición de funcionamiento normal. Su impacto ambiental es debido a unas pequeñas emisiones difusas de vapor, que son irrelevantes en la evaluación global medioambiental.
CE1 (7)	En la valoración del aspecto de electricidad, se puntúa con baja frecuencia, porque, como hemos indicado en el E2 (6), el traceado de vapor contribuye a un ahorro energético del arranque del sistema de aceite térmico, en la puesta en marcha. Además del variador de frecuencia, que reduce el consumo de electricidad, al poder controlar la velocidad. Un ahorro de 300 kWh.
RV1 (8)	El aspecto de ruido de vehículos en funcionamiento es un aspecto global, pero debido a su relevancia e influencia en la valoración de la huella de carbono, se ha querido reflejaren esta matriz de aspectos ambientales parcial del alcance del proyecto.

7. MANTENIMIENTO DE LAS NUEVAS IMPLEMENTACIONES

El circuito de aceite térmico es un sistema que requiere un mantenimiento sencillo, ya que los equipos que lo componen son sencillos, su funcionamiento es continuo y el ciclo de vida del aceite es largo. Para facilitar su comprensión, se pretende realizar un compendio del mantenimiento preventivo, verificación y calibración, y de las inspecciones reglamentarias para cada componente del circuito en la tabla 7.1. Con la aplicación del mantenimiento preventivo indicado, se reduce la frecuencia y el impacto de los fallos.

Tabla 7.1. Plan de mantenimiento preventivo, calibración e inspecciones legales.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CALIBRACIÓN E INSPECCIONES LEGALES						
EQUIPO	Descripción del Mantenimiento ^(*)	Tipo del intervención			Periodicidad	Interno/ Externo
		Inspección / Intervención	Verificación / Calibración	Inspecciones legales		
Alarmas	Activar para comprobar que funcionan	X			Semestral	Interno
Válvulas	Revisión física buen estado. Incluido en <i>checklist</i> Inspección diaria.	X			Diario	Interno
Válvulas de seguridad	Inspección propia anual y ajuste si es necesario.	X			Anual	Interno
Válvulas de seguridad	Inspección (ó recomendación fabricante)			X	Cada 5 años	Externo
Manómetros de presión equipos	Revisión física buen estado. Incluido en <i>checklist</i> Inspección diaria.	X			Diario	Interno
Manómetros de presión equipos	Verificación con manómetro de referencia		X		Anual	Interno
Indicador de nivel tanques	Revisión física buen estado. Incluido en <i>checklist</i> Inspección diaria.	X			Diario	Interno
Bombas	Revisión física buen estado.	X			Trimestral	Interno
Bombas	Revisión periódica del lubricante según el fabricante	X			Trimestral	Interno
Bombas	Inspección propia en servicio			X	Cada 8 años	Interno

^(*) **Nota:** en este plan no se detalla el tipo de intervención que aplica en cada revisión del equipo, queda incluido en el concepto de revisión/inspección que se realizará la intervención pertinente según su ficha de equipo y check-list.

Tabla 7.1. Plan de mantenimiento preventivo, calibración e inspecciones (Continuación).

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, CALIBRACIÓN E INSPECCIONES LEGALES						
EQUIPO	Descripción del Mantenimiento ^(*)	Tipo del intervención			Periodicidad	Interno/ Externo
		Inspección / Intervención	Verificación / Calibración	Inspecciones legales		
Botellón del doble cierre mecánico	Revisión física. Incluido en <i>checklist</i> Inspección diaria.	X			Diario	Interno
Botellón del doble cierre mecánico	Inspección propia en servicio			X	Cada 8 años	Interno
Aceite térmico	Toma de muestras del aceite térmico para analizarlas y saber si está dentro de especificación y no haya un mal funcionamiento en los equipos del circuito.	X			Anual	Interno
Recipiente de expansión	Revisión física para asegurar estanqueidad y/o desbordamiento. Incluido en <i>checklist</i> Inspección diaria.	X			Diario	Interno
Recipiente de expansión	Inspección propia en servicio			X	Cada 8 años	Interno
Tuberías (DN>50)	Inspección propia en servicio			X	Cada 12 años	Interno
Traceado de vapor, incluidos purgadores.	Revisión estado	X			Anual	Interno
Traceado de vapor, incluidos purgadores.	Inspección propia en servicio			X	Cada 12 años	Interno
Arquetas	Comprobar estado de las arquetas de drenaje, así como la operativa de las válvulas de drenaje.	X			Mensual	Interno

^(*) **Nota:** en este plan no se detalla el tipo de intervención que aplica en cada revisión del equipo, queda incluido en el concepto de revisión/inspección que se realizará la intervención pertinente según su ficha de equipo y check-list.

Se dispondrán en *stock* de algunas piezas críticas, que servirán de recambio para actuar rápidamente en situación de avería. Se conservarán en el almacén de mantenimiento; estas son:

- Filtros de las bombas.
- Manguitos para conexiones del traceado desde *Mainfold* hacia tubería.
- Juntas tóricas para las válvulas de las diferentes tubuladuras.

8. MANUAL DE OPERACIÓN

8.1. Comprobaciones previas y primera puesta en marcha

En primer lugar, es necesario verificar el estado de todos los equipos. Si se han detectado anomalías en ciclos anteriores se procederá con especial cuidado y se informará al responsable de planta antes de la puesta en marcha. Revisar puntos críticos del sistema antes del arranque, como que todas las válvulas manuales estén completamente cerradas, revisar que todas las conexiones estén hechas correctamente. También revisar que la red de servicios funcione correctamente, como el suministro de agua de refrigeración para el doble sello mecánico de la bomba, suministro del N₂ tanto al doble sello mecánico, como al tanque de expansión, correcto funcionamiento del trazo de vapor, potencia eléctrica requerida y el vapor de las calderas.

Antes de la primera puesta en marcha, también es necesario verificar que hay una total ausencia de fluido en las tuberías y equipos, para poder soplar el N₂ de barrido, abriendo en este momento todas las válvulas manuales y las purgas. También es necesario verificar que no quedaron obstrucciones en el circuito.

Una vez realizadas estas comprobaciones, se procede a poner en marcha. Para ello, lo primero será el llenado del circuito, el cual deberá ser llenado lentamente, y asegurándose de que se vayan cerrando todas las válvulas de purga cuando el fluido vaya llegando a ellas. Con la instalación de un trazo de vapor, el aceite térmico mantendrá la temperatura y la viscosidad, con lo cual no se encontrará frío en ningún momento del proceso. Para ello, se ha acotado el circuito, por donde se encuentra el trazo, para conseguir que el aceite se caliente con mayor velocidad y también porque la longitud de la tubería con trazo es limitada, y, además, así se reduce la pérdida de carga, por lo que primero circulará por este mini circuito hasta que se caliente a la temperatura óptima. Una vez calentado, ya podrá circular por el resto del circuito normalmente.

Cuando el fluido sea detectado por la alarma de bajo nivel del tanque de expansión, se tendrá que desacelerar el llenado del sistema. Si por un casual, el fluido llega hasta el punto de la alarma de alto nivel del tanque de expansión, tendrá que drenarse cierta cantidad del aceite térmico hacia el tanque de drenaje para que así el nivel baje. El llenado finalizará cuando el fluido alcance el punto más bajo del tanque de expansión necesario para que el transmisor de nivel funcione.

En cuanto a la bomba, deberá ser encendida con la válvula de la aspiración totalmente abierta y la válvula de la descarga abierta parcialmente. Tener mucho cuidado que no debe circular aceite térmico por el interior de la bomba antes de encenderse, si no se pueden dañar. Posteriormente, deberá verificarse que la rotación de la bomba sea la correcta. Esta, debe ser en la dirección que aparece en la carcasa de la bomba. Si es incorrecta, hay que cambiar el cableado del motor, ya que operar la bomba en la dirección equivocada puede ocasionar daños severos. También debe verificarse el correcto alineamiento de la bomba con el motor.

También se activarán los suministros de los servicios como agua de refrigeración, N₂ o electricidad.

También se tiene en cuenta que en la puesta en marcha se pueden crear algunos gases indeseables, por ejemplo restos de agua de limpiado de tuberías. Para ello, se usará el *double leg drop* con el fin de desgasificar el aceite a partir del N₂, pasando el aceite al tanque de expansión.

8.2. Funcionamiento de la planta

8.2.1. Puesta en marcha normal

Es necesario que todos los días se verifique la posición de todas las válvulas del sistema para asegurarse que el fluido no tenga obstrucciones. Verificar también la alarma de bajo nivel de fluido del tanque de expansión. Después de ello, deberán encenderse los interruptores de energía, y abrir las válvulas del aceite térmico, y se encenderán las bombas. Al tener ya en marcha el traceado de vapor, el aceite térmico se encontrará a temperatura óptima. Seguidamente, las calderas arrancarán, por lo que es necesario asegurarse que los controles de temperatura estén ajustados a las temperaturas deseadas. Estas, al estar equipadas con varios dispositivos de seguridad con la finalidad de mantener condiciones seguras tanto para los operarios, como para el equipo y el fluido térmico, es necesario confirmar su correcto funcionamiento, y repasar las normas de seguridad recomendadas por el fabricante.

También se tiene en cuenta el *double leg drop* explicado anteriormente.

8.2.2. Funcionamiento en estado estacionario

Una vez que se ha hecho el arranque diario y se ha comprobado que todos los equipos están en buen estado y no hace falta hacer ninguna modificación para que el sistema funcione de manera correcta, se puede proceder a que el sistema funcione de forma estacionaria.

El aceite térmico, cuya temperatura se mantiene a 220°C, se dirige hacia las bombas. La presión de las bombas en la descarga es de 13 barg en estado estacionario. Las bombas sirven para impulsar el aceite térmico hacia las calderas. En las calderas, el fluido se calienta de los 220°C hasta los 250°C, y una vez calentado el aceite, se dirige hacia el patio de tanques para calentarlos. Una vez hecho este proceso, se recircula de nuevo el aceite térmico hacia las bombas para volver a empezar el proceso. Este es el funcionamiento del circuito en estado estacionario. Los servicios también funcionan de forma regular, ya sea el agua de refrigeración, el vapor, el N₂ o la electricidad.

En estado estacionario, también es necesario que haya operarios controlando que todo funcione correctamente. Si ocurre cualquier factor imprevisto, o algún mal funcionamiento, entonces se procederá a realizar una parada de emergencia.

8.3. Parada de planta

8.3.1. Parada normal

Para realizar una parada normal, primero será necesario que las calderas se apaguen, pero el traceado de vapor se activará para prevenir que no disminuya la temperatura a menos de 100 °C. Las bombas sigan encendidas. El aceite térmico entonces circulará por las bombas durante unos 30 minutos^[7] siendo este el objetivo para poder hacer la parada. Una vez pasados estos 30 minutos, se apagarán las bombas también. Finalmente, se apagarán todos los interruptores eléctricos.

Si por ende, las calderas tienen algún temporizador de apagado, deberán tener instaladas también un *relay* para así permitir que las bombas puedan seguir trabajando los 30 minutos después de que las calderas, para que así no se ocasionen sobrecalentamientos del fluido en ninguna zona.

8.3.2. Parada de emergencia

Si durante el proceso que se está llevando a cabo en estado estacionario ocurre algún problema o se estropea algún equipo, entonces se debe llevar a cabo una parada de emergencia, ya que seguir en estas condiciones puede ser peligroso, tanto como para los trabajadores de la planta, para el resto de los equipos y el terreno.

Para ello, hay que pulsar desde la sala de control el botón de la parada de emergencia. Con ello, automáticamente todos los equipos e instrumentación que se encuentren conectados a la red eléctrica o que funcionen con electricidad, ya sea como las bombas o las válvulas controladoras, se detendrán al instante. Inmediatamente después, los operarios que se encuentren en campo, deben cerrar las válvulas manuales para que no circule el fluido por el circuito o entre a equipos como los tanques. Una vez la parada se ha realizado con éxito, los operarios deberán localizar donde se encuentra el problema y arreglarlo lo antes posible para poder volver a poner en marcha la planta.

Si se trata de un problema que sea capaz de causar graves daños, evacuar la planta lo antes posible antes de revisar nada.

9. ESTUDIO ECONÓMICO

9.1. Estudio de la Inversión

La inversión inicial se desglosa en las mejoras a implementar, las cuales se pueden observar en las siguientes tablas:

Tabla 9.1.1. Inversión instalación del *double leg drop*

Componente	Precio	Unidad	Total
Tubería	2,00 € /kg	4296 kg	8.472€
Válvula manual	225 €	13	2.925€
Válvula <i>blanketing</i>	2500 €	1	2.500€
Válvula controladora	240 €	2	480€
PSV pilotada	1000€	1	1.000€
PSV	500€	1	500€
PRD	500€	1	500€
Transmisor de Presión	200€	3	200€
TOTAL			18.577€

Tabla 9.1.2. Inversión instalación del doble sello mecánico de las bombas.

Componente	Precio	Unidad	Total
Tubería	2,00 € /kg	478 kg	956€
Doble cierre	1600 €	3	4.800€
Válvula controladora	240 €	3	720€
Transmisor de Caudal	285€	3	855€
Transmisor de frecuencia	500 €	3	1.500 €
PSV	500 €	3	1.500 €
TOTAL			10.331€

Tabla 9.1.3. Inversión instalación del traseado de vapor

Componente	Precio	Unidad	Total
Tubería	2,00 € /kg	3.951 kg	7902€
Válvula manual	225 €	40	9.000€
Purgador UTD	52€	24	1.248€
<i>Manifold</i>	225€	16	3600€
Aislante	40€ /m ³	151 m ³	6.040€
Transmisor de Temperatura	200€	8	1600€
TOTAL			29.390€

Tabla 9.1.4. Inversión en el cambio de diámetro de tubería (mejora hidráulica).

Componente	Precio	Unidad	Total
Tubería	2,00 € /kg	203943 kg	407.887€
TOTAL			407.887 €

Tabla 9.1.5. Coste de los operarios

Componente	Precio/hora	Horas	Total
Electricista	50 € / hora	168	8.400€
Tubero	35 € / hora	248	15.680€
Soldador	120 € / hora	104	24.960€
Instrumentista	50 € / hora	168	16.800€
TOTAL			65.840€

Tabla 9.1.4. Inversión de las utilities.

Componente	Precio	Unidad	Total
Nitrógeno	0,16 € /kg	332.880 kg	9.620€
Vapor	0,0219 € /kg	14.892 kg	2.383 €
TOTAL			12.003 €

Al total de la inversión, se le añade un 20% que incluye los costes de variación de precios de mercado, ya que estamos en una ingeniería básica. La inversión asciende a un total de 653 k€.

9.2. Análisis beneficios aportados gracias a las mejoras

Una vez establecida la inversión de las mejoras del proyecto, se ha hecho un análisis de los beneficios que aportan a nivel productivo, medioambiental, de seguridad, calidad y de mantenimiento.

Las implementaciones reducen el fallo de los equipos del circuito de aceite térmico, provocando una disminución notable de averías (sobrepresión de bombas, *cracking* del aceite por variaciones súbitas de temperatura, etc); esto conlleva a una reducción de los costes de mantenimiento.

Cuando se habla de mejora productiva, conlleva implícito la mejora de calidad del producto a comercializar (betún), puesto que se reducen situaciones de la generación de producto no conforme (fuera de especificaciones) y la disponibilidad de producto óptimo en *stock* en todo momento.

A nivel medioambiental, las mejoras no generan nuevos aspectos significativos, ni incrementan los existentes. Incluso se aprecia una reducción del consumo eléctrico.

A nivel de seguridad, el análisis de riesgos HazOp ayuda a tomar las medidas adecuadas que garantizan una alta reducción de riesgos laborales.

Se puede ver, de forma esquemática, en la tabla 9.2.1. la relación de las mejoras y sus beneficios. Se detalla unas notas aclaratorias a continuación de la tabla.

Tabla 9.2.1. Cuadro resumen de beneficios obtenidos con las nuevas instalaciones.

Proceso afectado / beneficiado					Nueva instalación / Mejora de la actual	Beneficios
Producción	Calidad	Medioambiente	Mantenimiento	Seguridad		
●	●	●			Traceado de vapor ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aseguramiento satisfacción cliente. ✓ Reducción producto no conforme. ✓ Aumento disponibilidad del producto
●	●	●			Mejora hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Más potencia en las calderas para calentar el aceite a mayor temperatura.
●		●		●	Tanque de expansión de atmosférico a presión ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ampliación ciclo de vida del aceite térmico (evitar cracking del aceite).
●		●			Incorporación N2 al tanque expansión ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Inertización atmosfera tanque, ampliación vida útil instalación.
●		●			<i>Double Leg Drop</i> ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Desgasificación del circuito de aceite térmico.
●		●		●	Instalación PSV pilotada y disco ruptura previo ⁽²⁾ .	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento seguridad personal. ✓ Eliminar la ruptura de tanque y/o canalización a antorcha. ✓ Preserva posibles daños a la PSV.
●				●	Incorporación sifón con cierre hidráulico en tanque expansión.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar el paso de gases hacia el tanque de drenaje y así evitar rebose de nivel.
●		●	●		Doble sello mecánico en bombas impulsión aceite térmico ⁽³⁾ .	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reducción fugas de aceite (reducción residuos).
●		●	●		Variador de frecuencia ⁽³⁾ .	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reducción electricidad consumida por las bombas de impulsión aceite térmico.
			●	●	Incorporar revisiones diarias válvulas y transmisores en campo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mayor seguridad trabajadores
●		●		●	Alarma de presión tanque	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aumento seguridad personal. ✓ Eliminar la ruptura de tanque

Notas aclaratorias de la tabla 9.2.1:

⁽¹⁾ El traceado de vapor es una mejora para calentar el aceite en caso de parada del circuito térmico, evitando la bajada de temperatura y aumento de viscosidad para que la bomba pueda trabajar a mejores condiciones (las más bajas permitidas por la bomba).

Aporta una reducción de reclamaciones, por lo consiguiente mejora la satisfacción del cliente. ASESА suministra producto vía marítima y terrestre. Una posible falta de suministro de entrega vía marítima representa grandes pérdidas económicas. Un ejemplo sería, en el caso que se dé una bajada de temperatura en los tanques de betún, dejaría el producto fuera de especificación, provocando una pérdida económica a la empresa.

⁽²⁾ La mejora que aporta la instalación del *Double Leg Drop* es que permite desgasificar el circuito de aceite térmico en la puesta en marcha. Además, la introducción de nitrógeno al tanque de expansión inertiza la atmósfera del tanque, evitando la oxidación del aceite; y por tanto, alargando su vida útil. También favorece la vida útil de la instalación.

Respecto a su impacto ambiental, no se genera más consumo de nitrógeno, porque la cantidad final de nitrógeno que emite la antorcha será la misma, se regula el caudal al detectar la presencia de nitrógeno proveniente del tanque.

A nivel de seguridad, se instala una válvula de seguridad PSV pilotada, que asegura que en caso de elevación súbita de presión, no provocaría ruptura del tanque y/o tubería a la antorcha. También se incorpora un disco de ruptura para evitar que en estos casos se dañe la PSV.

⁽³⁾ En las bombas que impulsan el aceite térmico, se instalaría en cada una de ellas, un doble sello mecánico para evitar fugas del aceite. También se instalaría un variador de frecuencia para reducir la electricidad consumida por la bomba. Hay un ahorro de consumo energético de 5 kW, además de un ahorro económico de 26,8 € por hora de energía consumida, al final del año se ahorraría unos 10.000 €.

A nivel medioambiental, de esta manera se evita la generación de residuos de aceite y el consumo de aceite para recuperar los niveles de aceite perdidos en las fugas.

9.3. Recuperación de la inversión

No podemos calcular el retorno de la inversión global de forma cuantitativa.

Por un lado, se ha hecho un estudio de las situaciones en las que ASESА no ha podido dar servicio a las necesidades de los clientes en los últimos tres años.

Para cargar un barco de betún se requieren la descarga de tres tanques completos del patio de tanques de betún. Se considera producto fuera de especificación si tiene una temperatura inferior a 160 °C, eso implica una pérdida económica por precio de producto.

El estudio de los datos de fluctuación de temperatura durante los últimos tres años, en qué tres tanques han estado fuera de especificación al mismo tiempo, ha sucedido en 18 ocasiones. Los tanques que están fuera de especificación durante esta periodicidad de días son el 41, 21 y 27.

Teniendo en cuenta que la venta de la carga de un barco es de 20.000 €, la pérdida de precio por fuera de especificación representa un 30% del precio de venta en estos tres años.

$$18 \text{ días} \cdot 20.000 \text{ € barco/día} \cdot 30 \% = 108.000 \text{ €}$$

Se ha observado que, año tras año, las situaciones de incidencias por bajadas de temperatura aumentan. El gran incremento de estas incidencias en el último año, marca una tendencia ascendente de producto fuera de especificaciones.

Hay otra serie de mejoras que no se dispone de datos para su valoración, pero que a la larga puede influir en el retorno de la inversión, como por ejemplo:

- El aumento de la vida útil del aceite térmico,
- Mejoras en seguridad de proceso, ya que apostamos por un control automatizado de las mejoras y de medidas de seguridad.
- Disminución emisiones difusas, debido a posible presencia de gases en el circuito.
- Además, nos puede aportar una ventaja a la hora de la contratación del seguro industrial. Sin contar que un fallo en el sistema podría desencadenar en una sanción, si se emite un derrame accidental en el funcionamiento habitual (referencia: Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental).

Por lo cual, se recomienda un Plan de inversión, que podría ejecutarse en un año o en el periodo que considere la empresa. Con los datos actuales, el periodo de recuperación de la inversión sería de 6 años, sin tener en cuenta la amortización, qué si lo tenemos en cuenta, reduciría este plazo de recuperación.

10. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado este estudio con el objetivo de mejorar el sistema actual de almacenamiento de betún asfáltico de la empresa ASES. La particularidad del almacenamiento de este producto es que debe garantizarse un intervalo concreto de temperatura del producto. Esto requiere tener un circuito de aceite térmico para calentar el patio de tanques de almacenamiento.

En una primera fase, se ha llevado a cabo el estudio de diversas alternativas del proceso del circuito de aceite térmico; en que se ha tenido en cuenta como vencer los problemas del sistema actual, funcionamiento y dimensionamiento de los equipos actuales y preservación del aceite térmico más adecuado.

En una segunda fase, se han diseñado los nuevos equipos, —como el traceado de vapor o el doble sello mecánico—, y rediseñando algunos actuales, —como el tanque de expansión—; así como la instalación de instrumentos auxiliares que asegurarán su óptima conservación y funcionamiento.

En una tercera fase, se ha realizado un estudio de los procesos que se pueden llevar a cabo dentro del alcance de este proyecto y se ha definido un estudio de control automatizado de cada uno de estos procesos, mediante la instrumentación inventariada, que se puede ver en el P&ID que incluye este informe y los diferentes listados que le acompañan.

En una cuarta fase, se ha llevado a cabo un estudio de seguridad de la instalación, aplicando la técnica HazOp. Ello ha permitido incorporar dispositivos de seguridad en el diseño básico del sistema estudiado.

En una quinta fase, un estudio medioambiental, que consiste en la identificación y evaluación de los aspectos ambientales más relevantes dentro del alcance de este proyecto, y plan de control de los aspectos significativos.

Se incluye un apartado de manual de operación, donde se describen los aspectos más relevantes en las operaciones de puesta en marcha, funcionamiento ordinario y situación de parada.

Finalmente, se incluye un estudio económico, en que se demuestra una alta viabilidad no solo técnica sino económica.

Los beneficios obtenidos con las nuevas mejoras de este diseño, se describen en el apartado 9.2. de este informe, ver resumen en la Tabla 9.2.1.

El resultado de este trabajo, garantiza que la implementación de este proyecto supone una mejor conservación del producto, una disponibilidad inmediata del producto almacenado, y garantiza tener *stock* para satisfacer las existencias necesarias en todo el año.

11. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

[1] Industrial process heating systems, automation, services and parts. Hot oils systems. Sigma Thermal Inc.

[2] SpiraxSarco. *Sistemas de calefacción y traseado de vapor*. SB-GCM-12.

[3] Meherwan P. Boyce, in Gas Turbine Engineering Handbook (Fourth Edition), 2021.

[4] Monografias.com. *Curso de vapor. Purga y eliminación de aire en instalaciones industriales*. [Curso de vapor. Purga y eliminación de aire en instalaciones industriales \(página 2\) - Monografias.com](#) (último acceso 24 de Marzo de 2021)

[5] MultiTherm. *Maximize Your Thermal Fluid Heating System*. [Maximize Your Thermal Fluid Heating System \(multitherm.com\)](#) (último acceso 3 de Febrero de 2021)

[6] Foxboro. *Product Catalog. Measurement & Instrumentation*. Octubre 2015

[7] Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería: https://www.academia.edu/33859915/GUIA_DE_UTILIZACION_DEL_ACEITE_TERMICO_EN_UN_SISTEMA (último acceso 16 de Mayo de 2021)

ANNEXOS

[1] Process Heating. *Thermal Expansion Tank Design and Operation*. [ThermalExpansionTankDesignandOperation | 2014-06-02 | ProcessHeating \(process-heating.com\)](#) (último acceso 1 de Marzo de 2021).

[2] Cepsa. *Cepsa diatermo*. [Microsoft Word - CEPESA DIATERMO.doc](#) (último acceso 15 de Marzo del 2021)

[3] Pirobloc Better Heating. *Cálculo de pérdida de carga*. [Cálculo de pérdidas de carga | Pirobloc](#) (último acceso 1 de Marzo de 2021)

[4] White, Frank. *Mecánica de fluidos, 6ª ed.* McGraw-Hill: Madrid; 2013. Pag 285.

[5] SpiraxSarco. *Sistemas de calefacción y traseado de vapor*. SB-GCM-12.

[6] NETZSCH. Fibra de vidrio – Conductividad térmica [Fibra de Vidrio — Conductividad Térmica - NETZSCH Análisis&Ensayo \(netsch-thermal-analysis.com\)](#) (último acceso 24 de Marzo del 2021)

[7] Yunus A, Ç. (1996). Transferencia de calor y masa. Biotechnology Letters (Vol. 18).

[8] Jose P. Monteagudo Yanes, Jose J. Perez Landin Yeddy guerra Fernandez. *Aislamiento térmico de tuberías con acompañamiento de vapor*. Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad de Cienfuegos (Cuba). Octubre 1998.

[9] Jichniakov. C.V. *Praktichieskiieraschiotütiemplovoiizollias ü*, Energía, Moskva (1976)

[10] Isover Sint-Govain. *Aislamiento de tuberías*. Enero 2018.

[11] Protectoseal Series 30, ½” Spring Operated Tank Blanketing Valve. <https://www.protectoseal.com/product-category/vapor-and-flame-solutions/tank-blanketing-valves/>. (último acceso 30 de Marzo del 2021)

[12] Daniael A. Crowl. Joseph F. *Chemical Process Safety. Fundamentals with Applications*. Louvar. Prentice hall. Pag450-459.

[13] MicroBlogForChemical&Proccess Technology. PSV *Constant BackPressureCorrection Factor (Kb) for Vapor & Gas*. <http://wwcpt-microblog.blogspot.com/2008/09/psv-constant-back-pressure-correction.html>. (último acceso 19 de Abril del 2021)

ANEXO

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS DE ANEXOS

Símbolos	Parámetro que define
L	Longitud
\emptyset	Diámetro
f	Fregamiento de tuberías
Re	Reynolds
ρ	Densidad
ν	Viscosidad cinemática
g	Gravedad
K	Constante de pérdida de carga de los complementos
e	Espesor de la tubería
\dot{m}	Vapor requerido por tubería de proceso
\dot{Q}	Transferencia de calor de la tubería de proceso
t_p	Temperatura del fluido
t_{AC}	Temperatura del vapor
t_0	Temperatura ambiente
t_1	Temperatura del aire en el interior de la cavidad termostática
d_2	Diámetro exterior de la tubería
d_{AC}	Diámetro exterior del traceado
λ_a	Conductividad térmica del aislante
α_A	Coefficiente de transmisión superficial del calor desde el aire en el interior de la cavidad a la tubería calentada
α_{AC}	Coefficiente de transmisión superficial del calor desde la tubería acompañante al aire en el interior de la cavidad
α_2	Coefficiente de transmisión superficial del calor desde la superficie del aislamiento hacia el medio exterior
α_1	Coefficiente de transmisión superficial del calor desde el fluido hasta la superficie interior de la tubería principal
β	Ángulo formado por la parte de la tubería que se calienta por el aire en el interior de la cavidad
θ	Ángulo formado por la parte de la tubería sobre la cual se dispone el aislamiento
m	Magnitud auxiliar
F_{AC}	Superficie de la tubería acompañante por unidad de longitud

F_A	Resistencia térmica desde el aire en el interior de la cavidad termoaislada a la tubería calentada
F_E	Área de la parte restante de la superficie de la insulación por unidad de longitud
R_{AC}	Resistencia térmica desde la tubería acompañante al aire en el interior de la cavidad termoaislada
R_A	Resistencia térmica desde el aire en el interior de la cavidad termoaislada a la tubería calentada
R_E	Resistencia térmica total desde el aire en el interior de la cavidad termoaislada, a través de la insulación y hacia el aire exterior
δ_A	Grosor del aislante térmico
P_{ahogado}	Presión de ahogamiento de la tubería
P_{max}	Presión máxima del tanque o la tubería
γ	Constante para gases diatómicos
A	Área
M	Peso molecular
C_0	Constante para el cálculo del área de la PSV
z	Factor de compresión
K_b	Factor corrector de baja presión
Q_m	<i>Discharge flow</i>
R_g	Constante de gases
P_G	<i>Percentage gauge pressure</i>

A.1. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE LAS MEJORAS A IMPLEMENTAR

A.1.1. Tanque de expansión

Para solucionar el tema de la desgasificación y mejorar el tanque de drenaje, se ha pensado en instalar un *double leg drop* o un desgasificador.

El *double leg drop* es una disposición de tuberías, que permite que todo o una parte del fluido fluya a través del tanque durante la puesta en marcha o en el momento que se necesite eliminar humedad o gases. Este fluido va desde la aspiración de la bomba hacia el tanque de expansión, donde entra a través de un tubo flotante para que el líquido entre en la parte líquida sin provocar burbujeo en la fase líquida del tanque. Con el *double leg drop* se requiere el uso de una manta de gas inerte, habitualmente nitrógeno, para que le permita hacer de barrido de los componentes no deseables, estos se irán a una purga continua hacia antorcha. ^[1]

El desgasificador es un equipo que como la propia palabra dice, separa el gas del fluido térmico, de forma continua. Estos equipos permiten que se separe el gas en el propio equipo, dirigiendo la parte gas hacia el tanque de expansión (ser eliminado por el sistema) y el líquido a la aspiración de la bomba

Una vez definidos estos dos sistemas para desgasificar el sistema, se han comparado para así poder escoger el más óptimo y el de menor coste.

Tabla A.1.1.1. Tabla comparativa de los métodos desgasificadores.

Desgasificadores	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
<i>Double leg drop</i>	<p>Separa el gas del sistema para evitar la degradación del fluido térmico.</p> <p>Requiere la entrada de nitrógeno al tanque de expansión, ayudando así a combatir la posible oxidación del fluido térmico, alargado su vida útil. Además, también actúa como gas de barrido, para eliminar los gases y humedad hacia la purga.</p> <p>El diámetro de tubería para seleccionar este método, es el mismo que el de las tuberías existentes.</p> <p>Los gases junto con los elementos no condensables, y la corriente de la PSV se envían a una antorcha.</p>	<p>Se tendrá que añadir un control de presión al tanque de expansión, ya que se añade nitrógeno en el sistema.</p> <p>Se ha de instalar una corriente con nitrógeno, otra purgadora de gases conectada con la antorcha, una PSV y una tubería que conecte la aspiración de la bomba y el tanque de expansión.</p> <p>Todas estas nuevas conexiones han de hacerse en el tanque de expansión, cosa que si no están las tubuladuras suficientes, se tendrán que hacer más.</p>	

Tabla A.1.1.1. Tabla comparativa de los métodos desgasificadores. (Continuación)

Desgasificadores	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
Desgasificador	Separa el gas del sistema para evitar la degradación del fluido térmico.	Al ser un equipo, aporta pérdida de carga a la línea de aspiración a la bomba, la cual puede entorpecer a la bomba. No son eficaces para volúmenes de líquidos altos	Se descarta ya que al ser un equipo que trabaja continuamente puede añadir pérdida de carga al circuito. Como no es un fluido que vaporice o haya aire constantemente en el sistema, no hace falta este equipo.

El precio del *double leg drop* sería aproximadamente de 7000€

El precio del desgasificador sería aproximadamente de 15000 €

Finalmente, el método de desgasificación escogido es el *double leg drop*, ya que como el circuito no contiene gas, sino que puede contener aire que haya en las tuberías en la puesta en marcha igual que la humedad o por partículas ligeras procedentes del *cracking* del aceite. Por ese motivo no se requiere un proceso continuo de desgasificación, sino que se realiza este proceso solo cuando se necesita. Además, hablando del tema económico el método escogido es más económico, por tanto es una inversión menor.

A.1.2. Bomba

Una mejora a implementar de la bomba es un doble sello mecánico y para saber qué plan API usar para el sello mecánico, se ha realizado un estudio de alternativas, el cual se observa en la tabla A.1.3.1.

Tabla A.1.3.1. Tabla comparativa de los Plan API para doble sello mecánico.

Plan API	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
Plan API 52	Elimina más calor del interior del sello cuando es necesario. Actúa como un sello secundario para evitar fugas del fluido de proceso a la atmósfera.	Para fluidos con altas presiones de vapor.	En este proceso no hay fluidos con alta presión de vapor.

Tabla A.1.3.1. Tabla comparativa de los Plan API para doble sello mecánico. (Continuación)

Plan API	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
Plan API 53A	<p>Es el más usado a nivel industrial para fluidos inflamables</p> <p>Menor coste que 53B.</p> <p>Las partículas abrasivas que son más pesadas que el fluido de barrera caerán al fondo del reservorio.</p> <p>El volumen de fluido de barrera es dependiente del tamaño del reservorio.</p>	<p>El fluido de barrera podría llegar a mezclarse con el nitrógeno.</p>	-
Plan API 53B	<p>El sistema de llenado y presurización puede suplir fluido de barrera estando el sistema presurizado o no.</p> <p>El fluido de barrera no se mezcla con el nitrógeno ya que no existe la interfase gas-líquido.</p>	<p>El volumen del fluido de barrera en este sistema es limitado y por lo tanto es sometido a un ciclo térmico con mucha frecuencia acortando su vida útil.</p> <p>El volumen limitado del acumulador de fluido de barrera requiere que el sistema se ha diseñado para trabajar a la presión entre llenados.</p>	Es más caro que el Plan API 53A
Plan API 54	<p>Suministra un fluido barrera frío, limpio y presurizado a un doble sello presurizado.</p>	<p>Se usa para fluidos de alta presión de vaporización.</p> <p>Para fluidos sucios, abrasivos o con polimerización.</p>	<p>La presión de la bomba no es elevada como para tener que estar presurizado el doble sello mecánico, además de no ser un fluido sucio o abrasivo.</p>
Plan API 62	<p>Impide la formación de sólidos en el lado atmosférico de las caras del sello mecánico.</p>	<p>Para fluidos fríos con temperaturas menores a 0°C</p>	<p>El fluido del proceso es aceite térmico que está a alta temperatura.</p>

Finalmente, el método escogido para el doble sello mecánico de las tres bombas en paralelo del circuito de aceite térmico después de la comparación de los diferentes planes API será el Plan API 53A.

A.1.3.Puesta en marcha del circuito

Par calentar el circuito después de la parada por mantenimiento y/o mantener el calor por la parada del circuito se han propuesto tres opciones a estudiar, un trazo eléctrico o de vapor a una parte del circuito del circuito térmico que mantenga la temperatura en la parada del circuito por mantenimiento. Y un intercambiador de calor con una corriente caliente de vapor, el cual estará en un circuito acotado para de esta forma reducir la pérdida de carga debida a la alta viscosidad cuando el aceite se enfría. La comparación de estos tres métodos se encuentra en la tabla A.1.3.1.

Tabla A.1.3.1. Tabla comparativa de las opciones para mantener el aceite caliente en las paradas.

Opciones	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
Intercambiador de calor	Calienta el aceite mediante vapor de agua. La empresa ASESa ya cuenta con este servicio.	Coste elevado del equipo. Instalación de un equipo nuevo en un lugar reducido. Aumento de la pérdida de carga en el circuito.	No hace falta calentar el fluido hacia más temperatura, sino que se ha de mantener a esta. Además de que el coste de un intercambiador de esta cualidades sería de 60000€ y es una inversión muy costosa para el nivel del proyecto. Necesidad de mantenimiento en el equipo.
Traceado eléctrico	Seguridad y fiabilidad de procedimiento. Aplicación e instalación sencilla. Temperaturas más uniformes y controladas. Control a través de termostatos según las necesidades.	Coste elevado. Trabaja mal en dinámica, suele ser más útil en fluidos estáticos. Coste elevado.	En caso de fallo de algún cable calefactor a lo largo de las tuberías, sería muy complicado encontrar el cable que falla.

Tabla A.1.3.1. Tabla comparativa de las opciones para mantener el aceite caliente en las paradas. (Continuación)

Opciones	Ventajas	Desventajas	Razón de descarte
Traceado de vapor	Seguridad y fiabilidad de procedimiento. Temperaturas más uniformes y controladas. Ya que el equipo proporciona vapor automáticamente cuando la temperatura detecta la temperatura a la que se desea mantener. Aplicación e instalación sencilla. Calienta el aceite mediante vapor de agua. La empresa ASESa ya cuenta con este servicio. Detección de fuga visual y rápida. Y no necesita mantenimiento.		

Finalmente, el método escogido para mantener la temperatura mínima de trabajo de la bomba después de una parada, una vez realizada la comparación de las diferentes opciones es el traceado de vapor.

A.2. MEJORA HIDRAULICA DEL CIRCUITO

A.2.1. Cálculo de la pérdida de carga en el proceso de operación habitual.

Al ser un circuito cerrado la presión de impulsión de la bomba ha de ser igual al total de la pérdida de carga del proceso. Por lo tanto para saber la pérdida de carga del proceso en operación se ha usado la siguiente ecuación.

$$hf = hf_{mayores} + hf_{menores} \quad (\text{E. A.2.1.1})$$

Donde hf_{mayore} son las pérdidas mayores en las tuberías y $hf_{menores}$ son las pérdidas menores de las tuberías a causa de los complementos.

Para calcular las pérdidas mayores, primero se tiene que calcular la velocidad V a partir del caudal y el diámetro de cada tubería según el diagrama 00.1024.

$$V = \frac{Q}{\pi \left(\frac{\phi}{2}\right)^2} \quad (\text{E. A.2.1.2})$$

Seguidamente, a partir de las velocidades calculadas se pueden calcular, tanto el *Reynolds* (E.A.2.3.) como las pérdidas por fregamiento en la tubería (E.A.2.4) teniendo en cuenta que la viscosidad cinemática del aceite térmico a 220 °C es de 1,04cSt ya 250 °C es de 0,8 cSt.^[2]

El espesor de la tubería de acero al carbono es de 0,03mm^[3].

$$Re = \frac{\phi V}{\nu} \quad (\text{E. A.2.1.3})$$

$$f = \frac{0,25}{\left[\log\left(\frac{e/\phi}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}}\right)\right]^2} \quad (\text{E. A.2.1.4})$$

Una vez se tienen calculados todos los parámetros anteriores, ya se puede calcular la pérdida mayor por cada tubería del patio de tanques (E. A.4.5).

$$hf_{majors} = f \frac{L V^2}{\phi 2 g} \quad (\text{E. A.2.1.5})$$

Teniendo ya calculadas las pérdidas mayores, se calculan las pérdidas menores a partir de la formula E. A.4.6. Donde la K ^[4] es la constante determinada para cada conexión para distintos diámetros, la cual se ha extraído bibliográficamente, y las conexiones que se han tenido en cuenta son las de la T, codos, válvulas y reductores de diámetro.

$$hf_{majors} = K \frac{V^2}{2 g} \quad (\text{E. A.2.1.6})$$

Finalmente, la pérdida de carga total de las tuberías es la suma de las pérdidas mayores y menores, como se indica en la ecuación E. A.2.1.1.

El resultado calculado de la pérdida de carga está en metros, pero para obtenerlo en bares, se tiene en cuenta que 10 m de columna de agua equivale a 1 bar.

Tabla A.2.1.1. Resultados de las pérdidas de carga del circuito de aceite térmico.

Tubería	hf (bar)
AHOH-1	1,12
AHOH-2	0,11
AHOH-3	0,17
AHOH-4	0,11
AHOH-5	0,17
AHOH-6	0,11
AHOH-7	0,17
AHOH-8	0,11
AHOH-9	0,05
AHOH-10	0,05
AHOH-11	0,06
AHOH-12	0,06
AHOH-15	0,26
AHOC-1	0,94
AHOC-14	0,11
AHOC-15	0,18
AHOC-16	0,11
AHOC-17	0,18
AHOC-18	0,11
AHOC-19	0,11
AHOC-20	0,11
AHOC-21	0,18
AHOC-22	0,05
AHOC-23	0,06
AHOC-24	0,06
AHOC-28	0,27
Calderas	6,00
TOTAL	11,0

A.2.2. Cálculo de la mejora hidráulica del circuito

Como el valor total de 11,0 barg de pérdida de carga, es igual al de la impulsión de la bomba, ya se está trabajando en un circuito cerrado. Para reducir la pérdida de carga en el circuito se ha de aumentar el diámetro en un tramo. Y para ello se ha hecho un estudio de los diferentes tramos y longitudes como varían según el diámetro.

Las líneas con más pérdida es la AHOC-1 con un pérdida de 1,12 barg y AHOH-1 con una pérdida de 0,94, la cual tendría que ser inferior a 1, para estar en sintonía con el resto de pérdidas de carga de las tuberías. Además, estas dos líneas tienen una velocidad superior a 2 m/s, la cual ha de ser igual o menor a esta velocidad, como hipótesis de máxima velocidad.

Tabla A.2.2.1. Estudio de variación de diámetro en un tramo de la línea AHOC-1

Tramo	Diámetro	Pérdida de línea
50	7	1,00
	7,5	0,98
	8	0,95
100	7	0,90
	7,5	0,87
	8	0,85
150	7	0,79
	7,5	0,73
	8	0,69
200	7	0,65
	7,5	0,60
	8	0,55

Tabla A.2.2.1. Estudio de variación de diámetro en un tramo de la línea AHOC-2

Tramo	Diámetro	Pérdida de línea
50	7	0,85
	7,5	0,83
	8	0,82
100	7	0,77
	7,5	0,72
	8	0,68
150	7	0,64
	7,5	0,60
	8	0,57
200	7	0,52
	7,5	0,45
	8	0,40

Finalmente, como se puede observar, el tramo a cambiar será de 200 metros de ida y vuelta del circuito de aceite térmico de las líneas de repartición y recogida de aceite del patio de tanques de betún, además de ser más fácil de cambiar, ya que no están sobre un *rack* sino están por suelo.

Y la pérdida de carga total de la bomba será de 9,89 barg.

A.3. CALCULO DEL TRACEADO DE VAPOR

A.3.1. Esquema del trazo de vapor

En la siguiente imagen se puede encontrar el esquema del circuito acotado para el trazo de vapor. Este circuito acotado irá abriendo las válvulas conforme el aceite esté caliente. La línea amarilla es la línea de acotamiento del circuito.

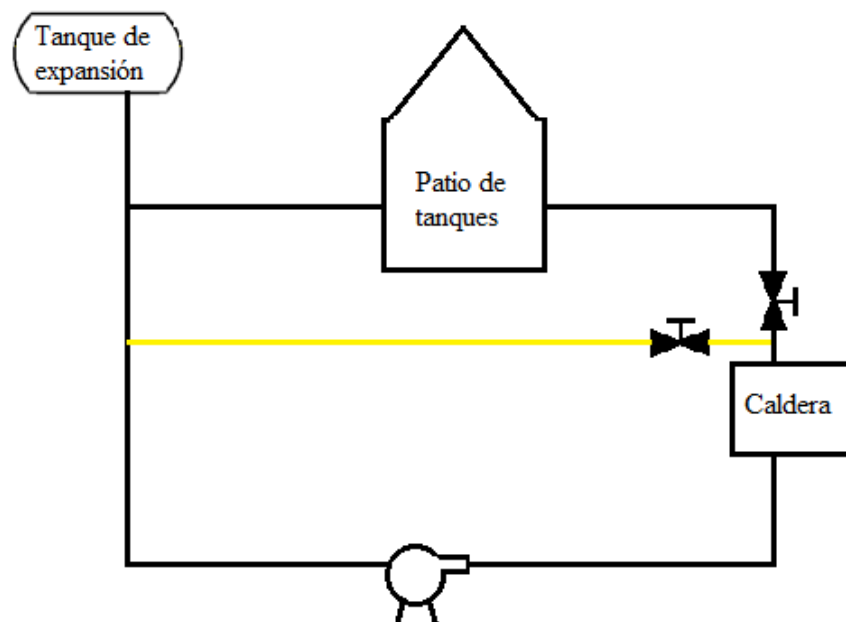


Figura A.3.1.1. Esquema del trazo de vapor

A.3.2. Cálculo de la viscosidad máxima para que la bomba impulse el fluido

Una vez calculada la pérdida total del circuito, con la curva de operación de la bomba y el caudal mínimo requerido por la caldera 33-B-413, ya que es más potente de las tres. Este caudal mínimo es de $140 \text{ m}^3/\text{h}$.

Con este caudal y la curva de operación de la bomba, figura A.2.2.1. se encuentra la presión máxima que puede operar la bomba, a decir, la presión de impulsión de la bomba.

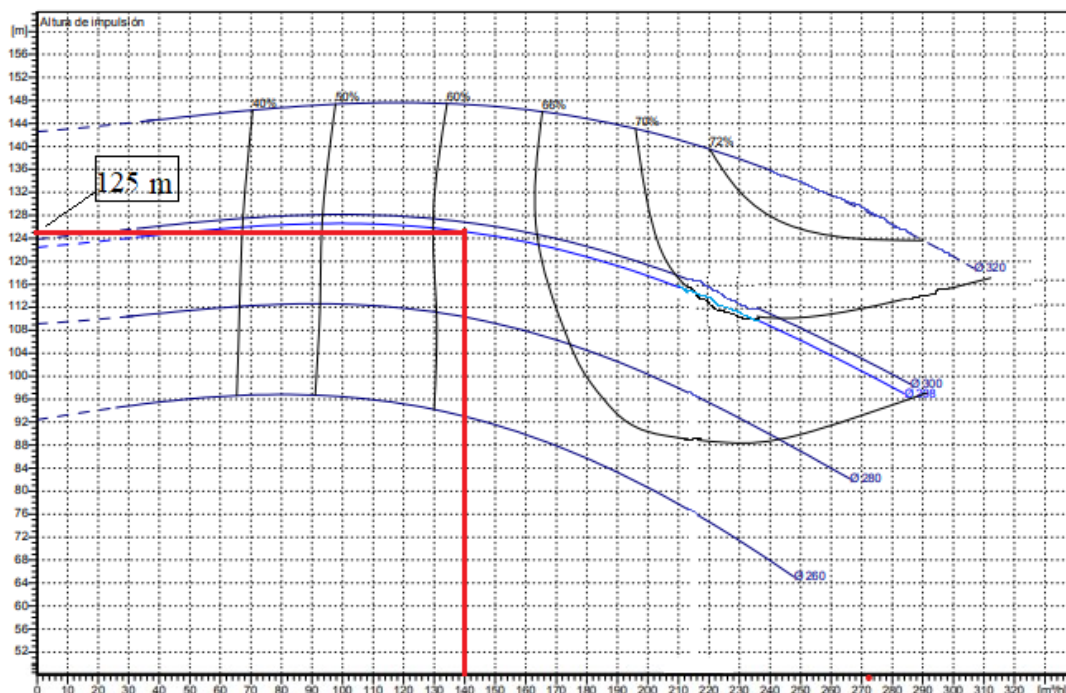


Figura A.3.1.1. Altura máxima de la bomba a la cual puede impulsarse el fluido.

En la figura se puede observar que la presión de impulsión de la bomba es de 12,5 bar, por lo tanto con este dato y el mismo procedimiento del apartado anterior, A.2.1, se hace un *solver* con el Excel para determinar la viscosidad con una pérdida de carga total de 6,5 (se le resta los 6 bares de las calderas). Y se obtiene una viscosidad de 4,30 cSt que en la tabla de las propiedades del aceite térmico *Diatermo22*^[2] equivale a una temperatura de 100°C.

A.3.2. Cálculo de las propiedades del traceado de vapor

Una vez establecida la temperatura que se quiere mantener y/o calentar el aceite térmico para poder ser impulsado por la bomba, se prosigue con los cálculos. Para los próximos cálculos y dimensionamientos se ha usado el documento *Sistemas de traceado de vapor* de la empresa SpiraxSarco®.^[5]

Donde el primer paso es determinar la pérdida de calor en la línea de producto. Para ello, primero se calcula la diferencia de temperatura del aceite térmico dentro de la tubería y la temperatura ambiente, $100 - 25,0 = 75,0^{\circ}\text{C}$. A continuación, con la tabla A.2.3.1 con una diferencia de $75,0^{\circ}\text{C}$ y un diámetro de tubería de 8" (como media, por ser la más larga) y un aislamiento de 50,0 mm, el calor perdido por la tubería de proceso aislada es de 72 W/m.

Ahora que se sabe la pérdida térmica de la tubería, sabiendo que el vapor de agua disponible es de 4 bar (en la tabla se coge el de 5 bar) y la temperatura de proceso de 100°C en la tabla A.2.3.2. Para la línea de traceado en acero (se escoge el acero y en la tubería de proceso es de acero al carbono, y de esta forma se evita que haya corrosión al estar en contacto) se determina el diámetro de la línea de traceado.

Para ello el calor que se pierde y el que se transmite ha de ser igual o similar, como ya se sabe que la pérdida de calor es de 72,0 W/m el diámetro del traceado será 20,0 mm, 9 barg, ya que con 15,0 mm no transmitiría la suficiente energía.

Tabla A.3.2.1. Calor perdido por la tubería de proceso aislada. [5]

		Diámetro de la tubería de procesos													
		100 mm		150 mm		200 mm		250 mm		300 mm		400 mm		500 mm	
Grosor del aislamiento		50 mm	100 mm	50 mm	100 mm	50 mm	100 mm	50 mm	100 mm	50 mm	100 mm	50 mm	100 mm	50 mm	100 mm
Producto/ambiente Diferencia de temperatura en °C	25	14	9	20	12	24	14	29	16	33	18	41	23	51	28
	75	43	26	59	35	72	41	87	49	101	56	123	68	151	82
	100	58	36	77	46	97	55	116	66	135	75	164	91	201	109
	125	71	45	97	58	120	70	145	82	168	94	206	113	252	136
	150	86	54	116	69	144	84	174	99	201	113	246	136	301	163
	175	100	62	136	81	168	98	202	115	235	131	288	158	352	191
	200	115	71	155	92	192	112	231	131	268	151	329	181	403	217

Nota: Aislamiento de la conductividad térmica de 0,05W/mK con calorifugado

Tabla A.3.2.2. Transmisión de calor de las líneas de traceado a la línea de producto. [5]

		Acero (Diámetro de paso)								Cobre (Diámetro exterior)							
		3 bar r		5 bar r		7 bar r		9 bar r		3 bar r		5 bar r		7 bar r		9 bar r	
Diámetro traceado		15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm	15 mm	20 mm
Temperatura del producto en °C	10	113	145	125	161	135	174	143	184	80	107	89	119	96	129	102	135
	50	79	101	92	118	101	130	109	141	56	75	65	87	72	97	78	104
	75	58	74	71	91	80	103	88	114	41	55	50	67	57	77	63	84
	100	37	47	50	64	59	76	67	86	26	35	35	47	42	56	48	64
	150	-	-	8	10	17	22	25	32	-	-	5	7	12	16	18	24

Para determinar el caudal que pasa a través de la línea de traceado se usa la siguiente ecuación:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q} L^{3,6}}{h_{fg}} \quad (\text{E. A.3.2.1})$$

Donde la Q es la pérdida de calor seleccionada en la tabla A.2.3.1, L la longitud de la tubería y h_{fg} es la entalpía específica de evaporación 2.086 kJ/kg a 5 bar.

Para las tuberías del circuito acotado las cuales son de 8" y 200 m el caudal de vapor requerido es de 24,9kg/s.

A continuación, para determinar la presión y la temperatura de salida del vapor por la tubería de traceado, se calcula la pérdida de carga para así saber la presión final y con la tabla de propiedades del agua saber la temperatura de salida.

Se calcula la pérdida de carga de la tubería de traceado igual que en el apartado A.2.1. Cambiando los valores por los de las propiedades del agua a 180 °C. [7] Para diámetros mayores de 10 mm las líneas de traceado son de 50,0 m. La temperatura de salida será de 140°C, temperatura de condensación del agua.

A.3.3. Cálculo del grosor del aislamiento con el traceado de vapor

Para terminar con los cálculos del traceado de vapor, se ha calculado el grosor del aislamiento para el conjunto de traceado y vapor. Para ello se ha usado el documento: *Aislamiento térmico de tuberías con acompañamiento*. [8]

En la siguiente imagen se puede observar las constantes a calcular para determinar el grosor del aislamiento térmico.

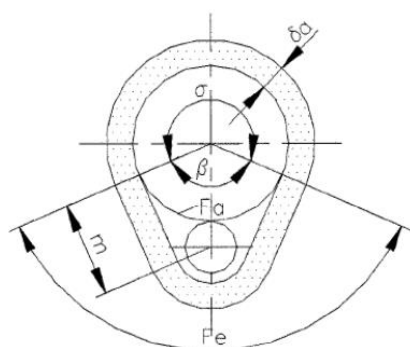


Figura A.3.3.1. Tuberías de traceado de vapor con ángulo selectivo de calentamiento. [8]

Una vez determinados los datos principales, ver tabla A.3.3.1. Se calculan los ángulos selectivos de calentamiento. Con las ecuaciones E.3.3.1. y E.3.3.2.

Tabla A.3.3.1. Datos principales para el cálculo del grosor de aislamiento, fibra de vidrio.

Variable	Valor
d_2	168 mm
d_{AC}	20,0 mm
t_p	100 °C
t_{AC}	180 °C
t_0	25 °C
Tuberías al intemperie	-
λ_a	0,074 W/m°C ^[10]
α_A	22,0 W/m ² °C
α_{AC}	14,5 W/m ² °C
α_2	20,0 W/m ² °C
α_1	12,0 W/m ² °C ^[9]

$$\beta = \cos^{-1} \left(\frac{d_2 - d_{AC} - 0,02}{d_2 + d_{AC}} \right) \quad (\text{E.A.3.3.1})$$

$$\theta = 360 - \beta \quad (\text{E.A.3.3.2})$$

Los ángulos calculados son de 55,7° y 304° respectivamente. Una vez determinados los ángulos, se calcula la magnitud auxiliar m y las áreas F_{AC} , F_A , F_E .

$$m = \sqrt{(d_2 - 0,01)(d_{AC} + 0,01)} \quad (\text{E.A. 3.3.3})$$

$$F_{AC} = \pi d_{AC} \quad (\text{E.A. 3.3.4})$$

$$F_A = \frac{\beta}{360} \pi d_2 \quad (\text{E.A. 3.3.5})$$

$$F_E = \frac{\beta}{360} \pi (d_{AC} + 2 \delta_A + 0,02) + 2m \quad (\text{E.A 3.3.6})$$

El resultado de las magnitud auxiliar m es de $0,069 \text{ m}^2/\text{m}$ y las áreas $0,063$, $0,082$, $0,216 \text{ m}^2/\text{m}$ respectivamente. Donde δ_A es el grosor del aislante, y se escoge un valor similar a $0,06$ para empezar a iterar. A continuación de calculan las resistencias térmica R_{AC} , R_A , R_E .

$$R_{AC} = \frac{1}{\alpha_{AC}} \quad (\text{E.A 3.3.7})$$

$$R_A = \frac{1}{\alpha_A} \quad (\text{E.A 3.3.8})$$

$$R_E = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_A}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (\text{E.A 3.3.9})$$

El resultado del de las resistencia es de $0,045$, $0,069$ y $0,118 \text{ m}^2\text{C}/\text{W}$ respectivamente. Ahora, se determina el valor de la temperatura del aire en el interior de la cavidad termoaislada, con la ecuación E.3.3.10 y su valor es de $122 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$t_1 = \frac{\frac{F_{AC}t_{AC} + \frac{F_A t_p}{R_A} + \frac{F_E t_0}{R_E}}{\frac{F_{AC}}{R_{AC}} + \frac{F_A}{R_A} + 1,25 \frac{F_E}{R_E}}}{\frac{F_{AC}}{R_{AC}} + \frac{F_A}{R_A} + 1,25 \frac{F_E}{R_E}} \quad (\text{E.A 3.3.10})$$

Ahora con las misma ecuaciones se ha realizado un cálculo iterativo para encontrar el grosor del aislante, usando como referencia que la t_1 ha de ser igual a $116 \text{ }^\circ\text{C}$ por la transferencia de calor des del traceado de vapor hacía la tubería de aceite térmico. Y el grosor obtenido es de 140 mm

Se compara este valor con los grosores comerciales y el valor comercial es de 150 mm , en la empresa Española Isover[®] [10]

A.4.DISEÑO DEL GROSOR DEL AISLANTE DE LAS TUBERÍAS

La temperatura más alta del aceite térmico es de 250 °C. Se ha fijado como temperatura mínima requerida para instalar aislante a 60°C; ya que, aunque a esta temperatura los operarios no se podrían quemar al tocar la tubería, se evitará pérdida de calor del fluido. Se ha escogido como material aislante la Lana de roca, porque es un material económico, da mayor aislamiento térmico y es fácil de instalar; comparado con el resto de materiales (silicato de calcio y fibra de vidrio), además de no ser combustible.

Y concretamente el material a instar es *Tech Pipe Section MT 4.1*, ya que está dentro del rango de temperatura al cual trabaja el circuito térmico. Este material corresponde a la empresa Isover Tech,. En la siguiente tabla se puede observar el grosor mínimo del aislante respecto la temperatura del fluido:

Tabla A.4.1. Aislamiento mínimo recomendado según la empresa Isover, según la temperatura de trabajo de la tubería^[10]

Tuberías		°C Temperatura del fluido <=										
Diámetro nominal		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	500
Di (")	Di (mm)	Espesor de aislamiento (mm)*										
1	34	40	50	60	80	100	120	120	140	160	200	200
1 1/2	48	50	60	80	80	100	120	140	160	180	200	220
2	60	50	60	80	100	100	120	140	160	190	210	220
2 1/2	73	60	80	100	100	110	130	140	170	190	210	230
3	89	60	80	100	110	110	130	150	180	200	220	240
4	114	80	80	110	110	120	140	160	180	210	240	250
6	168	80	80	110	120	130	150	170	190	230	260	280
8	219	80	100	120	130	130	160	180	200	240	270	290
10	273	100	100	120	130	140	170	190	210	250	290	310
12	324	100	100	120	130	140	170	200	220	260	300	320
14	356	120	120	130	140	140	180	200	230	260	300	320
16	407	120	120	130	140	150	180	200	230	270	310	330
18	457	120	120	130	140	150	180	210	240	280	320	340
20	508	120	120	130	140	150	190	210	240	280	320	350
22	559	120	130	140	150	150	190	220	250	290	330	350
24	609	130	140	140	150	150	190	220	250	290	330	360

Finalmente, en la tabla A.4.2 se pueden encontrar los grosores de aislamiento para los diferentes diámetros de tubería del circuito, a las temperaturas de trabajo pertinentes:

Tabla A.4.2. Resultados del cálculo del aislante

Diámetro nominal de la tubería	Temperatura de operación (°C)	Grosor del aislante comercial (mm)
1"	150	60,0
1"	250	80,0
2"	250	100
3"	250	110
4"	250	110
6"	250	120

A.6. DISEÑO DE TANQUE DE EXPANSIÓN

El tanque de expansión es un equipo clave del circuito de calentamiento térmico. Se ha optado por instalar un *Double Leg Drop*, como mejora, que permite la desgasificación del circuito.

Además, para proteger de la degradación del fluido térmico, se va a suministrar N_2 , que formará una manta entre el aceite térmico y la cámara de aire/gases que queda en el tanque. Con el N_2 se consigue el barrido de los gases indeseables hacia antorcha para ser eliminados de forma segura.

A.6.1. Cálculo de presión de entrada de N_2 y soporte del circuito de dicha presión

Para suministrar el N_2 , la opción más adecuada es mediante una válvula *blanketing* que se conecta al tanque. Se procede al cálculo de la presión de entrada del N_2 que resulta a partir de las especificaciones de una válvula comercial^[11].

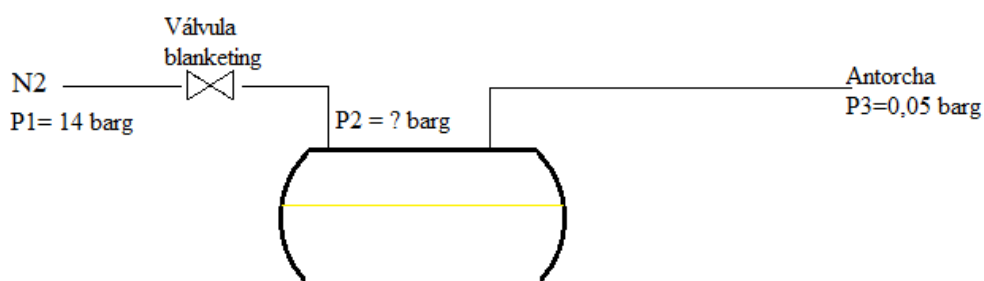


Figura A.5.1.1. Esquema de la entrada y salida de nitrógeno en el tanque de expansión.

Para calcular la presión de entrada del N_2 al tanque de expansión se ha calculado la pérdida de carga de la tubería que va del tanque de expansión a antorcha, la cual se sabe el caudal y el diámetro de la tubería, que vienen proporcionados por la válvula para un tanque de unas dimensiones de $11,46 \text{ m}^3$. Y con estos dos datos se calcula la pérdida de carga, como en el apartado A.2.1.

Una vez calculada la pérdida de carga de la tubería, sabiendo la presión de inyección del N_2 a antorcha, se puede determinar la presión de entrada al tanque, ya que la suma de la pérdida de carga y la de inyección a antorcha es igual a la presión de entrada de nitrógeno.

Tabla A.6.1.1. Cálculo presión entrada de N_2 al tanque de expansión.

Descripción	Variable	Valor	Unidades
Presión de la <i>utility</i>	P1	14,0	barg
Presión de entrada al tanque	P2	1,23	barg
Presión de entrada a la antorcha	P3	0,05	barg
Caudal suministro N_2	Q	$4,7 \cdot 10^{-4}$	m ³ /s

Tabla A.6.1.1. Cálculo presión entrada de N₂ al tanque de expansión. (Continuación)

Descripción	Variable	Valor	Unidades
Diámetro tubería entrada N ₂	Ø _{N₂}	0,025	m
Área tubería entrada N ₂	A	5,1·10 ⁻⁴	m ²
Velocidad entrada N ₂	v	0,932	m/s
Densidad N ₂	d	1,17	Kg/m ³
<i>Reynolds</i>	Re	1,59·10 ³	-
Cantante de fricción	f	0,057	-
Longitud desde salida tanque hasta antorcha	L	120	m
Pérdida carga	ΔP	1,18	barg

La presión que debería soportar el tanque si se introduce el N₂, sería de 1,23 barg. A continuación, se calcula la presión nominal que puede soportar el tanque para saber si podría aguantar esta presión extra.

El tanque actual es toriesférico. A partir de sus especificaciones, material y la fórmula de espesor de este tipo de tanques, se puede saber su presión de diseño.

Como tiene un tamaño relativamente pequeño, se aproxima el grosor de la base y el fondo al mismo que el cuerpo cilíndrico.

$$t_{cilindro} = \frac{PR}{SE-0,6P} + C1 \quad (\text{E.A.6.1.1})$$

Tabla A.6.1.2. Datos de partida y resultado presión nominal tanque actual

Descripción	Variable	Valor	Unidades
Espesor	t	0,01	m
Radio interno tanque	R	0,85	M
Límite elástico (a 250°C)	S	113	MPa
Factor de soldadura	E	0,85	-
Margen de corrosión	C1	3,00	mm
Presión que puede soportar	P	7,86	barg

En principio, el tanque actual puede soportar hasta 7,86bargy, por lo tanto, podría aguantar la entrada de 1,23 barg de N₂.

Ahora se ha de demostrar que la bomba puede soportar esta presión de 1,23 barg añadida al tanque de expansión. Para ello, se suman estos bares a la aspiración e impulsión de la bomba por lo que la impulsión serían de 11,1, y esta no tendría que superar la presión nominal de la bomba de 11,4 barg. Y la aspiración de la bomba sería de 1,51 barg.

Por lo que en conclusión, la bomba si puede soportar este incremento de presión.

Y finalmente, se ha de demostrar que la bomba no cavita por este incremento de presión, y para ello se ha calculado el NPSH disponible, el cual tiene que ser más grande que el requerido proporcionado por la bomba, 5,70 m.

$$\text{NPSH}_{\text{disponible}} = \frac{P_{\text{aspiración}} - P_{\text{vapor}}}{\rho g} \quad (\text{E.A.6.1.2})$$

Donde la presión de aspiración es de 11,4 barg (pérdida de carga nominal de la bomba) menos 9,89 barg, pérdida de carga calculado de la bomba más la presión del nitrógeno de 1,23 barg. La presión de vapor es 0,02 barg, y la densidad es la mayor en el circuito 774 kg/m³ (220 °C).

Finalmente el NPSH disponible es de 37,3 m el cual es mayor a 5,70 barg, y por lo tanto la bomba no cavitará.

A.6.2. Diseño de un sifón con cierre hidráulico

Se ha determinado la necesidad de instalar un sifón con cierre hidráulico para evitar el paso del nitrógeno hacia los tanques de drenaje. El sifón se instalará en la línea de rebose, la cual se usa en caso de sobre nivel del fluido térmico, como no sale producto habitualmente, el fluido de dentro del sifón estará estático.

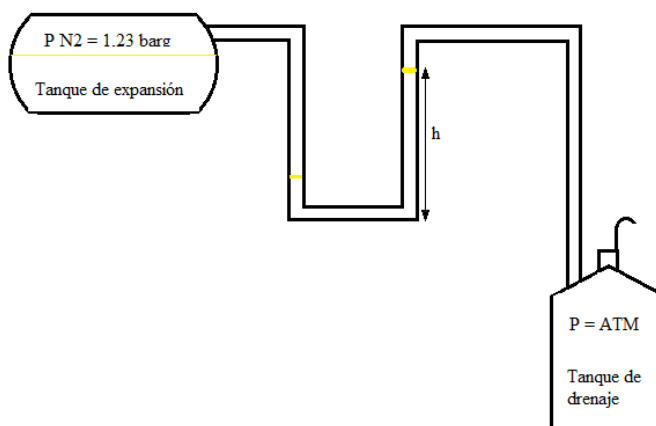


Figura A.6.2.1. Esquema del Sifón

El sifón contiene una columna de líquido para ejercer una presión en la línea de rebose y evitar así el paso del nitrógeno. Esta altura se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_A = P_C + \rho h_b g \quad (\text{E. A.6.2.1})$$

Conociendo el valor de las presiones P_A 1,23 barg i P_B 1,00 barg, se puede determinar la h_b la cual nos da un valor de 2,93 m. De esta altura depende la altura total del sifón y la presión del sifón.

$$P_B = \rho h_b g \quad (\text{E. A.6.2.2})$$

Finalmente, la presión del sifón es de 0,23barg

A.7.FICHAS DE SEGURIDAD DE LOS COMPONENTES DEL CIRCUITO

- Aceite térmico
- Nitrógeno

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa**1.1 Identificador del producto****Nombre** : CEPSA DIATERMO**Tipo** : Aceite Lubricante.**Código del producto** : 61069**1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados****Usos específicos**

Aplicaciones industriales

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad**Proveedor/Fabricante** : CEPSA Comercial Petróleo, S.A.U.
Distribuidor o Importador : Torre CEPSA, Paseo de la Castellana 259 A
Producto : 28046 Madrid - España
Correo electrónico : tuteladeproducto@cepsa.com
productstewardship@cepsa.com**Número de teléfono** : +34 913 376 000**Horas de funcionamiento /** : 07:30 - 19:30 (CET)**Limitaciones a la información****1.4 Teléfono de emergencia 24h**

Región / País	Idioma	Número de teléfono
Europa	Inglés, Albanés, Búlgaro, Checo, Danés, Holandés, Finlandés, Francés, Alemán, Griego, Húngaro, Italiano, Lituano, Noruego, Polaco, Portugués, Rumano, Ruso, Serbio-Croata, Eslovaco, Español, Sueco, Turco, Ucraniano	+44 1235 239670
España	Inglés, Español	+34 91 114 2520

Centro de información toxicológica/organismo asesor nacional**Número de teléfono** : 91 562 04 20**Horas de funcionamiento /** : 24h**Limitaciones a la información****SECCIÓN 2: Identificación de los peligros****2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla****Resultado Clasificación** : El producto está clasificado como peligroso según el Reglamento (CE) 1272/2008 con las enmiendas correspondientes.**Clasificación de acuerdo con el Reglamento (CE) nº 1272/2008 [CLP/GHS]** : Asp. Tox. 1, H304

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión: 4

Frasas de advertencia adicionales (EUH) : **EUH208** - Contiene ácido (4-nonilfenoxi)acético. Puede provocar una reacción alérgica.

Consultar en la Sección 16 el texto completo de las frases H arriba declaradas.
En caso de requerir información más detallada relativa a los síntomas y efectos sobre la salud, consulte en la Sección 11.

2.2 Elementos de la etiqueta**Pictogramas de peligro** :**Palabra de advertencia** : Peligro**Indicaciones de peligro** : H304 Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.**Consejos de prudencia****General**

P103 - Leer la etiqueta antes del uso.
P102 - Mantener fuera del alcance de los niños.
P101 - Si se necesita consejo médico, tener a mano el envase o la etiqueta.

Prevención

: No aplicable.

Respuesta: **P301 + P310 + P331** - EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un centro de información toxicológica o a un médico. NO provocar el vómito.**Almacenamiento**: **P405** - Guardar bajo llave.**Eliminación**: **P501** - Eliminar el contenido y el recipiente de acuerdo con las normativas locales, regionales, nacionales e internacionales.**Ingredientes peligrosos**: **Destilados** (petróleo), fracción parafínica ligera desparafinada con disolvente**Elementos suplementarios que deben figurar en las etiquetas** : **EUH208** - Contiene ácido (4-nonilfenoxi)acético. Puede provocar una reacción alérgica.**Anexo XVII - Restricciones a la fabricación, la comercialización y el uso de determinadas sustancias, mezclas y artículos peligrosos** : No aplicable.**Requisitos especiales de envasado****Recipientes que deben ir provistos de un cierre de seguridad para niños** : **Sí**, se aplica.**Advertencia de peligro táctil** : **Sí**, se aplica.**2.3 Otros peligros****Otros peligros que no conducen a una clasificación** : No se conoce ninguno.

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes**Sustancia/Mezcla** : Mezcla**Descripción** : Producto formulado con bases lubricantes y aditivos de alta calidad. La base lubricante contiene menos del 3% de PCA's (extracto DMSO medido según IP 346).

Nombre del producto o ingrediente	Identificadores	%	Clasificación	
			Reglamento (CE) nº. 1272/2008 [CLP]	Tipo
1) destilados (petróleo), fracción parafínica pesada desparafinada con disolvente	REACH #: 01-2119471299-27 CE: 265-169-7 CAS: 64742-65-0 Índice: 649-474-00-6	>=50 - <75	No clasificado.	[2]
2) destilados (petróleo), fracción parafínica ligera desparafinada con disolvente	CE: 265-159-2 CAS: 64742-56-9 Índice: 649-469-00-9	>=35 - <50	Asp. Tox. 1, H304 Consultar en la Sección 16 el texto completo de las frases H arriba declaradas.	[1] [2]

No hay ningún ingrediente adicional presente que, bajo el conocimiento actual del proveedor y en las concentraciones aplicables, sea clasificado como de riesgo para la salud o el medio ambiente, como PBT o mPmB o tenga asignado un límite de exposición laboral y por lo tanto deban ser reportados en esta sección.

Si no aparecen números de registro REACH, bien la sustancia está exenta de registro, no supera el umbral de volumen mínimo que requiere registro, no ha vencido aún el plazo para su registro o esa información es privada.

Tipo

[1] Sustancia clasificada con un riesgo a la salud o al medio ambiente

[2] Sustancia con límites de exposición profesionales

[3] La sustancia cumple los criterios de PBT según el Reglamento (CE) nº. 1907/2006, Anexo XIII

[4] La sustancia cumple los criterios de mPmB según el Reglamento (CE) nº. 1907/2006, Anexo XIII

[5] Sustancia que suscite un grado de preocupación equivalente

Los límites de exposición laboral, en caso de existir, figuran en la sección 8.

SECCIÓN 4: Primeros auxilios**4.1 Descripción de los primeros auxilios****Contacto con los ojos** : Enjuagar los ojos inmediatamente con mucha agua, levantando de vez en cuando los párpados superior e inferior. Verificar si la víctima lleva lentes de contacto y en este caso, retirárselas. Continúe enjuagando por lo menos durante 10 minutos. Buscar atención médica si se produce una irritación.**Inhalación** : Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Si no hay respiración, ésta es irregular u ocurre un paro respiratorio, el personal capacitado debe proporcionar respiración artificial u oxígeno. Puede ser peligroso para la persona que proporcione ayuda aplicar la respiración boca-a-boca. Consiga atención médica si persisten los efectos de salud adversos o son severos. Si está inconsciente, coloque en posición de recuperación y consiga atención médica inmediatamente. Asegure una buena circulación de aire. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón.

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión:27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión:4

- Contacto con la piel** : Lave con agua abundante la piel contaminada. Quítese la ropa y calzado contaminados. Busque atención médica si se presentan síntomas. Lavar la ropa antes de volver a usarla. Limpiar completamente el calzado antes de volver a usarlo.
- Ingestión** : Obtenga atención médica inmediatamente. Llamar a un centro de información toxicológica o a un médico. Lave la boca con agua. Retirar las prótesis dentales si es posible. Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar. Si se ha ingerido material y la persona expuesta está consciente, suminístrele pequeñas cantidades de agua para beber. Deje de proporcionarle agua si la persona expuesta se encuentra mal ya que los vómitos pueden ser peligrosos. Peligro de aspiración si se ingiere. Puede alcanzar los pulmones y causar daños. No induzca al vómito. Si vomita, mantener la cabeza baja de manera que el vómito no entre en los pulmones. No suministrar nada por vía oral a una persona inconsciente. Si está inconsciente, coloque en posición de recuperación y consiga atención médica inmediatamente. Asegure una buena circulación de aire. Aflojar todo lo que pudiera estar apretado, como el cuello de una camisa, una corbata, un cinturón.
- Protección del personal de primeros auxilios** : No se debe realizar ninguna acción que suponga un riesgo personal o sin formación adecuada. Puede ser peligroso para la persona que proporcione ayuda aplicar la respiración boca-a-boca.

4.2 Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

Efectos agudos potenciales para la salud

- Contacto con los ojos** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Inhalación** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Contacto con la piel** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.
- Ingestión** : Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

Signos/síntomas de sobreexposición

- Contacto con los ojos** : Ningún dato específico.
- Inhalación** : Ningún dato específico.
- Contacto con la piel** : Ningún dato específico.
- Ingestión** : Los síntomas adversos pueden incluir los siguientes:
náusea o vómito

4.3 Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

- Notas para el médico** : Tratar sintomáticamente. Contactar un especialista en tratamientos de envenenamientos inmediatamente si se ha ingerido o inhalado una gran cantidad.
- Tratamientos específicos** : No hay un tratamiento específico.

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios

5.1 Medios de extinción

- Apropiado(s)** : En caso de incendio, use agua pulverizada (neblina), espuma, productos químicos secos o CO₂.
- No apropiado(s)** : No usar chorro de agua.

5.2 Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

- Peligros derivados de la sustancia o mezcla** : La presión puede aumentar y el contenedor puede explotar en caso de calentamiento o incendio.

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

Productos de descomposición térmica peligrosos : Ningún dato específico.

5.3 Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

Medidas especiales que deben tomar los equipos de lucha contra incendios : En caso de incendio, aislar rápidamente la zona, evacuando a todas las personas de las proximidades del lugar del incidente. No se debe realizar ninguna acción que suponga un riesgo personal o sin formación adecuada.

Equipo de protección especial para el personal de lucha contra incendios : Los bomberos deben llevar equipo de protección apropiado y un equipo de respiración autónomo con una máscara facial completa que opere en modo de presión positiva. Las prendas para bomberos (incluidos cascos, guantes y botas de protección) conformes a la norma europea EN 469 proporcionan un nivel básico de protección en caso de incidente químico.

Medidas de lucha contra incendios : Los bomberos deben llevar equipo de protección apropiado y un equipo de respiración autónomo con una máscara facial completa que opere en modo de presión positiva.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental

6.1 Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia

Para el personal que no forma parte de los servicios de emergencia : No se debe realizar ninguna acción que suponga un riesgo personal o sin formación adecuada. Evacuar los alrededores. No deje que entre el personal innecesario y sin protección. No toque o camine sobre el material derramado. Evite respirar vapor o neblina. Proporcione ventilación adecuada. Llevar un aparato de respiración apropiado cuando el sistema de ventilación sea inadecuado. Llevar puesto un equipo de protección individual adecuado.

Para el personal de emergencia : Si se necesitan prendas especiales para gestionar el vertido, tomar en cuenta las informaciones recogidas en la Sección 8 en relación a los materiales adecuados y no adecuados. Consultar también la información mencionada en "Para personal de no emergencia".

6.2 Precauciones relativas al medio ambiente : Evitar la dispersión del material derramado, su contacto con el suelo, las vías fluviales, las tuberías de desagüe y las alcantarillas. Informar a las autoridades pertinentes si el producto ha causado contaminación medioambiental (alcantarillas, vías fluviales, suelo o aire).

6.3 Métodos y material de contención y de limpieza

Derrame pequeño : Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Diluir con agua y fregar si es soluble en agua. Alternativamente, o si es insoluble en agua, absorber con un material seco inerte y colocar en un contenedor de residuos adecuado. Para la eliminación use un contratista autorizado.

Gran derrame : Detener la fuga si esto no presenta ningún riesgo. Retire los envases del área del derrame. Aproximarse al vertido en el sentido del viento. Evite que se introduzca en alcantarillas, canales de agua, sótanos o áreas reducidas. Lave los vertidos hacia una planta de tratamiento de efluentes o proceda como se indica a continuación. Detener y recoger los derrames con materiales absorbentes no combustibles, como arena, tierra, vermiculita o tierra de diatomeas, y colocar el material en un envase para desecharlo de acuerdo con las normativas locales. Para la eliminación use un contratista autorizado. El material absorbente contaminado puede presentar el mismo riesgo que el producto derramado.

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión: 4

6.4 Referencia a otras secciones : Consultar en la Sección 1 la información de contacto en caso de emergencia.
Consultar en la Sección 8 la información relativa a equipos de protección personal apropiados.
Consulte en la Sección 13 la información adicional relativa al tratamiento de residuos.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento

La información recogida en esta sección contiene consejos e indicaciones generales. La lista de Usos identificados en la Sección 1 debe ser consultada para cualquier información disponible de uso específico mencionada en Escenario(s) de Exposición.

7.1 Precauciones para una manipulación segura

- Medidas de protección** : Usar un equipo de protección personal adecuado (Consultar Sección 8). No ingerir. Evite el contacto con los ojos, la piel y la ropa. Evite respirar vapor o neblina. Consérvese en su envase original o en uno alternativo aprobado fabricado en un material compatible, manteniéndose bien cerrado cuando no esté en uso. Los envases vacíos retienen residuos del producto y pueden ser peligrosos. No vuelva a usar el envase.
- Información relativa a higiene en el trabajo de forma general** : Deberá prohibirse comer, beber o fumar en los lugares donde se manipula, almacena o trata este producto. Los trabajadores deberán lavarse las manos y la cara antes de comer, beber o fumar. Retirar el equipo de protección y las ropas contaminadas antes de acceder a zonas donde se coma. Consultar también en la Sección 8 la información adicional sobre medidas higiénicas.

7.2 Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

Conservar de acuerdo con las normativas locales. Almacenar en el contenedor original protegido de la luz directa del sol en un área seca, fresca y bien ventilada, separado de materiales incompatibles (ver Sección 10) y comida y bebida. Guardar bajo llave. Mantener el contenedor bien cerrado y sellado hasta el momento de usarlo. Los envases abiertos deben cerrarse perfectamente con cuidado y mantenerse en posición vertical para evitar derrames. No almacenar en contenedores sin etiquetar. Utilícese un envase de seguridad adecuado para evitar la contaminación del medio ambiente.

7.3 Usos específicos finales

- Recomendaciones** : No disponible.
- Soluciones específicas del sector industrial** : No disponible.

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

La información recogida en esta sección contiene consejos e indicaciones generales. La lista de Usos identificados en la Sección 1 debe ser consultada para cualquier información disponible de uso específico mencionada en Escenario(s) de Exposición.

8.1 Parámetros de control

Límites de exposición profesional

Nombre del producto o ingrediente	Valores límite de la exposición
destilados (petróleo), fracción parafínica pesada desparafinada con disolvente	INSHT (España, 1/2015). Absorbido a través de la piel. VLA-ED: 5 mg/m ³ 8 horas. Forma: nieblas VLA-EC: 10 mg/m ³ 15 minutos. Forma: nieblas
destilados (petróleo), fracción parafínica ligera desparafinada con disolvente	INSHT (España, 1/2015). VLA-ED: 5 mg/m ³ 8 horas. Forma: nieblas VLA-EC: 10 mg/m ³ 15 minutos. Forma: nieblas

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión: 4

Procedimientos recomendados de control : Si este producto contiene ingredientes con límites de exposición, puede ser necesaria la supervisión personal, del ambiente de trabajo o biológica para determinar la efectividad de la ventilación o de otras medidas de control y/o la necesidad de usar un equipo de protección respiratoria. Deben utilizarse como referencia normas de monitorización como las siguientes: Norma europea EN 689 (Atmósferas en los lugares de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de medición) Norma europea EN 14042 (Atmósferas en los lugares de trabajo. Directrices para la aplicación y uso de procedimientos para evaluar la exposición a agentes químicos y biológicos) Norma europea EN 482 (Atmósferas en los lugares de trabajo. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos para la medida de agentes químicos) Deberán utilizarse asimismo como referencia los documentos de orientación nacionales relativos a métodos de determinación de sustancias peligrosas.

Niveles con efecto derivado

No hay valores DEL disponibles.

Concentraciones previstas con efecto

No hay valores PEC disponibles.

8.2 Controles de la exposición

Controles técnicos apropiados : Una ventilación usual debería ser suficiente para controlar la exposición del obrero a los contaminantes aerotransportados.

Medidas de protección individual

Medidas higiénicas : Lave las manos, antebrazos y cara completamente después de manejar productos químicos, antes de comer, fumar y usar el lavabo y al final del período de trabajo. Usar las técnicas apropiadas para eliminar ropa contaminada. Lavar las ropas contaminadas antes de volver a usarlas. Verifique que las estaciones de lavado de ojos y duchas de seguridad se encuentren cerca de las estaciones de trabajo.

Protección de los ojos/la cara : Se debe usar un equipo protector ocular que cumpla con las normas aprobadas cuando una evaluación del riesgo indique que es necesario, a fin de evitar toda exposición a salpicaduras del líquido, lloviznas, gases o polvos. Si es posible el contacto, se debe utilizar la siguiente protección, salvo que la valoración indique un grado de protección más alto: gafas de seguridad con protección lateral. Recomendado: Gafas de seguridad.

Protección de la piel

Protección de las manos : Si una evaluación del riesgo indica que es necesario, se deben usar guantes químico-resistentes e impenetrables que cumplan con las normas aprobadas siempre que se manejen productos químicos. Tomando en consideración los parámetros especificados por el fabricante de los guantes, comprobar durante el uso que los guantes siguen conservando sus propiedades protectoras. Hay que observar que el tiempo de paso de cualquier material utilizado con guantes puede ser diferente para distintos fabricantes de guantes. En el caso de mezclas, consistentes en varias sustancias, no es posible estimar de manera exacta, el tiempo de protección que ofrecen los guantes.

Protección corporal : Ropas de protección Guantes de goma o sintéticos, cloruro de polivinilo (PVC)

Otro tipo de protección cutánea : Calzado protector adecuado.

Protección respiratoria : En caso de ventilación insuficiente, llevar equipo de protección respiratoria.

Controles de exposición medioambiental : Se deben verificar las emisiones de los equipos de ventilación o de los procesos de trabajo para verificar que cumplen con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente. En algunos casos para reducir las emisiones hasta un nivel aceptable, será necesario usar depuradores de humo, filtros o modificar el diseño del equipo del proceso.

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO
Código del producto: 61069Fecha de emisión: 27/06/2016.
Versión: 4**SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas****9.1 Información sobre propiedades físicas y químicas básicas**

Estado físico	: Líquido.
Color	: ASTM 2.0
Olor	: Característico.
Umbral olfativo	: No disponible.
pH	: No disponible.
Punto de fusión/punto de congelación	: -12°C
Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición	: No disponible.
Punto de inflamación	: Vaso cerrado: 200°C Vaso abierto: >202°C
Tasa de evaporación	: No disponible.
Inflamabilidad (sólido, gas)	: No disponible.
Tiempo de Combustión	: No aplicable.
Velocidad de Combustión	: No aplicable.
Límites superior/inferior de inflamabilidad o de explosividad	: No disponible.
Presión de vapor	: No disponible.
Densidad de vapor	: No disponible.
Densidad relativa	: No disponible.
Densidad	: 0,8622 g/cm ³ [15°C]
Solubilidad(es)	: Insoluble en los siguientes materiales: agua fría y agua caliente.
Coefficiente de reparto n-octanol/agua	: No disponible.
Temperatura de auto-inflamación	: No disponible.
Temperatura de descomposición	: No disponible.
Viscosidad	: Cinemática (40°C): 0,19 cm ² /s
Propiedades explosivas	: No disponible.
Propiedades comburentes	: No disponible.

9.2 Información adicional

Ninguna información adicional.

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**10.1 Reactividad** : No hay datos de ensayo disponibles sobre la reactividad de este producto o sus componentes.**10.2 Estabilidad química** : El producto es estable.

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

10.3 Posibilidad de reacciones peligrosas : En condiciones normales de almacenamiento y uso, no se producen reacciones peligrosas.

10.4 Condiciones que deben evitarse : Ningún dato específico.

10.5 Materiales incompatibles : Ningún dato específico.

10.6 Productos de descomposición peligrosos : En condiciones normales de almacenamiento y uso, no se deberían formar productos de descomposición peligrosos.

SECCIÓN 11: Información toxicológica

11.1 Información sobre los efectos toxicológicos

Toxicidad aguda

Nombre del producto o ingrediente	Resultado	Especies	Dosis	Exposición
destilados (petróleo), fracción parafínica pesada desparafinada con disolvente	DL Dérmica	Conejo	>5 g/kg	-
destilados (petróleo), fracción parafínica ligera desparafinada con disolvente	DL Oral	Rata	>5 g/kg	-
	DL50 Dérmica	Conejo	>5000 mg/kg	-
	DL50 Oral	Rata	>5000 mg/kg	-
	DL50 Dérmica	Conejo	>5000 mg/kg	-
	DL50 Oral	Rata	>5000 mg/kg	-

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Estimaciones de toxicidad aguda

No disponible.

Irritación/Corrosión

Conclusión/resumen:

Piel : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Ojos : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Respiratoria : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Sensibilización

Conclusión/resumen:

Piel : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Respiratoria : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Mutagénesis

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Carcinogenicidad

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Toxicidad para la reproducción

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Teratogenicidad

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión:27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión:4

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única

No disponible.

Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida

No disponible.

Peligro de aspiración

Nombre del producto o ingrediente	Resultado
destilados (petróleo), fracción parafínica ligera desparafinada con disolvente	PELIGRO POR ASPIRACIÓN - Categoría 1

Información sobre posibles vías de exposición : No disponible.**Efectos agudos potenciales para la salud****Contacto con los ojos** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Inhalación** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Contacto con la piel** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Ingestión** : Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.**Síntomas relacionados con las características físicas, químicas y toxicológicas****Contacto con los ojos** : Ningún dato específico.**Inhalación** : Ningún dato específico.**Contacto con la piel** : Ningún dato específico.**Ingestión** : Los síntomas adversos pueden incluir los siguientes:
náusea o vómito**Efectos retardados e inmediatos, así como efectos crónicos producidos por una exposición a corto y largo plazo****Exposición a corto plazo****Posibles efectos inmediatos** : No disponible.**Posibles efectos retardados** : No disponible.**Exposición a largo plazo****Posibles efectos inmediatos** : No disponible.**Posibles efectos retardados** : No disponible.**Efectos crónicos potenciales para la salud**

No disponible.

Conclusión/resumen : En base a los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación.**General** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Carcinogenicidad** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Mutagénesis** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Teratogenicidad** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Efectos de desarrollo** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Efectos sobre la fertilidad** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**Información adicional** : No disponible.

Nombre del producto : CEPSA DIATERMO

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: 61069

Versión: 4

SECCIÓN 12: Información ecológica**12.1 Toxicidad****Conclusión/resumen** : No disponible.**12.2 Persistencia y degradabilidad****Conclusión/resumen** : No disponible.**12.3 Potencial de bioacumulación**

No disponible.

12.4 Movilidad en el suelo**Coefficiente de partición
tierra/agua (K_{oc})** : No disponible.**Movilidad** : No disponible.**12.5 Resultados de la valoración PBT y mPmB****PBT** : No aplicable.**mPmB** : No aplicable.**12.6 Otros efectos adversos** : No se conocen efectos significativos o riesgos críticos.**SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**

La información recogida en esta sección contiene consejos e indicaciones generales. La lista de Usos identificados en la Sección 1 debe ser consultada para cualquier información disponible de uso específico mencionada en Escenario(s) de Exposición.

13.1 Métodos para el tratamiento de residuos**Producto****Métodos de eliminación** : Evitar o minimizar la generación de residuos cuando sea posible. La eliminación de este producto, sus soluciones y cualquier derivado deben cumplir siempre con los requisitos de la legislación de protección del medio ambiente y eliminación de desechos y todos los requisitos de las autoridades locales. Desechar los sobrantes y productos no reciclables por medio de un contratista autorizado a su eliminación. Los residuos no se deben tirar por la alcantarilla sin tratar a menos que sean compatibles con los requisitos de todas las autoridades con jurisdicción.**Residuos Peligrosos** : La clasificación del producto puede cumplir los criterios de mercancía peligrosa.**Empaquetado****Métodos de eliminación** : Evitar o minimizar la generación de residuos cuando sea posible. Los envases residuales deben reciclarse. Sólo se deben contemplar la incineración o el enterramiento cuando el reciclaje no sea factible.**Precauciones especiales** : Eliminense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones posibles. Deben tomarse precauciones cuando se manipulen recipientes vaciados que no hayan sido limpiados o enjuagados. Los envases vacíos o los revestimientos pueden retener residuos del producto. Evitar la dispersión del material derramado, su contacto con el suelo, las vías fluviales, las tuberías de desagüe y las alcantarillas.

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte

	ADR/RID	ADN	IMDG	IATA
14.1 Número ONU	No regulado.	No regulado.	Not regulated.	No regulado.
14.2 Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas	-	-	-	-
14.3 Clase(s) de peligro para el transporte	-	-	-	-
14.4 Grupo de embalaje	-	-	-	-
14.5 Peligros para el medio ambiente	No.	No.	No.	No.
14.6 Precauciones particulares para los usuarios	Transporte dentro de las premisas de usuarios: siempre transporte en recipientes cerrados que estén verticales y seguros. Asegurar que las personas que transportan el producto conocen qué hacer en caso de un accidente o derrame.	Transporte dentro de las premisas de usuarios: siempre transporte en recipientes cerrados que estén verticales y seguros. Asegurar que las personas que transportan el producto conocen qué hacer en caso de un accidente o derrame.	Transporte dentro de las premisas de usuarios: siempre transporte en recipientes cerrados que estén verticales y seguros. Asegurar que las personas que transportan el producto conocen qué hacer en caso de un accidente o derrame.	Transporte dentro de las premisas de usuarios: siempre transporte en recipientes cerrados que estén verticales y seguros. Asegurar que las personas que transportan el producto conocen qué hacer en caso de un accidente o derrame.
Información adicional	-	-	-	-

14.7 Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio Marpol 73/78 y del Código IBC**SECCIÓN 15: Información reglamentaria****15.1 Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla**

Reglamento de la UE (CE) nº. 1907/2006 (REACH)

Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques MARPOL 73 en su forma enmendada.

Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG) conforme al capítulo VII del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974.

Anexo XIV - Lista de sustancias sujetas a autorización**Anexo XIV**

Ninguno de los componentes está listado.

Sustancias altamente preocupantes

Ninguno de los componentes está listado.

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

Anexo XVII - Restricciones a la fabricación, la comercialización y el uso de determinadas sustancias, mezclas y artículos peligrosos : No aplicable.

Otras regulaciones de la UE

Inventario de Europa : No determinado.

Directiva Seveso II

Este producto no está controlado bajo la Directiva Seveso II.

Regulaciones Internacionales

Sustancias químicas incluidas en la lista I, II y III de la Convención sobre armas químicas

No inscrito.

Protocolo de Montreal (Anexos A, B, C, E)

No inscrito.

Convenio de Estocolmo sobre los contaminantes orgánicos persistentes

No inscrito.

Convención de Rotterdam sobre el consentimiento informado previo (CIP)

No inscrito.

Protocolo de Aarhus sobre metales pesados y COP de la CEPE

No inscrito.

Listas internacionales

Inventario nacional

Australia : No determinado.

Canadá : No determinado.

China : No determinado.

Japón : No determinado.

Malasia : No determinado.

Nueva Zelandia : No determinado.

Filipinas : No determinado.

República de Corea : No determinado.

Taiwán : No determinado.

Estados Unidos : **Inventario de los Estados Unidos (TSCA 8b)**: No determinado.

15.2 Evaluación de la seguridad química : Este producto contiene sustancias para las que aún se requieren valoraciones de seguridad química.

SECCIÓN 16: Otra información

➤ Marca Azul. Indica la información que ha cambiado desde la edición de la versión anterior.

Abreviaturas y acrónimos : ETA = Estimación de Toxicidad Aguda
CLP = Reglamento sobre Clasificación, Etiquetado y Envasado [Reglamento (CE) No 1272/2008]
DNEL = Nivel sin efecto derivado
Indicación EUH = Indicación de Peligro específica del CLP
PNEC = Concentración Prevista Sin Efecto
RRN = Número de Registro REACH

Nombre del producto : **CEPSA DIATERMO**

Fecha de emisión: 27/06/2016.

Código del producto: **61069**

Versión: 4

Procedimiento utilizado para deducir la clasificación según el Reglamento (CE) nº. 1272/2008 [CLP/SGA]

Clasificación	Justificación
Asp. Tox. 1, H304	Método de cálculo

Texto completo de las frases H abreviadas : H304
Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias.

Texto completo de las clasificaciones [CLP/SGA] : Asp. Tox. 1, H304
PELIGRO POR ASPIRACIÓN - Categoría 1

Fecha de impresión : 27/06/2016.

Fecha de emisión/ Fecha de revisión : 27/06/2016.

Fecha de la emisión anterior : 15/12/2015.

Versión : 4

Aviso al lector:

Según nuestro conocimiento y experiencia, la información aquí contenida es correcta. No obstante, ni el proveedor ni ninguna de sus subsidiarias asumen ninguna responsabilidad sobre la exactitud o integridad de la información aquí contenida. La determinación final relativa a la idoneidad de todo material es responsabilidad exclusiva del usuario. Todos los materiales pueden presentar peligros desconocidos y deben usarse con cautela. Si bien aquí se describen ciertos peligros, no podemos garantizar que éstos sean los únicos que existan.

Atención**SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa****1.1. Identificador del producto**

Nombre comercial : NITRÓGENO
Número de la Ficha de Datos de Seguridad : ESP-N2-089A
Descripción Química : NITRÓGENO
N° CAS : 7727-37-9
N° CE : 231-783-9
N° Índice : ---
Número de registro : Figura en la lista del Anexo IV / V de REACH, exento de solicitud de registro.
Fórmula química : N₂

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos aplicables identificados : Industrial y Profesional
Gas de ensayo / gas de calibrado.
Gas purgante, gas disolvente, gas inertizante.
Purgado.
Uso en laboratorio.
Gas de protección en procesos de soldadura.
Usar para la fabricación de componentes electrónicos/fotovoltaicos.
Para mayor información sobre su uso contactar al suministrador.
Llevar a cabo una Evaluación de Riesgos antes de su uso

1.3. Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Identificación de la Compañía : Messer Ibérica de Gases, SAU
Autovía Tarragona-Salou, Km. 3,8
43480 Vilaseca (Tarragona) España
+34 977 30 95 00
www.messer.es
info.es@messergroup.com

1.4. Teléfono de emergencia

Teléfono de emergencia : +34 977 84 24 34

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros**2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla****Clasificación según reglamento (UE) No. 1272/2008 [CLP]**

Peligros físicos : Press. H280
Gas
(Comp.)

Texto completo de declaraciones-H, véase capítulo 16.

2.2. Elementos de la etiqueta

Etiquetado según el Reglamento (CE) N° 1272/2008 [CLP]

Pictogramas de peligro (CLP) :



GHS04

Palabra de advertencia (CLP) :

Atención

Indicaciones de peligro (CLP) :

H280 - Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento..

Consejos de prudencia (CLP)

- Almacenamiento : P403 - Almacenar en un lugar bien ventilado..

2.3. Otros peligros

: Asfixiante a altas concentraciones.

SECCIÓN 3: Composición/información sobre los componentes

3.1. Sustancias

Nombre	Identificador del producto	%	Clasificación según reglamento (UE) No. 1272/2008 [CLP]
NITRÓGENO	(N° CAS) 7727-37-9 (N° CE) 231-783-9 (N° Índice) --- (Número de registro) *1	100	Press. Gas (Comp.), H280

No contiene otros componentes o impurezas que puedan influir en la clasificación del producto.

*1: Figura en la lista del Anexo IV / V de REACH, exento de solicitud de registro.

*2: No ha expirado el plazo límite de solicitud de registro.

*3: No exige su registro. Sustancias fabricadas o importadas < 1t/y.

Texto completo de declaraciones-H, véase capítulo 16.

3.2. Mezclas

: No aplicable

SECCIÓN 4: Primeros auxilios

4.1. Descripción de los primeros auxilios

- Inhalación : Retirar a la víctima a un área no contaminada utilizando el equipo de respiración autónoma. Mantener a la víctima caliente y en reposo. Llamar al doctor o asistencia médica. Aplicar la respiración artificial si la víctima deja de respirar.
- Contacto con la piel : No se esperan efectos adversos de este producto.
- Contacto con los ojos : No se esperan efectos adversos de este producto.
- Ingestión : La ingestión no está considerada como una vía potencial de exposición.

4.2. Principales síntomas y efectos, agudos y retardados

: A elevadas concentraciones puede causar asfixia. Los síntomas pueden incluir la pérdida de la consciencia o de la movilidad. La víctima puede no haberse dado cuenta de la asfixia.

4.3. Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente

: Ninguno.

SECCIÓN 5: Medidas de lucha contra incendios**5.1. Medios de extinción**

- Medios de extinción adecuados : Agua en spray o en nebulizador.
- Medios de extinción inadecuados : No usar agua a presión para extinguirlo.

5.2. Peligros específicos derivados de la sustancia o la mezcla

- Peligros específicos : La exposición al fuego puede causar la rotura o explosión de los recipientes.
- Productos de combustión peligrosos : Ninguno.

5.3. Recomendaciones para el personal de lucha contra incendios

- Métodos específicos : Utilizar medidas de control de incendios apropiadas con el incendio circundante. La exposición de los envases de gas al fuego y al calor puede provocar su ruptura. Enfriar los envases dañados con chorro de agua pulverizada desde una posición protegida. No vaciar el agua contaminada por el fuego en los desagües. Si es posible detener la fuga de producto. Usar agua en spray o en nebulizador para disipar humos de incendios. Desplazar los contenedores lejos del área del fuego si ello se puede hacer sin riesgo.
- Equipo de protección especial para extinción de incendios : Utilizar equipos de respiración autónoma de presión positiva. Vestimenta y equipo de protección standard (aparato de respiración autónoma) para bomberos. Standard EN 137-mascara de cara completa que incluya un aparato de respiración autónoma de aire comprimido en circuito abierto. EN 469: Vestimenta protectora para bomberos. EN 659: Guantes de protección para bomberos.

SECCIÓN 6: Medidas en caso de vertido accidental**6.1. Precauciones personales, equipo de protección y procedimientos de emergencia**

- : Intentar parar el escape/derrame. Evacuar el área. Utilizar equipos de respiración autónoma cuando entren en el área a menos que esté probado que la atmósfera es segura. Asegurar la adecuada ventilación de aire. Actuar de acuerdo con el plan de emergencia local. Mantenerse en la parte de donde sopla el viento.

6.2. Precauciones relativas al medio ambiente

- : Intentar parar el escape/derrame.

6.3. Métodos y material de contención y de limpieza

- : Ventilar la zona.

6.4. Referencia a otras secciones

- : Ver también las Secciones 8 y 13.

SECCIÓN 7: Manipulación y almacenamiento**7.1. Precauciones para una manipulación segura**

- Uso seguro del producto : La sustancia debe manipularse según procedimientos de higiene industrial y de seguridad reconocidos.
Solo personas experimentadas y debidamente entrenadas deben manejar gases sometidos a presión.
Considerar los instrumentos de reducción de la presión en las instalaciones de gas..
Comprobar que el conjunto del sistema de gas ha sido, o es con regularidad, revisado antes de usarse respecto a la posibilidad de escapes.
No fumar cuando se manipule el producto.
Utilizar solo equipo específicamente apropiado para este producto y para su presión y temperatura de suministro, en caso de duda contacte con su suministrador.
No inhalar gas.
Evitar la difusión del producto en la atmosfera.
- Manipulación segura del envas del gas : Solicitar del suministrador las instrucciones de manipulación de los contenedores.
No permitir el retroceso hacia el interior del recipiente.
Proteger las botellas de los daños materiales, no arrastrar, ni rodar, deslizar ó dejar caer.
Si mueve botellas, incluso en pequeños recorridos, use una carretilla (mecanica, manual, etc) diseñada para transportar botellas.
Mantener colocada la caperuza de la valvula hasta que el envase quede fijo contra una pared, un banco ó situado en una plataforma, y ya dispuesto para su uso.
Si el usuario aprecia cualquier problema en una valvula de una botella en uso, termine su utilización y contacte al suministrador.
Nunca intentar reparar ó modificar las valvulas de los depositos ó los mecanismos de seguridad.
Las valvulas que estan dañadas deben ser inmediatamente comunicadas al suministrador.
Mantener los accesorios de la valvula del deposito libre de contaminantes, especialmente aceites y agua.
Reponer la caperuza de la valvula ó del depósito si se facilitan por el suministrador, siempre que el envase quede desconectado del equipo.
Cierre la valvula del del deposito despues de su uso y cuando quede vacio, incluso si aún esta conectado al equipo.
No intentar nunca trasvasar gases de una botella/envase a otro.
No utilizar nunca mecanismos con llamas ó de calentamiento electrico para elevar la presión del deposito.
No quitar ni desfigurar las etiquetas facilitadas por el suministrador para identificar el contenido de las botellas .
Debe prevenirse la filtración de agua al interior del recipiente.

7.2. Condiciones de almacenamiento seguro, incluidas posibles incompatibilidades

- : Observar todas las regulaciones y los requerimientos locales relativos al almacenamiento de contenedores.
Los contenedores no deben ser almacenados en condiciones que favorezcan la corrosión .
Las protecciones de las valvulas y las caperuzas deben estar colocadas .
Los contenedores deben de ser almacenados en posición vertical y debidamente asegurados para evitar su caída.
Los contenedores almacenados deben ser comprobados periodicamente respecto a su estado general y a posibles fugas .
Mantener el contenedor por debajo de 50°C, en un lugar bien ventilado.
Almacenar los contenedores en un lugar libre del riesgo y lejos de fuentes de calor e ignición.
Mantener alejado de materiales combustibles.

7.3. Usos específicos finales

- : Ninguno.

SECCIÓN 8: Controles de exposición/protección individual

8.1. Parámetros de control

OEL (Límites de exposición profesional) : Sin datos disponibles.

DNEL (Nivel sin efecto derivado) : Sin datos disponibles.

PNEC (Concentración prevista sin efecto) : Sin datos disponibles.

8.2. Controles de la exposición

8.2.1. Controles técnicos apropiados

: Proporcionar ventilación adecuada, general y local, a los gases de escape.
Los sistemas sujetos a presión deben ser regularmente comprobados respecto a fugas.
Detectores de oxígeno deben usarse cuando gases asfixiantes pueden ser emitidos.
Considerar un sistema de permisos de trabajo p.ej para trabajos de mantenimiento.

8.2.2. Equipo de protección personal

: Un análisis de riesgos debe ser realizado y formalizado en cada área de trabajo para evaluar los riesgos relacionados con el uso del producto y para determinar el PPE que provoca un riesgo relevante. Estas recomendaciones deben ser tenidas en cuenta.
PPE que cumplan los estándares recomendados por EN/ISO deben seleccionarse.

• Protección para el ojo/cara

: usar gafas con de seguridad con protecciones laterales.
Estándar EN 166- Protección ocular-especificaciones

• Protección para la piel

- Protección de las manos

: Usar guantes de trabajo al manejar envases de gases.
Standard EN 388- guantes que protegen contra riesgos mecánicos.

- Otras

: Usar zapatos de seguridad mientras se manejan envases.
Standard EN ISO 20345 - Equipos de protección personal-zapatos de seguridad.

• Protección de las vías respiratorias

: Un aparato de respiración asistida (SCBA) o una máscara con una vía de aire a presión tienen que usarse en atmósferas con insuficiente oxígeno.
Standard EN 137-máscara de cara completa que incluya un aparato de respiración autónoma de aire comprimido en circuito abierto.

• Peligros térmicos

: No necesaria.

8.2.3. Controles de exposición medioambiental

: No necesaria.

SECCIÓN 9: Propiedades físicas y químicas

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Apariencia

- Estado físico a 20°C / 101.3kPa : Gas.
- Color : Incoloro.

Olor : Sin olor que advierta de sus propiedades.

Umbral olfativo : La superación de límites por el olor es subjetiva e inadecuado para advertir del riesgo de sobrecarga.

Valor de pH : Inaplicable.

Masa molecular : 28 g/mol

Punto de fusión : -210 °C

Punto de ebullición : -196 °C

Punto de inflamación : No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.

Temperatura crítica [°C] : -147 °C

Velocidad de evaporación (éter=1) : No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.

Rango de inflamabilidad : No inflamable.

Presión de vapor [20°C] : Inaplicable.

Presión de vapor [50°C] : Inaplicable.

Densidad relativa del gas (aire=1) : 0,97

Densidad relativa del líquido (agua=1) : Inaplicable.

Solubilidad en agua : 20 mg/l

Coefficiente de reparto n-octanol/agua [log Kow] : No es aplicable a gases inorgánicos.

Temperatura de auto-inflamación	: Inaplicable.
Viscosidad [20°C]	: Inaplicable.
Propiedades explosivas	: Inaplicable.
Propiedades comburentes	: Ninguno.

9.2. Otros datos

Otros datos	: Ninguno.
-------------	------------

SECCIÓN 10: Estabilidad y reactividad**10.1. Reactividad**

: Sin riesgo de reactividad salvo lo expresado en la sub-sección más adelante.

10.2. Estabilidad química

: Estable en condiciones normales.

10.3. Posibilidad de reacciones peligrosas

: Ninguno.

10.4. Condiciones que deben evitarse

: Nunca por debajo de las condiciones de manejo y almacenamiento (ver sección 7)

10.5. Materiales incompatibles

: Ninguno.
Para información complementaria sobre su compatibilidad referirse a la ISO 11114.

10.6. Productos de descomposición peligrosos

: Ninguno.

SECCIÓN 11: Información toxicológica**11.1. Información sobre los efectos toxicológicos**

Toxicidad aguda	: No se conocen los efectos toxicológicos de este producto.
corrosión o irritación cutáneas	: Se desconocen los efectos de este producto.
lesiones o irritación ocular graves	: Se desconocen los efectos de este producto.
sensibilización respiratoria o cutánea	: Se desconocen los efectos de este producto.
Mutagenicidad	: Se desconocen los efectos de este producto.
Carcinogénesis	: Se desconocen los efectos de este producto.
Tóxico para la reproducción : fertilidad	: Se desconocen los efectos de este producto.
Tóxico para la reproducción : feto	: Se desconocen los efectos de este producto.
toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición única	: Se desconocen los efectos de este producto.
toxicidad específica en determinados órganos (STOT) – exposición repetida	: Se desconocen los efectos de este producto.
peligro de aspiración	: No es aplicable a gases ni a mezcla de gases.

SECCIÓN 12: Información ecológica**12.1. Toxicidad**

Evaluación	: Este producto no causa daños ecológicos.
------------	--

12.2. Persistencia y degradabilidad

Evaluación : Este producto no causa daños ecológicos.

12.3. (RA2 12.3SH) Potencial de bioacumulación

Evaluación : Este producto no causa daños ecológicos.

12.4. Movilidad en el suelo

Evaluación : Este producto no causa daños ecológicos.

12.5. Resultados de la valoración PBT y mPmB

Evaluación : No se clasifica como PBT o vPvB.

12.6. Otros efectos adversos

Efectos sobre la capa de ozono : Ninguno.

Produce efectos en el calentamiento global : Ninguno.

SECCIÓN 13: Consideraciones relativas a la eliminación**13.1. Métodos para el tratamiento de residuos**

Consulte al proveedor acerca de posibles recomendaciones específicas.

Puede ser liberado a la atmósfera en un lugar bien ventilado.

No descargar dentro de ningún lugar donde su acumulación pudiera ser peligrosa.

Referirse al código de prácticas de EIGA Doc 30 Eliminación de gases accesible en <http://www.eiga.eu> para mayor información sobre métodos adecuados de vertidos.

Lista de residuos peligrosos : 16 05 05: Contenedores de gases a presión distintos de los mencionados en 16 05 04.

13.2. Informaciones complementarias

: Ninguno.

SECCIÓN 14: Información relativa al transporte**14.1. Número ONU**

Nº ONU : 1066

14.2. Designación oficial de transporte de las Naciones Unidas

Transporte por carretera/ferrocarril (ADR/RID) : NITRÓGENO COMPRIMIDO

Transporte por aire (ICAO-TI / IATA-DGR) : Nitrogen, compressed

Transporte per mar (IMDG) : NITROGEN, COMPRESSED

14.3. Clase(s) de peligro para el transporte

Etiquetado :



2.2 : Los gases no inflamables y no tóxicos

Transporte por carretera/ferrocarril (ADR/RID)

Class : 2

Código de clasificación : 1A

Peligro : 20

Restricciones en Tunel : E - Prohibido el paso por túneles de la categoría E

Transporte por aire (ICAO-TI / IATA-DGR)

Tipo / Div. (Sub. riesgo) : 2.2

Transporte per mar (IMDG)

Tipo / Div. (Sub. riesgo) : 2.2

Instrucciones de Emergencia (IE) - Fuego : F-C

Instrucciones de Emergencia (IE) - Escape : S-V

14.4. Grupo de embalaje

Transporte por carretera/ferrocarril (ADR/RID) : No aplicable

Transporte por aire (ICAO-TI / IATA-DGR) : No aplicable

Transporte per mar (IMDG) : No aplicable

14.5. Peligros para el medio ambiente

Transporte por carretera/ferrocarril (ADR/RID) : Ninguno.

Transporte por aire (ICAO-TI / IATA-DGR) : Ninguno.

Transporte per mar (IMDG) : Ninguno.

14.6. Precauciones particulares para los usuarios

Packing Instruction(s)

Transporte por carretera/ferrocarril (ADR/RID) : P200

Transporte por aire (ICAO-TI / IATA-DGR)

Avion de pasaje y carga : 200

Avion de carga solo : 200

Transporte per mar (IMDG) : P200

Medidas de precaución especiales para el transporte : Evitar el transporte en los vehículos donde el espacio de la carga no esté separado del compartimiento del conductor.
Asegurar que el conductor está enterado de los riesgos potenciales de la carga y que conoce que hacer en caso de un accidente o de una emergencia.
Antes de transportar las botellas :
- Asegurar una ventilación adecuada.
- Asegúrese de que los recipientes están ben fixados.
- Asegurarse que las válvulas de las botellas están cerradas y no fugan.
- Asegurarse que el tapón del acoplamiento de la válvula (cuando exista) está adecuadamente apretado.
- Asegurarse que la caperuza de la válvula o la tulipa, (cuando exista), está adecuadamente apretada.

14.7. Transporte a granel con arreglo al anexo II del Convenio MARPOL y el Código IBC

: Inaplicable.

SECCIÓN 15: Información reglamentaria

15.1. Reglamentación y legislación en materia de seguridad, salud y medio ambiente específicas para la sustancia o la mezcla

UE-Reglamentos

Restricciones de utilización : Ninguno.

Directiva 2012/18/EU (Seveso III) : No esta cubierto.

Reglamentos nacionales

Legislacion Nacional (texto) : Asegúrese que se cumplen las normativas nacionales y locales.

Clase de peligro para el agua (WGK) : -

Kenn-Nº : 1351

15.2. Evaluación de la seguridad química

: Un CSA (Análisis de seguridad química) no debe de realizarse para este producto.

SECCIÓN 16: Información adicional

Indicación de modificaciones : Hoja de datos de seguridad revisada de acuerdo con la regulación de la Comisión (UE) N°2015/830.

Consejos de formación : El riesgo de asfixia es a menudo despreciado y debe ser recalcado durante la formación de los operarios.

Información adicional : La presente Ficha de Datos de Seguridad está establecida de acuerdo con las Directivas Europeas en vigor .

Texto íntegro de las frases H y EUH

Press. Gas (Comp.)	Gas a presión : Gas comprimido
H280	Contiene gas a presión; peligro de explosión en caso de calentamiento.

RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD : Antes de utilizar el producto en un nuevo proceso o experimento, debe llevarse a cabo un estudio completo de seguridad y de compatibilidad de los materiales.
Los detalles dados son ciertos y correctos en el momento de llevarse este documento a impresión.
A pesar de que durante la preparación de este documento se ha tomado especial cuidado, no se acepta ninguna responsabilidad por las lesiones o los daños resultantes.

Fin del documento

A.8. DIMENSIONAMIENTO DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD (PSV)

Para el dimensionamiento de las PSV instaladas se ha seguido la metodología descrita en el libro *Chemical Process Safety*.^[12]

Para calcular las PSV se ha de saber la presión de diseño del tanque o de la tubería donde se encuentra la válvula. A continuación, se calcula la presión de ahogado que ha de cruzar el nitrógeno, donde se ha de terminar el flujo crítico. En caso de los gases diatómicos, la presión ahogada se administra como:

$$P_{ahogado} = 0,528 P \quad (\text{E. A.8.1})$$

Después, se calcula la presión máxima que puede aguantar el tanque o la tubería, la cual se encuentra en la siguiente tabla.

Tabla A.8.1. Presiones máximas según el tanque o tubería.

Tubería	$P_{max} = 1,33 P_S$
Tanque expuesto al fuego	$P_{max} = 1,20 P_S$
Tanque no expuesto al fuego	$P_{max} = 1,10 P_S$

En las mejoras implementadas se encuentran 5 PSV, de las cuales 4 están en tubería y 1 en el tanque de expansión, el cual no está expuesto al fuego.

Sabiendo el diámetro de tubería, se puede determinar el área de la tubería. Teniendo en cuenta que hay un 10 % de sobrepresión, se calcula el flujo crítico de ahogamiento con la ecuación E.A.8.2 y las variables se encuentran en la tabla A.8.2.

Tabla A.8.2. Variables del nitrógeno para la fórmula del flujo crítico de ahogamiento.

Variable	Valor
γ	1,40
A	0,79 in ²
M	28,0lb _m /lb-mol
C ₀	0,98
z	1,00
g _T	32,2 ft lb _m /(lb _f s ²)
T	537 °R (25 °C)
R _g	1,55 · 10 ³ ft lb _f /lb-mol °R
P	P _{N2} + 14,6

$$(Q_m)_{ahogado} = C_0 A P \sqrt{\left(\frac{\gamma g_T M}{R_g T}\right) \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{(1+\gamma)/(1-\gamma)}} \quad (\text{E. A.8.2})$$

El área de la PSV se encuentra a través de la ecuación E. A.7.4 y E. A.7.5 con el coeficiente de baja presión, K_b determinado con la figura A.7.1. En todo el sistema se considera presión baja, la presión atmosférica.

$$P_G = \left(\frac{\text{Presión baja}}{\text{Presión de diseño del tanque o la tubería}} \right) \cdot 100 \quad (\text{E. A.8.3})$$

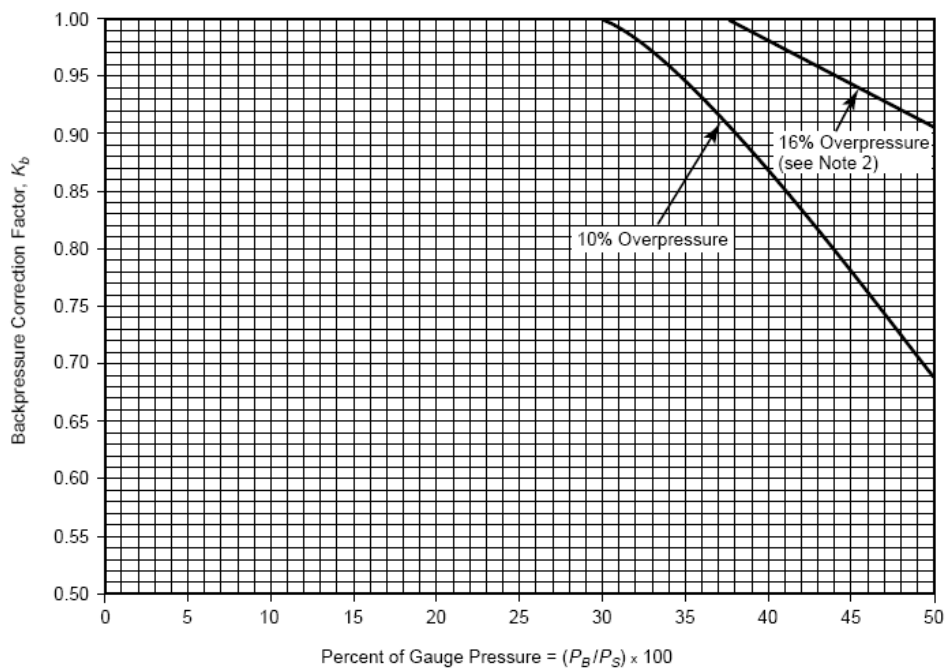


Figure 30—Back Pressure Correction Factor, K_b , for Balanced-Bellows Pressure Relief Valve (Vapors and Gases)

Figura A.8.1. Factor de corrección K_b vs. P_G ^[13]

Una vez determinado K_b se calcula la constante χ

$$\chi = 519,5 \sqrt{\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(1+\gamma)/(1-\gamma)}} \quad (\text{E. A.8.4})$$

Y con todos los parámetros calculados se calcula el diámetro de PSV con las ecuaciones E. A.7.5 y E. A.7.6. En este caso la presión es la P_{\max} y z es el factor de compresibilidad que para gases es 1.

$$A = \frac{Q_m}{C_0 \chi K_b P} \sqrt{\frac{Tz}{M}} \quad (\text{E. A.8.5})$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (\text{E. A.8.6})$$

Y finalmente, una vez determinado el diámetro de la PSV, mediante la sección de la norma API 526 se normaliza la PSV y se obtiene el diámetro de entrada y salida de la PSV y el tipo de orificio.

En la siguiente tabla se encuentran los diámetros calculados y la normalización de las PSV calculadas para las mejoras implementadas.

Tabla A.8.3. Normalización de las PSV de las mejora implementadas.

	Diámetro (cm)	Medida			Serie
		Entrada	Orificio	Salida	
PSV 201	2,20	½”	H	3”	300x150
PSV 202	2,02	½”	G	3”	300x150
PSV 101	2,70	2”	J	3”	300x150
PSV 102	2,70	2”	J	3”	300x150
PSV 103	2,70	2”	J	3”	300x150

A.9. METODOLOGIA DEL HAZOP Y MINILOPA

El primer paso es la selección de los elementos críticos que deben estudiarse (depósitos, separadores, reactores, etc.). A continuación, sobre cada equipo de estudio, y de forma secuencial y repetitiva, se aplican las palabras guía (no, más, menos, otro, etc.) a cada una de las condiciones de operación del proceso, las sustancias y las variables que intervienen (flujo, presión, temperatura, nivel, tiempo, etc.). La aplicación de las palabras guía permite identificar las desviaciones en el proceso.

Las desviaciones producen consecuencias, y a su vez tienen causas que dan origen a las mismas. La tabla A.9.1 categoriza las consecuencias por escenarios individuales.

Taula A.9.1. Tabla cualitativa de Categorización de Nivel de Consecuencia (C).

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
<p><u>Personas:</u> Sin consecuencias o herida menor sin baja. Ligero efecto sobre la salud (desconfort, irritación menor).</p> <p><u>Comunidad:</u> sin efecto o molestia al público.</p> <p><u>Medioambiente:</u> Incidente que no implique notificación a las Autoridades o violación de la Licencia Ambiental.</p> <p><u>Equipos:</u> Daño (incl. fuego) mínimo coste estimado 35.000-350.000€</p>	<p><u>Personas:</u> Herida no severa con posible baja. Efecto menor y reversible sobre la salud (restricción reversible del desempeño).</p> <p><u>Comunidad:</u> Molestia al público por ruido u olor.</p> <p><u>Medioambiente:</u> Incidente que implique notificación a las autoridades o violación de la Licencia Ambiental.</p> <p><u>Equipos:</u> Daño (incl. fuego) medio coste estimado 350.000-3.500.000€</p>	<p><u>Personas:</u> Una o más heridas severas con baja. Daño mayor e irreversible sobre la salud (restricción irreversible del desempeño).</p> <p><u>Comunidad:</u> Heridas menores.</p> <p><u>Medioambiente:</u> Fuga de sustancias que puedan poner en riesgo la salud/seguridad del público.</p> <p><u>Equipos:</u> Daño (incl. fuego) medio coste estimado 3.5MM-35MM€</p>	<p><u>Personas:</u> De 1 a 3 muertes o deshabilitación permanente.</p> <p><u>Comunidad:</u> Heridas mayores.</p> <p><u>Medioambiente:</u> Fuga que implique la evacuación o paro de instalaciones no-Basell, restricciones en la circulación, o afectación al suministro de agua potable.</p> <p><u>Equipos:</u> Gran/total (incl. fuego) destrucción de una área de producción con un coste estimado >35MM€</p>	<p><u>Personas:</u> Incidente mayor con amplias implicaciones, incluido muertes múltiples.</p> <p><u>Medioambiente:</u> Fuga causante de daños permanentes y severos al medio ambiente externo al site.</p>

Una vez categorizada la Consecuencia (C), se indica una Frecuencia (F) de que ocurra el posible suceso. Finalmente se establece una clasificación del riesgo, de acuerdo a la matriz de riesgos indicada en la tabla A.9.2.

Taula A.9.2.Matriz de riesgos semicuantitativa (R).

Consecuencia	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Frecuencia (Año ⁻¹)					
10 ⁰					A
10 ⁻¹					
10 ⁻²				B	
10 ⁻³			C		
10 ⁻⁴		D			
10 ⁻⁵					
10 ⁻⁶					

Los riesgos se clasifican como:

- A mitigación instantánea a B o parada de la planta.
- B tomar urgentemente las medidas necesarias para asegurar operación estable.
- C tomar tan pronto como es posible las medidas necesarias para asegurar operación estable.
- D no hacer nada.

Una vez clasificado el riesgo, se indican medidas orientadas a la reducción del riesgo existente o a la mitigación de las consecuencias de los problemas operativos; y se vuelve a clasificar el riesgo una vez descritas estas salvaguardas.

Una vez clasificado el riesgo nuevamente, el paso siguiente consiste en proponer soluciones correctoras/preventivas.

A.10. PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Para evaluar el impacto en el medio ambiente, se ha definido una metodología para evaluar e identificar los aspectos ambientales de este proyecto, que se detalla a continuación.

A.10.1. Definiciones

- **ASPECTO AMBIENTAL:** Elemento de las actividades, productos o servicios de la empresa, que puedan interactuar con el medio ambiente.
- **IMPACTO AMBIENTAL:** Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, resultado total, o parcial, de las actividades, productos o servicios de la empresa.

A.10.2. Identificación de los aspectos ambientales existentes

Para poder clasificar los aspectos detectados (ya sea en condiciones normales o anormales), se dividirán estos mismos en los siguientes vectores medioambientales:

- **AGUAS RESIDUALES:** Lixiviados, aguas sanitarias, etc...
- **EMISIONES ATMOSFÉRICAS:** Difusas, focalizadas, etc...
- **RESIDUOS:** Envases, especiales, inertes, generales, etc...
- **RUIDOS:** Vibraciones y ruidos
- **OLORES:** olores de productos, residuos, etc...
- **CONTAMINACIÓN DE SUELOS:** vertidos accidentales, escapes, etc...
- **CONSUMOS ENERGÉTICOS (Aspectos ambientales indirectos):** Electricidad, combustibles fósiles, etc...

Se elabora previamente una Matriz con los aspectos ambientales, y se indica brevemente el impacto que produce.

A.10.3. Criterios de valoración de los aspectos ambientales

La valoración de los aspectos ambientales se realiza, teniendo en cuenta los siguientes pasos:

1. Valorar los aspectos ambientales identificados, según los criterios de condiciones normales y de condiciones anormales o de emergencia (ver tablas inferiores de esta instrucción):

Tabla A.10.3.1. Criterios de valoración aspectos ambientales.

R	Regulación
I	Intensidad
F	Frecuencia
N	Naturaleza

2. El valor ambiental final de un aspecto ambiental es el resultado de sumar los valores obtenidos en cada factor.

Ej.: total= 35, si R=10, Y=5, F=5, N=15

3. Determinar si un aspecto ambiental es significativo o no.

Un aspecto ambiental se considera significativo, si presenta alguno de los siguientes criterios:

- Valor ambiental total igual o superior a 70 puntos.
- Si supera los límites establecidos por la legislación u otros requisitos internos.

Como mínimo una vez el año se realizará una revisión de la Matriz de aspectos realizada, para evaluar si se ha producido algún cambio.

A.10.4. Valoración de los aspectos ambientales por vectores.

Tabla A.10.4.1. AGUAS RESIDUALES

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Volumen de aguas sanitarias ordinarias < 2000m ³ /año	5
	▪ Volumen de aguas sanitarias ordinarias entre 2000 y 4000m ³ /año	15
	▪ Volumen de aguas sanitarias ordinarias > 4000 m ³ /año	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ Situación anormal	1
	▪ Tipo aguas pluviales o de refrigeración	5
	▪ Tipo doméstico (sanitarios, limpieza general,...)	15
	▪ Aguas con productos tóxicos o residuos especiales.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

Tabla A.10.4.2. RESIDUOS

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Inferior a un 5% valor de la revisión anterior	5
	▪ Entre un +/- 5% valor de la revisión anterior	15
	▪ Superior a un 5% valor de la revisión anterior	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ Residuos asimilables a urbanos	5
	▪ Residuos no especiales/inertes	15
	▪ Residuos especiales/peligrosos.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

Tabla A.10.4.3. EMISIONES ATMÓSFERA

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Inferior a un 5% valor de la revisión anterior	5
	▪ Entre un +/- 5% valor de la revisión anterior	15
	▪ Superior a un 5% valor de la revisión anterior	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ Gases que no son de combustión	1
	▪ Gases de combustión (gas natural):CO,CO ₂ , NO _x , PST.	5
	▪ Gases de combustión (fuel, gas-oil, carbón): SO _x	15
	▪ Gases tóxicos y/o COV's.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

Tabla A.10.4.4. CONSUMOS ENERGÉTICOS

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Inferior a un 2% valor de la revisión anterior	5
	▪ Entre un +/- 2% valor de la revisión anterior	15
	▪ Superior a un 2% valor de la revisión anterior	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ Consumo de recursos recuperables, renovables o reciclados.	5
	▪ Consumo de recursos no recuperables o renovables.	15
	▪ Consumo de recursos altamente contaminantes, o que produzcan gran afectación al medio.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

Tabla A.10.4.5. RUIDO Y VIBRACIONES

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Inferior a un 5% valor de la revisión anterior	5
	▪ Entre un +/- 5% valor de la revisión anterior	15
	▪ Superior a un 5% valor de la revisión anterior	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ La actividad no genera ruido.	5
	▪ La actividad genera ruido de forma intermitente.	15
	▪ La actividad genera ruido de forma continuada.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

Tabla A.10.4.6. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

	Criterio	Puntuación
Regulación	▪ No regulado	0
	▪ Requisito de la organización	10
	▪ Regulado (norma de obligado cumplimiento)	20
Intensidad*	▪ Inferior a la extensión aproximada de 4 m ² y/o inferior a 20 cm de profundidad.	5
	▪ Entre unos 5 m ² y 25 m ² de extensión afectada aproximadamente, y/o entre 20 y 50 cm de profundidad.	15
	▪ Superior a unos 25 m ² de extensión afectada y/o superior 1 metro profundidad.	30
Frecuencia	▪ Periodicidad superior a un año	5
	▪ Periodicidad anual	15
	▪ Periodicidad diaria	30
Naturaleza	▪ Efluentes no peligrosos.	5
	▪ Efluentes poco peligrosos con afección al medio.	15
	▪ Contaminación de suelos con afección grave al medio.	30

* Si no se disponen de datos, se aplica la puntuación de 15 puntos.

A.10.5. Aspectos significativos.

Se considerará en este caso aspecto medioambiental significativo aquel en qué su puntuación sea igual o superior a 70. Este valor se determina después del resultado del previo análisis realizado de los aspectos detectados, antes de aplicar las mejoras.