



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**SUPERVISIÓN Y CONTROL EN LA
INSTALACIÓN DE LÍNEA DE TUBERÍA PARA
EL TRANSPORTE DE RESINA DESDE PLANTA
DE PRODUCCIÓN A TANQUE DE
ALMACENAMIENTO**

William Andrés Galeano Cuasapud

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Química

Medellín, Colombia

2021



Supervisión y control en la instalación de línea de tubería para el transporte de resina desde
planta de producción a tanque de almacenamiento

William Andrés Galeano Cuasapud

Informe de práctica empresarial presentado como requisito para optar al título de:

Ingeniero Químico

Asesores:

Jaime Andrés Becerra Chala, Ingeniero Químico

Luz Diana Aguirre, Ingeniera Mecánica

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Química

Medellín, Colombia

2021

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN</u>	4
<u>1. INTRODUCCIÓN</u>	5
<u>2. OBJETIVOS</u>	6
<u>3. MARCO TEÓRICO</u>	6
<u>3.1. Transporte</u>	6
<u>3.1.1. Transporte por montacargas</u>	7
<u>3.1.2. Transporte por tubería</u>	8
<u>3.2. Resina</u>	8
<u>3.3. Viscosidad</u>	9
<u>3.4. Caudal</u>	9
<u>3.5. Tubería</u>	9
<u>3.6. Acero inoxidable</u>	9
<u>3.7. Tanque de almacenamiento</u>	9
<u>3.8. Sistema de bombeo</u>	10
<u>3.9. Propiedades</u>	10
<u>4. METODOLOGÍA</u>	10
<u>4.1. Selección sistema de Bombeo</u>	10
<u>4.2. Selección de Diámetro y material de la tubería</u>	11
<u>4.3. Trazo de ruta de tubería</u>	12
<u>4.4. Lista de Materiales</u>	12
<u>4.5. Plan de trabajo</u>	13
<u>4.6. Pruebas en línea de tubería</u>	14

<u>4.7.</u>	<u>Pruebas de Bombeo</u>	14
<u>4.8.</u>	<u>Realización de instructivo</u>	15
<u>5.</u>	<u>RESULTADOS Y ANÁLISIS</u>	15
<u>5.1.</u>	<u>INSTALACIÓN DE LINEA DE TUBERIA PARA EL TRANSPORTE DE RESINA</u>	15
<u>5.2.</u>	<u>PRUEBAS DE BOMBEO</u>	17
<u>5.3.</u>	<u>SEGUIMIENTO DE PROYECTO</u>	19
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONES</u>	19
<u>7.</u>	<u>REFERENCIAS</u>	20

SUPERVISIÓN Y CONTROL EN LA INSTALACIÓN DE LINEA DE TUBERIA PARA EL TRANSPORTE DE RESINA DESDE PLANTA DE PRODUCCIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO

RESUMEN

En la empresa Invesa S. A. se necesita implementar un sistema de transporte por tubería para el almacenamiento de materia prima, producto de una planta para usos previos en otros procesos de fabricación, para ello se plantea instalar una línea de tuberías desde una zona 1 (tanque pulmón A) hasta otra zona 2 (tanque B) con el fin de aumentar la capacidad de almacenamiento y disminuir los costos de transporte y logística que implica esta operación. Para la implementación de este sistema de transporte se tuvo en cuenta la selección del tipo de bomba a usar para el bombeo desde un punto de la planta a otro punto, al igual que el tipo de material y el diámetro de tubería a usar para el transporte de resina para cumplir con los requerimientos de caudal en el proceso de almacenamiento.

Para lograr los objetivos anteriores se estructuró este proyecto donde mi aporte como futuro Ingeniero Químico fue la *materialización*, una etapa importante durante la implementación de un proyecto donde se ejecutan actividades relacionadas con la supervisión y el control de la obra en la instalación y fabricación de la línea de tubería. Para ello primero se evaluó la ruta de la línea de tubería, una vez se definió la ruta se procedió con la realización de la lista de materiales necesarios para la implementación, y posteriormente se realizó la compra de éstos mediante el área de adquisición de materiales de la empresa. Una vez se obtuvieron los materiales requeridos se contrató la fabricación e instalación de la nueva línea de tubería, manteniendo un cronograma de trabajo semanal para llevar un control del avance de la obra y con esto tener una proyección del tiempo utilizado para la realización de este trabajo.

En el desarrollo de la fabricación e instalación se plantearon los puntos estratégicos para instalar purgas y secciones para realizar mantenimientos de la línea de tuberías. La configuración de la succión y descarga de la bomba se realizó en campo para validar el sitio de ubicación de estos elementos. Una vez instalada la línea de tuberías desde la zona 1 a la zona 2 con una mayor capacidad de almacenamiento, se verificó su correcta instalación mediante la realización de una prueba que consistió en presurizar la línea de tuberías y verificar que la presión no descienda durante un rango de tiempo determinado. Si esta decae

se procede a revisar juntas, empaques y accesorios para corregir fugas, cuando se corrigen se da por finalizada la prueba y la línea queda lista para proceder a realizar pruebas de bombeo. En las pruebas de bombeo se tuvo en cuenta la cantidad a bombear y que este equipo cumpliera con los requerimientos con los cuales se seleccionó: caudal, corriente y eficiencia, los cuales se compararon con los valores reales medidos durante las pruebas.

Cuando los resultados de las pruebas realizadas fueron aceptables, se procedió con la realización de un instructivo de operación donde se especificó el paso a paso a seguir en la operación de bombeo, así como las posibles fallas y los mantenimientos a seguir.

1. INTRODUCCIÓN

La compañía Invesa S.A ofrece soluciones innovadoras y sostenibles para el campo, la industria, la construcción y la decoración, la cual cuenta con cuatro unidades de negocio: Agroquímicos, industria, pintura y logística. (Invesa, 2021)

En la planta de Invesa S.A, en la unidad de industria se encuentra Fibratore que está dedicada a la fabricación en poliéster de postes. Para el desarrollo de este producto se requiere resina como materia prima, la cual es producida en planta, donde después de su proceso de producción es debidamente almacenada en recipientes móviles, los cuales son transportados mediante un sistema de montacargas hasta la planta donde se va usar como materia prima para la fabricación de los productos antes mencionados. El desarrollo de esta operación en todas sus etapas conlleva un alto costo de transporte y logística.

En vista de la necesidad de disminuir los costos y logísticas en el transporte de resina mediante montacargas, se presenta la oportunidad de implementar un sistema de transporte por tuberías el cual consiste en transportar la resina desde una zona 1 hasta otra zona 2 para su posterior uso. Para ellos se plantea implementar en la zona 1 un tanque de almacenamiento pulmón ('tanque pulmón A'), donde se va almacenar la resina producida, para que posteriormente sea transportada mediante un sistema de bombeo a un 'tanque B' con una mayor capacidad ubicado en la zona 2 dentro de la planta para la fabricación de postes.

Desde el enfoque ingenieril, se busca implementar el mejor trayecto y estructura, con miras a futuro para el transporte de materias primas, así como los equipos de bombeo que se

utilizarán en esta operación para el transporte de resina. Una parte importante al momento de implementar un proyecto es la *materialización* donde se tiene una etapa importante relacionada con la supervisión y el control de la obra en la instalación y fabricación de la línea de tubería para el transporte de una sustancia en este caso resina.

El líder de proyectos con ayuda del practicante y todas las demás áreas responsables, apoyaran la ejecución y control en la fabricación e instalación de la línea de tubería, e instalación del sistema de bombeo desde la planta de producción hasta el tanque de almacenamiento en todas sus etapas y alcances.

2. OBJETIVOS

General

- Evaluar el proyecto en las etapas de supervisión y control para la correcta instalación de la línea de tuberías para el transporte de resina hasta el tanque de almacenamiento.

Específicos

- Instalar la línea de tuberías para el transporte de Resina.
- Verificar la ausencia de infiltraciones de aire por las bridas, juntas y empaquetaduras.
- Efectuar pruebas del sistema de bombeo.
- Realizar seguimiento al desarrollo del proyecto mediante la documentación de proyecto estructurado.

3. MARCO TEÓRICO

Los conceptos que vamos a citar en el proyecto son importantes para tener una idea de lo que se va a desarrollar a medida que avanza la supervisión y control de la instalación de la línea de tubería de resina.

3.1. Transporte

El transporte en Ingeniería Química en una se las tareas más comunes que se presentan en la industria. En los procesos industriales se necesita implementar sistemas de transporte desde la recepción de materias primas hasta la distribución del producto terminado al consumidor, al igual que durante los procesos de transformación.

El transporte se define como el movimiento de sustancias químicas, es un conjunto de procesos que tienen como finalidad el desplazamiento y comunicación. Para poder llevar a cabo dichos procesos se emplean diferentes modos de transporte (automóvil, camión, avión) que circulan por determinados medios (carreteras, vías férreas, ductos.).

Para lograr llevar a cabo la acción de transporte se requieren varios elementos, que, interactuando entre sí, permiten que se lleve a cabo: una infraestructura en la cual se lleva físicamente la actividad, por ejemplo, las vías para el transporte carretero, ductos para el transporte de hidrocarburos, cables para el transporte de electricidad, canales para la navegación en el continente, aeródromos para el transporte aéreo. Aunque existen diversos mecanismos de transporte en general, para el marco conceptual de este trabajo solamente son importantes destacar dos de ellos: el transporte por montacargas y el transporte por tuberías.

3.1.1. Transporte por montacargas

Cuentan con dos palas que facilitan el transporte de carga que se encuentra sobre bases de plástico o madera. Estas bases están diseñadas para albergar las palas del montacargas. Dependiendo del modelo soportan diferentes cargas y pueden cargar y descargar el material de camiones o dentro de empresas y negocios que poseen estructuras adaptadas para tal fin. Se conducen de manera similar a un coche, cuentan con acelerador y un freno y las palas pueden desplazarse arriba abajo o de un lado a otro a través de palancas. Suelen llevar una protección de barras acopladas al montacargas. (Significados, 2021)

La compañía Invesa SA usa los montacargas, en sus diferentes tipos de servicios, en el aprovisionamiento de MP, arrastre, almacenamiento y descargue en contenedores y de mercancía.

Entre los principales beneficios del transporte por montacargas se tienen los siguientes:

- Excelentes para trabajar en un ambiente exterior.
- Alto rendimiento ya que pueden soportar altas jornadas de trabajo.
- Pueden trabajar en superficies irregulares.
- El costo de adquisición es más bajo que el de un montacargas eléctrico.
- Mayor vida útil.

Entre las principales desventajas del transporte por montacargas se tienen las siguientes:

- Mala calibración
- Contaminación: la mayoría de actividades de un montacargas está relacionado en lugares como bodegas que cuentan con poca ventilación, lo que permite una mayor concentración de dióxido de carbono.
- Llenado de las pipetas: las pipetas de gas tienen que llenarse de acuerdo con las necesidades de la jornada de trabajo actividad que exige tiempo y ocasiona una disminución en la operatividad, además de capacitación del operador para realizar dicha actividad.
- Contaminación auditiva mientras están en funcionamiento.
- Costo elevado de mantenimiento: el costo de mantenimiento es más elevado y requiere de mucho más tiempo para su reparación.

3.1.2. Transporte por tubería

Es un modo de transporte de gases, líquidos, sólidos o multifásico, dirigido en general a través de las tuberías que constituyen una red o un sistema de transporte. Sin embargo, los productos en general descritos como elementos que se transportan por tubería son: petróleo e hidrocarburos líquidos, gas natural y gas para combustibles, sustancias químicas. Dependiendo del producto transportado, el ducto recibe diferentes nombres, así como los reglamentos, las técnicas de construcción y de funcionamiento también varían. La justificación de construcción de tubería es dependiente del terreno, distancias, falta de carreteras, y costo de otros modos de transporte. (Wikipedia, 2021)

Desde la compañía Invesa S. A. se requiere implementar un sistema de tubería para el transporte de resina como materia prima para procesos posteriores. Para Durante la fabricación, instalación, y materialización del sistema de tuberías para el transporte de resina se tienen en cuenta los siguientes conceptos:

3.2. Resina

las resinas son muy usadas por sus excelentes propiedades de resistencia química, alta rigidez y fuerza, resistencia a la fluencia y buena adhesión a muchos sustratos. En el proceso de fabricación de postes la resina es la materia prima principal. (BRIAN, 1993)

3.3. Viscosidad

Expresa la facilidad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa. (Pajón, 2021)

3.4. Caudal

se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica. (S.A.S, 2018)

3.5. Tubería

Una tubería es un conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos. También sirven para transportar materiales que, si bien no son propiamente un fluido, se adecuan a este sistema: hormigón, cemento, cereales, documentos encapsulados, etcétera. (ASHM, 2015).

3.6. Acero inoxidable

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro con un mínimo de un 10,5% de cromo. Sus características se obtienen mediante la formación de una película adherente e invisible de óxido de cromo. La aleación 304 es un acero inoxidable austenítico de uso general con una estructura cúbica de caras centradas. Es esencialmente no magnético en estado recocido y sólo puede endurecerse en frío. Su bajo contenido en carbono con respecto a la aleación 302 otorga una mejor resistencia a la corrosión en estructuras soldadas. (Mec, 2021)

3.7. Tanque de almacenamiento

Son estructuras de diversos materiales, por lo general de forma cilíndrica, diseñados para contener o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión interna relativamente baja, Los tanques de almacenamiento suelen ser usados para almacenar líquidos y gases y son ampliamente utilizados en las industrias de gases, del petróleo, y química, El fluido llega a los tanques a través de tuberías de llenado. (INGLESA, 2021)

3.8. Sistema de bombeo

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el Transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos. (White, 1979) (Warring, 1983)

3.9. Propiedades

Son las que nos informan sobre el comportamiento del material ante diferentes acciones externas, como el calentamiento, las deformaciones o el ataque de productos químicos. Estas propiedades son debidas a la estructura microscópica del material; es la configuración electrónica de un átomo la que determina los tipos de enlaces atómicos y son éstos los que contribuyen a forjar las propiedades de cada material. (Meyers, 2001)

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del proyecto nos apoyamos en la formulación, diseño y la adquisición de los equipos, materiales y personal que va desarrollar la fabricación e instalación. Para esto nos remetimos a conceptos de mecánica de fluidos principalmente en el tema de sistemas de bombeo y tuberías, con estos conceptos poder implementar un sistema funcional.

4.1. Selección sistema de Bombeo

Para la selección de tipo de bomba se tienen en cuenta los siguientes elementos básicos:

- Tipo de fluido a suministrar
- Densidad y viscosidad del fluido
- Cantidad de fluido a suministrar
- Distancia entre bomba y punto de almacenamiento
- Presión del fluido
- Temperatura del fluido

Teniendo en cuenta los criterios anteriores se selecciona una bomba de tornillo la cual cumple con los requerimientos del fluido a transportar.

4.2. Selección de Diámetro y material de la tubería

Los materiales utilizados para transportar productos químicos deben presentar propiedades superiores de resistencia a la corrosión y la capacidad de funcionar continuamente. Cuanto más resistente sea el material, más larga será la vida útil, a su vez, menores serán los costos requeridos para mantenerlo. La elección de los materiales adecuados también puede significar un menor costo relacionada con el tiempo de inactividad del sistema y un menor riesgo de lesiones o daños relacionados con fugas de producto.

Para la selección del diámetro de tubería a utilizar en todos los tramos se tiene en cuenta la necesidad del proceso si va a ser para transportar o para adicionar, en este caso el requerimiento es transportar desde un tanque a un tanque de mayor capacidad para la selección de tubería se tiene en cuenta los siguientes criterios.

- Caudal con el que se requiere transportar
- Desde que punto hasta qué punto se va a transportar
- Compatibilidad química de la sustancia a transportar

El criterio económico no es de gran relevancia en este proyecto por tal razón no se considera en la selección del diámetro de la tubería.

Para la instalación de esta línea de tubería se opta por usar tubería de acero inoxidable 304 SCH 10 con un diámetro conocido en todos los tramos. La selección de este diámetro es para evitar las pérdidas de presión en la línea ya que su trayecto es largo se tenía que garantizar el caudal de llegada al tanque con una capacidad mayor.

Con este proyecto se espera lograr tener en stock una mayor cantidad de materia prima para el proceso de fabricación de poste, al igual que disminuir los costos de transporte desde una zona de tanques a otra.

4.3. Trazo de ruta de tubería

Con este requerimiento se procede al trazo de la ruta de la línea de tubería desde el punto de inicio hasta el punto de llegada con esto se define los metros de tubería necesario, los accesorios que se van a instalar a lo largo de la línea, para evitar pérdidas por accesorios se realizó el trazo de la ruta más lineal así evitando usar codos para el cambio de dirección del fluido y con ellos disminuir las pérdidas por accesorios, el recorrido de la línea de tubería va ir por piso a la salida del tanque pulmón hasta la bomba y desde la bomba se va a subir a un rack de tuberías sobre el primer nivel hasta la llegada al dique del tanque de mayor capacidad de almacenamiento la descarga se realiza por la parte superior del tanque.

4.4. Lista de Materiales

Una vez definida la ruta se procede a realizar la lista de materiales para la fabricación de la línea para el transporte de resina. El material de la lista va ser acero inoxidable 304 SCH 10, los cuales se listan de manera general:

- Tubería
- Codos
- Reducciones
- Válvulas
- Cheque
- Filtro
- Bridas slip on clase 150 psi en A/C
- Collarines
- Niple
- Tornillos
- Tuercas
- Empaques de asbesto
- Tapones
- Instrumentos de medición de presión y temperatura (manómetros, presostato y termómetros)
- Bomba

- Cable eléctrico
- Pulsador para encendido y apagado
- Pernos en U

4.5. Plan de trabajo

Una vez se realice la lista de materiales se procede con la solicitud de compra, una vez llegue se procede a realizar la entrega de los materiales al contratista encargado de la fabricación e instalación de la nueva línea para el transporte de resina, la parte eléctrica la realiza la empresa al igual que la instalación de los instrumentos de medición.

Para llevar a cabo la entrega se realiza una tabla con el nombre de accesorio, el diámetro, la cantidad y el tipo de material de este. Por parte de la empresa se tienen asignados códigos internos a cada requerimiento por lo tanto es importante llevar este control para establecer que materiales ya se entregaron y cuales quedan pendientes para llevar un control de inventario en las entregas. Todos estos documentos se guardan en las carpetas de cada proyecto de forma estructurada con nombre y fecha de realización para llevar a cabo un seguimiento del avance del proyecto.

Con la entrega del material al contratista se solicita que realice un plan de trabajo semanal de las actividades que van a realizar con el fin de realizar un seguimiento del avance en la fabricación e instalación, con este requerimiento se puede realizar una proyección de los tiempos de ejecución de la obra y así como el control de la disponibilidad de los espacios a intervenir ya que para realizar cualquier trabajo se requieren permiso de alturas o en caliente esto depende de la zona, cuando se habla de trabajo en alturas es cuando la persona va estar a más de un metro del piso, y trabajo en caliente cuando el personal va a hacer uso de soldadura o pulidora para realizar algún corte en una zona dentro de la empresa. Con este plan de trabajo se garantiza la gestión de las zonas a intervenir y así no afectar a las otras áreas dentro en la empresa.

Una vez empezada la fabricación de los tramos de tubería en zona se validan puntos estratégicos para implementar puntos de purgas o drenajes, así como donde se puede instalar una sección con brida para el momento de realizar mantenimiento de la línea sea más fácil

su desmontaje, también se especifica la disposición de los siguientes accesorios cheque, válvulas, filtro y bomba.

Definido la configuración de la bomba y los tramos donde se va a realizar los drenajes se procede con la fabricación y la instalación de toda la línea desde el tanque pulmón (tanque A) al tanque de mayor capacidad de almacenamiento (tanque B).

4.6. Pruebas en línea de tubería

Con la finalización de la instalación de la línea de tuberías para verificar que no haya fugas tanto en soldaduras, como en juntas y empaquetaduras se realiza una prueba, la cual consiste en presurizar la línea con aire comprimido hasta cierta presión e inspeccionar de manera visual todas las juntas para esta prueba se usa agua con jabón para poder ver si hay una pequeña fuga y corregirla una vez se realice toda esta inspección y se corrijan las fugas se procede a presurizar hasta una presión determinada durante un periodo de tiempo para observar que la presión no descienda si esta se mantiene significa que no hay fugas y se da por finalizado la inspección. Para poder proceder con las pruebas de bombeo.

4.7. Pruebas de Bombeo

Para las pruebas de bombeo primero se tiene que tener la disponibilidad de la materia prima a transportar, este requerimiento se realiza con el coordinador de producción del área, para ello se programó bombear cierta cantidad para evaluar el funcionamiento de la bomba y de la línea de tubería que transportara resina.

Para dar inicio a la bomba primero se llenaron las líneas de tubería con producto a transportar para que la bomba no trabaje en seco y ocasione daños en su sistema interno una vez se tiene esto se procede a energizar la bomba, al momento de encenderla se procede a tomar la corriente de esta para compararla con las especificaciones técnicas del equipo al realizar esto se comprueba que si cumple por que se encuentra en el rango permitido por el fabricante, cuando se inicia a bombear se debe tener presente que el fluido llegue a la succión de manera constante y sin exceso de impurezas para evitar que la bomba Cavite por que el caudal

disminuye, para proteger al equipo de estas impurezas se coloca un filtro el cual hay que limpiar cada vez que se vaya a bombear.

A medida que se bombea agua abajo el producto de manera lenta hasta llenar por completo la tubería, una vez llena se realiza el bombeo continuo donde se va a obtener el valor de caudal de descarga de la bomba para esto se toma el tiempo que tarda en bombear una cantidad conocida de producto y teniendo en cuenta que en la línea va a quedar producto el cálculo para obtener el caudal va a ser la cantidad total inicial menos la cantidad que se encuentra en la línea de tubería. Con este valor y el tiempo de bombeo se logra obtener el caudal el cual se encuentra dentro de las especificaciones de la bomba.

4.8. Realización de instructivo

Cuando se comprueba que la instalación de la línea de tubería no tiene fugas de producto, y que el sistema de bombeo no presenta fallas y que cumple con los requerimientos con los cuales se diseñó para realizar la entrada y salida de la línea se realiza un instructivo de operación para el área encargada de la operación de bombeo de materia prima desde un tanque pulmón hasta un tanque de mayor capacidad de almacenamiento y para el área de mantenimiento que se va a encargar del funcionamiento de los equipos.

En el instructivo se debe especificar las funciones a realizar para el uso correcto del nuevo sistema de bombeo, el instructivo contiene el paso a paso a realizar desde el encendido hasta el apagado de la bomba, así como las válvulas que deben estar abiertas y cuáles cerradas, las posibles fallas de la bomba que ocasionen su apagado y cómo solucionarlo.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1. INSTALACIÓN DE LÍNEA DE TUBERÍA PARA EL TRANSPORTE DE RESINA

Los resultados obtenidos con la instalación de la línea de tubería para el transporte de resina como materia prima son favorables ya que se logra cumplir con una de las finalidades

trazadas al inicio del proyecto, la cual era aumentar la capacidad de almacenamiento de Resina como materia prima en un nuevo tanque de almacenamiento de mayor capacidad para el proceso de producción de postes. Mmediante el nuevo sistema de transporte se logra disminuir los tiempos de transporte ya que se pasó de un sistema de montacargas a un sistema de bombeo directamente de planta a planta los cual se va a ver reflejado en la disminución de costos operativos y de mantenimiento de los montacargas. Dde igual manera se logra que la producción de la materia prima sea constante ya que se cuenta con un sistema con una mayor capacidad de almacenamiento para su previo uso.

El resultado del sistema de instalación de tubería esto , que involucró la supervisión y control a lo largo de la materialización del proyecto en todas sus etapas, se presenta en el siguiente esquema de la Figura 1. el cual pPor cuestiones de confidencialidad empresarial se va a mostrarrepresenta en un diagrama general, con el del recorrido a modo de ilustración. de la supervisión y control a lo largo de la materialización del proyecto en todas sus etapas.

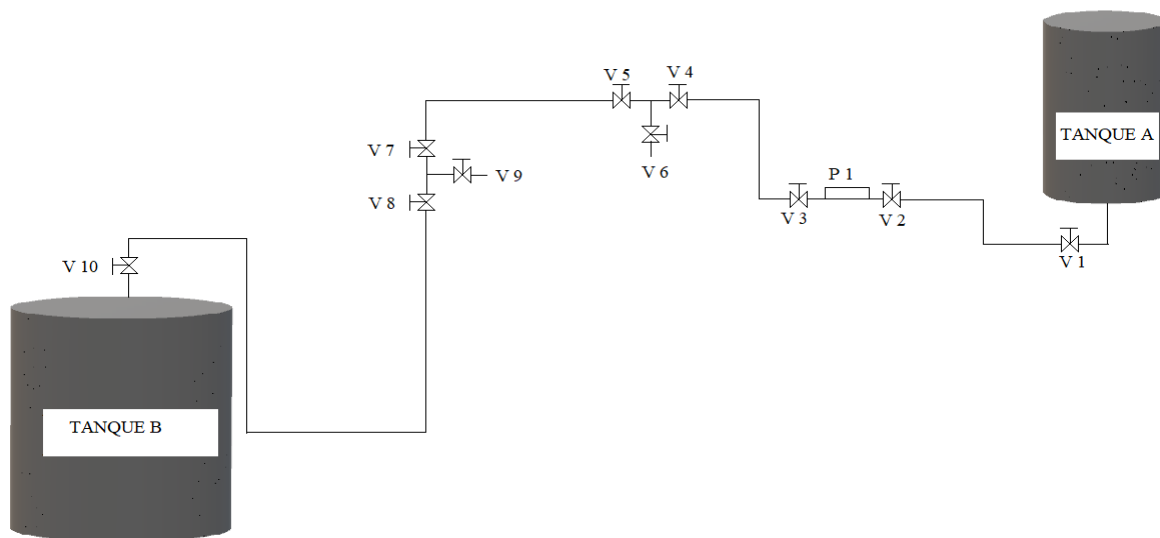


Figura 1. Ilustración de instalación de línea de tuberías para el transporte de resina desde tanque pulmón A a tanque de mayor capacidad de almacenamiento B.

5.2. PRUEBAS DE BOMBEO

Para realizar las pruebas de bombeo primero se realizó la configuración de la línea de succión de la bomba y descarga, las cuales se presentan de forma esquemática por confidencialidad en la Figura 2. Con esta configuración se garantiza el buen funcionamiento del sistema de bombeo seleccionado en la metodología.

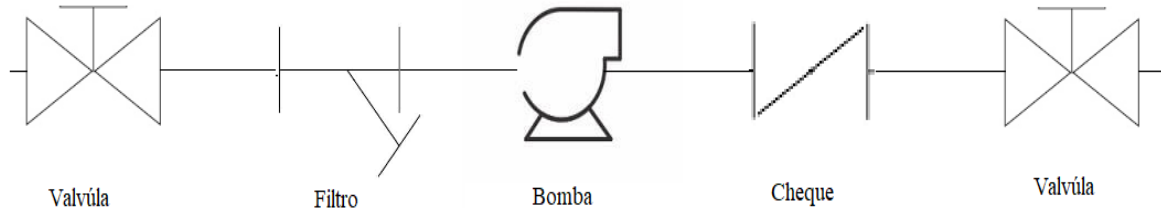


Figura 2. Diagrama de configuración de la succión y descarga Bomba.

Se realizó las pruebas de Bombeo de la resina desde el tanque pulmón (tanque A) a tanque con una capacidad mayor de almacenamiento (tanque B). No se presentaron derrames, se inspecciono la línea y no presenta fugas.

Datos de entrada y salida (son confidenciales para la empresa Invesa, S.A.):

- Se bombearon aproximadamente **X₁** toneladas de resina.
- En la línea quedaron **X₂** toneladas. Mientras que en el tanque con mayor capacidad quedaron con **X₃X** toneladas.
- En el tanque pulmón quedaron aproximadamente **X₅X** toneladas.

- El amperaje de la bomba registró X_6X aAmperios, el nominal es de X_7Y amperios.A
- El cCaudal promedio es de X_8X m³/h, el cual puede variar dependiendo del clima y el nivel del tanque pulmón, pero debería estar siempre cercano a este valor.

Con los datos obtenidos de las pruebas de bombeo se logra verificar los parámetros de Diseño del sistema de bombeo logrando cumplir con los requerimientos iniciales. Con la instalación de cheques, filtro, válvulas e instrumentos de medición se logra supervisar el comportamiento de la bomba, así, como su protección frente a problemas de cavitación al instalar un sensor de presión y uno de temperatura. Sse logró monitorear las condiciones de la bomba que es el principal elemento del sistema de bombeo; con estos dichos sensores dado al presentarse una condición de aumento de temperatura o presión, la bomba se va a pagarapagará automáticamente para evitar daños en sus componentes internos.

El uso del filtro es con el fin de retirar impurezas del fluido antes de ingresar a la bomba y así mejorar el cuidado de sus partes internas., Aal usar un cheque se garantiza que la dirección de fluido vaya en una sola dirección logrando consigo que este no se devuelva a la bomba cuando haya una caída de presión.

Se instalaron válvulas antes y después de los elementos de protección de la bomba con proyecciones a los mantenimientos y cambios que se deben realizar al momentosa los momentos de presentar fallas o limpieza., Ccon estas válvulas se garantiza el no paso de fluido a través de estos elementos y así poder intervenirlos sin ninguna complicación., Ccon la instalación de estos dichos elementos en la línea de tubería se logra obtener una línea funcional y operacional a lo largo de la línea desde el tanque pulmón (tanque A) hasta el tanque con una capacidad mayor de almacenamiento (tanque B)..

Con estos resultados se logra contribuir en mi formación ya que me capacité en la se supervisión y control dea la instalación de una línea de tubería para el transporte de una sustancia química a nivel industrial., Ccon ello se logra entrelazar mila formación académica

con la práctica, logranrdlo aplicar conceptos y participando en la toma de decisiones desde un enfoque aplicado dea la Ingeniería Qquímica, que incluye, entre otros aspectos,, desde la selección de la bomba, tipo de tubería y accesorios, para la correcta instalación de una la línea de transporte por tubería.

5.3.SEGUIMIENTO DE PROYECTO

Como resultado favorable tanto en la instalación como en la puesta en marcha de la nueva línea de tubería para el transporte de resina se presenta el instructivo de operación del cual se presenta la portada el instructivo como ilustración debido a la confidencialidad de la información.

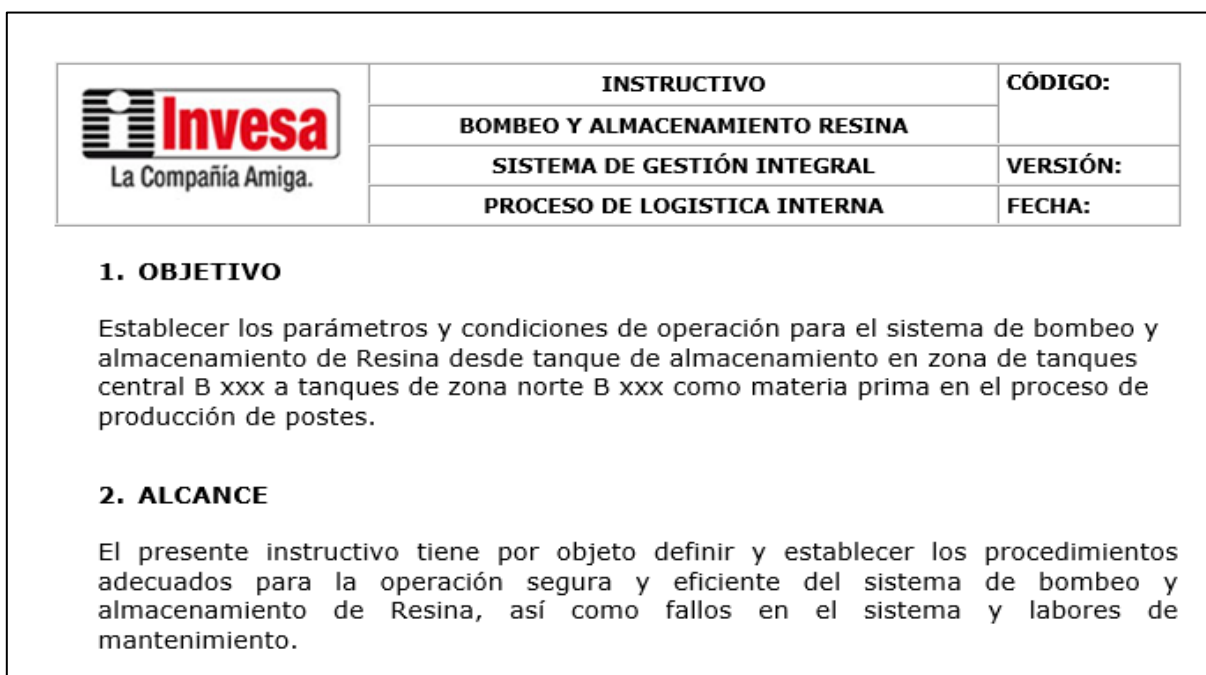


Figura 3. Ilustración de instructivo de operación sistema de bombeo resina.

CONCLUSIONES

- Con la implementación de la línea de tubería para el transporte de resina se lograr cumplir con los objetivos planteados en el proyecto, el cual era aumenta la capacidad de almacenamiento de materia prima y disminuir los costos de transporte y logística durante esta operación
- En la materialización del proyecto se realizan obras de estructuras las cuales van a ser usadas a futuro como es el caso del rack de tuberías.
- Con la selección de la bomba se asegura el bombeo desde el tanque pulmón al tanque de mayor capacidad de almacenamiento.
- Con la selección del diámetro de la tubería se garantiza el caudal de descarga de la bomba logrando con esto tener un tiempo de bombeo corto reduciendo los costos operativos comparados con el sistema de montacargas.
- Se logra poner en práctica los conceptos de mecánica de fluidos, ingeniería de materiales y gestión tecnológica en gran parte de la supervisión y control en la instalación de una línea de tubería para el transporte de resina, con este proyecto se logra confrontar los conceptos y mirarlos desde la parte real el proceso, para la formación del estudiante ya que se topa con situaciones reales a las cuales se deben dar una solución desde el enfoque del conocimiento adquirido a lo largo de la formación educativa.

7. REFERENCIAS

Significados. (14 de Julio de 2021). *significados, transporte* . Obtenido de <https://www.significados.com/transporte/>

Wikipedia. (14 de Julio de 2021). *Transporte por tubería* . Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Transporte_por_tuber%C3%ADa

ASHM, A. y. (16 de marzo de 2015). Flujo De Fluidos A Través De Tuberías, Tubos Y Mangueras. Obtenido de <http://www.ashm.mx/blog/flujo-de-fluidos-a-traves-de-tuberias-tubos-y-mangueras/>

BRIAN, E. (1993). Chemistry and technology of epoxy resins. Springer.

Científicos, T. (2 de mayo de 2021). POLIMERIZACIÓN DE POLIÉSTERES. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/polimerizacion-de-poliesteres>

INGLESA. (2021). Diseño y cálculo de tanques de almacenamiento. Inglesa.

Invesa. (15 de abril de 2021). Invesa. Obtenido de <https://www.invesa.com/>

Mec, P. y. (28 de abril de 2021). Tipos de Tuberías en acero Inoxidable. Obtenido de <https://proymec.es/tipos-de-tuberias-de-acero-inoxidable/>

Meyers, R. A. (2001). Encyclopedia of Physical Science and Technology. Academic Press.

Mohr., O. y. (1964). CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMOESTABLES.

Pajón, J. y. (15 de abril de 2021). TEORÍA BÁSICA PARA EL DISEÑO Y CÁLCULO DE TUBERÍAS, ELEMENTOS DE MÁQUINAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN. Obtenido de Academia: <https://www.aacademica.org/javier.pajon.permuy/8>

S.A.S, F. y. (abril de 2018). CAUDAL: DEFINICION Y METODOS DE MEDICION. Obtenido de <https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/caudal-definicion-y-metodos-de-medicion/>

Warring, R. (1983). Handbook of valves, piping and pipelines. Surrey: Trade & Technical Press Ltd.

White, F. (1979). Mecánica de fluidos. México: McGraw Hill.

ASHM, A. y. (16 de marzo de 2015). *Flujo De Fluidos A Través De Tuberías, Tubos Y Mangueras*. Obtenido de <http://www.ashm.mx/blog/flujo-de-fluidos-a-traves-de-tuberias-tubos-y-mangueras/>

BRIAN, E. (1993). *Chemistry and technology of epoxy resins*. Springer .

Cientificos, T. (2 de mayo de 2021). *POLIMERIZACIÓN DE POLIÉSTERES*. Obtenido de <https://www.textoscientificos.com/polimeros/polimerizacion-de-poliesteres>

INGLESA. (2021). *Diseño y cálculo de tanques de almacenamiento*. Inglesa.

Invesa. (15 de abril de 2021). Invesa. Obtenido de <https://www.invesa.com/>

Mec, P. y. (28 de abril de 2021). *Tipos de Tuberías en acero Inoxidable*. Obtenido de <https://proymec.es/tipos-de-tuberias-de-acero-inoxidable/>

Meyers, R. A. (2001). *Encyclopedia of Physical Science and Technology* . Academic Press.

Mohr., O. y. (1964). CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMOESTABLES.