TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Diseño básico-especifico del prototipo automático (ENCOGIMIENTO VOLUMETRICO) en procesos de tratamiento y transporte de curdo pesado y extrapesado, en el laboratorio de fenómenos interfaciales, reología y crudos del (ICP)

AUTORES

Luis Evelio Acuña Villamizar
Cód. 91.531.167

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
INGENIERIA ELECTROMECÄNICA
Bucaramanga
29-Noviembre-2019

TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO

Diseño básico-especifico del prototipo automático (ENCOGIMIENTO VOLUMETRICO) en procesos de tratamiento y transporte de curdo pesado y extrapesado, en el laboratorio de fenómenos interfaciales, reología y crudos del (ICP)

AUTORES

Luis Evelio Acuña Villamizar
Cód. 91.531.167

Trabajo de Grado para optar al título de

Ingeniero Electromecánico

DIRECTOR

Carlos Gerardo Cárdenas

Grupo de Investigación en Diseño y Materiales – DIMAT

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA
INGENIERIA ELECTROMECÄNICA
Bucaramanga
29-Noviembre-2019

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del jurado

_____

Firma del Jurado

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a DIOS por cada una de las cosas que me regala, a mi madre, amiga, confidente y consejera Lucila Villamizar López por su apoyo incondicional durante esta etapa profesional, a mis hijos Christopher, Alejandro y Juliana por darme la motivación necesarias cada día, a los docentes UTS y personal del ICP laboratorio FIR por brindarme su experiencia y conocimiento en el cumplimiento de mi etapa universitaria en la parte profesional donde con satisfacción superamos cada obstáculo presente de cada prueba.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO **8**

INTRODUCCIÓN **9**

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN **9**

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.2. JUSTIFICACIÓN ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3. OBJETIVOS ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
1.3.1. OBJETIVO GENERAL ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... **¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
1.4. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

2. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO **14**

4. RESULTADOS **21**

5. CONCLUSIONES **53**

6. RECOMENDACIONES ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

8. ANEXOS ..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Bomba de Vacío 16
Figura 2 Prototipo Manual Actual E.V 17
Figura 3. Balanza..... 18
Figura 4. Horno DIES..... 20
Figura 5.Prototipo 4, vista1-2 21
Figura 6 Prototipo 4, vista 3 22
Figura 7 Prototipo 4, vista 4 22
Figura 8 Prototipo Encogimiento Volumétrico 24
Figura 9 Cilindro Mezclador 1 26
Figura 10 Pistón Mezclador 2 26
Figura 11 Tapa Mezclador 3 27
Figura 12 Sistema de Atemperamiento 4 27
Figura 13 Mezclador estático 5 28
Figura 14 Anillo de sujeción interno 28
Figura 15 Base Prototipo E.V..... 29
Figura 16 Brazo base Prototipo E.V..... 29
Figura 17 Soporte Atemperamiento 1 30
Figura 18 Soporte Atemperamiento 2 30
Figura 19 Soporte Mezclador 1..... 31
Figura 20 Soporte Mezclador 2..... 31
Figura 21 Caja control..... 32
Figura 22 Cilindro de doble efecto 33
Figura 23 Accesorios neumáticos 34
Figura 24 conectores Neumáticos..... 34
Figura 25 Reductores automáticos 35
Figura 26 Silenciadores Neumáticos..... 36
Figura 27 Manguera Neumática..... 36
Figura 28 Válvula Biestable 5/2 37
Figura 29 Sensores Magnéticos 38
Figura 30 Válvula 3/2 Neumática 39
Figura 31 Válvula 3/2 Electroneumática……..32
Figura 32 Relevadores……...34
Figura 33 Circuito Neumático……34
Figura 34 Cilindro Electroneumático……...…35
Figura 35 Válvulas FKB 46
Figura 36 Acero AISI 304……...38
Figura 37 Jeringa……....39
Figura 38 Densímetro Antón Para……..……40
Figura 39 Punta micropipeta. 51
Figura 40 Baño de recirculación……..……...42

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características técnicas, Balanza ATlu ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 2. Características Horno DIES 20
Tabla 3. Característica Prototipo 4 23
Tabla 4 Prototipo Bala Mezcladora L.A 25
Tabla 5 Características Racores automáticos 35
Tabla 6 Materiales para circuito Neumáticos 42
Tabla 7 Materiales para circuito Electro Neumáticos 43
Tabla 8 Características de las Válvulas FBK 37
Tabla 9 Características del acero 304 38

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe con corte del 29 de Noviembre del presente año, corresponde al final de dos informes comprometidos como entregables del alcance, para este segundo semestre. Éste tiene como objetivo la revisión del estado del arte y propuesta del diseño del prototipo mezclador para medición del encogimiento volumétrico para el Laboratorio de Fenómenos Interfaciales & Evaluación de Hidrocarburos del Instituto Colombiano del Petróleo-ICP-ECOPETROL. Previa socialización de los antecedentes del proyecto por parte de los líderes de Ecopetrol, se dio inicio a la revisión de la documentación resultante en la cohorte anterior.

Las pautas de diseño contemplan como primicias de operación: Efectiva homogenización de la mezcla, cero pérdidas de fracciones livianas y ausencia de burbujas de aire. Estas condiciones se cumplen en el prototipo desarrollado con anterioridad en el ICP y en definitiva, han servido como referente en el actual diseño al cual se le realizaran las modificaciones pertinentes teniendo en cuenta la norma que lo rige.

El desarrollo del entregable, “Diseño básico-especifico del prototipo mezclador para determinar encogimiento volumétrico” de acuerdo a los aspectos señalados para el diseño, acortará los tiempos experimentales en la determinación de esta propiedad física, de igual manera la realización de cambios y modificaciones específicas que permitan el buen funcionamiento del dispositivo y el cuidado básico en accidentes por la manipulación de los solventes y crudos tanto pesados como extrapesados.

PALABRAS CLAVE. Prototipo mezclador, Crudo extra pesado, Crudo pesado, Encogimiento Volumétrico, homogenización.

INTRODUCCIÓN

Reuniones previas entre las partes del acuerdo (Ecopetrol SA - UTS) se ajustó como entregable el Diseño Básico y especifico del sistema homogeneizador. Dichas reuniones definieron pautas de diseño y permitieron además precisar eventuales modificaciones a los diseños ya presentados en cohortes anteriores. Como premisa en desarrollo, se planteó la posibilidad de diseñar un sistema de homogenización altamente eficaz que represente con alta confiabilidad las mezcla a presentarse en los diferentes nodos de transporte. El sistema se proyecta automático o semi-automático lo que le permitiría al usuario manipularlo con facilidad y seguridad.

Según la investigación de la problemática que pretende resolverse, Ecopetrol actualmente emplea la alternativa “Dilución de crudos pesados y extrapesados” empleando un diluyente refinado, -nafta- para viabilizar las operaciones de transporte y tratamiento de estos crudos que tienen viscosidades extremas *(> 1.000.000 cP*). Bajo esta condición, no es posible que fluyan a través de un oleoducto.
Las mezclas obtenidas para transporte por oleoducto emplean entre 23 y 29% (V) de nafta para llevarlas a una viscosidad objetivo < a 400 cP. En este tipo de mezclas, tal como está referido en la literatura y confirmado experimentalmente en Ecopetrol, se produce un fenómeno asociado al “achicamiento”, más conocido como “encogimiento volumétrico” explicado por el “acomodamiento” de la fracción más liviana en los “espacios disponibles” de las extensas y entorchadas moléculas / cadenas del hidrocarburo extra pesado bajo condiciones de confinamiento. Lo esperado cuando se mezcla un fluido con otro, es que la suma de los volúmenes que se mezclan dé un resultado aditivo (1+1=2) pero en dicho caso, la suma para ejemplarizar el fenómeno, da 1.75, lo cual ha venido generando grandes discrepancias entre productores, transportadores y comercializadores de petróleo y deben desde luego, ser calculadas como parte de las “perdidas” en la ecuación de transporte.

Teniendo en cuenta lo anterior, lo que se busca es disponer de mezclas realizadas a escala laboratorio en un prototipo que recree de manera cercana lo que ocurre en la operación, y permita determinar con mayor precisión y oportunidad el factor de encogimiento volumétrico. El propósito central de esta actividad se fija en diseñar un elemento que genere de manera efectiva la mezcla entre el crudo extra pesado y el diluyente, cuyo diseño modifique el prototipo desarrollado y actualmente en uso en el laboratorio FIR, (en curso de patente) para llevarlo a una condición semi-automática, automática, o modificación al prototipo manual de fácil operación incorporando la variable temperatura (Ojalá permitiendo mezclas a 60°C) durante la condición de intercambio de los dos fluidos a través del sistema de mezclado.

El diseño mantendrá tres parámetros principales del prototipo desarrollado por Ecopetrol, éstos son:

- Mezclas representativas (relaciones volumétricas confiables, sin perdidas volumétricas por evaporación)
- Mezclas homogéneas (mezclas con propiedades constantes en el perfil de preparación)
- Mezclas sin interferencias externas tales como el aire (Eliminación de burbujas de aire que pudieran formarse al entrar en contacto los dos fluidos).

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Actividad 1.6.7 informe técnico: documento que contenga el diseño básico específico del prototipo automático para determinar encogimiento volumétrico

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño básico especifico del prototipo automático teniendo en cuenta el encogimiento volumétrico en procesos de tratamiento y transporte de crudo pesado y extrapesado, mediante análisis estructural y procesos estructurados, con el fin de implementar nuevas tecnologías en el laboratorio de fenómenos interfaciales, reología y crudos del ICP

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una revisión bibliográfica de las bases documentales, manuales y normas identificando los requerimientos y especificaciones del equipo.
- Establecer las condiciones, exigencias y/o cambios del prototipo manual para encogimiento volumétrico, con el cual cuenta el laboratorio del ICP, de acuerdo con las características funcionales, geométricas y de fabricación.
- Desarrollar el diseño básico específico automático del prototipo manual para encogimiento volumétrico actualmente en uso, con el fin de reducir costos, acelerar el tiempo de ejecución de las tareas y eliminar posibles errores humanos que puedan cometerse al momento de trabajar de manera manual.
- Elaborar los esquemas funcionales específicos del dispositivo automático junto con la selección o cambio de algunos materiales y estimación de costos teniendo en cuenta la selección hecha anteriormente.

2. REVISION ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

A continuación, se relacionan los hallazgos más cercanos al objetivo de la actividad cuyo alcance es el diseño básico y específico del prototipo para determinar Encogimiento Volumétrico- EV. De la documentación revisada, se destacan dos estudios. El procedimiento experimental que actualmente se lleva a cabo en el laboratorio FIR (Fenómenos Interfaciales y Reologia) y el trabajo realizado en la corte pasada.

2.1 ECOPETROL-(Laboratorio FIR-ICP)

El Instituto Colombiano del Petróleo, ICP, desarrolló el diseño, fabricó un prototipo para la mezcla y medición del encogimiento volumétrico; igualmente desarrolló y documentó la metodología GTN-I-1303 " Determinación del Factor de Encogimiento Volumétrico de mezclas de crudos con ° API < 13° y diluyentes hasta 80°API", el cual por políticas de confidencialidad no puede ser publicada ya que está en proceso de patente, no obstante fue permitido revisar tanto la metodología, como el prototipo para emplearlo como referencia para iniciar el diseño.
La Agencia Nacional de Hidrocarburos, avaló y certificó la metodología y prototipo como el método oficial para que ECOPETROL informe el factor de encogimiento volumétrico de la producción de campo Chichimene.

2.2 Proyecto de grado de la Universidad Industrial de Santander.

Castro 2019, desarrollo: "Estudio del efecto de la temperatura en el encogimiento volumétrico de la dilución de crudo pesado con Nafta, transportado por el oleoducto Velásquez Galán de Mansarovar Energy" que habla sobre los cálculos detallados de pérdidas por medio de la dilución, la cual consiste en mezclar un crudo pesado con uno de mayor grado API generando una disminución de la viscosidad y densidad del crudo original, además nos habla de la Metodología de cálculo mediante laboratorio del factor del encogimiento volumétrico según el apéndice C de la norma API 12.3 concluyendo que el factor de encogimiento se ve afectado directamente con la variación de temperatura, ya que al incrementar la metodología para hallar el encogimiento a escala menor nos da como resultado encogimientos volumétricos mayores a los ideales que fueron obtenidos por la correlación de la norma API 12.3. (Callejas, 2015). Este documento no hace referencia a ningún equipo que permita la determinación cuantificada a nivel experimental del encogimiento volumétrico.

2.3 Proyecto de ingeniería de la Universidad de San Buenaventura seccional Cartagena con el título de "Factibilidad económica del acople de los mecanismos de dilución y calentamiento para mejorar el transporte de crudo pesado en las líneas de tuberías"

El documento relaciona las tecnologías de transporte de crudo pesado en las tuberías y simula las mezclas Crudo/Diluyente en oleoductos. De igual forma muestra esquemáticamente la metodología de evaluación económica incluyente el efecto calentamiento y dilución. En la página 40 centra a su tema de investigación con el acople de los métodos de calentamiento y dilución sobre las variables de transporte realizado para cada uno de los solventes que usan, obteniendo la gráfica estadística de costos de calentamiento y potencia % con naftas de variabilidad costo-calentamiento de 100.000 hasta 800.000 (USD/año) por calentamiento. (Vega, 2017)

2.4 Proyecto de grado de la Universidad Industrial de Santander titulado "elaboración de una metodología para la selección de mezcladores en línea para homogeneización de crudos pesados con diluyente".

Este documento refiere aspectos de dilución, viscosidad y densidad de mezclas de crudos pesados teniendo como referente de cálculo las reglas de mezcla.

Las reglas de mezcla se basan en la predicción de propiedades físicas de una mezcla; a partir de propiedades físicas fácilmente medibles de los componentes puros de dicha mezcla. La confiabilidad de una regla de mezcla se basa en la confiabilidad de la variable experimentalmente medida. Por ello es fundamental que la mezcla sea representativa, homogénea y estable. Para que cumple estas connotaciones se requiere una eficiente homogenización. El autor hace referencia al parámetro "homogeneización" enfatizando su importancia, proponiendo mezcladores estáticos, ya que permiten dar solución a las necesidades de mezclado, logrando las características esperadas al mezclarse dos o más fluidos. Internamente estos dispositivos constan de elementos de diferentes configuraciones los cuales permiten adaptarse a las diversas condiciones del proceso.(León, 2016)

2.5 Proyecto de la Facultad de ingeniería en geología y petróleos de la Universidad Politécnica Nacional de Perú, titulado "Técnicas para mejorar el transporte de crudos pesados por oleoductos",

El proyecto documentado aporta conceptos generales y propiedades de los crudos pesados, la clasificación del petróleo por tipo de hidrocarburos y bases, por contenido de azufre (dulces, medio y agrios) y según la gravedad API. Da una intervención sobre la composición de los crudos pesados que son compuestos de hidrocarburos, resinas y asfaltos, contienen compuestos aromáticos más azufrados, la importancia con los crudos pesados en el cual los hidrocarburos aportan más de la mitad de la energía primaria consumida, en particular un 31% del consumo energético global. No menos importante en capítulos posteriores define tecnologías para el transporte de crudos pesados y extrapesados tales como: Tecnología de emulsificación de crudos, flujo anular, mejoramiento por craqueo termino, aditivos químicos mejoradores de flujo tales como reductores de viscosidad o reductores de fricción comercialmente conocidos como DRA (Drag reducing additives) y finaliza su investigación con el análisis técnico comparativo de métodos para mejorar el transporte de crudos pesados por oleoductos y recomendaciones a trabajos futuros sobre el tema de transporte de crudos pesado. (Llerena, 2017)

2.6 Norma API MPMS 12.3 encogimiento volumétrico, norma que estandariza una fórmula para la medición del encogimiento volumétrico en mezcla de hidrocarburos livianos con crudo, con una gravedad API mayor a 13°.

El documento es una NORMA que en el ANEXO 12.1 relaciona una metodología, ecuaciones y un sistema de mezclado que unido a mediciones del parámetro densidad, volumen y masa, cuantifica el factor de encogimiento volumétrico. Este resultó en parte útil para complementar lo consultado del desarrollo del ICP.

2.7 Base de datos de densidad, °API, factor de encogimiento volumétrico de crudos pesados, < 13°API, diluyentes livianos hasta 80 °API y mezclas de crudos < 13°API con diluyentes hasta 80 °API .

La base de datos documentada en informe FIR, fue el resultado de la experimentación de 684 pruebas de mezclas de 14 crudos de °API <13 con 3 tipos de diluyentes a 5 relaciones de mezcla con duplicados, base de datos que fue protegida mediante Derecho Autor y que permitió generar el algoritmo de cálculo “ECO EV” que actualmente emplea Ecopetrol.

1. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

Para el desarrollo del diseño del prototipo, es preciso tener un referente de lo que prescribe la metodología API 12.3, la cual se documenta a continuación y que da lineamientos para el logro del objetivo, el cual consiste en la realización de mezclas empleando jeringas de material plástico con volumen de 60ml, dichos componentes (crudos pesados + nafta) se pesan en la balanza analítica de alta precisión (ver figura N° 4, Tabla N°1) posteriormente, se unen por medio de una manguera las jeringas y se inicia el mezclado desplazando el solvente hacia el crudo y viceversa accionando las jeringas un número de veces determinado o por un tiempo establecido. Después de realizar la mezcla se pasa a tomar una cantidad de muestra con el fin de analizarla con un densímetro de alta precisión y garantizar que la mezcla sea homogénea. (Ver figura N°2).

3.1 Fundamentos de la Norma API 12.3

En dicha Norma se integran conceptos asociados a las características del crudo, los mecanismos de extracción, producción y transporte, así como el fenómeno de pérdidas por encogimiento volumétrico y sistemas que permitan la homogeneización y el mezclado.

La Norma API MPMS 12.3, tuvo en cuenta la ecuación de Rossini que se relaciona a continuación

$$S_L = 0{,}0000214\ C^{-0{,}0704} G^{1{,}76}$$

Donde:

S_L: Factor de contracción como fracción decimal del volumen de componente más ligero.
C: Concentración en porcentaje de volumen de líquido del componente más ligero de la mezcla.
G: Diferencia de gravedad en grados API entre 13° y 88,2°.

Esta ecuación (Rossini) constituye la norma establecida para crudos que tienen una gravedad API entre 13° y 88,2° la cual restringe el rango de aplicación para crudos que están por fuera de la citada nominación. La metodología creada por el laboratorio FIR del ICP logra ampliar este rango, permitiendo el cálculo para crudos con gravedad API < 13°.

Teniendo en cuenta la documentación de la metodología y prototipo FIR del ICP para el cálculo del factor de encogimiento volumétrico se debe garantizar en el diseño cuatro aspectos:

1. Eliminar la presencia de burbujas de aire.
2. Eliminar la pérdida de fracción liviana.
3. Garantizar la homogeneidad de los fluidos a mezclas.
4. Disminuir o eliminar el esfuerzo físico necesario, mediante una automatización sencilla en el proceso.

Con estas cuatro condiciones, se obtiene la mezcla a la cual se le mide la densidad para relacionarla con la densidad de cada fluido y los volúmenes de mezcla de cada fluido lo que permite de acuerdo con la ecuación, calcular el factor de encogimiento volumétrico.

3.2 Determinación de condiciones y exigencias funcionales, geométricas y de fabricación

Condiciones y exigencias funcionales y geométricas:

Luego de reunión con el grupo de líderes del laboratorio FIR del ICP en la cual se trataron aspectos funcionales de los prototipos propuestos en la corte pasada, se acordó el desarrollo del diseño - Especifico que integrara los cuatro aspectos referidos y adicionando el parámetro Temperatura pero buscando que sea de tipo automático o semiautomático y de acuerdo con las especificaciones dadas por los líderes se puede hacer las modificaciones al prototipo dejando planos de construcción con el fin de garantizar cada una de las variables del sistema.

Las condiciones geométricas de diseño y construcción del dispositivo para medir pérdidas por E.V, están respaldadas por cada uno de los planos realizados en el programa de diseño SOLIDWORK los cuales a su vez pueden ser modificables en posteriores etapas con el fin de garantizar la calidad y el funcionamiento del equipo.

3.2.1 El sistema debe proporcionar un ambiente de mezcla sin aire:

Se debe garantizar esta condición ya que posteriormente en la cuantificación del encogimiento volumétrico, una de las propiedades que se evalúan en los fluidos resultantes es la densidad. Esta medida se realiza en un densímetro de alta precisión, y la presencia de aire puede alterar la homogeneidad de la mezcla provocando así una lectura errónea de los valores de densidad lo cual afectaría nuestros resultados.

Para lograr cumplir este paso se requiere realizar un vacío en el sistema por medio de una bomba de vacío (ver figura N°1) la cual durante periodo de tiempo muy corto dadas las dimensiones el sistema podrá cumplir con este trabajo minimizando la presencia de aire, es decir sin agregar un tercer componente a la mezcla por las razones anteriormente expuestas.

Figura 1. Bomba de Vacío

Fuente: Autor

Las bombas de membrana libres de aceite son una solución excelente para el bombeo y evacuación continua de gases. Todas las partes en la serie MZ 2 en contacto con el medio están fabricadas en aluminio y plásticos seleccionados, permitiendo un amplio rango de aplicaciones en medios no corrosivos. La bomba de dos etapas permite la ventaja de alta capacidad de aspiración a 4 mbar. La alta flexibilidad de las membranas
dobles de FPM es ideal para incrementar la vida de la bomba. Las características de la nueva serie NT mejora el rendimiento del vacío.

3.2.1.1 Características generales de la Bomba de Vacío

- Libre de contaminación bombeando y en evacuación
- Alta capacidad de aspiración incluso cerca del vacío final
- Buen vacío final
- Completamente silenciosa y con muy baja vibración
- Una excepcional larga vida útil de las membranas y
- Accionamiento libre de mantenimiento

3.2.2 Cero pérdidas dentro del proceso de mezclado y homogenización.

El nuevo diseño del dispositivo para la realización de mezclas a partir de crudos extrapesados y pesados con diluyentes garantizará un mezclado optimo y una homogenización de estos hidrocarburos dejando atrás los esfuerzos realizados en pruebas pasadas gracias a la automatización y evitando accidentes que comprometan la integridad física de las personas

presentes en la prueba así como el daño al medio ambiente evitando derrames.

Figura 2 Prototipo Manual Actual E.V

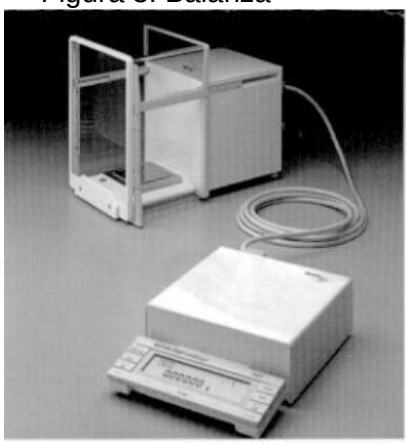
Fuente: Autor

Una condición en el diseño es que este no superar un volumen > 50 ml.

La balanza gravimétrica tiene una capacidad solo de 409 gramos y se debe trabajar con materiales livianos y muestras de bajo volumen. Se realiza el pesaje de los dos fluidos antes de su mezcla, para lo cual utilizamos jeringas desechables ya que son livianas y permiten contener fácilmente los fluidos para realizar las mezclas. A continuación se relaciona el detalle del sistema de medición de masa.

La Balanza gravimétrica, marca Mettler Toledo AT 400, que tiene capacidad peso máximo 409 gramos, permite cuatro (4) cifras significativas y con elemento de puertas corredizas para evitar flujos de aire que pueda afectar la precisión en la medición. Input 440, output 14,6 a 0,64 amp. Para este elemento se revisaron las especificaciones de fábrica o data sheet:

Figura 3. Balanza



Fuente: (Mettler Toledo, 2000)

Gracias a la información anterior se pudo tener en cuenta los parámetros de medida en el cual en el lugar de medición es factible trabajar con un área máxima de 7 x 7 cm y en altura del reservorio para procurar la exactitud en la medición se debe tener en cuenta una altura menor de 24 cm.

Un aspecto a tener en cuenta en los crudos pesados y extrapesados (Extremadamente viscosos) es que requieren una temperatura cercana a 60°C para permitir su fluidez y tenga mayor movilidad para la homogeneización.

Por eso usamos un horno de marca DIES (Diseños eléctricos especiales) perteneciente al Laboratorio FIR, el cual tiene una potencia de 220V, una resistencia térmica que permite variaciones de temperatura de 30 a 120°C permisibles para el calentamiento de agua y para el requerimiento especial de crudos pesados y extrapesados.

Figura 4 caracteristicas tecnicas de la balanza

Modelo	AT21 Comparator	AT20	AT201	AT261 DeltaRange 60g DeltaRange 200g		AT200	AT400	AT460 DeltaRange 60g DeltaRange 400g	
Precisión de indicación	1 µg	2 µg	0,01 mg	0,01 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	0,1 mg	1 mg
Campo de pesada	22 g	22 g	205 g	62 g	205 g	205 g	405 g	62 g	405 g
Zona de tarado (sustractiva)	0…22 g	0…22 g	0…205 g	0…205 g	0…205 g	0…205 g	0…405 g	0…405 g	0…405 g
Reproducibilidad (s) 0...20 g	2 µg	3 µg							
Reproducibilidad (s) 0...50 g			0,015 mg	0,015 mg		0,04 mg	0,05 mg	0,05 mg	
Reproducibilidad (s) 50...100 g			0,02 mg	0,02mg	0,03 mg	0,05 mg	0,07 mg	0,07 mg	0,1 mg
Reproducibilidad (s) 100...200 g			0,03 mg	0,03mg	0,05 mg	0,07 mg	0,09 mg	0,09 mg	0,2 mg
Reproducibilidad (s) 200...400 g							0,15 mg	0,15 mg	0,3 mg
Linealidad	± 8µg	± 8µg	± 0,12mg	± 0,03mg	± 0,15mg	± 0,15mg	± 0,5mg	± 0,1mg	± 0,8mg
Lienalidad referida a 5 g	± 5 µg	± 5 µg	± 0,02 mg	± 0,02 mg					
Tiempo de estabilización (típico) variable con adaptador de vibración	14,18,24 s	10,14,24 s	10,14,20 s	8,12,18 s	3,5,7 s	3,5,7 s	4,6,10 s	4,6,8 s	3,5,7 s
Pesas de calibración incorporadas	2x10 g	2x10 g	2x100 g	2x100 g		2x100 g	2x100 g	2x100 g	
	Medido hasta ±0,1 mg (±0,01 mg AT20/21) a densidad del aire1200 mg/l para masa aparente con densidad 8,0 g/cm3.								
Calibración FACT	Autocalibración totalmente automática a motor con dos pesas incorporadas (posible activación adicional a mano). Posibilidad de test para el control de la calibración.								
Calibración con pesa externa	20 g	20 g	200 g	200 g		200 g	400 g	400 g	
Indicador con METTLER DeltaTrac	LCD (cristal líquido)					VFD (fluorescencia de vacío)			
Cambio de indicador	0,2...0,4 s variable								
Deriva de sensibilidad (5...40°C)	Desviación máxima con autocalibración automática FACT ±0,00015%. (con autocalibración automática desconectada) 1ppm/°C								
Linealización	Autolinealización automática de la curva de pesada (simultáneamente con calibración FACT a motor).								
Interface de datos	CL y RS232C bidireccional, incorporado en serie, todas las líneas separadas galvánicamente.								
Corta-aires de vidrio	Sin vástagos; se abre automáticamente a motor o por pulsación.								
Corta-aires interno AT	Estándar					Accesorios			
Fuente de alim. (espec. del país)	Tensión: 115 V ó 230 V, fluctuaciones de tensión permisibles: +15...-20%. Frecuencia: 50...60 Hz; potencia absorbida 15,5 W max.								
Condiciones ambientales permis.	Temperatura: 5...40°C; humedad relativa del aire: 25...85% (sin condensación). Altura sobre el nivel del mar: -500...+6000 m.								
Platillo orificio para pesar por debajo de balanza.	ø 28mm suspendido	ø 32mm	80x80 mm; acero inoxidable						
Dimensiones	Altura libre sobre platillo 239 mm, Caja de balanza 433x241x289 mm (AxFxA), Fuente de alimentación 140x115x53 (AxFxA)								
Peso	Balanza 9,3 kg, Fuente de alimentación 1,2kg								

Fuente: **(MettlerToledo, 2000)**

Figura 5. Horno DIES

Fuente: **(Dies 2015)**

Tabla 1. Características Horno DIES

CARACTERÍSTICAS

- Rango de temperatura Ambiente +10 °C ~ 200 °C
- Tipo de control: Diseño propietario microprocesado con indicación digital LCD 16X2 caracteres, facil programación por teclado de la temperatura deseada, la temperatura real, y el temporizador.
- Resolución del control: +/- 1 °C para convección forzada. +/- 2 °C para convección natural
- Resolución de la medida: +/- 0.1 °C
- Sensor: PT100
- Algoritmo de control: PID con autosintonía salida PWM
- Bandejas: Intercambiables en acero inoxidable 304
- Materiales: Interior en acero inoxidable tipo 304. Exterior en lámina de acero con acabado en pintura epóxica de aplicación electrostática.
- Convección: Forzada por motorecirculador centrífugo y natural.

Modelo Thermolab	Capacidad En Litros	Bandejas	Capacidad de Bandejas	Alimentacón	Temperatura
TH 53	53	2	6	110 Vac	Ambiente +10 a 200 °C
TH 115	115	2	6	110 Vac	Ambiente +10 a 200 °C
TH 240	240	2	8	220 Vac	Ambiente +10 a 200 °C
TH 480	480	3	11	220 Vac	Ambiente +10 a 200 °C
TH 720	720	4	12	220 Vac	Ambiente +10 a 200 °C
TH 1000	1000	8	24	220 Vac	Ambiente +10 a 200 °C

Dimensiones en milímetros

Fuente: **(Dies 2015)**

El tercer parámetro, tiene como fin garantizar una mezcla homogénea y este será el principal factor en el desarrollo del prototipo ya que en este punto se puede dar una lectura correcta de las propiedades de la mezcla y constatar si en realidad hubo pérdidas por encogimiento volumétrico.
El Cuarto parámetro para disminuir el esfuerzo físico necesario, mediante una automatización sencilla en el proceso, se realizaran las modificaciones y adecuaciones convenientes para la facilidad en el proceso de homogenización.

2. RESULTADOS

SELECCION DEL PROTOTIPO

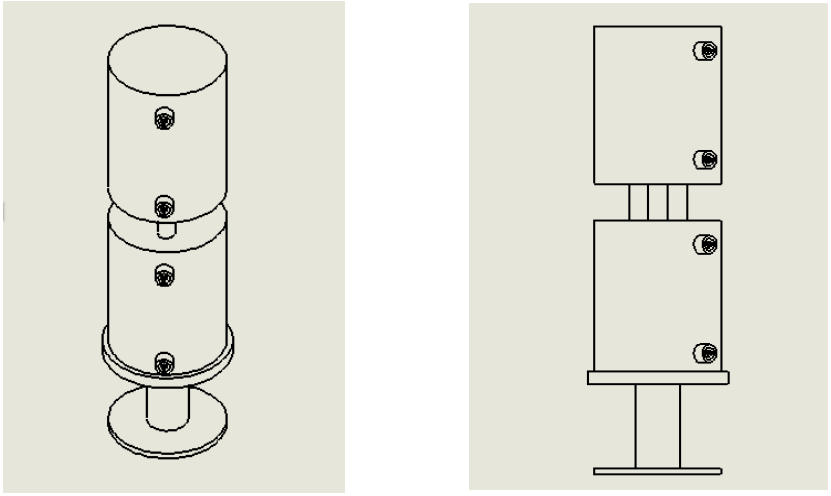
De acuerdo a los requerimientos expuestos en la corte anterior, se preseleccionaron dos diseños: Mezclador Tipo Torre #4 y el nuevo modelo denominado Prototipo Bala Mezcladora L.A para medir perdidas por Encogimiento Volumétrico E.V. siguiendo los requerimientos por parte del personal del laboratorio FIR, se tiene como base el prototipo manual (ver figura N°2) para la realización de las pruebas de homogenización; pruebas que se vienen realizando desde hace ya varios años y de los cuales se han obtenido resultados altamente confiables muy satisfactorios.

En reunión de concertación con el personal del Laboratorio FIR, se determinó que el prototipo que satisface las necesidades de preparación de mezcla que requiere la metodología de cálculo de encogimiento volumétrico es el identificado como Prototipo #4 (Mezclador Tipo Torre). No obstante, al resultado de la discusión técnica se sugirió la automatización del mismo y un nuevo diseño que garantice las especificaciones a tener en cuenta para determinar el E.V y una completa homogenización.

Se presenta a continuación a manera de resumen, la conceptualización de los diseños anteriormente mencionados.

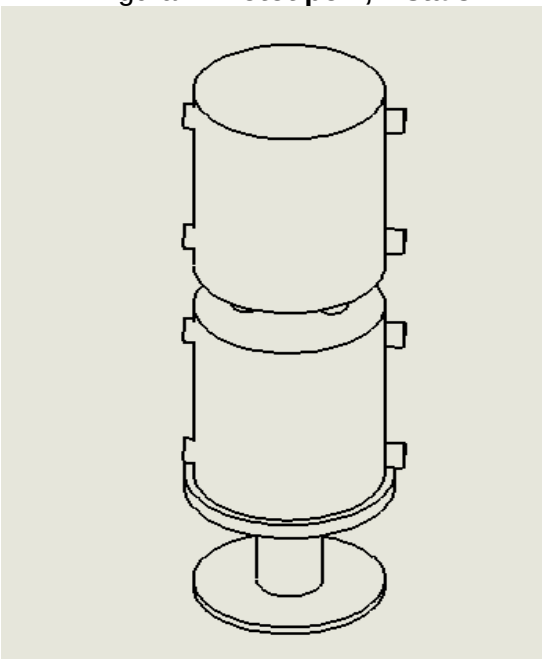
4.1 PROTOTIPO 4 (Mezclador tipo torre)

Figura 6.Prototipo 4, vista1-2



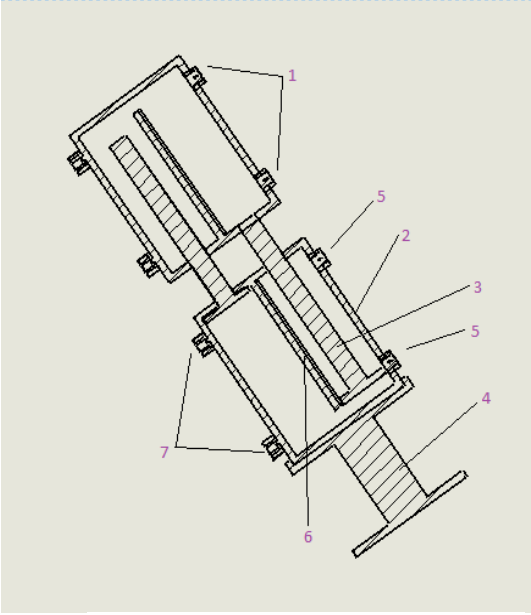
Fuente: **Néstor Vargas**

Figura 7 **Prototipo 4, vista 3**



Fuente: Néstor Vargas

Figura 8 Prototipo 4, vista 4



Fuente: Néstor Vargas

Tabla 2. Característica Prototipo 4

NUMERO	*NOMBRE*	*FUNCIÓN*
1	Válvula	Permite el ingreso del aire para el funcionamiento del Pistón
2	Cilindro	Con ayuda de un baño se atempera el cilindro hasta lograr 60°c
3	Embolo	Es el encargado de realizar la mezcla dentro del cilindro
4	Base	Soporta el cilindro donde se ejecuta la mezcla
5	Válvula	Restringe el paso de aire y fluidos dentro del cilindro
6	Division	Permite el movimiento del fluido de un compartimento a otra
7	Entradas	Lugar donde se conectara el baño disponible en el Laboratorio

Descripción: Resultado de reuniones de discusión técnica entre personal de Ecopetrol y UTS, surgieron como recomendaciones: Que el dispositivo pueda mantenerla temperatura constante; esto es viable técnicamente dada la disponibilidad de baños de recirculación en el área de preparación de mezclas del Laboratorio.

Si no se cuenta con el baño se debería buscar otra manera de mantener la temperatura, ya sea con una chaqueta o con resistencias instaladas de tal manera que no sea un impedimento garantizar este punto.

Además el dispositivo será cilíndrico y posicionado de manera vertical, separada por dos compartimentos con pistones independientes los cuales mantengas la mezcla pasando de un lado a otro para garantizar la homogeneización.

Ventajas:

1. El dispositivo cuenta con un sistema de atemperamiento lo cual garantiza que el crudo no se enfríe y sea mejor la fluidez dentro del proceso de mezcla
2. Es pequeño y compacto garantizando que no haya presencia de aire
3. Al tener un compartimiento con dos pistones se garantiza un “sube y baja” de la mezcla lo cual permite una homogeneización.

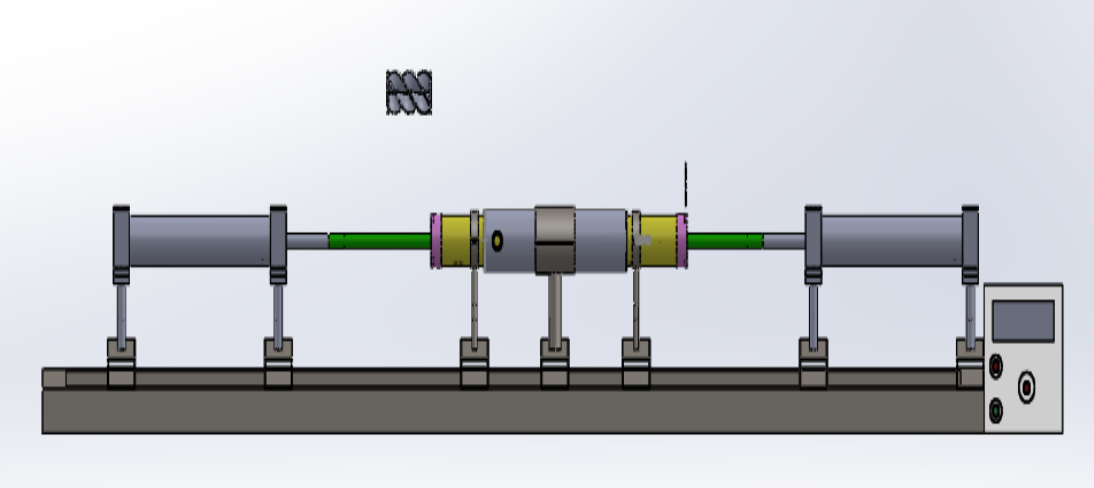
Desventajas:

1. Si no se cuenta con un baño de recirculación se debe buscar otro dispositivo que me permita mantener la temperatura
2. Se usan equipos un poco más especializados y de difícil adquisición
3. Los pistones deben garantizar la presión necesaria para la mezcla sin necesidad de aumentar su tamaño

Con el propósito de buscar alternativas disponibles en el laboratorio FIR, que disminuya costos a la hora de materializar el diseño, se buscaron sistemas de atemperamiento similares a recirculación y que garanticen la precisión en el parámetro temperatura, 0.2°C y equipos anexos de adición mas toma de muestra y otros accesorios los cuales cumplen una función básica en el proceso de toma y adición de muestra para el proceso de homogenización.

4.2 Prototipo Mezclador Encogimiento Volumétrico

Figura 9 Prototipo Encogimiento Volumétrico bala mezcladora L.A



Fuente: 1 Autor

4.2.1 Tabla de componentes Prototipo Encogimiento Volumétrico

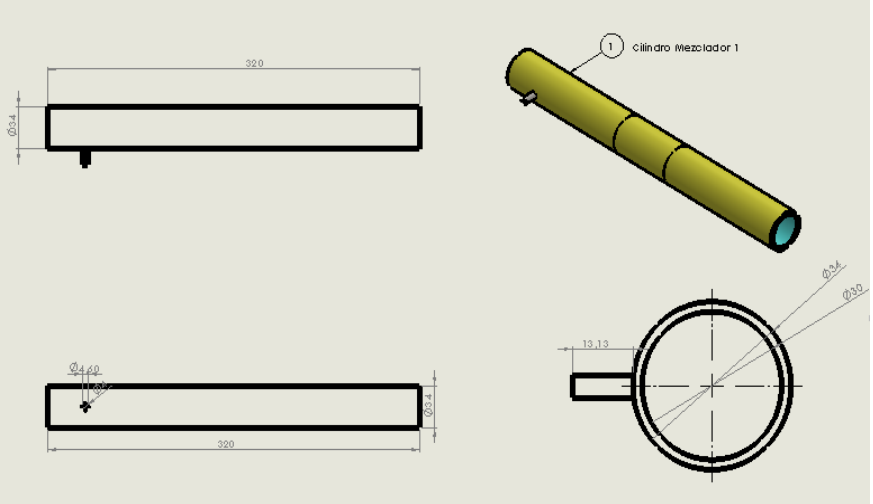
Tabla 3 Prototipo Bala Mezcladora L.A

NOMBRE	FUNCION
Mezclador en línea tipo espiral	Garantiza el mezclado del solvente y el crudo
Cilindro mezclador	Cuerpo del cilindro en cargado de recibir la mezcla para la homogenización
Cabeza + Embolo interno	dispositivo interno encargado de mover la mezcla para la homogenización
Orifico de carga	encargado de la entrada y salida del diluyente y el crudo
Tapa roscada	Elemento encargado del sellado de la bala mezcladora
Válvula	Encargada de la entrada del solvente y crudos, la salida de la mezcla homogenizada y cierre para el vacío del sistema
Oring	Garantiza la presión evitando las fugas al momento del mezclado
Anillos de retención internos	Permite el sellado manual del mezclador interno en el sistema
Soporte	Garantiza la estabilidad del sistema
Cilindro Neumático	Dispositivo que ejerce el trabajo mecánico o movimiento de la mezcla
Válvulas Neumáticas	garantizan el paso del aire comprimido a través del sistema neumático
Sensores Magnéticos	Garantizan el principio y final de los ciclos hechos por el cilindro neumático
Sistema Atemperamiento	Encargado de garantizar un sistema térmico

Fuente: Autor

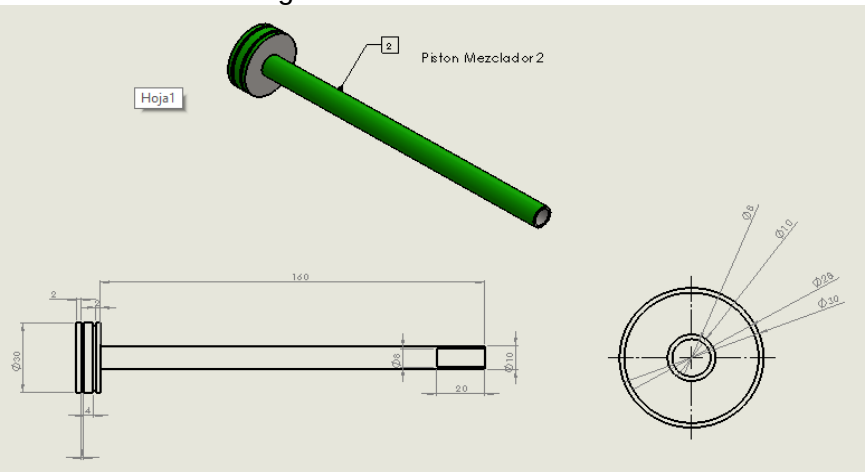
4.2.2 Planos de partes Prototipo Encogimiento Volumétrico

Figura 10 Cilindro Mezclador 1



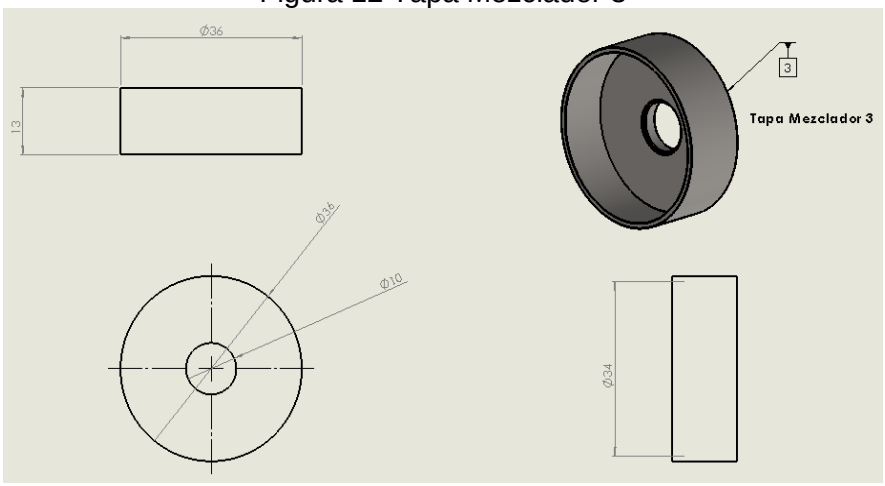
Fuente: Autor

Figura 11 Pistón Mezclador 2



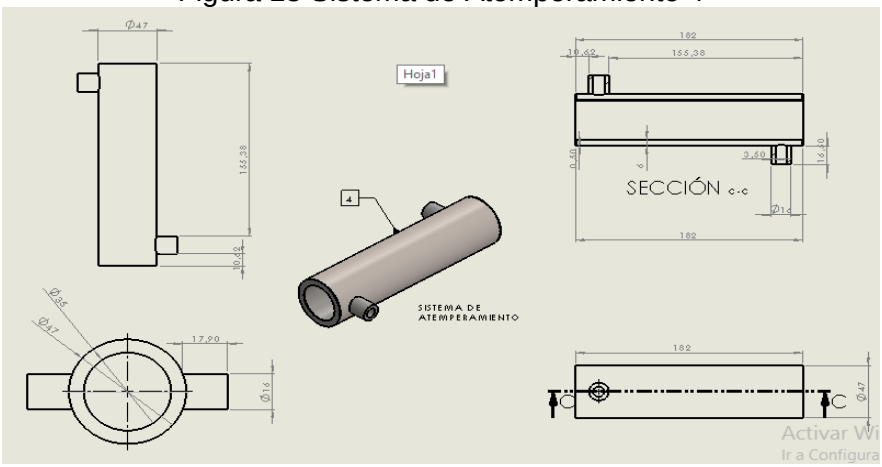
Fuente: Autor

Figura 12 Tapa Mezclador 3



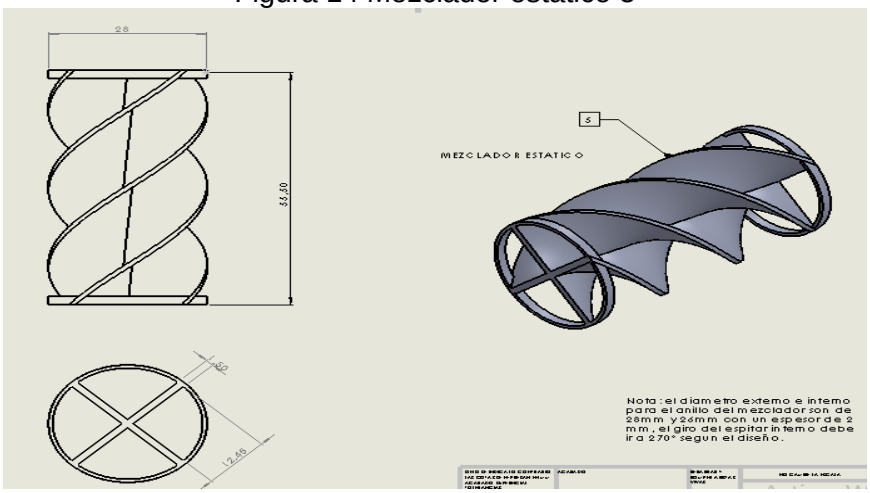
Fuente: Autor

Figura 13 Sistema de Atemperamiento 4



Fuente: Autor

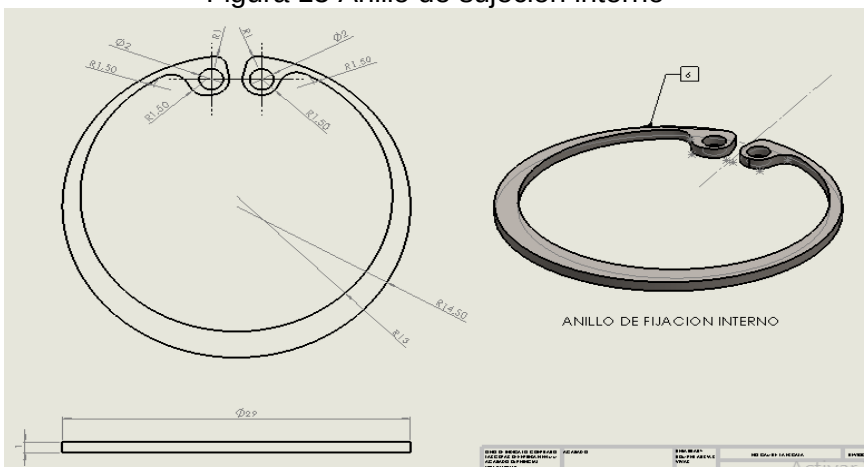
Figura 14 Mezclador estático 5



Fuente: Autor

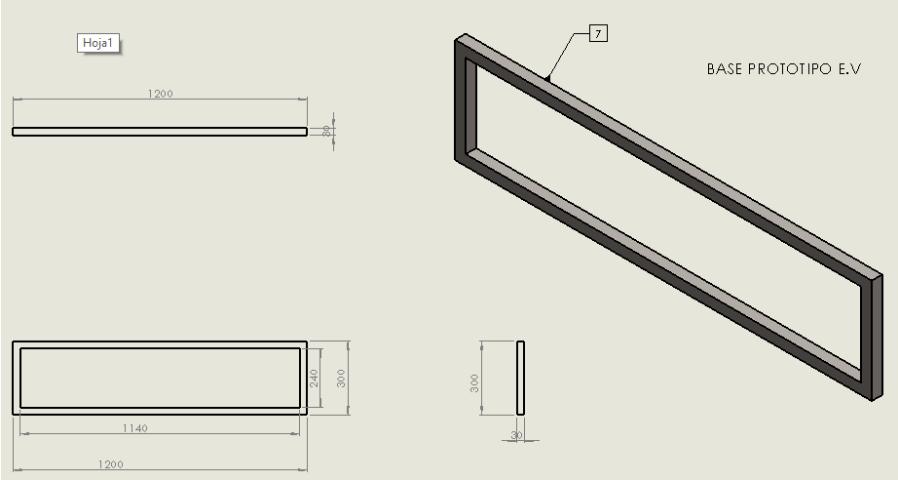
- La torsión realizada al mezclador según el plano debe ser de 270°.

Figura 15 Anillo de sujeción interno



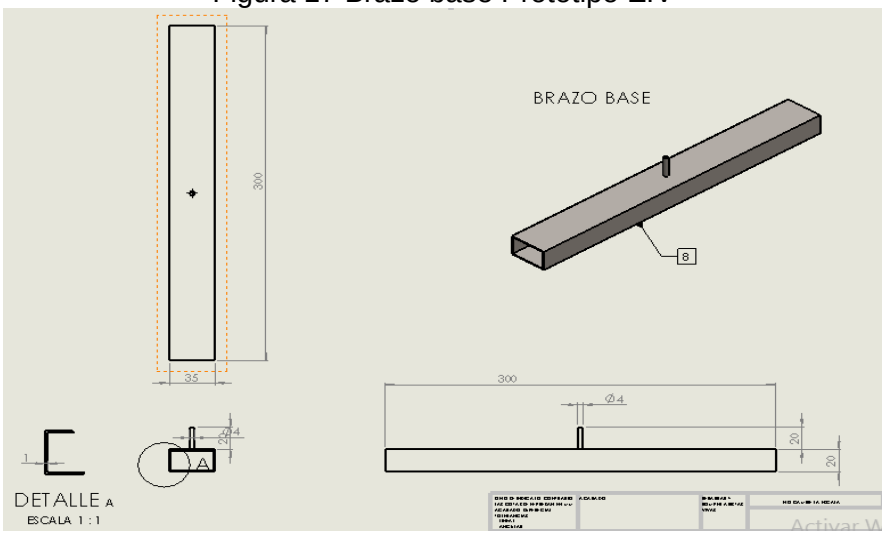
Fuente: Autor

Figura 16 Base Prototipo E.V



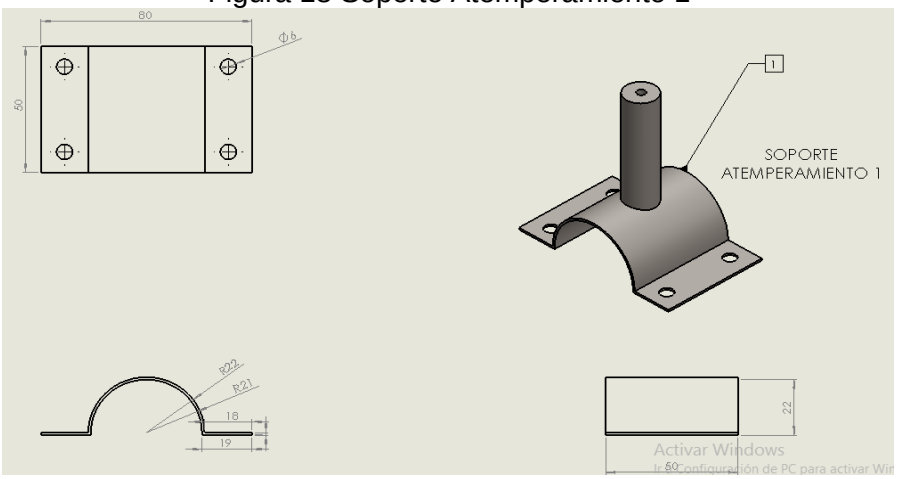
Fuente: Autor

Figura 17 Brazo base Prototipo E.V



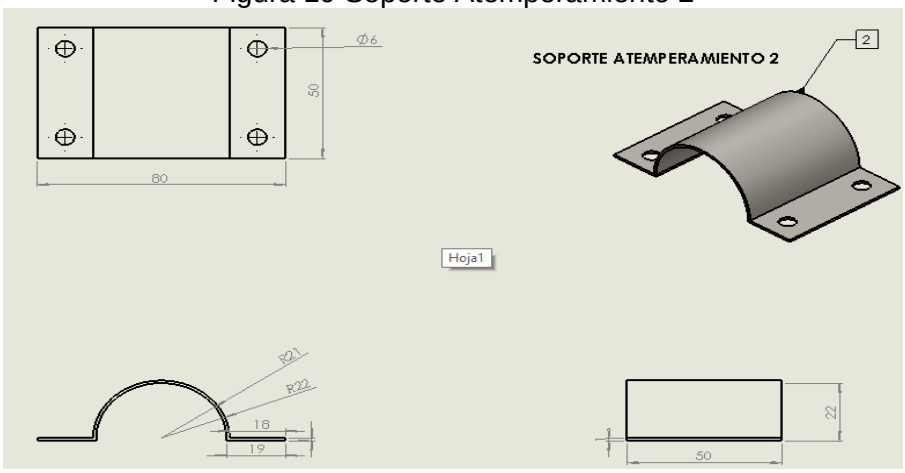
Fuente: Autor

Figura 18 Soporte Atemperamiento 1



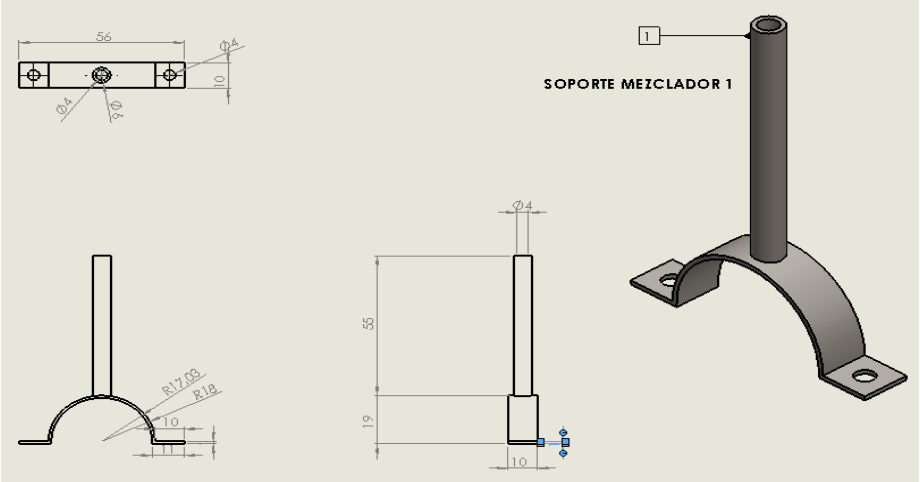
Fuente: Autor

Figura 19 Soporte Atemperamiento 2



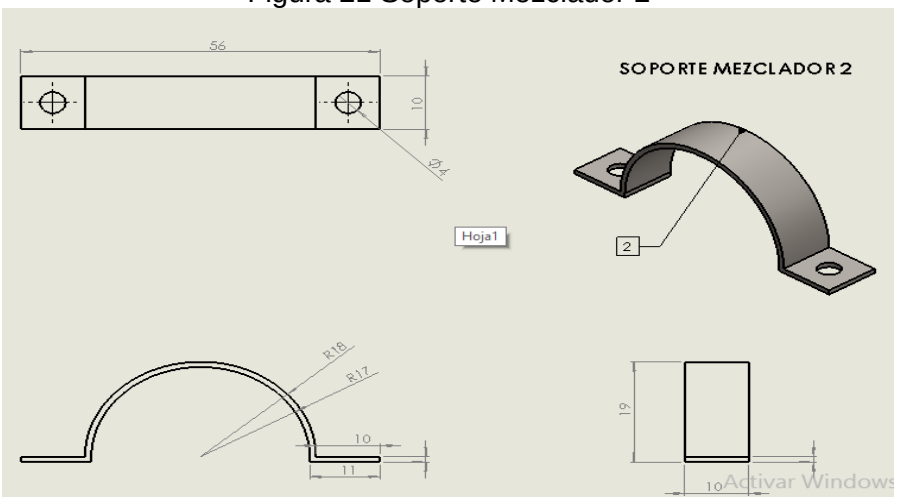
Fuente: Autor

Figura 20 Soporte Mezclador 1



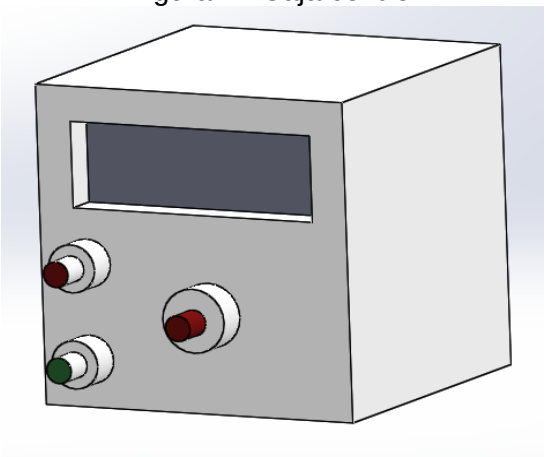
Fuente: Autor

Figura 21 Soporte Mezclador 2



Fuente: Autor

Figura 22 Caja control



Fuente: Autor

Descripción: de acuerdo a la discusión técnica entre personal de Ecopetrol y UTS, surgieron las siguientes recomendaciones: Que el dispositivo pueda mantener una temperatura constante; esto es posible técnicamente dada la disponibilidad de baños de recirculación en el área de preparación de mezclas del Laboratorio siendo estos equipos la clave necesaria para que la fluidez del tipo de crudo (CP, CEP) utilizado para la mezcla.

Además el dispositivo será cilíndrico y posicionado de manera horizontal, separada por dos compartimentos con pistones independientes los cuales mantendrán la mezcla pasando de un lado a otro garantizando la homogeneización, estos a su vez conectados a dos cilindros neumáticos con sus respectivos accesorios, un soporte metálico que mantiene fijo el equipo y un sistema automatizado que permite la eliminación total del esfuerzo manual y los riesgos de derrames sin permitir la presencia de aire.

Ventajas:

- El prototipo Bala Mezcladora L.A cuenta con un sistema de atemperamiento externo (baño de recirculación), el cual garantiza que el crudo no se enfríe y sea mejor la fluidez dentro del proceso de mezcla.
- Es pequeño y compacto garantizando que no haya presencia de aire.
- No expone al operador a peligros por derrames o contaminación al medio.
- Al tener un compartimiento con dos pistones se garantiza que la mezcla sea homogénea.
- Confiable, fácil de desarmar, lavar y guarda.
- Resistente a la presión de trabajo por el sistema neumático.

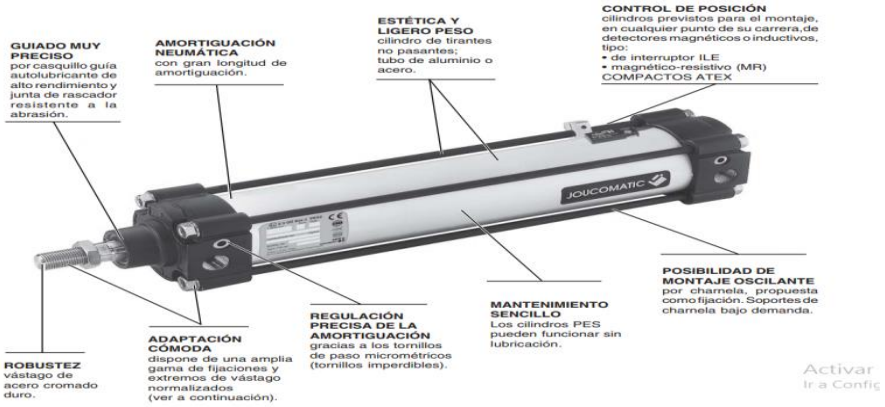
Consideraciones:

- Contar con un baño de recirculación que me permita mantener la temperatura requerida.
- Usar equipos especializados para la realización de vacío al sistema.
- Los orrines en el pistón deben garantizar la presión necesaria para la mezcla sin necesidad de aumentar su tamaño.
- Los anillos de retención por ser comerciales se debe considerar solo el diámetro.

Con el propósito de buscar alternativas disponibles en el laboratorio FIR, que disminuya costos a la hora de materializar el diseño, se buscaron equipos anexos de adición para la toma de muestra y otros accesorios los cuales cumplen una función básica en el proceso de homogenización.

4.2.1 CILINDROS NEUMATICOS

Figura 23 Cilindro de doble efecto



Fuente: 2 ASCA Joucomatic

EL cilindro de doble efecto es aquel que tiene dos entradas de aire para su control, una en una de las cámaras y la otra en la otra. Estas dos entradas deberán ir conectadas a la válvula de control directamente siendo habitualmente necesarias válvulas con un mayor número de vías. Un ejemplo de este tipo de válvulas son la 5/2 (la más utilizada en este tipo de cilindros).También son válvulas muy utilizadas en este tipo de cilindros las 4/2. Como ventaja fundamental de los cilindros de doble efecto, está la capacidad de hacer diseños mucho más complejos y poder trasladar los accionamientos o mandos de control lejos de nuestra maquina neumática. Con estos cilindros podemos controlar el avance y el retroceso con dos accionamientos ya sean manuales, eléctricos o neumáticos lo que facilita un mayor control en nuestras operaciones.

4.2.1.1 ACCESORIOS PARA SISTEMA NEUMÁTICO

Figura 24 Accesorios neumáticos

Fuente: emc-ecuador

Aunque no parezcan importantes, en cualquier condición, los accesorios neumáticos, especialmente las tuberías y acoples son necesarios en un sistema con presión neumática. Los Accesorios Neumáticos mantienen su función de conectar las diferentes partes para transferir la energía de presión o para reducir el ruido desde el sistema neumático, de manera que los sistemas pueden trabajar sin problemas y sin ruido.

Figura 25 conectores Neumáticos

Fuente: hnsa

Se utilizan para comunicar los diferentes elementos de un sistema neumático.

Tabla 4 Características Racores automáticos

ESPECIFICACIONES	
MARCA	AZ PNEUMATICA - CHELIC
TIPO DE CONECTOR	RECTO - CODO - TEE - REDUCCIÓN
TAMAÑO CONEXIÓN	1/8" - 1/4" - 3/8" - 1/2"
TAMAÑO MANGUERA	4...12 MM / 1/8"...1/2"

Fuente: hnsa

RACORES AUTOMÁTICOS

Construidos en latón niquelado, bajo el control de la aprobación ISO 9001 y avaladas por la alta tecnología desarrollada en su diseño y ejecución, nuestros racores se convierten en la herramienta más eficaz para garantizar la mayor eficacia, seguridad y fiabilidad que sus instalaciones necesitan.

Figura 26 Reductores automáticos

Fuente: Sin Control S.L

SILENCIADORES

- Silenciadores en bronce con cuerpo de latón y distintas longitudes y sistemas de fijación
- Silenciadores súper planos
- Silenciadores en plástico dinámicos y estáticos
- Silenciadores en Ac. Inox.
- Silenciadores NPT

Figura 27 Silenciadores Neumáticos

Fuente: sin control S.L

MANGUERA NEUMATICA

- Diámetro exterior 3 … 16 mm
- Diámetro interior 2,1 … 11 mm
- Presión de funcionamiento en función de la temp. Presión de funcionamiento: -0,95 … 10 bar
- Temperatura ambiente -35 … 60 °C
- Fluido
- Aire comprimido
- Vacío
- Diversidad de variantes
- Gran resistencia a fisuras provocadas por tensión mecánica.

Figura 28 Manguera Neumática

Fuente: industrias asociadas S.A.S

VALVULAS 5/2 BIESTABLE

Electroválvula neumática de 5 vías biestable (2 bobinas), para ser montadas sobre placa base, con bobina de 24Vcc. Para aplicaciones generales e industriales.
La electroválvula está fijada sobre la placa base mediante 4 tornillos, ninguna conexión se encuentra sobre el cuerpo de la electroválvula, lo que facilita la limpieza de la instalación y el fácil mantenimiento.
El suministro de la electroválvula incluye:

- Electroválvula de 5 vías biestable.
- 2 Bobinas 24Vcc
- 2 Conectores 22mm

Características técnicas:

- Fabricante de la electroválvula: Mindman.
- Referencia: MVSC-220M-4E2 24Vcc.
- Tensión de las bobinas: 24Vcc.
- Potencia de las bobinas: 2,5W (por bobina).
- Tipo de fluido: Aire a presión, con o sin lubricación.
- Presión de trabajo de la electroválvula: 2 a 7 bar.
- Presión mínima de trabajo: 2 bar
- Temperatura de trabajo: -5ºC a 50ºC.
- Superficie efectiva: 18mm².
- Caudal: 799 Nl/min.
- Accionamiento manual: Si.

Figura 29 Válvula Biestable 5/2

Fuente: adajusa

3. SENSORES MAGNÉTICOS PARA CILINDRO

Los sensores para cilindros de di-soric están diseñados para cilindros neumáticos con imanes incorporados en los pistones. La posición del pistón se detecta a través de la pared del cilindro. Los sensores funcionan sin desgaste y por lo tanto ofrecen un alto nivel de seguridad y fiabilidad de funcionamiento.
Diferentes diseños en combinación con una amplia variedad de fijaciones permiten un fácil montaje en todos los tipos de cilindros comunes de fabricantes de renombre. Los sensores para cilindros de di-soric se caracterizan por su diseño robusto y alta repetibilidad.

Figura 30 Sensores Magnéticos

Fuente: di-soric

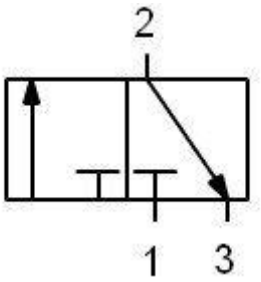
VALVULAS 3/2 NEUMATICAS

Normalmente son utilizadas para manejar cilindros simple efecto. Gracias a sus 3 vías, el flujo del aire puede ir en dos direcciones distintas y realizar el escape en su posición cerrada.

Características
Cuerpo de válvula en aluminio.
Eficiencia de espacio y alto rendimiento.
Larga vida útil.

Especificaciones Técnicas
Presión de trabajo: 21 – 116 PSI.
Temperatura de trabajo: 5 – 60 °C.
Puertos rosca G (BSPP).

Figura 31 Válvula 3/2 Neumática



Fuente: intor

Figura 31 Electroneumatica Válvula 3/2

Fuente: corpneumatic

3.1. TIPOS DE ACCIONAMIENTOS

Además de tener en cuenta la cantidad de vías y de posiciones que tiene una válvula, existen diferentes tipos de accionamiento (o mando). A continuación, se describen los tipos de accionamiento más comunes.

Accionamiento manual: La característica principal de estas válvulas es que el operador decide cuando quiere que el aire fluya. No es la más utilizada, justamente porque el objetivo principal de la neumática es automatizar procesos y acotar el trabajo del ser humano. Las opciones para este tipo de accionamiento son mediante un pulsador, una palanca o un pedal. Si se utiliza un botón, con o sin retención, la válvula es de dos posiciones (una cuando está presionado y otra cuando no lo está). En cambio, si se quieren 3 posiciones, la opción más común es la de la palanca, que se puede mover para adelante o para atrás para sacarla del reposo.

Accionamiento mecánico: En este tipo de accionamiento se produce alguna acción mecánica que activa la válvula al hacer contacto con algo. Se pueden crear muchas maneras para lograr esto, inclusive en algunos casos se puede hacer que cuando golpeé de un lado cambie de posición y cuando choca del otro no. Un ejemplo bastante común de estas válvulas son las que tienen levas o rodillos para funcionar como un fin de carrera. El rodillo avanza hasta hacer tope con algo y entonces produce el cambio de posición en la válvula.

Accionamiento neumático: Como bien lo dice su nombre, estas válvulas son dirigidas gracias a la neumática, o sea que necesitan del aire comprimido para ser comandadas. Si entra aire, trabaja de una manera y si sale de otra. Solamente con presión. Hay casos también en las cuales se acciona con dos entradas distintas, adquiriendo mejor comodidad de trabajo.

Accionamiento eléctrico: Estas válvulas requieren un circuito eléctrico para activarlas. La conmutación de las válvulas se obtiene por algún dispositivo eléctrico que haya mandado esa orden. Es importante saber qué voltaje y tipo de corriente necesitas en tu proceso, ya que no es lo mismo usar 12, 24, 110 o 220 voltios y tampoco es lo mismo utilizar corriente alterna que continua.

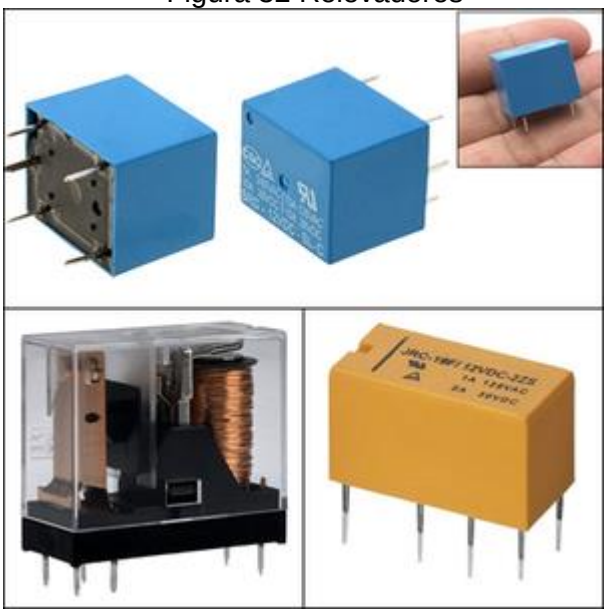
RELEVADORES

Son dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo on/off. Constan de una bobina y de una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. El principio del funcionamiento es el de hacer pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido, y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

Son Ampliamente utilizados para regular secuencias lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.

K1 identifica al relevador número uno. A1 y A2 identifican a las terminales del relevador. La numeración identifica a la primera cifra con la cantidad de contactos, mientras que la segunda cifra (3 y 4) indican que se trata de contactos normalmente abiertos. Para contactos normalmente cerrados se emplean en las segundas cifras los números 1 y 2, respectivamente.

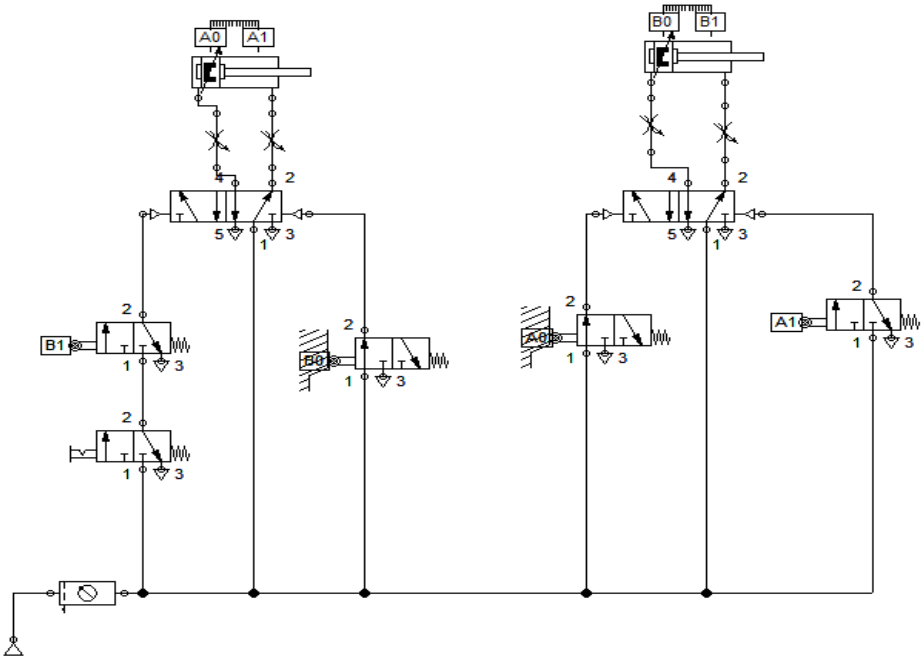
Figura 32 Relevadores



Fuente: electronicasmd

CIRCUITO NEUMATICO PARA SIMULACION (FLUID SIM)

Figura 33 Circuito Neumático



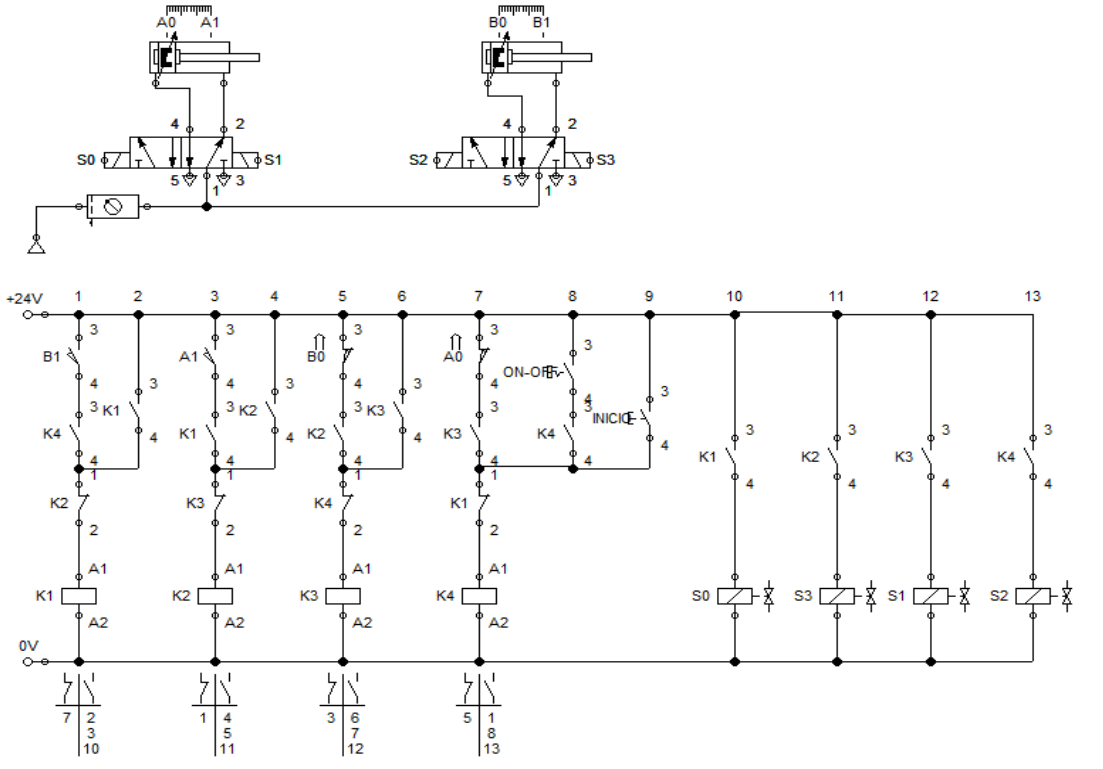
Fuente: Autor

Tabla 5 Materiales para circuito Neumáticos

MATERIALES SISTEMA NEUMATICO	
Equipo	**Cantidad**
Cilindros de doble efecto.	2
Válvulas 5/2 vías	2
Válvulas 3/2vías con muelle de retorno y de activación mecánica	4
Válvula direccional de 2 vías con retención para activar o desactivar el sistema.	1
Unidad de mantenimiento.	1
Fuente de presión (suministro de aire).	1
Válvulas reguladoras de caudal.	4
Alineadores de presión.	

Fuente: Autor

Figura 34 Circuito Electro neumático



Fuente: Autor

Tabla 6 Materiales para circuito Electro Neumáticos

MATERIALES SISTEMA ELECTRONEUMATICO	
COMPONENTES NEUMATICOS	
Equipo	**Cantidad**
2 cilindros de doble efecto con sus límites de carrera. De 15 Cm de recorrido	2
Válvulas 5/2 vías para control del cilindro.	2
Solenoides (censores).	2
4 liberadores de presión.	4
1 unidad de mantenimiento.	1
Fuente de aire comprimido.	1
Manguera de ¼ Neumática.	M, Cm, mm
COMPONENTES ELECTRICOS	
Equipo	**Cantidad**
Fuente de 24 Voltios.	1
Contactos, 1 cerrado.	4
Relevo (Relé).	1
Selenoides cada uno con contacto de activación.	4

Fuente: Autor

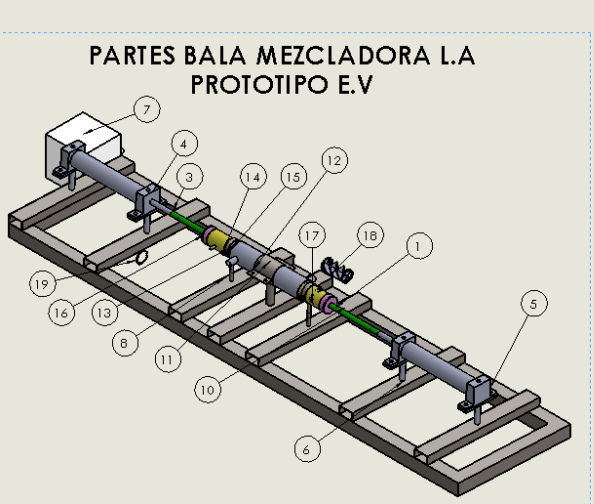
METODO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA NEUMÁTICO:

Una vez ensamblados todos los componentes del sistema mecánico y neumático junto con la parte de control eléctrico, y teniendo la mezcla (tener presente hacer vacío en la cámara antes de iniciar el ciclo de mezclado) en el cilindro mezclador se procede a:

- La fuente de aire para el sistema es con la que actualmente cuenta el laboratorio regulada a una presión de 2,5 Bar y con la cual trabajan otros equipos que ya se encuentran instalados en el laboratorio.
- El recorrido del vástago del cilindro neumático debe ser de 150 mm o 15 Cm y los accesorios (base y conectores en I y Y) debe ser acordes al cilindro seleccionado.
- Dar inicio pulsando el botón de arranque una vez para que el sistema se posiciones en condición inicial.
- Pulsar nuevamente el botón de arranque para darle marcha e inicien los ciclos del mezclado de las sustancias.
- Permitir que le sistema de mezclado trabaje el durante el tiempo determinado por el operador el cual será medido por él mismo de forma manual con un cronometro u otro dispositivo que permita medir el tiempo.
- Una vez se alcance el tiempo deseado detener el mezclado pulsando el botón de parada.
- Se hace la toma de la muestra por la válvula de extracción usando la jeringa con su acople respectivo.
- La velocidad de mezclado está determinada por la presión del sistema graduando la válvula reguladora de aire, de esto depende el número de ciclos posibles para el proceso a realizar.
- En cualquier momento puede pulsar la parada de emergencia la cual me detiene el ciclo de mezclado parando de manera instantánea.
- Para reiniciar nuevamente el sistema se deben repetir los paso 1 y 2 del método de operación neumático.

ISOMETRIA PARA EL ENSAMBLE

Figura Parte Ensamble Bala Mezcladora L.A Prototipo E.V



N.° DE ELEMENTO	N.° DE PIEZA	CANTIDAD
1	Tapa Mezclador LA 3	2
2	cilindro neumatico	2
3	Piston Cilindro Neumatico	2
4	Tapa Cilindro Neumatico	2
5	Soporte Cilindro neumatico	2
6	Base cilindro Neumatico	4
7	Caja control	1
8	Brazo base bala mezcladora 2	7
9	Pieza1^Ensamblaje Bala Mezcladora E.V	1
10	Base bala Mezcladora 1	1
11	Soporte temperamiento 1	1
12	Soporte temperamiento 2	1
13	Soporte Mezclador 1	2
14	Soporte Mezclador 2	2
15	Cilindro de atemperamiento	1
16	Cilindro Mezclador 1	1
17	Piston Mezclador 2	2
18	Mezclador estatico 5	1
19	Chabeta de fijacion 6	1

Activar Windows

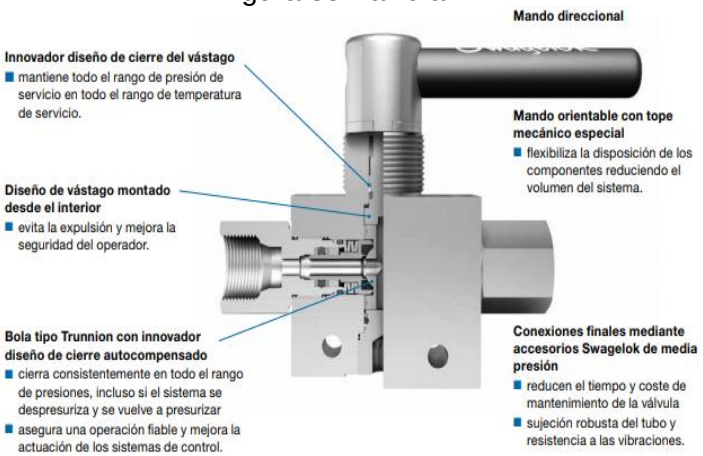
Fuente: Autor

El ensamble del Prototipo Bala mezcladora L.A para medir pérdidas por Encogimiento Volumétrico está acorde a cada número del plano realizado en el Solidworks versión 2015.

4.2.1 VALVULA FKB

Las válvulas de bola Trunnion serie FKB tienen un bajo par de actuación de un cuarto de vuelta en un diseño compacto que cierra sin fugas en aplicaciones hasta 1378 bar (20.000 psi).

Figura 35 Válvula FKB



Fuente: Accesorios swagelok

4.2.2 Características de las válvulas FKB

- Existen válvulas de 2 vías bidireccionales; válvulas de 3 vías puerto de entrada común lateral o inferior.
- Coeficientes de caudal (Cv) de 0,44 a 11,3.
- Conexiones finales mediante accesorio para tubo de media presión, NPT hembra y cono y rosca.
- Mando de barra orientable.
- Actuadores neumáticos de conformidad con ISO 5211.
- Tres opciones de montaje que incluyen:
  - Montaje en panel con la tuerca de panel opcional.
  - Dos pernos a través del panel roscados a la parte superior de la válvula.
  - Unida con pernos a los orificios de montaje del cuerpo con patrón de pernos dual para sustitución de válvulas OEM.

Tabla 8 Válvula FKB

Acero inoxidable con juntas tóricas de FKM fluorocarbono			
Temperatura °C (°F)	**Tamaño orificio de la válvula, mm (pulg.)**	**presión del sistema (Psi, bar)**	
		2 vías	**3 vías**
-17(0) a 121 (250)	5,31 (0,209)	1378 (20.000)	
	9,52 (0,375)	1378 (20.000)	1034 (15.000)
	14,2 (0,560)	1034 (15.000)	

Fuente: Accesorios swagelok

4.3 Acero seleccionado para construcción

Figura 32 Acero AISI 304

Fuente: Reliance Foundry

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 AISI 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.

El acero inoxidable 304 es la forma más común de acero inoxidable usada en el mundo, en gran medida debido a su excelente resistencia a la corrosión y a su valor. Este contiene entre 16 y 24 porciento de cromo y hasta 35 por ciento de níquel, como también pequeñas cantidades de carbón y manganeso. La forma más común de acero inoxidable 304 es el acero inoxidable 18-8 o 18/8, el cual contiene 18 por ciento de cromo y 8 por ciento de níquel. El 304 puede resistir la corrosión de los ácidos más oxidantes. Esa durabilidad hace al 304 fácil de desinfectar y por lo tanto ideal para aplicaciones de cocina y alimentos. También es común en edificios, decoraciones y amoblado de sitios.

4.3.1 Características generales del acero 304

Tabla 9 Características del acero 304

Propiedades Eléctricas	Resistividad Eléctrica (µOhmcm)	70-72
Propiedades Físicas	Densidad (g cm^{-3})	7,93
	Punto de Fusión (C)	1400-1455
Propiedades Mecánicas	Alargamiento (%)	<60
	Dureza Brinell	160-190
	Impacto Izod (J m^{-1})	20-136
	Módulo de Elasticidad (GPa)	190-210
	Resistencia a la Tracción (MPa)	460-1100
Propiedades Térmicas	Coeficiente de Expansión Térmica @20-100C ($x10^{-6}$ K^{-1})	18
	Conductividad Térmica a 23C (W m^{-1} K^{-1})	16,3

Fuente: goodfellow

4. EQUIPOS ADICIONALES

5.1 Jeringa

Figura 37 Jeringa 60ml

Fuente: Autor

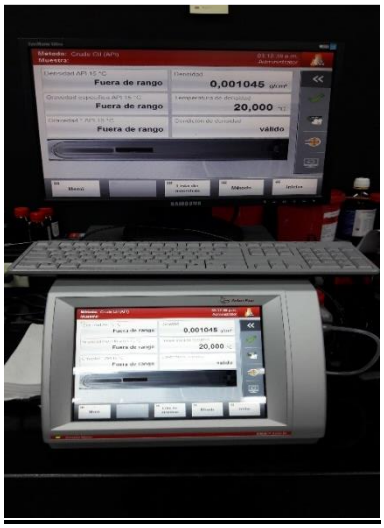
Jeringa plástica de 60 ml sin aguja B.D por unidad, estéril, desechable, tres partes, libre de pirógenos con embolo de caucho que permite que resbale más suave dentro del barril y evite la filtración del aire.

5.1.1 Características generales de la jeringa

- Componentes: polietileno.
- Usos o modo de empleo: utilizadas en todo proceso que requiera aplicación o cualquier otro suministro o extracción de fluidos.
- Precauciones: es un producto de uso único, manipular con cuidado, debe ser utilizado por personal profesional, no usar si la fecha de vencimiento ya expiró.
- Unidad de venta: unidad.
- Registro invima: 2005v-0003325
- Laboratorio: bd
- País origen: estados unidos

5.2 Densímetro Anton Para

Figura 38 Densímetro Anton Paar



Fuente: Autor

5.2.1 Descripción de equipos y ventanas conectadas

- Analizador de densidad digital: consta de un tubo de prueba oscilante en forma de U, un sistema de estimulación electrónica, conteo de frecuencia y pantalla digital. El analizador debe ajustar exactamente la temperatura de la muestra durante la medición o debe controlar la temperatura de la muestra durante la medición.
- Equipo controlador de temperatura: es el equipo que reúne los requerimientos de precisión descritos en el método de ensayo ASTM D 4052 y ASTM D 5002.
- Jeringas: de 3 cc en volumen con una punta o adaptador para la misma que encaje en la entrada del tubo oscilante.
- Pantalla de computador: permite visualizar el interior del densímetro con mayor precisión.
- Envase con silica: se utiliza para prevenir la humedad del equipo.
- Depósito de residuos: se utiliza para depositar las muestras y/o medidas y asi mismo reciclarlas.

5.2.2 Descripción básica del sistema

Los instrumentos de la serie DMA son medidores de densidad y concentración que fueron desarrollados para combinar la más alta precisión con fácil manejo y diseño robusto. La medición se basa en el tubo U oscilante método que fue inventado por el Dr. Hans Stabinger y el Dr. Hans Leopold en el Instituto de investigación Joanneum (Graz, Austria) por primera vez en el mercado de Anton Paar en 1967. Los productos derivados del petróleo son mezclas complejas de

hidrocarburos diferentes, caracterizado a través de sus propiedades diferentes físicas como la densidad. El API (American Petroleoum Institute) la gravedad es un valor alternativo para comparar las densidades de los productos petrolíferos diferentes.
Gravedad API es una medida del peso de un líquido de petróleo en comparación con agua. Si la gravedad API (en t=60ºF) es mayor de 10, es más ligero y flota en el agua. Si es menos de 10, es más pesada y por ende se hunde.

5.2.3 Principio de funcionamiento (Tubo en U)

Es un tubo de vidrio de boro silicato en forma de U que se está acondicionado para vibrar a una frecuencia característica. La frecuencia característica cambia en función de la densidad de la muestra. A través de una precisa determinación de la frecuencia característica y una conversión matemática, la densidad de la muestra se puede medir, la densidad se calcula a partir del cociente del periodo de las oscilaciones del tubo en U y el oscilador de referencia.

5.3 Puntas para Micropipeta

Figura 39 Punta Micropipeta

Fuente: Autor

Las puntas son una parte integral del sistema del pipeteo. Su forma, las propiedades y la calidad del material del que están hechas influyen en los resultados del pipeteo. Las puntas para las pipetas HTL están producidas del polipropileno de la más alta calidad, en las condiciones que aseguran su limpieza extraordinaria y la falta de las suciedades bioactivas. Están accesibles en una versión estándar, esterilizada y con el filtro en diferentes formas del embalaje. (ver figura N° 9).

5.3.1 Características de las puntas de Micropipeta

- La superficie ultra-lisa de la punta hecha del polipropileno puro de la más alta calidad garantiza la expulsión total del líquido de la punta.

- La forma perfilada del collarín facilita una estancación correcta de la punta en el cuerpo de la pipeta.
- El sistema HTL (la pipeta + la punta) asegura los mejores resultados de la exactitud y repetibilidad.
- Las puntas están libres de DNasa, RNasa y pirógenos gracias a las condiciones asépticas de la producción.
- El material del filtro está limpio desde el punto de vista químico y biológico.
- La plena trazabilidad de las puntas.
- Los embalajes de color facilitan la elección de una punta adecuada.
- Diseñadas, producidas y suministradas de acuerdo con ISO 9001.

5.4 Baño de Recirculación

Figura 40. Baño de recirculación

Fuente: Fisher Scientifi

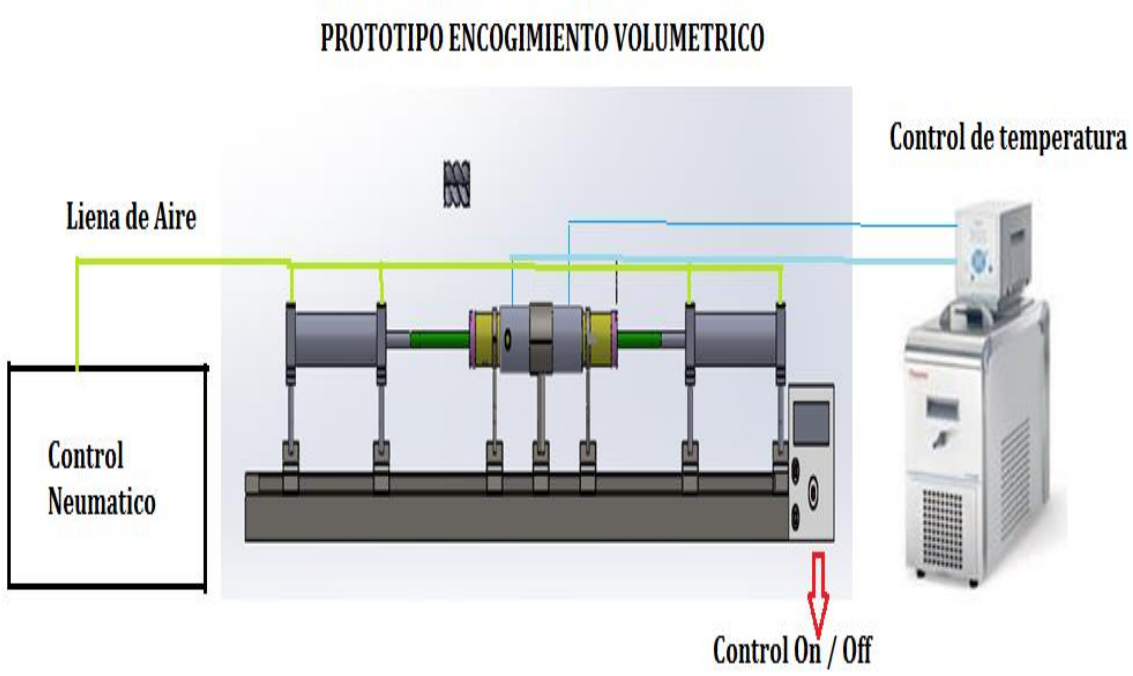
El baño termostático de circulación con refrigeración A25 proporciona una refrigeración eficaz para aplicaciones abiertas y cerradas, con un intervalo de temperatura de − 25 ° a + 200 °C y un volumen máximo del baño de 12 litros.

5.4.1 Características Generales del baño de recirculación

- Baños de acero inoxidable robustos.
- El termostato se puede girar 90x para ubicarlo en cualquiera de los cuatro lados del baño para facilitar su visualización.
- Conjunto de circulación externa incluido para conexión de tubería con un conector M16, NPT macho de 0,25 pulg, con D.E. de 0,375 pulg.
- Concepto de ventilación en tres lados: es posible bloquear hasta dos lados sin reducir las prestaciones de refrigeración ni degradar el equipo.

- Orificio de desagüe en parte frontal.
- Asas integradas.
- Refrigerante sin CFC.

Figura 41 Ilustración final



Fuente: Autor

4. CONCLUSIONES

El procedimiento realizado para las mezclas y determinacion del E.V llevados a cabo en el laboratorio FIR son altamente confiables. Los parámetros que potencialmente pueden desviar una cuantificación idónea del factor de encogimiento volumétrico fueron controlados empleando un elemento desarrollado y comprobado en el Lab FIR-ICP con metodos manuales.

Se realiza ajuste a los prototipos seleccionados por el personal del laboratorio y son tomados encuenta los cambios de diseño realizados a dicho prototipo y el nuevo diseño garantizando todos los parametros necesarios para la determinacion del E.V teniendo encuenta las variables requeridas en el proceso de homogenizacion.

La clave principal para la buena homogenizacion de la mezcla esta en su mezclador estatico en forma de espiral.

Despues de repetidas reuniones se deja un prototipo capaz de cumplir con cada una de las especificaciones requeridas por el personal de laboratorio FIR garantizando una completa homogenizacion.

Se anexan cotizaciones para la construccion del dispositivo Bala Mezcladora L.A para medir perdidas por encogimiento volumetrico en crudos pesados y extrapesados.

Luego de la revisión de posibles materiales para la elaboración del diseño, se llevó a la conclusión de utilizar el acero AISI 304, principalmente por su excelente comportamiento al trabajo en zonas corrosivas, propiedad muy útil al trabajar con crudo y diluyentes.

Cada uno de los planos realizados estan debidamente rotulados y con la informacion necesaria para la contruccion del dispositivo, se deja CD con los palnos en Solidworks de la parte mecanica y de igual manera los planos Neumáticos y electroneumaticos programa Fluidsim.

6. RECOMENDACIONES

Los diseños propuestos según criterio de la corte pasada y actual, permiten afirmar los parámetros asegurando la homogeneidad de la muestra, eliminación de presencia de aire y no pérdidas de fracción liviana. El efecto de la temperatura en los diseños se puede cumplir, no obstante; el modelo nuevo para medir perdidas por Encogimiento Volumétrico permite menor complejidad en el acompañamiento de un sistema de recirculación como los que se tienen disponibles en el laboratorio FIR, por esta razón se deja dicho dispositivo con planos de construcción cumpliendo así con las especificaciones dadas para el cumplimiento de la etapa final.

Según la reunión de concertación realizada con los integrantes del laboratorio FIR en la cual se tomó la decisión de cambiar todo el sistema manual (ver figura N° 1) cumpliendo con los parámetros dados según sus ventajas y proceso de funcionamiento y de acuerdo a lo pactado.

Los anillos de sujeción necesarios para fijar el mezclador estético se deben conseguir en el mercado ya que son de referencia comercial.

Los oring son de referencias comerciales disponibles en el mercado, este debe ser de la medida adecuada a la cabeza del pistón mezclador 2.

Las bases para la fijación de los cilindros neumáticos varían dependiendo de la gama de fijaciones normalizadas existentes en el mercado y la robustez del cilindro a utilizar.

Los sensores electroneumáticos son mejor que los sensores mecánicos ya que su lectura es más precisa y no comprende tiempo de mantenimiento fácil de instalar y limpiar.

Se realizan las cotizaciones para la construcción del dispositivo, las cuales no fueron entregadas por los proveedores a los cuales se les realizado la consulta y queda a consideración de la corte entrante, de igual manera se tomó como mejor opción y por su gran desempeño según sus parámetros el acero 403.

Las roscas que lleva el Prototipo E.V Bala Mezcladora deben ser: para la parte de atemperamiento es M16 * 1 * 1 porque es la que está presente en los equipos disponibles del laboratorio.

La rosca hembra presente en el embolo del mezclador debe coincidir con la rosca macho del actuador del cilindro neumático, por lo tanto se debe primero seleccionar el tipo de cilindro neumático para que las medidas sean coincidentes.

La soldadura utilizada para la unión de la base principal con los soporte debe ser una soldadura eléctrica y el acero deberá ser un acero comercial o canaleta rectangular de 80*40*2.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

https://www.fishersci.es/shop/products/a25-refrigerated-circulators/p-4527460
https://www.swagelok.com/downloads/webcatalogs/es/MS-02-472.pdf
http://www.goodfellow.com/S/Acero-Inoxidable-AISI-304.html
Ecopetrol. Innovación, ciencia y tecnología información. Recuperado de https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/es/ecopetrol-web/nuestra-empresa/quienes-somos/lo-que-hacemos/innovacion-ciencia-y-tecnologia.
León, R. (2016). Elaboración de una metodología para la selección de mezcladores en línea para homogeneización de crudos pesados con diluyente. Universidad Industrial de Santander.
Cesar García, O. R. (2010). Optimización del transporte por oleoducto de crudo pesado castilla. Revntòn Energético, 8(1), 12.
Chacón, C. M. (2009). Estudio de recuperación de crudos pesado en el campo pungarayacu mediante inyección de vapor de agua utilizando tecnología actual. Quito: Escuela Politécnica Nacional de Perú.
http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Cilindro_doble_efecto
https://www.htl.pl/es/product/las-puntas-para-las-pipetas/
https://www.hoyfarma.com/material-medico-quirurgico/jeringa-plastica-de-60-ml-sin-aguja-b-d-detail.html
http://www.intor.com.ar/clasificacion-de-valvulas-neumaticas-direccionales/
Gálvez, A. A. (2012). Análisis y evaluación de alternativas de inyecto a la refinería. Habana: Universidad Nacional Autónoma de México.
IDEAM. (13 de ENERO de 1998). ideam.gov. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/24024/36843/decreto+93+de+1998.pdf/0fb4bf f6-e1d5-4c23-aba0-243e67014884
LA VANGUARDIA. (2017).¿cómo se convirtió el petróleo en el combustible de la modernidad? HISTORIA Y VIDA.
Llerena, C. F. (2017). Técnicas para mejorar el transporte de crudos pesado por oleoductos. Quito: Universidad Politécnica Nacional.
MINEDUCACIÒN. (2015).
: Consulta sobre la ley que ampara a los pasantes y practicantes en Colombia. Bogotá: Colombia. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-357166_archivo_pdf_Consulta.pdf
http://electroneumatic.blogspot.com/2011/04/electroneumatica-basica.html
https://www.di-soric.com/es/Sensores-para-cilndros-di-soric-30094.html
http://www.sicontrol.com/racores.htm
Ministeriode transporte. (2002).Mintrasnporte.Obtenido de http://web.mintransporte.gov.co/consultas/mercapeli/Reglamento/Normatividad.htm Restrepo, E. G. (2012). Herramienta para optimización de flujos de un crudo pesado por el oleoducto bicentenario de Colombia

bajo pronósticos de producción, presión de la canasta de referencia y la tasa de cambio. Chía: Universidad de la Sabana de Colombia.

Vega, A. M.-E. (2017). Factibilidad económica del acople de los mecanismo de dilución y calentamiento para mejorar el trasponte de curdo pesados en líneas de tuberías. Cartagena: Universidad de San Buenaventura.

http://emc-ecuador.com/neumatica/accesorios-neumaticos/

http://www.hnsa.com.co/conectores-y-accesorios/

https://www.reliance-foundry.com/blog/acero-inoxidable-304-vs-316-es#gref

Ardila, C. A. (2012). Análisis y cuantificación de pérdidas volumétricas identificables de hidrocarburos en la operación típica del oleoducto Velásquez 26 (Puerto Boyacá) – El Sauce (Barrancabermeja): Universidad Industrial de Santander (UIS).

Callejas, L. M. (2015). Estudio del efecto de la temperatura en el encogimiento volumétrico de la dilución de crudo pesado con Nafta transportado por el oleoducto Velásquez Galán de Mansarovar Energy: Universidad Industrial de Santander (UIS).