

**Licenciatura:** Ingeniería Mecánica.

**Nombre del Proyecto de Integración:** Evaluación experimental de la mezcla de flujos con diferentes temperaturas en cruces de tuberías

**Modalidad:** Proyecto de Investigación

**Versión:** Primera

**Trimestre Lectivo:** 24P

Nombre: García Cazares Alan Eduardo

Matricula: 2163075501

Correo electrónico: [al2163075501@azc.uam.mx](mailto:al2163075501@azc.uam.mx)

Firma \_\_\_\_\_



Nombre: Pérez Jardón Armando Misael

Matrícula: 2182000033

Correo electrónico: [al2182000033@azc.uam.mx](mailto:al2182000033@azc.uam.mx)

Firma \_\_\_\_\_



Nombre: Rubio Cruz José Daniel

Matricula: 2192001613

Correo electrónico: [al2192001613@azc.uam.mx](mailto:al2192001613@azc.uam.mx)

Firma \_\_\_\_\_



[diferenciar a los asesores y coasesores](#)

Nombre: Dr. Jorge Ramírez Muñoz

Categoría: Titular

Departamento de adscripción. Energía

Teléfono: (55) 5318-90-58

Correo electrónico: [jrm@azc.uam.mx](mailto:jrm@azc.uam.mx)

Firma. \_\_\_\_\_

Nombre: M.I. Humberto Eduardo

González Bravo

Categoría: Asociado

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: (55) 53-18-95-39

Correo electrónico: [hegb@azc.uam.mx](mailto:hegb@azc.uam.mx)

Firma. \_\_\_\_\_

Nombre: M.C.A. Alejandra Manuela

Vengoechea Pimienta

Correo electrónico:

[avengoechea@uniguajira.edu.com](mailto:avengoechea@uniguajira.edu.com)

Firma. \_\_\_\_\_



## DECLARATORIA

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, solicitamos que no se publique la propuesta en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería debido a que los resultados serán usados en una patente.

---

García Cazares Alan Eduardo

---

Pérez Jardón Armando Misael

---

Rubio Cruz José Daniel

---

Dr. Jorge Ramírez Muñoz

---

M.I Humberto Eduardo Bravo

---

M.C.A. Alejandra Manuela Vengoechea Pimienta

## 1. Introducción.

Las uniones tipo cruz o crucetas, son componentes esenciales en sistemas de tuberías, diseñados para conectar cuatro secciones de tubería a 90 grados entre sí. Con una estructura en forma de "cruz", permiten la distribución de fluidos en diferentes direcciones desde un punto central. Fabricadas en distintos materiales como acero, cobre, PVC, etc. son compatibles con agua, gas y productos químicos.

Las cruces son comúnmente usadas en sistemas de distribución, son cruciales para bifurcar o combinar flujos en múltiples direcciones. Son útiles en redes con espacio limitado o que requieren una distribución uniforme del flujo. Además, facilitan la interconexión de tuberías y el mantenimiento al permitir aislar secciones específicas del sistema.

Para este proyecto se utilizará una configuración de dos entradas y dos salidas, la primera configuración con entradas a 90° (Fig. 1), y la segunda configuración con entradas a 180° (Fig. 2).

Se llevará a cabo un análisis de una red de tuberías utilizando agua, donde se evaluará el comportamiento del flujo en condiciones de entradas a 90° y 180° con diferentes temperaturas. Se considerarán varios escenarios, incluyendo caudales iguales en ambas entradas, así como situaciones en las que un caudal sea mayor que el otro y viceversa. El estudio se realizará utilizando tanto un accesorio de cruz comercial como un prototipo con un accesorio interno, con el fin de investigar si existe una mejora en las mezclas y bifurcaciones de los fluidos cuando se usa el prototipo propuesto.

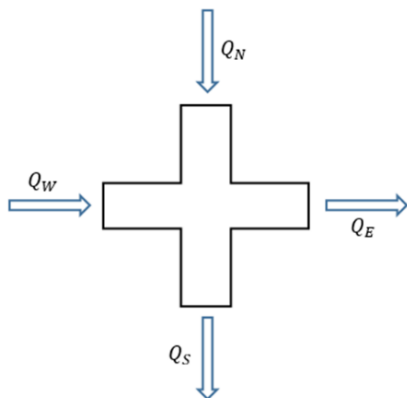


Figura 1. Dos entradas y dos salidas 90°.

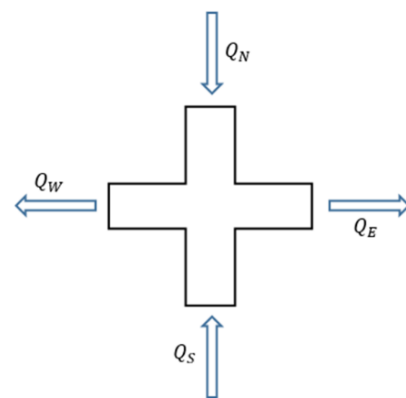


Figura 2. Dos entradas y dos salidas 180°.

## 2. Antecedentes.

En el año 2021, Harim Areli Santos Violante de la Universidad Autónoma Metropolitana, escribió la tesis “Estudio numérico de la mezcla de fluidos en cruces de tuberías” [1]. En esta tesis se llevó a cabo un estudio mediante simulaciones numéricas para el diseño de un prototipo de accesorio en forma de cruz, que incorpora un elemento interno destinado a mejorar la mezcla de fluidos con entradas 90°. De esta tesis se tomará una versión del prototipo del accesorio tipo cruz para ser impresa en 3D, hacer los análisis correspondientes para una situación de dos entradas de agua a diferentes temperaturas y conocer si la mezcla y bifurcaciones son mejores.

En el año 2024, Rodríguez Paniagua Carlos Octavio, Talamantes Sánchez Omar y Zarazúa López Jesús Tonatiuh de la Universidad Autónoma Metropolitana escribieron el reporte de proyecto de integración “Evaluación experimental de un prototipo para la división de flujos en cruces de tuberías con entradas a 90° y 180° “[2]. De este proyecto se tomarán las configuraciones de los caudales utilizados para las entradas tanto para el accesorio estándar, como para el prototipo.

En el año 2024, Rojacques Mompremier, Jorge Ramírez Muñoz, Kebreab Ghebremichael y Jersain Gómez Núñez, profesores investigadores redactaron un artículo de investigación “Predicción de la concentración de cloro en flujos de salida de tuberías en cruces transversales: experimental y numérico” [3]. De este artículo se tomará de referencia el comportamiento de los fluidos en un accesorio tipo cruz en configuración a 90°

## 3. Justificación.

El accesorio tipo cruz sirve para unir o dividir flujos en redes de tuberías, dentro de este accesorio se conocen dos tipos de arreglos cuando se tienen dos entradas y dos salidas de flujo, la configuración de entradas a 90° donde el fluido en las salidas no tiende a mezclarse, por otro lado, existe la configuración con entradas a 180°, donde existe una mezcla de fluidos a la salida notoriamente.

Por lo antes mencionado, se pretende que este proyecto estudie el accesorio tipo cruz con un componente en su interior en una red de tuberías existente en el laboratorio de termofluidos, pero considerando que los fluidos a experimentar deben de estar a temperaturas diferentes. La función del accesorio interno es que los flujos de entrada se mezclen tanto a entradas a 90° como a 180°.

Por consiguiente, se examinará el funcionamiento del accesorio tipo cruz con un componente interior para establecer su comportamiento del prototipo mediante las configuraciones de entrada a 90° y 180°, comparándolo bajo mismas condiciones con el accesorio tipo cruz estándar.

## 4. Objetivos.

Objetivo general.

Comparar cualitativa y cuantitativamente la mezcla de dos flujos a diferentes temperaturas en accesorios tipo cruz utilizando un accesorio estándar y un prototipo propuesto.

Objetivos particulares.

Analizar cualitativa y cuantitativamente la mezcla de flujo de fluidos a diferentes temperaturas con entradas a  $90^\circ$  en accesorios tipo cruz.

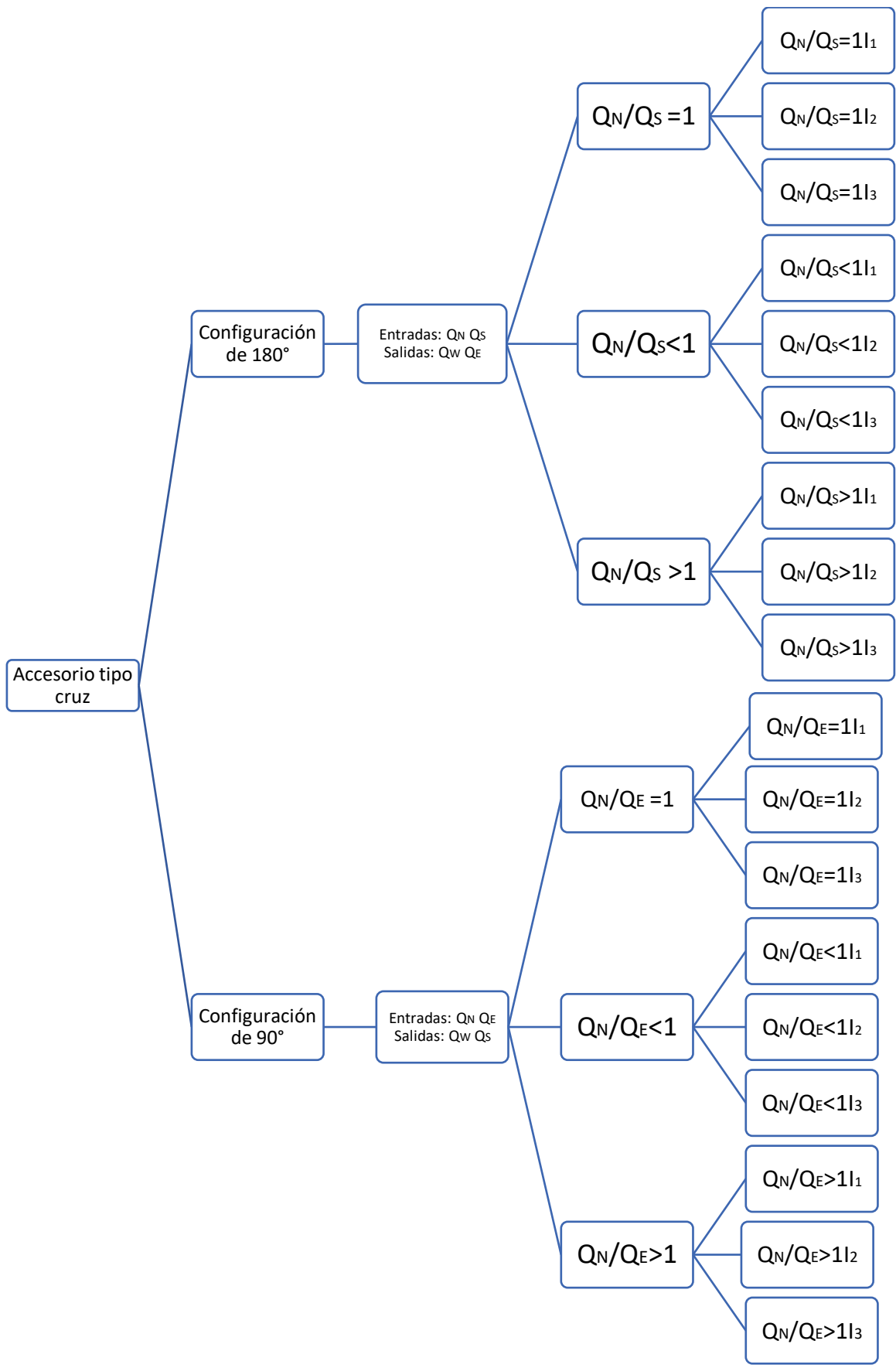
Analizar cualitativa y cuantitativamente la mezcla de flujo de fluidos a diferentes temperaturas con entradas a  $180^\circ$  en accesorios tipo cruz.

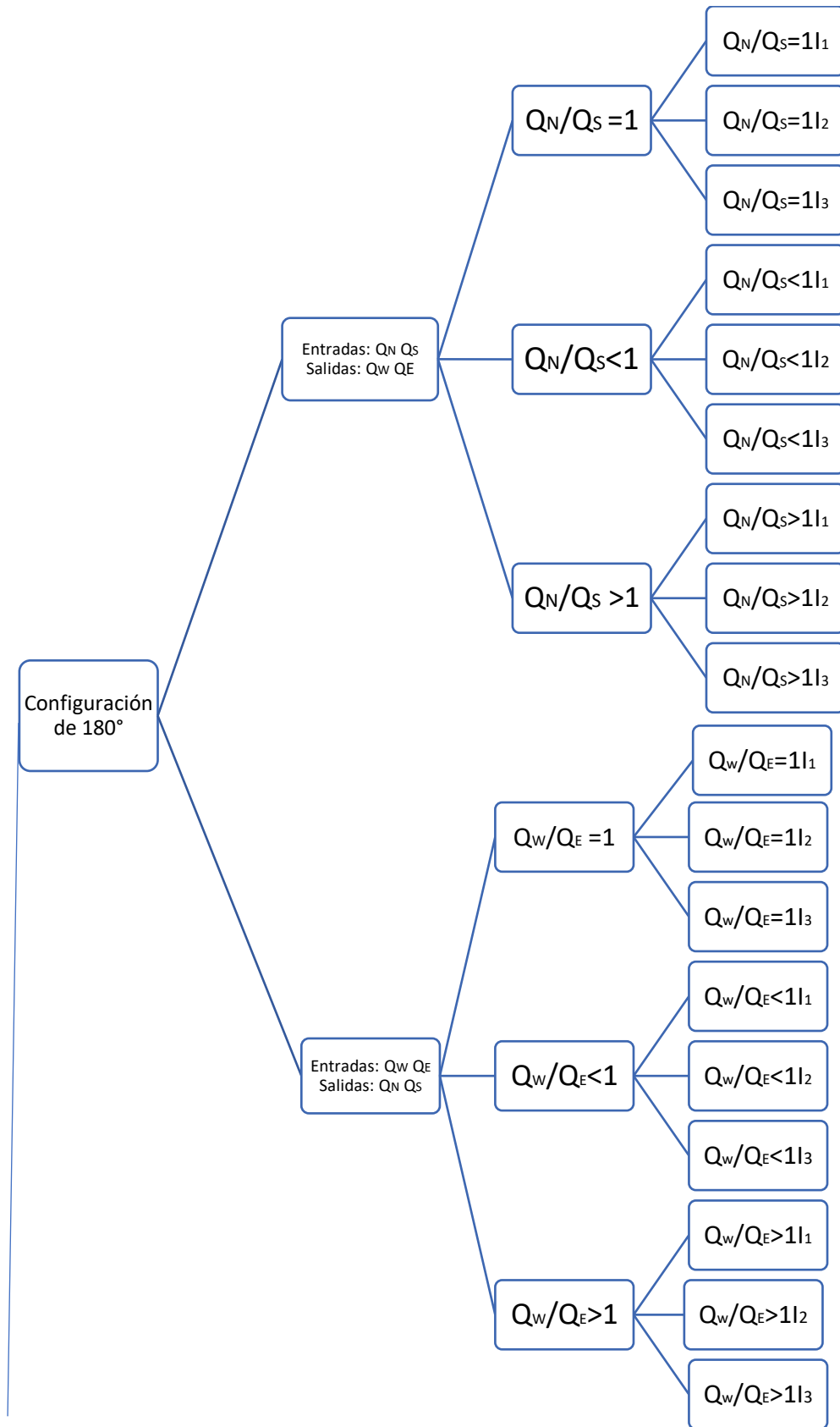
Comparar el desempeño del prototipo propuesto versus el accesorio tipo cruz estándar.

## 5. Metodología.

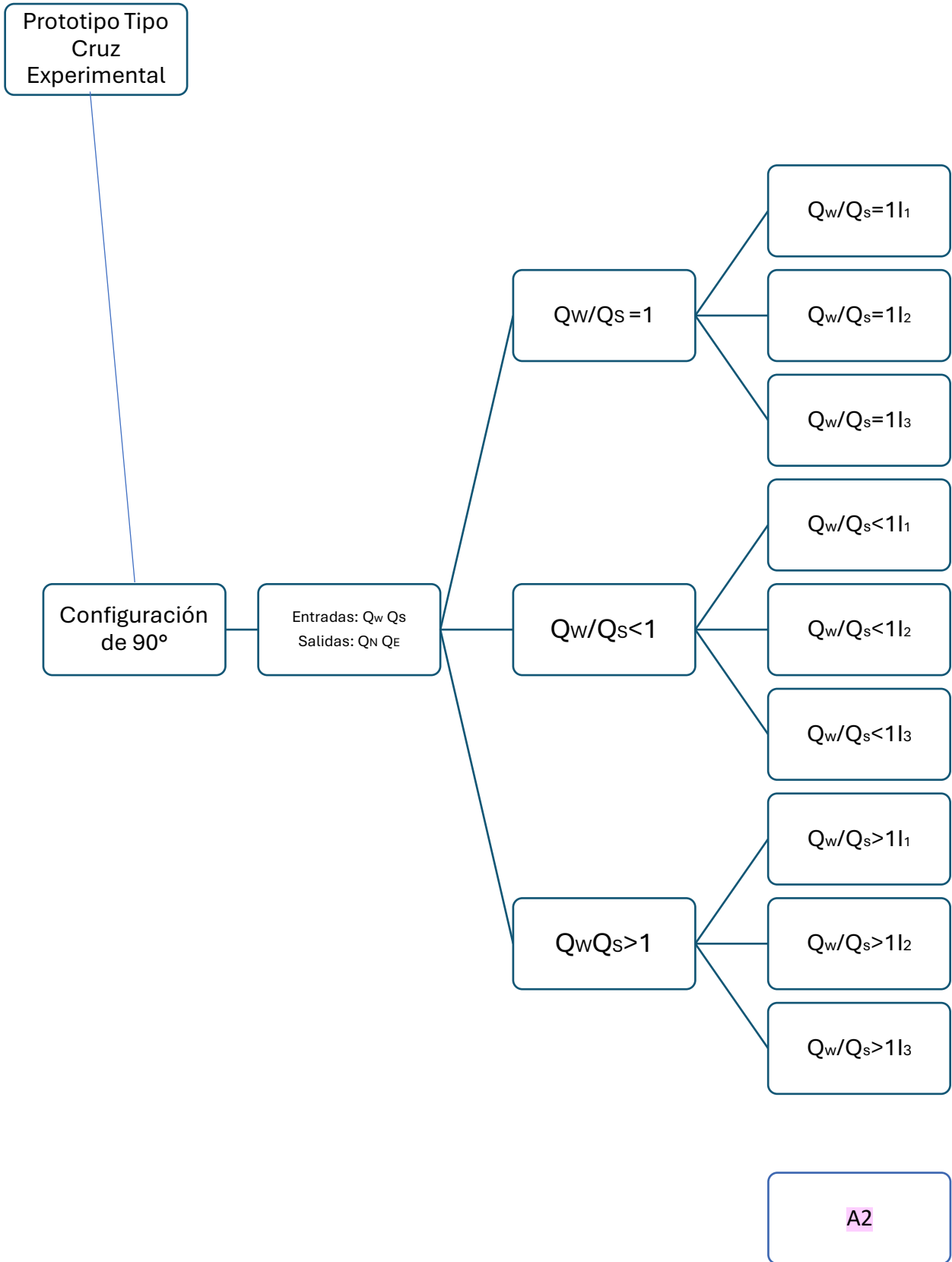
Se llevará a cabo una serie de pruebas en una red de tuberías existentes en el laboratorio de termofluidos, para esto se implementará el accesorio tipo cruz estándar y el prototipo tipo cruz experimental, ambos accesorios cuentan con un acoplamiento de entrada a  $90^\circ$  y  $180^\circ$ . Estas pruebas se llevarán a cabo a diferentes caudales, cada flujo de entrada tendrá diferentes temperaturas. A continuación, se muestra el diseño de los experimentos a realizar.







A1





De lo antes mencionado en los diagramas,  $Q_N$ ,  $Q_S$ ,  $Q_E$  y  $Q_W$ , representan las cuatro entradas tanto del accesorio tipo cruz estándar y el prototipo experimental, estas están marcadas e identificadas con los cuatro puntos cardinales: Norte, Sur, Este y Oeste.

Para la selección de los caudales a utilizar, se usarán tres relaciones de **caudal bajo tres** criterios de acuerdo con los diagramas anteriores, por consiguiente

- $Q_N/Q_S=1$ , esto significa que  $Q_N=Q_S$
- $Q_N / Q_E < 1$ , esto significa que  $Q_N < Q_E$
- $Q_N / Q_E > 1$ , esto significa que  $Q_N > Q_E$

Primeramente, para realizar cada una de las experimentaciones es necesario una inspección en la red de tuberías para evitar fugas, con esto se pretende evitar la entrada de aire al sistema. Es forzoso que no exista la presencia de burbujas de aire por que podría influir en la división de flujos provocando mezclas no deseadas en el interior de la cruz.

Los experimentos se desarrollarán empleando un sistema de red de tuberías establecidas, dos tanques de agua con una capacidad de 40 litros cada uno, cada tanque se ocupará con agua a diferentes temperaturas y con dos bombas centrífugas.

El análisis experimental de forma cualitativa será mediante fotos con técnicas de imagen, analizando el paso de agua mezclada con colorante vegetal a través de la cruz y el prototipo.

Para el análisis cuantitativo se hará con la medición de temperaturas con un controlador de temperaturas con asistencia de sensores.

## 6. Normatividad.

**NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SE-2021, Sistema General de Unidades de Medida.** Esta Norma Oficial Mexicana define las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI), así como otras unidades aceptadas por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), estableciendo sus definiciones, símbolos y reglas de escritura. De esta norma obtendremos los requisitos necesarios para la medición precisa de variables como temperatura, presión, caudal y otras unidades de medida en México, garantizando uniformidad y consistencia en la recopilación de datos [4].

**NORMA Oficial Mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba.** Establece las condiciones y métodos de prueba para asegurar una instalación hermética de los sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado. De esta norma tomaremos los requisitos para tener una instalación hermética entre las tuberías y accesorios y tener una operación óptima [5].


**Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - Funcionamiento- Condiciones de seguridad.** Establece los requisitos de seguridad para el funcionamiento de recipientes a presión,

con el objetivo de prevenir riesgos para los trabajadores y evitar daños en las instalaciones. De esta norma se tomarán los procedimientos para ver que el estado de la red de tuberías sea óptimo, así como la realización de adecuaciones para los recipientes que trabajen a altas temperaturas para salvaguardar a los operarios [6].

## 7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización

- Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.
- **Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica II.**

Trimestre 24-O													
	Actividades	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	 primir en 3D y curado de las crucetas.	X	X	X									
2	Realizar adecuaciones a la red de tuberías.				X	X							
3	Experimentos con el accesorio tipo cruz estándar con entradas a 180°.					X	X	X	X				
4	Experimentos con el accesorio tipo cruz estándar con entradas a 90°.									X	X	X	X
5	Recopilación de datos.					X	X	X	X	X	X	X	X
6	Análisis de datos cualitativo y cuantitativo.									X	X	X	X

Trimestre 25-I													
	Actividades	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Experimentos con el prototipo con accesorio interno con entradas a 90°.	X	X	X	X								
2	Experimentos con el prototipo con accesorio interno con entradas a 180°.					X	X	X	X				
3	Recopilación de datos.	X	X	X	X	X	X	X	X				
4	Análisis de datos cualitativo y cuantitativo.					X	X	X	X	X	X	X	
5	Elaborar y entregar el reporte del proyecto de integración.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## 8. Entregables.

Reporte Final de proyecto de integración.

## 9. Referencias bibliográficas.



- [1] **Harim Areli Santos Violante**, 2021, "Estudio numérico de la mezcla de fluidos en cruces de tuberías", Ph.D. tesis, Universidad Autónoma Metropolitana.
- [2] Rodriguez Paniagua Carlos O. ; Talamantes Sanchez Omar; Zarazua Lopez Jesus T. , 2024, "Evaluación Experimental de un Prototipo para la División de Flujos en Cruces de Tuberías con entradas a 90° y 180°. Proyecto de Integración. Universidad Autónoma Metropolitana".
- [3] Rojacques Mompremier; Jorge Ramírez-Muñoz; Kebreab Ghebremichael; Jersain Gómez Nuñez; Artículo de investigación "Predicción de la concentración de cloro en flujos de salida de tuberías en cruces transversales: estudio experimental y numérico".
- [4] *Norma Oficial Mexicana NOM-008-SE-2021, Sistema General de Unidades de Medida (cancela a la NOM-008-SCFI-2002).* (2023) DOF. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5713228&fecha=29/12/2023#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5713228&fecha=29/12/2023#gsc.tab=0)
- [5] Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (no dado) *Norma Oficial mexicana NOM-001-CONAGUA-2011, gob.mx.* Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/documentos/norma-oficial-mexicana-nom-001-conagua-2011>
- [6] *Norma Oficial Mexicana NOM-020-STPS-2011, Recipientes Sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas - funcionamiento - condiciones de seguridad.* (no dado) DOF. Disponible en: [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5229908&fecha=27%2F12%2F2011#gsc.tab=0](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5229908&fecha=27%2F12%2F2011#gsc.tab=0)

## 10. Terminología.

No es necesaria.

## 11. Infraestructura.



Taller de termo fluidos, en Red de tuberías de investigación, Edificio "P" ubicado en la universidad autónoma metropolitana unidad Azcapotzalco.

## 12. Asesoría complementaria.

No es necesaria.

## 13. Publicación o difusión de los resultados.

No se publicará o difundirá, por proceso para patente.