



MANUAL DE USUARIO

Sistema Integrado de Evaluación de
Equipos de Procesos (SIEVEP)

Investigación y Desarrollo, C.A.

2023 - 2024

ÍNDICE

2

Introducción

Presentación del manual y sus objetivos

3

Requerimientos

Descripción de los requerimientos para el uso del sistema

4

Registro

Descripción de los pasos para registrarse en el sistema, consultar usuarios y cambio de contraseña

8

Inicio de sesión

Descripción de los pasos para iniciar sesión en el sistema

9

Pantallas

Descripción de las funciones de cada pantalla

27

Flujograma de Pantallas

Representación grafica de las funciones del sistema

28

Conclusiones y recomendaciones

Resumen de los aspectos mas importantes del manual de usuario

29

Glosario

Conceptos básicos para facilitar el entendimiento del manual de usuario



Introducción

Este manual de usuario está diseñado para ayudar a los ingenieros de planta de Olefinas I, para aprender a usar **SIEVEP** (Sistema Integrado de Evaluación de Equipos de Procesos). El manual cubre los conceptos básicos de cómo usar la aplicación, así como las instrucciones paso a paso para realizar las tareas comunes.

Los objetivos de este manual son:

- Proporcionar una visión general del sistema.
- Enseñar a los usuarios cómo realizar las tareas comunes.
- Ayudar a los usuarios a solucionar problemas.

Para el desarrollo de este sistema se utilizó **Python** como tecnología web, dadas sus ventajas con respecto a escalabilidad, compatibilidad, y facilidades que ofrece para el desarrollo, acceso e instalación.

Asimismo, para el caso de las tecnologías utilizadas para el lado del cliente se eligió **HTML**, **CSS** y **JavaScript** dado que son las tecnologías por defecto con las cuales trabaja la web. Por el lado de diseño, se utilizó la siguiente librería de diseño **Bootstrap**. En el lado del servidor se utilizó el framework **Django** caracterizado por la facilidad de ejecución de cálculos numéricos y estadísticos, los cuales son necesarios para el sistema.

Para la selección de la base de datos se decidió utilizar el sistema gestor de base de datos **MySQL**, que es fácil de instalar y flexible, además que ya ha sido utilizado en proyectos y sistemas de **Pequiven**. Asimismo, el sistema gestor de base de datos **MySQL** ofrece un robusto sistema de control de concurrencia y una diversidad de programas administradores para la gestión de la información generada por el **SIEVEP**.

Requerimientos

Para el uso del **Sistema Integrado de Evaluación de Equipos de Procesos (SIEVEP)**, solo debe hacerse la instalación en el servidor web que contendrá la aplicación. No se hace necesario modificar cada estación de trabajo donde se ejecutará el proyecto, sino únicamente actualizar los cambios en el servidor web.

En la estación de trabajo solo es necesario acceder mediante cualquier navegador web (Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera) a través de la dirección IP configurada para tal fin.

Registro

Esta sección es únicamente para superusuarios

Para registrar un usuario al sistema, se hace mediante el botón **Administrar Usuarios**, lo que permite visualizar la pantalla **Usuarios del Sistema**, mediante esta pantalla se puede **Editar** y **Cambiar contraseña**, de los usuario registrados.

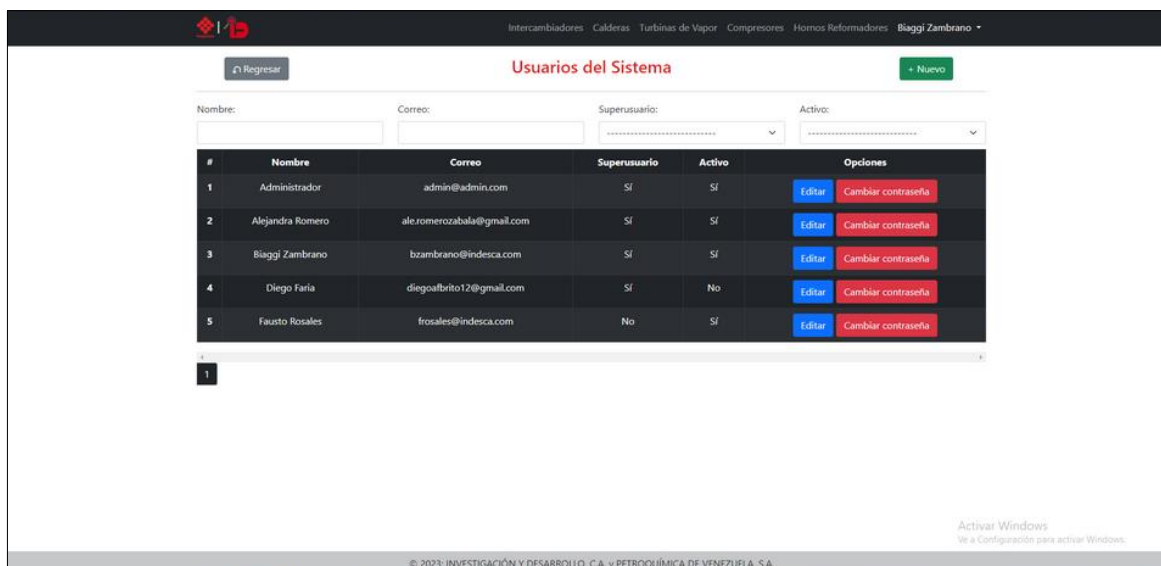


Imagen 1. Pantalla de usuarios del sistema

Para registrar un nuevo usuario se debe hacer clic en el botón Nuevo ubicado en la parte superior de la pantalla Usuarios del Sistema, esto se explica a detalle mas adelante.

Consulta de Usuarios

Mediante la pantalla de Usuarios del Sistema, también se pueden consultar los usuarios registrados, esto puede hacerse filtrando la información mediante los siguientes datos: **Nombre del Usuario**, **Correo**, si es **Superusuario** o si el usuario se encuentra **Activo**.

Registro de Usuario

Esta sección es únicamente para superusuarios

Luego de ingresar a la pantalla Usuarios del Sistema, se puede registrar un usuario, haciendo clic en el botón **Nuevo**, de esta manera puede visualizar la pantalla Registro de Nuevo Usuario, en la cual debe ingresar los siguientes datos: **Nombre del Usuario**, **Contraseña**, **Correo electrónico** e indicar si es **Superusuario** (tildar o no, de acuerdo a los permisos que deba tener). Todos los campos son obligatorios, de lo contrario al finalizar el registro el sistema mostrara un error.

Luego de ingresar los datos debe hacer clic en el botón **Registrar Usuario**.

Imagen 2. Pantalla de registro

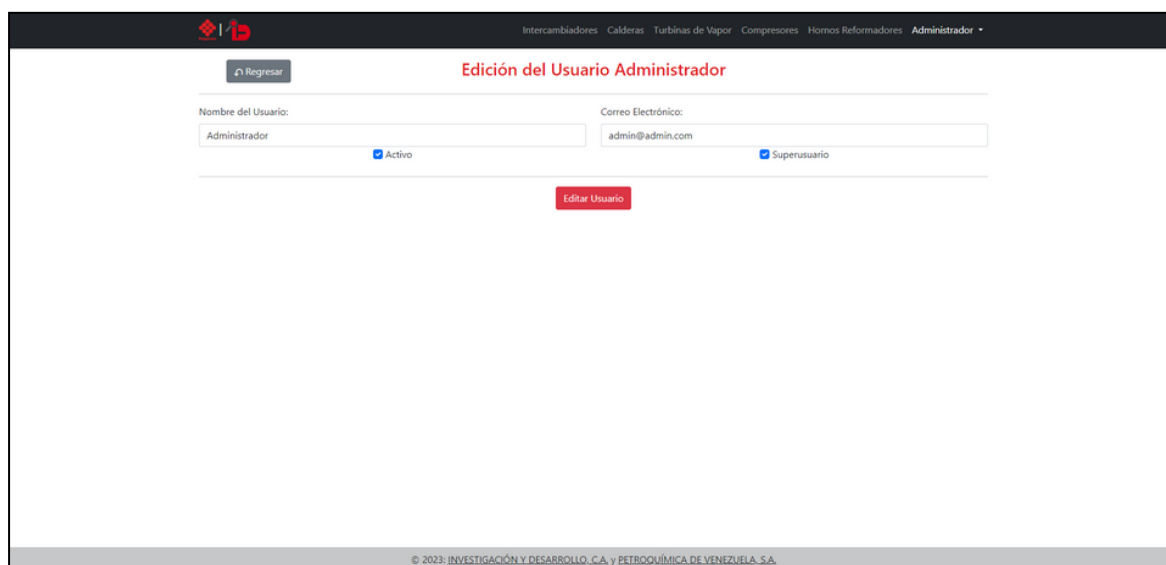
Para regresar a la pantalla Usuarios del Sistema, el usuario puede hacer clic en el botón **Regresar**.

Edición de Usuario

Esta sección es únicamente para superusuarios

Se puede acceder a la edición del usuario mediante la pantalla Usuarios del Sistema, haciendo clic en el botón **Editar**; de esta manera se puede visualizar la pantalla **Edición del usuario**, en la que se observa el **Nombre del Usuario**, el **Correo Electrónico**, la opción para modificar el estado como **Activo** o **Inactivo** y la opción de **Superusuario** que también es posible modificar.

Luego de hacer los cambios deseados, solo debe hacer clic en el botón **Editar Usuario**.



Intercambiadores Calderas Turbinas de Vapor Compresores Hornos Reformadores Administrador

Regresar

Edición del Usuario Administrador

Nombre del Usuario:

Correo Electrónico:

☒ Activo ☒ Superusuario

Editar Usuario

© 2023 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO C.A. y PETROQUÍMICA DE VENEZUELA S.A.

Imagen 3. Edición del Usuario

Para regresar a la pantalla **Usuarios del Sistema**, puede hacer clic en el botón **Regresar**.

Cambio de Contraseña

Esta sección es únicamente para superusuarios

Se puede acceder al Cambio de Contraseña del Usuario mediante la pantalla Usuarios del Sistema, haciendo clic en el botón **Cambiar contraseña**; mediante esta pantalla solo debe escribir la nueva contraseña y hacer clic en el botón Cambiar contraseña para guardar los cambios.

Luego de hacer los cambios deseados, solo debe hacer clic en el botón **Editar Usuario**.

The screenshot shows a web application interface. At the top, there is a dark navigation bar with a logo on the left and a list of menu items: 'Intercambiadores', 'Calderas', 'Turbinas de Vapor', 'Compresores', 'Hornos Reformadores', and 'Administrador'. Below the navigation bar, the main content area has a title 'Cambio de Contraseña del Usuario Administrador' in red. On the left side of the form, there is a 'Regresar' button. The form itself consists of a label 'Contraseña:' followed by a text input field. Below the input field is a red button labeled 'Cambiar Contraseña'. At the bottom of the page, there is a small copyright notice: '© 2023: INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, C.A. y PETROQUÍMICA DE VENEZUELA, S.A.'.

Imagen 4. Cambiar contraseña

Para regresar a la pantalla **Usuarios del Sistema**, puede hacer clic en el botón **Regresar**.

Inicio de Sesión

Para ingresar al **Sistema Integrado de Evaluación de Equipos de Procesos (SIEVEP)**, el usuario solo debe abrir el navegador de internet de su preferencia (Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera) y escribir la siguiente dirección IP **XXXX**.

Luego de ingresar a la página es necesario escribir el **Correo electrónico** y la **Contraseña** en los campos identificados con estos nombres y luego hacer clic en el botón **Iniciar Sesión**.

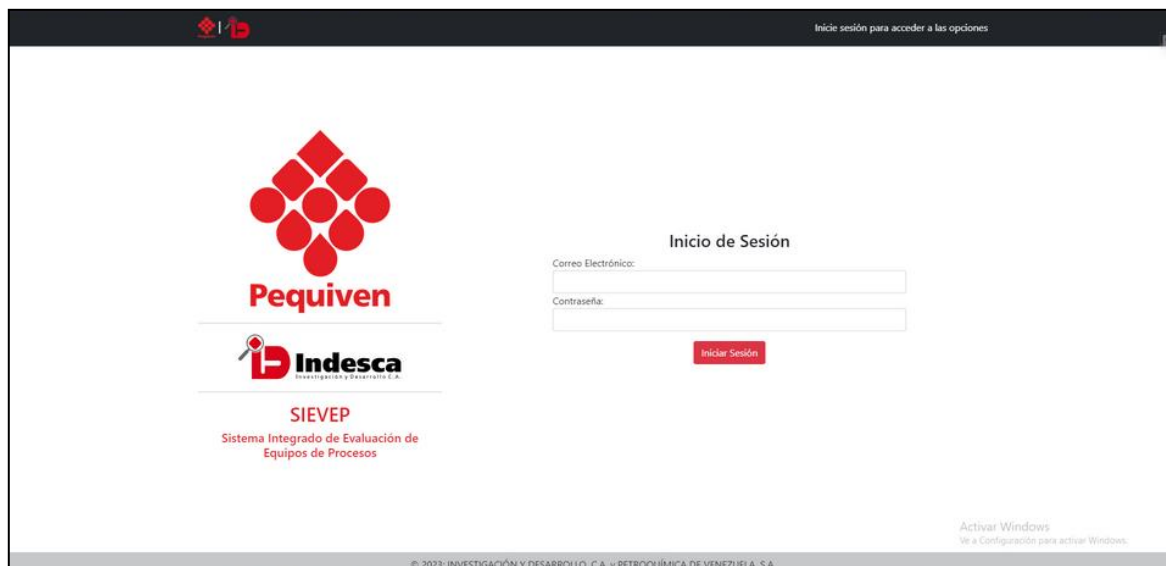


Imagen 5. Pantalla de inicio de sesión

De esta manera el usuario puede acceder al sistema y visualizar la diversas funciones que tiene disponibles para el caso de los intercambiadores de **Olefinas I**.

Nota: Si el usuario ingresa datos incorrectos o se encuentra inactivo dicho perfil, el sistema muestra una ventana con la notificación.

Pantallas

Pantalla de Inicio

Cuando el usuario ingresa al sistema, puede visualizar en pantalla los siguientes botones: **Intercambiadores de Calor**, **Calderas**, **Equipos auxiliares de Calderas** y **Turbinas de Vapor**.



Imagen 6. Pantalla de inicio

Intercambiadores de Calor

Para ingresar a la sección de **Intercambiadores de calor**, solo es necesario hacer clic sobre la imagen identificada con ese nombre (**Intercambiadores de Calor**) o también puede hacer clic en la barra de opciones ubicada en la parte superior (**Intercambiadores**), tal como se muestra en la imagen.



Imagen 7. Pantalla de inicio/Intercambiadores

Cuando ingrese en el módulo de **Intercambiadores de calor**, puede observar en la pantalla los módulos, que de acuerdo al alcance del proyecto solo se podrán utilizar los módulos **Intercambiadores de Tubo/Carcasa** y **Doble tubo**, si accede a los otros módulos (**Intercambiadores de Placas**, **Intercambiadores Aeroenfriadores**, **Intercambiadores Tubos Aletados**, **Condensadores Evaporativos** e **Intercambiadores de Capa Fina**) puede visualizar un mensaje indicando que en esta versión no está desarrollado.



Imagen 8. Módulo de Intercambiadores de Calor

Luego de ingresar a este módulo, puede seleccionar el que desee y visualizar las diferentes opciones que tiene habilitadas. En la parte superior izquierda de esta pantalla se encuentra el botón **Regresar**, que es de color gris; este le permite cambiar a la pantalla principal de intercambiadores. Luego de hacer clic en el módulo **Intercambiadores Tubo/Carcasa**, puede observar la siguiente pantalla.

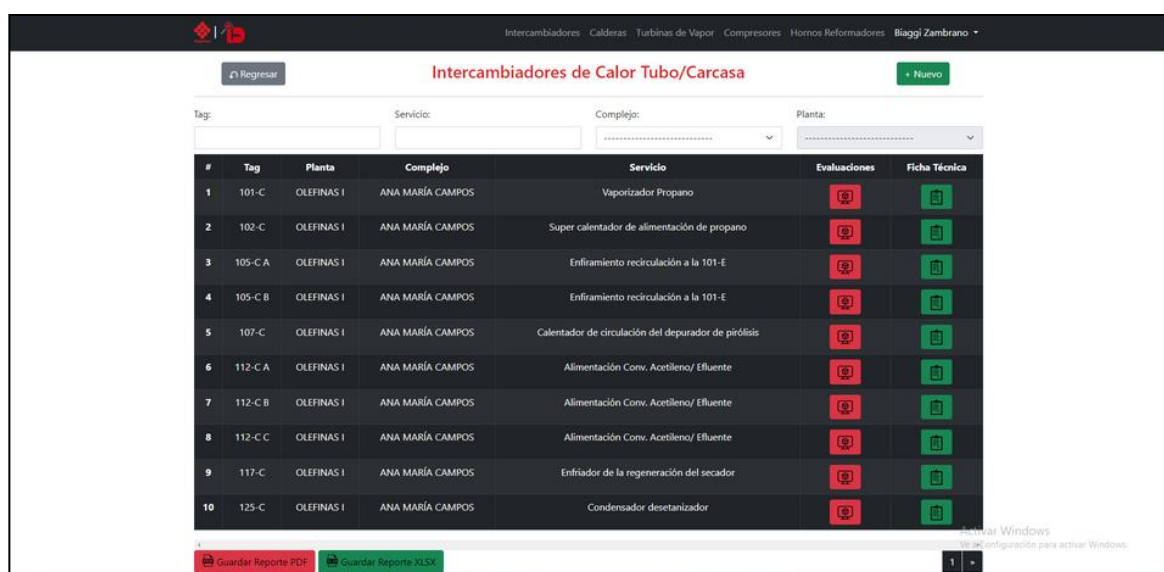


Imagen 9. Módulo de Intercambiadores de Calor-Tubo/Carcasa

Nuevo Intercambiador de Calor Tubo/Carcasa

Esta sección es únicamente para superusuarios

Se puede acceder a esta opción haciendo clic en el botón **Nuevo**, de la pantalla Intercambiadores de Calor Tubo/Carcasa. Mediante esta pantalla se puede hacer el registro de un intercambiador, para este se debe completar la siguiente información:

- **Datos de Identificación:**

- Complejo.
- Planta.
- Tema (es la forma como esta configurado el intercambiador, se selecciona de una lista desplegable ordenada alfabéticamente).
- Tag del Equipo.
- Servicio.
- Flujo
- Fabricante.
- Criticidad.

- **Datos de Condiciones de Diseño:**

- **Carcasa o Tubo.**
 - Cambio de fase (se modifica de manera automática).
 - Flujo Másico (se modifica de manera automática).
 - Flujo de Vapor Entrada y Flujo de Vapor Salida.
 - Flujo Líquido Entrada y Flujo Líquido Salida (*).
 - Presión entrada (bar, atm, PSI, mmHg, KPa).
 - Temperatura Entrada y Temperatura Salida.

(*) En caso de que la suma de los flujos de entrada, no sea igual a la suma de los de salida) se mostrará un '-' en el cambio de fase y no se permitirá el envío del formulario.

Imagen 10. Nuevo Intercambiador de Tubo/Carcasa

Entre los datos que se deben ingresar para registrar un **Intercambiador de calor**, también se encuentran los siguientes:

- **Cálculo del Cp (siempre esta definido como automático a menos que el usuario lo cambie o se añada un fluido con el botón +).**

Tal como se indicó en el botón **+**, se puede agregar un fluido mediante la ventana **Registrar Fluido de Carcasa o Tubo**, para el cual se debe ingresar para la **Carcasa**, el **Nombre del Compuesto** y **Cp del Compuesto** y para el caso de **Tubo**, el **Código CAS** y **Nombre**, luego hacer clic en el botón **Enviar**, para guardar los datos. La pantalla principal del registro se actualizara y debe completar los datos faltantes:

- CP Prom. Líquido (se genera automáticamente al guardar los datos anteriores). En el caso de Carcasa, al cambiar la unidad de medición se actualizan las unidades de los otros campos que se deben llenar.
- Cp Prom. Gas (se genera automáticamente al guardar los datos anteriores) (*).
- Caída de Presión Máxima.
- Caída de Presión Mínima.
- Fouling.
- Conexiones de Entrada Carcasa y Tubo.
- Conexiones de Salida Carcasa u Tubo.
- Número de Pasos Carcasa y Tubo.

(*) Los Cp colocados manualmente no pueden ser iguales (siempre son editables si son manuales) y además se sombreadá el que no esté disponible de acuerdo a los flujos. Cuando hay un cambio de fase total y el fluido es registrado manualmente salen los campos adicionales: Temperatura de Saturación y Calor Latente (Entalpía de Vaporización). Es necesario llenar uno, pero se pueden llenar los dos y si no se llena ninguno y están disponibles se mostrará un error al enviar el formulario.

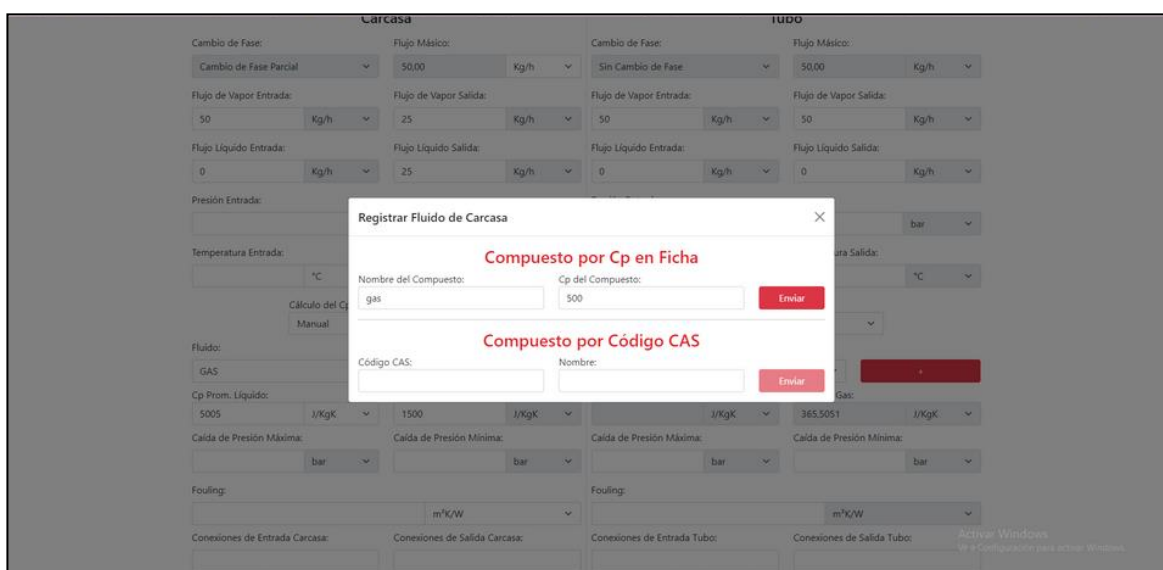


Imagen 11. Registrar Fluido de Carcasa/Tubo

Además es importante completar los datos de la sección **Parámetros de Diseño**, los cuales son compartidos tanto para **Carcasa** como para **Tubo**, entre ellos se encuentran: **Calor, Área, Arreglo Serie, Arreglo Paralelo, No. Tubos, Longitud Tubos, OD Tubos, ID Carcasa, Tipos de Tubo, Pitch, Material Carcasa, Material Tubo, U y Ensuciamiento** (Todos los campos son requeridos).

Luego de ingresar los datos, debe hacer clic en el botón **Registrar Intercambiador** para guardar el registro del intercambiador.

Mediante la pantalla **Intercambiadores de Calor Tubo/Carcasa**, también es posible consultar los intercambiadores registrados; esto puede hacerlo mediante los filtros ubicados en la parte superior, los cuales son: **Tag, Servicio, Complejo y Planta**, permiten ubicar con mayor facilidad la información deseada y la tabla con los registros se actualizara de acuerdo a la misma.

Los intercambiadores registrados se visualizan en una tabla ordenada alfabéticamente por su **Tag**, de cada registro se observan las columnas **Planta, el Complejo, Servicio, Evaluaciones y Ficha Técnica**.

Adicional a eso en la parte inferior izquierda se encuentran dos botones: **Guardar Reporte PDF** (Color Rojo) al hacer clic en él se genera automáticamente un reporte en el que se muestra la información filtrada previamente. En el reporte se muestran los intercambiadores ordenados por Tag.

En la parte superior de la tabla se observa el usuario que genero el reporte, así como también la fecha y la hora, dicho reporte se puede descargar, al hacer clic en esta opción.

Para el caso del reporte en XLSX, al hacer clic en el botón **Guardar Reporte XLSX** (Color Verde), se descarga automáticamente, se ordena de acuerdo al Tag y su estructura dependerá de los filtros que haya indicado el usuario, en este reporte se visualiza en la parte inferior el usuario que generó el reporte, así como también la fecha y la hora del mismo.

#	Tag	Servicio	Planta
1	101-C	Vaporizador Propano	OLEFINAS I
2	125-C	Condensador desnaturalizador	OLEFINAS I
3	134-CA	Condensador Propileno	OLEFINAS I
4	134-CB	Condensador Propileno	OLEFINAS I
5	134-CC	Condensador Propileno	OLEFINAS I
6	142-C	Ent. Hidrogenador/Fluyente Hidrogenador	OLEFINAS I
7	145-C	Enfriador alimentación demetinizador	OLEFINAS I
8	148-C	Enfriador alimentación demetinizador	OLEFINAS I
9	149-C	Enfriador alimentación demetinizador	OLEFINAS I
10	163-C	Enfriador alimentación demetinizador	OLEFINAS I
11	180-C	Enfriador 1era etapa 181-J	OLEFINAS I
12	181-C	Enfriador 2da etapa 181-J	OLEFINAS I
13	182-C	Enfriador 3era etapa 181-J	OLEFINAS I
14	186-C 1A	Condensador C3 splitter	OLEFINAS I
15	186-C 1B	Condensador C3 splitter	OLEFINAS I
16	186-C 2A	Condensador C3 splitter	OLEFINAS I
17	186-C 2B	Condensador C3 splitter	OLEFINAS I
18	191-C	Rehervidor desnaturalizador 110-E1	OLEFINAS I
19	192-C	1er Condensador bomba de calor del 110-E	OLEFINAS I
20	193-C	2do Condensador bomba de calor del 110-E	OLEFINAS I
21	200-C	Enfriador de Propileno refrigerante	OLEFINAS I
22	203-C	Rehervidor demetinizador	OLEFINAS I
23	207-C	Enfriador entrada demetinizador	OLEFINAS I
24	208-C	Enfriador 4ta etapa compresor 181-J	OLEFINAS I
25	210-C	Enfriador 5ta etapa compresor 181-J	OLEFINAS I
26	213-C	Enfriador efluente convertidor acetileno	OLEFINAS I
27	301-C	Generador de vapor de dilución	OLEFINAS I
28	302-C	Calentador de vapor de dilución	OLEFINAS I
29	PRUEBA	INTERCAMBIADOR DE PRUEBA	OLEFINAS II

Imagen 12. Reporte en PDF

#	Tag	Planta	Complejo	Servicio
1	101-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Vaporizador Propano
2	125-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador desnaturalizador
3	134-CA	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador Propileno
4	134-CB	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador Propileno
5	134-CC	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador Propileno
6	142-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Ent. Hidrogenador/Fluyente Hidrogenador
7	145-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador alimentación demetinizador
8	148-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador alimentación demetinizador
9	149-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador alimentación demetinizador
10	163-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador alimentación demetinizador
11	180-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador 1era etapa 181-J
12	181-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador 2da etapa 181-J
13	182-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador 3era etapa 181-J
14	186-C 1A	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador C3 splitter
15	186-C 1B	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador C3 splitter
16	186-C 2A	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador C3 splitter
17	186-C 2B	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Condensador C3 splitter
18	191-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Rehervidor desnaturalizador 110-E1
19	192-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	1er Condensador bomba de calor del 110-E
20	193-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	2do Condensador bomba de calor del 110-E
21	200-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador de Propileno refrigerante
22	203-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Rehervidor demetinizador
23	207-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador entrada demetinizador
24	208-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador 4ta etapa compresor 181-J
25	210-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador 5ta etapa compresor 181-J
26	213-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Enfriador efluente convertidor acetileno
27	301-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Generador de vapor de dilución
28	302-C	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Calentador de vapor de dilución
29	PRUEBA	OLEFINAS II	ANA MARIA CAMPOS	INTERCAMBIADOR DE PRUEBA
30	PRUEBA2	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	Intercambiador
31	PRUEBA3	OLEFINAS II	ANA MARIA CAMPOS	Intercambiador
32	PRUEBA4	OLEFINAS II	ANA MARIA CAMPOS	Intercambiador
33	PRUEBA5	OLEFINAS I	ANA MARIA CAMPOS	SHOF

Imagen 13. Reporte en excel (XLSX)

Evaluaciones

Al hacer clic en la evaluación del registro (de un intercambiador específico), se puede visualizar la siguiente pantalla.

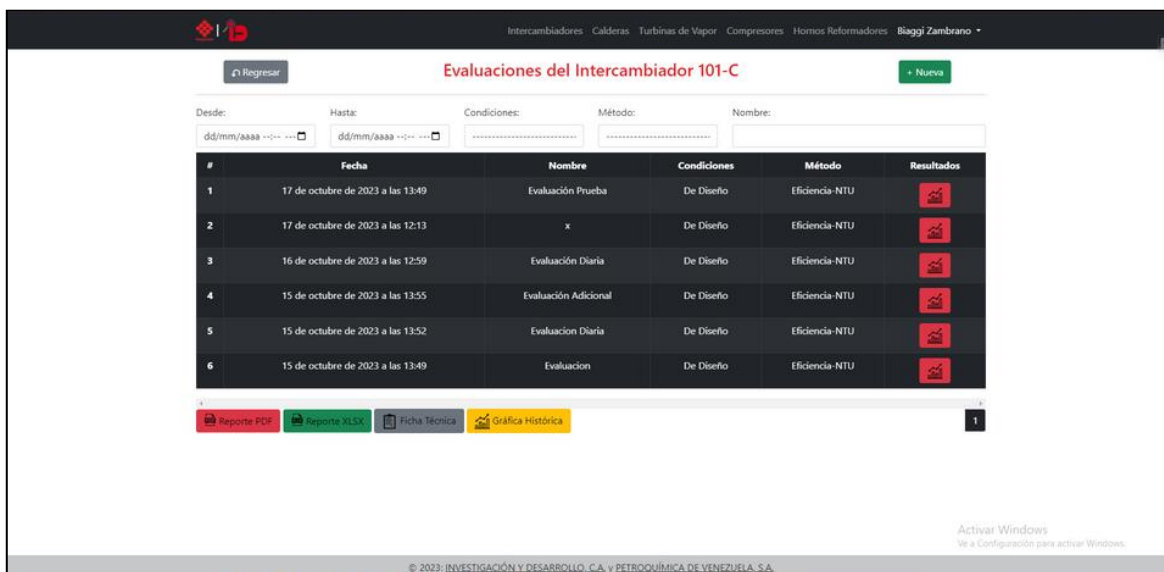


Imagen 14. Evaluaciones del Intercambiador

Si visualizamos de arriba hacia abajo, esta pantalla presenta las siguientes opciones:

Del lado izquierdo se encuentra el botón **Regresar** (color gris), que nos permite volver a la pantalla de Intercambiadores de calor, así como también del lado derecho se encuentra el botón **+ Nueva** (color verde), que permite agregar un nuevo registro de evaluación.

Seguido de lo anterior, se encuentran los filtros **Desde** y **Hasta**; para definir un rango de fecha, **Nombre del Usuario**, **Nombre de la Evaluación**; todos ellos permiten encontrar con mayor facilidad una evaluación.

Las evaluaciones registradas se visualizan en una tabla organizada de manera cronológica mostrando de primera la más reciente, de cada uno se ve también el **Fecha**, **Nombre**, **Realizada por** y los **Resultados**.

Además se muestran al final de la tabla de registros los botones; **Reporte PDF** y **Reporte XLSX** (permiten generar en dichos formatos la información visualizada con respecto a ese intercambiador de calor), **Ficha Técnica** (muestra toda la información del intercambiador seleccionado) y **Gráfica Histórica** (muestra una representación gráfica en función del tiempo de los siguiente parámetros: **U**, **Efectividad**, **Ensuciamiento** y **Eficiencia**, **Caída Presión Tubos** y **Caída Presión Carcasa**).

Nueva evaluación

Al hacer clic en el botón **Nueva** (parte superior derecha), se puede visualizar la pantalla para agregar una nueva evaluación en la cual se deben ingresar los siguientes datos:

- Nombre de la evaluación.
- Número de Tubos.
- Utilizar Cp de Ficha (al tildar esta opción se llenan automáticamente los campos Fluido, Cálculo del Cp, Cp Líquido Prom., Cp Gas Prom. tanto de carcasa como de tubo, con la información registrada en la ficha técnica).
- **Carcasa y Tubo (Para ambos casos se debe llenar la siguiente información):**
 - Temperatura Entrada ($^{\circ}\text{C}$, K, $^{\circ}\text{R}$, $^{\circ}\text{F}$) y Temperatura Salida.
 - Cálculo del CP (*).
 - Flujo Másico (Kg/h, kg/s, lb/s, lb/h).
 - Caída de Presión (bar, atm, PSI, mmHg, KPa).

(*) El tipo de Cp que se utilizará por defecto será el que se haya colocado al momento de registrar la ficha. Sin embargo puede ser modificado y tiene las mismas restricciones que en el registro.

Luego de ingresar estos datos, se van generando automáticamente el **Cálculo de Resultados**, entre los cuales se visualiza **LMTD**, **Área de Transf.**, **NTU**, **% Efectividad**, **% Eficiencia**, **Q**, **Ensuciamiento** y **U** (Coeficiente Global de transferencia). Adicional a eso se muestra una gráfica en la que se visualiza la **Variación de las Temperaturas**, para Tubo Externo y Tubo interno.

Imagen 15. Registro de nueva evaluación

Adicional a lo mencionado anteriormente con respecto al registro de una evaluación, es importante destacar que para guardar toda la información ingresada debe hacer clic en el botón **Registrar Resultados de la Evaluación** (color rojo) ubicado en la parte inferior.

Al llenar los datos se carga una vista previa, de haber inconsistencias o errores se mostrarán advertencias para el usuario, si no permiten llevar a cabo la evaluación no permitirá guardar los datos.

Mediante la pantalla de registro de evaluación se encuentra un botón gris en la parte superior izquierda (**Regresar**) que permite volver a la pantalla de intercambiadores registrados, así como también el botón Ficha Técnica (color rojo) ubicado en la parte superior derecha.

Este último botón permite visualizar la ficha técnica del intercambiador seleccionado, a través de esta pantalla se puede visualizar toda la información correspondiente a sus características y parámetros.

Esta sección (Ficha Técnica) permite **Editar Información**, **Guardar PDF** y **Guardar XLSX** mediante los botones con estos mismos nombres ubicados en la parte de abajo de esta ventana.

Ficha Técnica Tubo/Carcasa 101-C (OLEFINAS I)

Condición	Lado Carcasa		Lado Tubo	
	IN	OUT	IN	OUT
Fluido	PROPANO		PROPILENO	
Temperatura (°C)	18.50	18.50	63.40	26.00
Flujo Vapor (Kg/h)	35667.00	43950.00	29654.00	-
Flujo Líquido (Kg/h)	52233.00	43950.00	-	29654.00
Flujo Másico Total (Kg/h)	87900.00		29654.00	
Cap. Calorífica Vapor (J/KgK)	1634.4304		1603.5101	
Cap. Calorífica Líquido (J/KgK)	2651.2939		2680.7277	
Cambio de Fase	Cambio de Fase Parcial		Cambio de Fase Total	
Calor Latente de Vap. (J/Kg)	-		154444.2029	
Presión Entrada (bar)	7.89		11.82	

Botones: **Editar Información**, **Guardar PDF**, **Guardar XLSX**

Imagen 16. Ficha técnica tubo/carcasa

Luego de abrir la ficha técnica del intercambiador puede hacer clic en el botón **Guardar PDF** y se descargará automáticamente.

Adicional a lo antes mencionado, tambien se puede descargar un reporte XLSX en formato excel que permite tomar dicha data para otro tipo de analisis. Se accede a esta opción haciendo clic en el botón **Guardar XLSX**.

Imagen 17. Reporte PDF de Ficha técnica

En el caso del reporte en Excel también se puede visualizar la información contenida en la ficha técnica, entre los datos que se observan, están: **Tag, Complejo, Planta, Tema, Flujo, Servicio** y otras.

Imagen 18. Reporte XLSX de Ficha técnica

Resultados

Al hacer clic en el botón Resultados (ubicado del lado derecho de cada registro de evaluación), de la pantalla de Evaluaciones del intercambiador, se puede observar la siguiente ventana.



Imagen 19. Resultados de la evaluación del intercambiador

En esta ventana se puede observar la siguiente información (*):

- **Datos de entrada**
 - **Fluido**
 - Carcasa: Nombre, Cp (J/KgK).
 - Tubo: Nombre, Cp (J/KgK).
 - **Temperatura (°C)**
 - Carcasa: IN, OUT.
 - Tubo: IN, OUT.
 - **Flujo Másico (Kg/h).**
 - Externo.
 - Interno.

Asimismo en la parte derecha de esta ventana se encuentra una gráfica en la cual se muestra la **Variación de las temperaturas**, en la que se visualiza la temperatura de entrada y salida para el caso de la carcasa y la de entrada y salida para el tubo.

Del mismo modo en esta ventana se pueden visualizar las tablas **Resultados de la Evaluación** y **Datos de Diseño**, tal como se detalla a continuación.

(*) Las unidades de entrada las coloca el usuario al registrar la evaluación y las de los resultados y el diseño son las que se encuentren en el diseño al momento de la evaluación. También se muestran los datos de quien realizó la evaluación así como también la fecha y la hora.

- **Resultados de la evaluación**

- LMTD (°C)
- NTU
- U (W/m²K)
- % Eficiencia
- Q (W)
- C. Presión Tubo (bar)
- Área Transf. (m²)
- % Efectividad
- UA (W/K)
- Ensuciamiento
- Núm. Tubos
- C. Presión Carcasa (bar)

- **Datos de Diseño**

- LMTD (°C).
- NTU
- U (W/m²K)
- % Eficiencia
- Q (W)
- Cp Tubo (bar)
- Área Transf. (m²)
- % Efectividad
- UA (W/K)
- Ensuciamiento
- C. Presión Máx. (bar)
- Cp Carcasa (J/KgK)

Luego de todos los datos que se visualizan referentes a los resultados de la evaluación, se encuentran los botones **Guardar PDF** y **Guardar XLSX**; ambos permiten descargar dichos resultados en los formatos respectivos. Así como también el botón **Eliminar evaluación**, que permite eliminar dicho registro tal como lo indica su nombre.

Ficha Técnica

Se puede acceder a esta sección de dos maneras; mediante los registros de intercambiadores de calor o a través de las evaluaciones del intercambiador y esta le permite al usuario visualizar la ficha técnica del intercambiador seleccionado; es decir todas las características y parámetros del intercambiador seleccionado, toda la información se muestra de la siguiente manera (*):

- Tag, Planta, Tema, Fabricante, Tipo, Flujo y Servicio.
- Condiciones (Lado Carcasa/Lado Tubo): Fluido, capacidad calorífica (J/KsK), Temperatura IN (°C), temperatura OUT (°C), flujo másico (Kg/s), Flujo Vapor IN (Kg/s), Flujo Vapor OUT (Kg/s), Flujo líquido IN (Kg/s), Flujo líquido OUT (Kg/s), Cambio de fase, Presión entrada (bar), Caída presión máxima (bar), caída presión mínima (bar), Fouling (m²K/W), Conexiones de Entrada, Conexiones de Salida.
- Parámetros adicionales: Calor (W), Ensuciamiento (m²K/W), Arreglo Serie, No. Tubos, OD Tubos (mm), Pitch (cm), Material Carc., Criticidad, U (W/m²K), Área (m²), Arreglo Paralelo, Long. Tubos (m), ID Carcasa (mm), Tipo Tubo, Material Tubo.

Asimismo, en la ficha técnica se encuentran los botones: **Editar información**, **Guardar PDF** y **Guardar XLXS**, que permiten generar un archivo en los formatos respectivos.

(*) Las unidades son dinámicas y depende de con cuales unidades se registraron. También se debería de mencionar el botón de edición de intercambiador.

Condiciones de Diseño				
Fluido	Lado Carcasa		Lado Tubo	
	IN	OUT	IN	OUT
DRIPOLENO			AGUA	
Temperatura (°C)	95.10	40.60	33.30	40.30
Flujo Vapor (Kg/h)	3678.00	3678.00	-	-
Flujo Líquido (Kg/h)	-	-	14776.00	14776.00
Flujo Másico Total (Kg/h)	3678.00		14776.00	
Cap. Calorífica Vapor (J/KgK)	1904.0000		-	
Cap. Calorífica Líquido (J/KgK)	-		4178.3586	
Cambio de Fase	Sin Cambio de Fase		Sin Cambio de Fase	
Presión Entrada (bar)	3.49		4.50	
Caída Presión Máxima (bar)	0.7000		0.7000	

Imagen 20. Ficha técnica

Editar registro de intercambiador tubo/carcasa

Esta sección es únicamente para superusuarios

Luego de ingresar a la ficha técnica, se puede hacer clic en el botón **Editar información**, y se mostrara una advertencia en caso de que ya tenga evaluaciones registradas, solo para que este en conocimiento de que el cambio puede afectar las evaluaciones registradas.

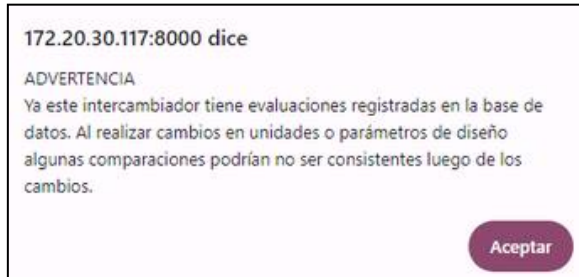


Imagen 21. Ventana de advertencia

Igualmente si al realizar la modificación ingresa un dato que no tenga coherencia con la información registrada, el sistema seguira mostrando ventanas de advertencia para que el usuario este en conocimiento de la información que esta ingresando.

Luego de hacer los cambios deseados debe hacer clic en el botón **Registrar Cambios** y de esta manera se guardara la información actualizada.

Una captura de pantalla de una interfaz web para editar un intercambiador de calor. En la parte superior hay una barra de navegación con "Compresores", "Hornos Reformadores" y "Administrador". El título principal es "172.20.30.117:8000 dice". Debajo de esto hay una advertencia que coincide con la de la Imagen 21. El formulario está dividido en varias secciones: "Datos de Condiciones de Diseño" con campos para Complejo (ANA MARÍA CAMPOS), Planta (OLEFINAS I), Tema (BJM), Tag del Equipo (101-C), Servicio (Vaporizador Propano), Flujo (Cocoriente), Fabricante (Kellogg) y Criticidad (Semi Critico). Luego vienen las secciones "Carcasa" y "Tubo", cada una con sub-secciones para "Cambio de Fase", "Flujo Másico", "Flujo de Vapor", "Flujo Líquido", "Presión Entrada" y "Temperatura Entrada/Salida". Los campos de entrada son mayormente de tipo "text" o "number" con unidades predefinidas como "Kg/h" o "°C". En la parte inferior de cada sección de Carcasa y Tubo hay un botón "Cálculo del Cpr".

Imagen 22. Editar intercambiador de calor

Gráfica Histórica

Al hacer clic en el botón **Gráfica Histórica** se puede visualizar las siguientes graficas, para las cuales se muestran los datos de forma cronológica con fecha y hora en la que se realizo cada una de las evaluaciones.

- Histórico de U.
- Histórico de Efectividad.
- Histórico de Ensuciamiento.
- Histórico de Eficiencia.
- Histórico de Caída de Presión de Tubos.
- Histórico de Caída de Presión de Carcasa.



Imagen 23. Gráfica Histórica

Intercambiadores de Calor-Doble tubo

Luego de ingresar al módulo Intercambiadores de calor, puede ingresar a la sección **Intercambiadores de Calor Doble Tubo**, haciendo clic sobre ella, de esta manera puede visualizar los intercambiadores registrados, guardar uno nuevo, generar reportes en PDF y XLSX, ver las evaluaciones y la ficha técnica, tal como el caso de los intercambiadores de calor tubo/carcasa.

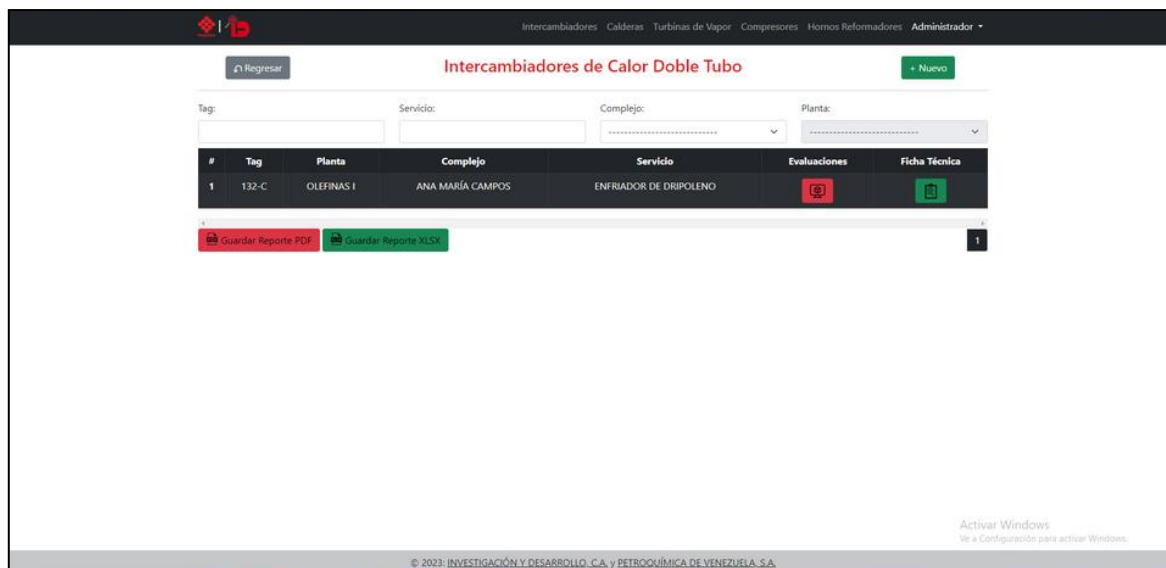


Imagen 24. Intercambiadores de calor doble tubo

Todas las funciones disponibles para intercambiadores de calor tubo/carcasa se encuentran disponibles para los intercambiadores doble tubo, la diferencia esta al momento de realizar un nuevo registro, cuyo formulario cambia de acuerdo a las especificaciones requeridas para este tipo de intercambiador.

Nuevo Intercambiador de Calor-Doble tubo

Esta sección es únicamente para superusuarios

Luego de ingresar a la sección **Intercambiadores de Calor Doble Tubo**, puede hacer clic en el boton **+Nuevo** (de color verde) ubicado en la esquina superior derecha. De esta manera puede visualizar el formulario de registro para este tipo de intercambiador.

Nuevo Intercambiador de Doble Tubo

Datos de Identificación

Complejo: ANA MARÍA CAMPOS | Planta: OLEFINAS I | Tipo: DOBLE TUBO | Tag del Equipo: | Servicio: | Flujo: Cocoriente | Fabricante: | Criticidad: No Crítico

Datos de Condiciones de Diseño

Tubo Externo

Cambio de Fase: | Flujo Másico: Kg/h | Flujo de Vapor Entrada: Kg/h | Flujo de Vapor Salida: Kg/h | Flujo Líquido Entrada: Kg/h | Flujo Líquido Salida: Kg/h | Presión Entrada: bar | Temperatura Entrada: °C | Temperatura Salida: °C | Cálculo del Cpi: Automático

Tubo Interno

Cambio de Fase: | Flujo Másico: Kg/h | Flujo de Vapor Entrada: Kg/h | Flujo de Vapor Salida: Kg/h | Flujo Líquido Entrada: Kg/h | Flujo Líquido Salida: Kg/h | Presión Entrada: bar | Temperatura Entrada: °C | Temperatura Salida: °C | Cálculo del Cpi: Automático

Imagen 25. Nuevo Intercambiador de calor doble tubo

- Datos de Identificación:
 - Complejo.
 - Planta.
 - Tipo (doble tubo, tubo en U, tubo fijo)
 - Tag del Equipo.
 - Servicio.
 - Flujo.
 - Fabricante.
 - Criticidad.
- Datos de Condiciones de Diseño:
 - Tubo Externo/Tubo Interno.
 - Cambio de fase (se modifica de manera automática).
 - Flujo Másico (se modifica de manera automática).
 - Flujo de Vapor Entrada.
 - Flujo de Vapor Salida.
 - Flujo Líquido Entrada.
 - Flujo Líquido Salida.
 - Presión entrada (bar, atm, PSI, mmHg, KPa).
 - Temperatura Entrada.
 - Temperatura Salida.

Entre los datos que se deben ingresar para registrar un Intercambiador de calor, tambien se encuentran los siguientes:

- Cálculo del Cp (siempre esta definido por defecto como Manual).

Si desea agregar un nuevo compuesto, debe hacer clic en el botón +, de esta manera puede ver en pantalla la ventana Registrar Fluido de Tubo Externo, para el cual se debe ingresar el **Nombre del Compuesto** y **Cp del Compuesto** y para el caso de **Tubo Interno**, se debe ingresar **Código CAS** y **Nombre**, luego hacer clic en el botón **Enviar**, para guardar los datos. La pantalla principal del registro se actualizara y debe completar los datos faltantes:

- CP Prom. Líquido (se genera automáticamente al guardar los datos anteriores). En el caso de Carcasa, al cambiar la unidad de medición se actualizan las unidades de los otros campos que se deben llenar.
- Cp Prom. Gas (se genera automáticamente al guardar los datos anteriores).
- Caída de Presión Máxima.
- Caída de Presión Mínima.
- Fouling
- Conexiones de Entrada Tubo Externo e Interno.
- Conexiones de Salida Tubo Externo e Interno.
- Arreglos en Serie Externo e Interno.
- Arreglos en Paralelo Externo e Interno.
- Parámetros de Diseño
 - Calor.
 - Área.
 - N° de tubos.
 - Longitud de Tubos.
 - OD Tubo Interno.
 - OD Tubo Externo.
 - U.
 - Ensuciamiento.
 - Tipo de Tubo (liso, tubo en U, horquilla)
 - Material Tubo Externo.
 - Material Tubo Interno.

Luego de ingresar todos los datos, debe hacer clic en el botón **Registrar Intercambiador** y de esta manera se realizara el registro respectivo.

Editar registro de intercambiador doble tubo

Esta sección es únicamente para superusuarios

Luego de ingresar a la ficha técnica, se puede hacer clic en el botón Editar información, y se mostrara una advertencia en caso de que ya tenga evaluaciones registradas, solo para que este en conocimiento de que el cambio puede afectar las evaluaciones registradas.

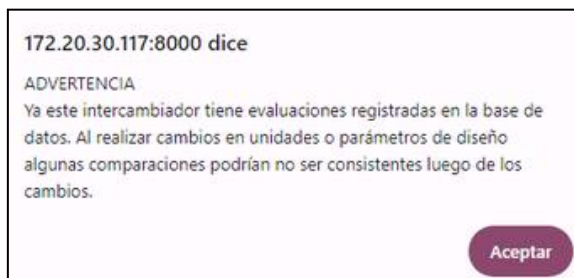


Imagen 26. Ventana de advertencia

Igualmente si al realizar la modificación ingresa un dato que no tenga coherencia con la información registrada, el sistema seguira mostrando ventanas de advertencia para que el usuario este en conocimiento de la información que esta ingresando.

Luego de hacer los cambios deseados debe hacer clic en el botón **Registrar Cambios** y de esta manera se guardara la información actualizada.

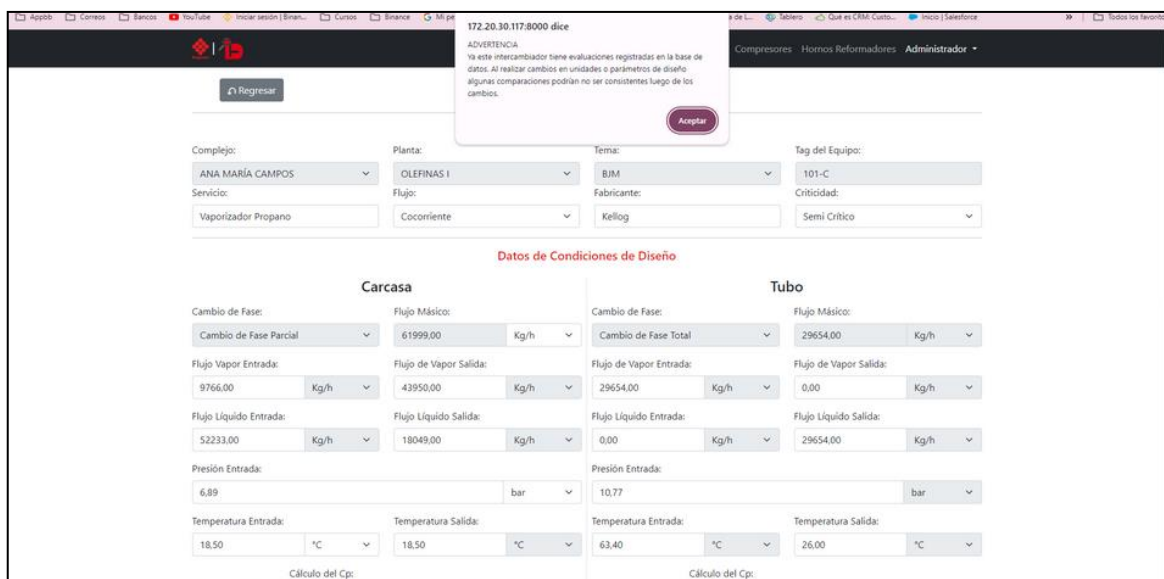
Una captura de pantalla de una interfaz web para editar un intercambiador de calor. En la parte superior, hay una barra de navegación con opciones como "Compresores", "Hornos Reformadores" y "Administrador". El formulario principal está dividido en secciones. La primera sección contiene campos para "Complejo:", "Planta:", "Tema:", "Tag del Equipo:", "Servicio:", "Flujo:", "Fabricante:" y "Críticidad:". La segunda sección, titulada "Datos de Condiciones de Diseño", está dividida en dos columnas: "Carcasa" y "Tubo". Cada columna contiene campos para "Cambio de Fase:", "Flujo Másico:", "Flujo de Vapor Entrada:", "Flujo de Vapor Salida:", "Flujo Líquido Entrada:", "Flujo Líquido Salida:", "Presión Entrada:" y "Temperatura Entrada:". Los campos de flujo másico y flujo de vapor tienen unidades de "Kg/h". Los campos de presión y temperatura tienen unidades de "bar" y "°C" respectivamente. En la parte inferior de cada columna, hay un botón "Cálculo del Cpr:". En la parte superior del formulario, hay un botón "Regresar" y una ventana de advertencia que dice: "172.20.30.117:8000 dice ADVERTENCIA Ya este intercambiador tiene evaluaciones registradas en la base de datos. Al realizar cambios en unidades o parámetros de diseño algunas comparaciones podrían no ser consistentes luego de los cambios." En la esquina inferior derecha de la ventana de advertencia hay un botón "Aceptar".

Imagen 27. Editar intercambiador de calor

Flujograma de pantallas

Mediante esta representación grafica de las pantallas que conforman el SIEVEP, se pretende visualizar el funcionamiento de dicho sistema, mostrando las diversas funciones con las que cuenta. A contrnuacion se detallan las pantallas desde el ingreso al sistema hasta la generación de reportes.

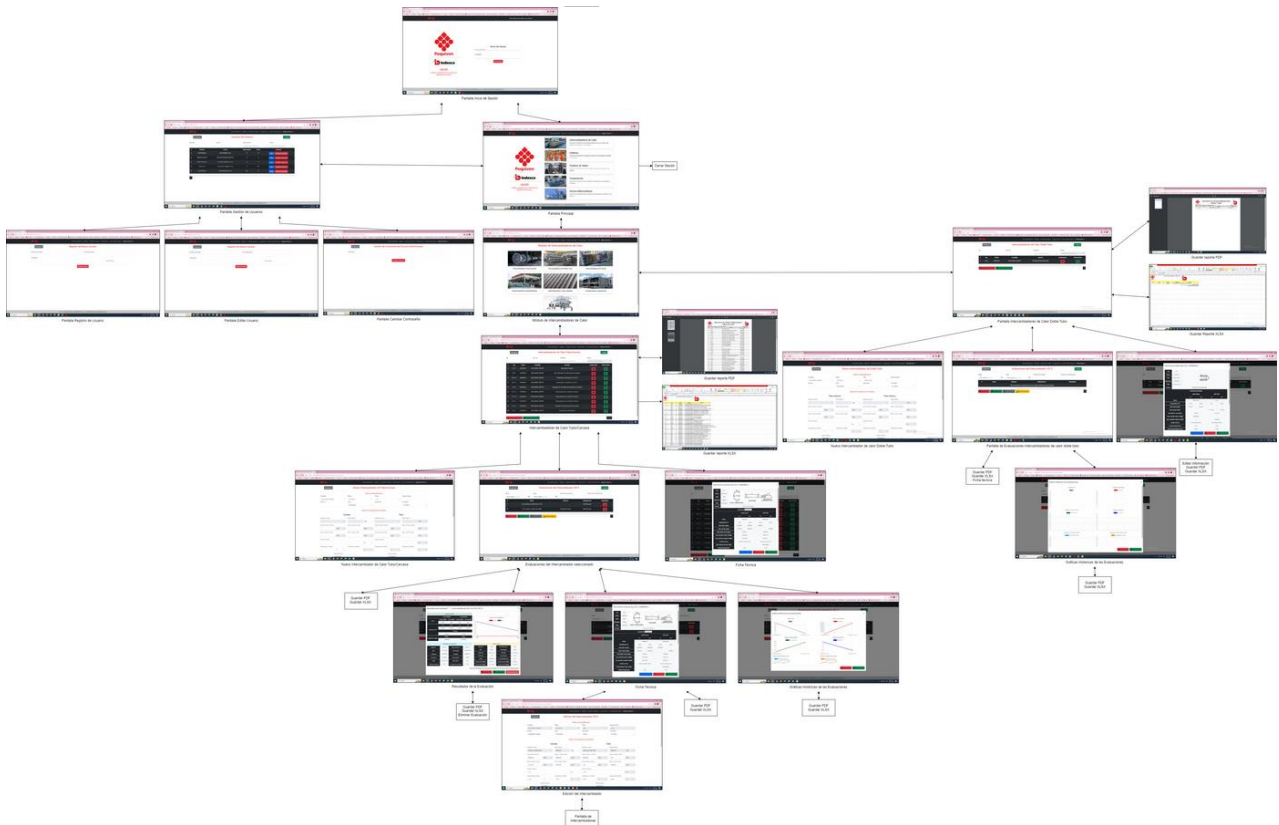


Imagen 28. Flujograma de pantallas

Conclusiones y Recomendaciones

- Mediante este proyecto, se dispone de un manual detallado del uso de la herramienta desarrollada para fomentar su utilización entre los ingenieros de procesos de la planta para llevar a cabo el análisis de los intercambiadores de calor.
- Se recomienda culminar la validación de la herramienta para validar su funcionamiento y de ser necesario implementar nuevas características posteriormente.
- Se recomienda desarrollar los módulos de Calderas, Turbinas de Vapor, Compresores y Hornos Reformadores.



Glosario

- **Caída de presión**: Es el resultado de las fuerzas de fricción ejercidas sobre un fluido dentro de un sistema de tuberías, resistiendo su flujo.
- **Capacidad Calorífica (Cp)**: Es la capacidad de una sustancia para almacenar calor.
- **CAS**: Es una designación numérica asignada a sustancias químicas por el Servicio de Resúmenes Químicos (CAS) de EE. UU. Cada número individual permite la identificación inequívoca de una sustancia.
- **Doble tubo**: El intercambiador de doble tubo, o tubo en tubo, se utiliza para una la transferencia térmica eficiente entre dos fluidos. Los intercambiadores de calor de doble tubo están diseñados para colocar un tubo concéntricamente dentro de un tubo más grande.
- **Efectividad**: Es una medida de la eficiencia con la que se transfiere el calor entre dos fluidos en un intercambiador de calor de carcasa y tubos.
- **Ensuciamiento**: Es la deposición y acumulación de material no deseado, como escamas, sólidos en suspensión, sales insolubles e incluso algas, en las superficies internas del intercambiador de calor.
- **Fouling**: Es la deposición (desublimación) de los productos de corrosión sobre los tubos de los generadores de vapor.
- **Flujo Másico**: también llamado gasto másico es una forma alternativa de medir caudal basada en la medida de la velocidad a la que la masa de una sustancia pasa a través de una superficie dada. En términos matemáticos el flujo másico es la diferencia de masa en función del tiempo.
- **Intercambiador de Calor**: Es un equipo que transfiere continuamente calor de un medio a otro.
- **LMTD**: La diferencia de temperatura media logarítmica se usa para determinar la fuerza que impulsa la transferencia de calor en sistemas de flujo, particularmente en intercambiadores de calor.
- **NTU**: Número de unidades de transferencia térmica.
- **Tubo Carcasa**: Los intercambiadores de calor de carcasa y tubos están compuestos por tubos cilíndricos, montados dentro de una carcasa también cilíndrica, con el eje de los tubos paralelos al eje de la carcasa. Un fluido circula por dentro de los tubos, y el otro por el exterior.
- **U**: Coeficiente global de transferencia.
- **W**: Vatios.