

MANUAL DE INSTALACION Y MONTAJE DE MAQUINA PULTRUSORA

Para poder instalar la máquina de pultrusión debemos tener en cuenta que el lugar debe ser adecuado con una buena iluminación, ventilación, que posea espacio suficiente para el acceso de los diferentes componentes que se usaran en el proceso de la máquina, también para poder realizar el mantenimiento y limpieza de la máquina.

Por mínimo se debe dejar un espacio de 2 metros perimetral a la máquina, ya que esto puede generar problemas en el funcionamiento. El piso debe estar completamente nivelado, pues al estar desnivelado puede afectar las diferentes partes de la maquina afectando el proceso.

El lugar donde se realice el montaje de maquina deberá tener conexión eléctrica trifásica, pues la maquina maneja un voltaje de 220 y puede soportar 32 amperios o más.

Instale las guías de sujeción para las diferentes partes del sistema teniendo en cuenta las medidas exactas para cada uno.

MONTAJE MAQUINA PULTRUSORA

Sub-sistema de dosificación:

- Se deben constatar las medidas de ubicación, por ser el primero de los sistemas, su sitio dependerá del correcto montaje de los demás sub-sistemas y del sentido del proceso.
- Monte la estructura al piso por medio de pernos de diámetro $\frac{1}{2}$ " x 3" de largo, según plano.
- Situar los rollos de rovings en los diferentes estantes, la ubicación es importante pues debe permitir que la fibra salga por la parte superior del rovings.
- Colocar la placa de Pre-conformado en la ubicación mostrada por los planos y hacer el montaje adecuado.

Sub-sistema de impregnación:

- Constatar las medidas de ubicación del sistema de impregnación, es importante tener en cuenta q se encuentra antes del molde y después del sistemas de dosificación.
- Monte la estructura al piso por medio de pernos de diámetro $\frac{1}{2}$ " x 3" de largo, según plano.
- El reservorio debe ir soportado a la estructura metálica mediante soldadura (E-6013).

Molde:

- Monte la estructura al piso por medio de pernos de diámetro $\frac{1}{2}$ " x 3" de largo, según plano.
- Ubique en posición la carcasa según las dimensiones demarcadas en la estructura, instale y asegure la carcasa por medio de los tornillos.
- Instale las tres resistencias al molde, el cableado debe estar debidamente aislado de las mismas, para evitar inconveniente de la acometida eléctrica.
- Hay que mantener las distancias correctas entre las resistencias, asegure por medio de los tornillos.
- Monte la tapa superior que cierra la carcasa y asegure con tornillos.
- Una vez montado todas las partes que componen el molde se puede realizar el montaje e instalación del sistema eléctrico y de control.

Sub-sistema de halado:

- Constatar que ninguna pieza de la máquina sufra algún daño durante su transporte al sitio de instalación.
- Monte el halador después del molde y antes del sistema de corte según plano.
- Acople la estructura al suelo, gire hasta que el sistema de tracción alcance la altura de la línea de pultrusión.
- Acople las correas a los rodillos guías para asegurar el sentido del perfil.
- Conecte los cables de alimentación a las tres terminales.
- La conexión eléctrica del equipo debe ser acuerdo al diagrama eléctrico, usando el calibre de los cables y las protecciones mencionadas en dicho anexo.
- Los cables deben estar conectados correctamente; las terminales deben ser ponchadas de forma adecuada para evitar cualquier tipo de inconveniente.

Sub-sistema de corte:

- En mesa principal de la máquina, se instalan los apoyos con pernos y las tuercas provistas, se recomienda voltear la tabla para fijar una a una de la manera correcta.
- Montar niveladores de altura en cada apoyo de la mesa para obtener el nivel óptimo de corte.
- Se monta el sistema de escuadra sujetando correctamente con pernos, ira ubicada en el apoyo de la sierra de corte, la reglilla de medición debe ir situada al costado opuesto del apoyo de la sierra para un funcionamiento correcto.
- Se de colocar la sierra de corte, se montan protectores de hoja, se anclan con tornillo y buje generando que el protector tenga giro libre al eje vertical.
- Se hace el montaje de la sierra, quitando la tuerca del eje soporte de la sierra girando hacia abajo.

- Constatar que el sistema de sujeción no tenga ningún tipo de suciedad para que los ajustes sean adecuados.
- Monte la sierra en el eje, los dientes deben quedar sentido al giro de corte.
- Monte la brida exterior e tornillo, apriete hasta quedar seguro que la sujeción sea correcta.
- Monte el protector de la sierra en su posición final y asegure adecuadamente con tornillo.
- Monte la palanca que permita el movimiento manual del cabezal, al protector, con los tornillos, asegúrese de revisar que el movimiento sea correcto en el cabezal.
- Realice la instalación de la parte eléctrica, teniendo en cuenta el voltaje y tipo de corriente adecuados para evitar algún daño.

MANUAL DE OPERACIÓN

En este manual de operación encontraremos las indicaciones adecuadas para realizar el proceso de pultrusión y sus diferentes pautas que se necesitan para la ejecución del proceso.

- Paso 1
 - ✓ Montar rollos de roving: Asegúrese de montar los rollos de roving correctamente, haciendo que la fibra se desenvuelva por la parte superior de la bobina
- Paso 2
 - ✓ Guías: Instale en cada uno de los soportes de los rovings la arandela indicada para evitar la caída de la fibra.
- Paso 3
 - ✓ Placa de preformado: Dirija cada una de las fibras de roving hacia la placa pre-conformada y ubíquelos de la manera más ordenada, los roving de arriba directamente en los huecos de la parte superior de la placa y de igual manera con los roving de la parte inferior.

Después de realizar el posicionamiento del roving continuaremos con la siguiente estación que se encuentra en el proceso de pultrusión:

- Paso 1
 - ✓ Fibra roving: Llevar las fibras de roving desde su respectiva ubicación en el mueble por el molde de pre-conformado hasta el reservorio donde se impregnará.
- Paso 2
 - ✓ Resina: Se debe verter como mínimo 3 cm de altura en el reservorio de la máquina.
- Paso 3
 - ✓ Cierre tanque: La resina que sobre en el tanque se debe tapar muy bien para usar en cualquier momento.

Al realizar el proceso de impregnación de la fibra continuaremos con el paso del molde donde debemos tener en cuenta ciertos procesos:

- Se debe pasar la fibra por el molde antes de prender resistencias y cerrar el molde.
- El molde debe tener como mínimo dos horas antes de encendido para iniciar el proceso
- La fibra no debe ser impregnada al momento de iniciar el proceso, solo es impregnada cuando el molde se encuentre a temperaturas deseadas y al momento de iniciar el proceso

Para operar el molde debemos tener en cuenta los siguientes pasos:

- Paso 1
 - ✓ Abrir molde: Hay que abrir el molde para realizar una limpieza minuciosa de la superficie del molde
- Paso 2
 - ✓ Paso de fibra: Introducir las fibras a través del molde pero estar pendiente de que la fibra no este enredada
- Paso 3
 - ✓ Cerrar molde: Hay que cerrar el molde con sus respectivos pernos dando a cada uno de ellos tres vueltas para garantizar el correcto ajuste de cierre de las partes del molde
- Paso 4
 - ✓ Encender resistencia: Colocar las resistencias en las posiciones indicadas por medio de pernos
- Paso 5
 - ✓ Sensores de temperatura: Hay que encender los sensores de temperatura fijando los niveles de temperatura de cada zona de calentamiento.

Después de todos estos pasos continuaremos donde la temperatura del molde debe ser la indicada podemos realizar el halado de la fibra. Si ya se tiene la fibra al otro lado del molde se pasaran por el halador realizando los siguientes pasos:

- Paso 1
 - ✓ Revisión de espacio: Realizar una inspección minuciosa del proceso hasta el momento quitando cualquier objeto q pueda intervenir en el proceso
- Paso 2
 - ✓ Arranque accidental: Estar muy pendiente del interruptor pues debe estar apagado antes de conectar el cable de alimentación
- Paso 3
 - ✓ Tensión de cadenas: Revisar las cadenas del halador pues esta nos va generar la tensión de la banda y el halado necesario para el proceso
- Paso 4
 - ✓ Regular nivel: La altura del halador debe ser de 1,5 m de altura, pues todo el demás sistema se encuentra a esta altura

- Paso 5
 - ✓ Encendido: Conecte el cable de alimentación y después subir el interruptor de encendido
- Paso 6
 - ✓ Regular velocidad: Debemos realizar configuración de la velocidad dependiendo del producto que se vaya a producir, recordemos que para este proceso se manejan velocidades de 0,1 – 0,4 m/min para realizar el trabajo adecuado
- Paso 7
 - ✓ Operación del equipo: Asegurar que el proceso de halado sea correcto al momento de pasar el perfil, pues se puede obstruir o hasta romper el perfil si está mal hecho el montaje
- Paso 8
 - ✓ Apagar maquina: pulsar el botón roja de parar luego bajar el interruptor y por ultimo girar el interruptor de velocidad a cero

Cuando ya el perfil sale del halador entramos al último sistema del proceso de pultrusión el cual será aperado de la siguiente manera:

- Paso 1
 - ✓ Revisión de espacio: Realizar una inspección minuciosa del proceso hasta el momento quitando cualquier objeto q pueda intervenir en el proceso
- Paso 2
 - ✓ Arranque accidental: Estar muy pendiente del interruptor pues debe estar apagado antes de conectar el cable de alimentación
- Paso 3
 - ✓ Sierra de corte: Revise minuciosamente el disco de la sierra que sea el indicado y ubicar al nivel del proceso
- Paso 4
 - ✓ Protector sierra: Mantenga siempre el protector de la hoja en su lugar. No un cable o cadena de seguridad, por lo que la hoja es expuesta a la intemperie
- Paso 5
 - ✓ Encendido: Conecte el cable de alimentación y después subir el interruptor de encendido
- Paso 6
 - ✓ Regular velocidad: Para que la sierra haga un trabajo eficiente y más seguro debe funcionar a la velocidad para la que fue diseñada forzar la sierra puede ser muy peligroso para el operador
- Paso 7
 - ✓ Operación del equipo: Realice los cortes necesarios de los perfiles, durante toda la duración del proceso
- Paso 8
 - ✓ Apagar maquina: pulsar el botón roja de parar luego bajar el interruptor y por ultimo girar el interruptor de velocidad a cero

MANUAL DE MATENIMIENTO

Este manual de mantenimiento le ayudara a tener un manejo correcto manejo de la maquina al momento de realizar el respectivo mantenimiento. Este mantenimiento lo puede hacer el mismo personal involucrado en la instalación, operación y mantenimiento de la máquina garantizando que el proceso sea adecuado.

En el manual se encuentran establecidos las distintas condiciones como procesos a realizar, las herramientas necesarias, como se desarrollaran y el tiempo n el cual se deberán realizar las mismas en cada uno de los sub-sistemas de la máquina.

El mantenimiento que se debe realizar a cada uno de los sub-sistemas es básico, realizado por el operario; cabe anotar que el equipo solo se encenderá en el momento que algún docente programe una prueba o cuando se requiera para una práctica de laboratorio.

Tabla 1. Proceso de mantenimiento

SISTEMA	PROCESO	HERRAMIENTA	PROCEDIMIENTO	TIEMPO
Estructura	Limpieza	Estopa	Hacer una limpieza general de polvo en la estructura	Cambio de turno
	Inspección	Visual	Inspeccionar que la estructura no presente corrosión, golpes, y la soldadura no presente fracturas Revisar que los pernos del molde se encuentren en buen estado y estén realizando su función correctamente	Mensualmente
	Ajuste	Calibrador Llaves brístol Llaves de tornillería	Verificar las dimensiones de las roscas Verificar los ajustes del molde de pultrusión	Inicio de operación
Sistema eléctrico	Limpieza	Compresor	Con aire a presión sin humedad se limpiaran circuitos y controles de mando	Mensualmente
Sistema eléctrico	Inspección	Multímetro	Verificar que las conexiones eléctricas encajen perfectamente Revisar el estado de las conexiones, si presentan desgaste se recomienda cambiarlas Revisar que se encuentren trabajando correctamente los sensores y controladores de temperatura mediante la inspección visual antes de iniciar los trabajos en la máquina Revisar que no haya cables desnudos o fracturados	Mensualmente

	Ajuste		Ajustar las resistencias eléctricas de calefacción para que alineen perfectamente sobre el molde pultrusor	Mensualmente
Molde	Limpieza	Visual	Se debe revisar que el sistema de rosca de los pernos cumplan con las 2 vueltas y media requeridas para la sujeción del molde Revisar oxidación mediante la inspección visual	Inicio de montaje
	Inspección	Visual	Según abrasión del ambiente envolver en “vinipel” para agentes contaminantes Revisar oxidación	Fin de montaje
Sistema térmico	Limpieza	Bayetillas	Limpiar el polvo en el ajuste del molde, ya que, quedan residuos de material en esta parte, limpiar las diferentes superficies del molde Limpiar y engrasar los sistemas de agarre del molde	Al finalizar operación de la máquina
	Inspección	Visual	Observar cambios superficiales en el material del molde	Al finalizar la operación de la máquina
Sistema térmico	Inspección	Visual	Revisar los sensores de temperatura de manera que funcionen correctamente junto con las resistencias	Al finalizar la operación de la máquina
	Ajuste	Pie de rey	Verificar que las dimensiones de entrada y salida del material son las correspondientes Verificar que el acople de las dos partes del molde es exacta ajustando adecuadamente los pernos y teniendo en cuenta las 3 vueltas requeridas	Quincenalmente
Sistema mecánico de tracción	Limpieza	Bayetillas Estopa Grasa Llaves de tornillería Gafas Guantes Overol Compresor	Desmontar la carcasa que cubre el sistema de transmisión del halador, limpiar la banda, ejes, sistema de tensado, engrasar el sistema de nivel del carro superior de la oruga y el tornillo sin-fin	Mensualmente
	Inspección		Realizar una inspección visual y al tacto al tornillo sin-fin y al sistema de nivel del carro superior del halador, para asegurar que no tengan hendiduras, grietas o desgaste en exceso	Mensualmente
	Ajuste	Calibrador	Verificar las tolerancias de los tornillos y sistema de tracción	Mensualmente

Sistema motriz del halador	Limpieza	Bayetillas Lubricante Multímetro	Realizar limpieza de polvo de los motores, moto-reductores, lubricar cojinetes y ejes de acople	Quincenalmente
	Inspección		Revisar el funcionamiento del motor del halador, rodamiento, embobinado, conexiones eléctricas, posición del eje	Quincenalmente
	Ajuste	Nivel Calibrador	Revisar el alineamiento de los ejes y acoples, con su respectivo sistema motriz Verificar dimensiones de los sistemas de sujeción	Quincenalmente
Sistema de corte	Limpieza	Bayetillas Cepillo de metal	Limpiar la carcasa y la sierra circular de corte para retirar escombros	Al finalizar operación de la máquina
	Inspección	Visual	Verificar que la sierra circular tenga los dientes en condiciones óptimas de funcionamiento Verificar que el brazo guía este lubricado y su movimiento sea correcto	Quincenalmente
	Ajuste	Metro Calibrador	Verificar que la altura de la sierra es la adecuada para el corte del perfil pultruido y que el cabezal baja y sube correctamente según dimensiones	Quincenalmente

PROBLEMAS Y SOLUCIONES QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE PULTRUSION

Se plantea una serie de problemas que podrían presentarse durante el proceso de pultrusión, para lo cual, se dan algunas causas que los pueden llegar a causar y se brindan algunas soluciones, lo que hace que este manual sea de vital importancia y se apliquen todas las pautas necesarias.

Para una mejor aplicación del manual de mantenimiento se debe llevar la hoja de registro de actividades de operación de la máquina y de los servicios y actividades que se le han realizado a cada uno de los sub-sistemas.

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
Traslape de las fibras de vidrio roving	Mal montaje de las bobinas de roving en la estructura de dosificación Mal montaje de la placa de pre-conformado de la fibra	Revisar las medidas de las bobinas de roving y ubicarlas de la forma correcta sobre sus respectivos soportes, asegurando que el hilo salga hacia el proceso por la parte superior de la bobina Dar un orden de paso de las fibras en la placa de pre-conformado asegurando que la guía sea la más adecuada para lograr la forma deseada del perfil
Espesor no uniforme en la dirección transversal	Entrada al molde con dimensiones alteradas por temperatura o agentes externos Calentamiento por medio de las resistencias no está siendo correcto	Limpiar adecuadamente y a continuación de esto revisar las medidas de cada una de las partes del molde y en caso de alteración en las medidas se rectificara el molde Revisar las resistencias y la conexión al controlador junto con la puesta en punto y verificar que el calentamiento se está dando correctamente
Presencia de impurezas y geles	Condiciones de procesamiento inadecuadas	Limpiar adecuadamente el tanque de impregnación junto con el molde antes de iniciar el proceso
Baja transparencia y/o brillo en el perfil	Resina con propiedades alteradas o inadecuadas para el proceso	Verificar el tipo de resina utilizada para lograr las propiedades deseadas y el curado respectivo
Deslizamiento de bandas de tracción del halador	Desgaste del material (caucho) de la banda Falta de ajuste del sistema de nivel del carro superior Bandas mal seleccionadas o del material inadecuado	Verificar el tamaño, tipo, material de las bandas seleccionadas para garantizar que el coeficiente de fricción con el perfil si sea el indicado y asegure el halado del proceso adecuadamente Revisar el sistema de ajuste del carro superior del sistema de tracción y el tensado de las bandas verificando dimensiones de ejes

MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Una máquina pultrusora funciona, a altas temperaturas, bajas presiones, bajas velocidades de avance y altas velocidades de corte, controladas por sistemas eléctricos de alto voltaje. Produciendo riesgos durante el funcionamiento de la máquina.

Los procedimientos de seguridad deben garantizar un adecuado uso, libre de cualquier tipo de riesgo. Los siguientes riesgos son los de mayor importancia en el proceso de pultrusión, se identifican con:

- Señal triangular
- Fondo amarillo
- Imagen
- Contorno negro

1. Riesgos Eléctricos;

En el proceso de pultrusión se utilizan motores eléctricos, resistencias eléctricas, sistemas de control. Las precauciones normales de seguridad en cuanto a los riesgos eléctricos son:

- No se debe ejecutar procedimientos de reparación o limpieza sin desconectar los equipos.
- Utilice los implementos de protección como gafas, guantes aislantes, botas aislantes, etc.
- El manejo de los controles eléctricos debe ser por personal capacitado que conozca el proceso de la máquina.



<http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-528961883-cartel-atencion-riesgo-choque-electrico-en-alto-impacto- JM>

2. Riesgos mecánicos;

Teniendo en cuenta que la máquina tiene partes en movimiento como el sistema motriz del halador, las bandas haladoras, sistema de corte. Se puede sufrir lesiones por la acción mecánica de estos elementos por interferencia mecánica o fallo mecánico.

- No mantener herramientas u objetos que puedan interferir el movimiento de los sistemas de la máquina.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada y evitar contacto cercano con las partes en movimiento.
- Cerciorarse, antes del arranque de la máquina que tenga todos los dispositivos de seguridad instalados y que ningún objeto este interfiriendo con los sistemas mecánicos.
- Respetar las zonas señalizadas mientras la máquina está en funcionamiento.
- Verificar que el protector de la sierra de corte este bien ajustado al soporte de sujeción.



http://ccs.org.co/salaprensa/index.php?option=com_virtuemart&view=productdetails&virtuemart_product_id=481&virtuemart_category_id=56



<http://icermet.com/senalizacion-/59-pegatina-epi-obligatoria-proteccion-manos.html>

3. Riesgo Térmico;

Debido a que el molde está calentando hasta los 170 °C se debe tener precauciones al momento de realizar operaciones con la máquina en operación.

- Dejar enfriar los componentes de la máquina para manipularlos adecuadamente en caso de una reparación y evitar quemaduras.
- Evitar tocar el perfil después de la salida del molde ya que se encuentra con una elevada temperatura y podrá ocasionar quemaduras.
- Utilizar guantes aisladores y un vestuario de trabajo adecuado para que el operario no sea afectado por las temperaturas del proceso en la zona de calefacción.



http://www.aman.pt/e25946/peligro-contacto-termico/ms_prod_es_13274/

4. Señalización;

El laboratorio donde se ubique la máquina pultrusora debe contar con la señalización apropiada para evitar cualquier tipo de accidente.

a. Señales de prohibición;

Estas señales indican las restricciones que se deben tener en el momento de usar el banco. En la siguiente tabla se muestran dichas señales, y se identifican con una señal redonda, fondo blanco, imagen negro y contorno rojo.

SEÑAL	IMAGEN
PROHIBIDO COMER	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA	
PROHIBIDO ENCENDER FUEGO	
PROHIBIDO HABLAR POR CELULAR	

PROHIBIDO FUMAR	
-----------------	--

<http://www.jmcprl.net/senal%2001/index.html>

b. Señales de obligación;

Estas señales indican los protocolos que se deben seguir para poder operar el equipo. En la siguiente tabla se muestra dichas señales y que se identifican con una señal redonda, fondo Azul, imagen en blanco y contorno blanco.

SEÑAL	IMAGEN
Protección obligatoria de la vista	
Es obligatorio el uso de overol	
Protección obligatoria de las manos	
Es obligatorio el uso de tapabocas	

Según el ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial las consideraciones relativas a la seguridad industrial y salud ocupacional para el proceso Fabricación de piezas en plástico reforzado con vidrio son:

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	MEDIDA DE CONTROL
Llenado tanques Transvase producto	Posible explosión por energía estática	Accidentes incapacitantes	Conectar cable a tierra para descarga de la energía
Fabricación piezas en plástico reforzado con vidrio	Posible explosión por mezcla de componentes inadecuada	Quemaduras personales	Producto listo para utilizar (sal de cobalto incorporada a la resina de poliéster previamente por el proveedor). Capacitación en el manejo de los productos
	Acumulación de solvente en el área de trabajo	Afecta la salud humana generando mareo, dolor de cabeza, irritación de los ojos y las mucosas e irritación de la piel por contacto sucede en concentraciones superiores a 370 ppm. La Concentración máxima permisible en el área de trabajo es de 100 ppm durante 8 horas continuas.	Máscaras con cartuchos universales para vapores orgánicos. Gafas de seguridad para protección de los ojos. Utilizar delantales en algodón o PVC. Para las manos usar guantes de PVC, neopreno. Extractores de aire para controlar el nivel máximo. Controlar el tiempo de exposición
	Explosión por acumulación de gases	Accidentes incapacitantes	Utilización de productos con supresores de emisión de estireno
	Acumulación catalizador en el área de trabajo	Afecta la salud humana generando mareo, dolor de cabeza, irritación de los ojos y las mucosas y quemaduras en la piel	Máscaras con cartuchos universales para vapores orgánicos. Gafas de seguridad para protección de los ojos. Utilizar delantales en algodón o PVC. Para las manos usar guantes de PVC, nitrilo o neopreno. Extractores de aire para controlar el nivel máximo. Controlar el tiempo de exposición

Fuente: ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Sector plástico. Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Julio de 2004.