



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

**DESARROLLO DE UN PROCESO INDUSTRIAL DE
RECUBRIMIENTO DE TEJIDOS CON ÓXIDO DE
GRAFENO REDUCIDO A PARTIR DE LA ADAPTACIÓN
DE UN PROCESO INDUSTRIAL BASADO EN LA
TINTURA CON COLORANTES TINA.**

MEMORIA PRESENTADA POR:

María Jordá Reolid

TUTOR:

Francisco Javier Cases Iborra

CO-TUTOR:

Francisco Orts Maiques

GRADO DE INGENIERÍA QUÍMICA

Convocatoria de defensa: Septiembre 2017



Resumen

En este trabajo se estudia la adaptación del proceso de tintura con colorantes tina para la obtención de tejidos recubiertos con grafeno a partir de óxido de grafeno. Además de las conocidas propiedades añadidas al material por el recubrimiento de grafeno (conductividad eléctrica, disipación del calor, mejora de propiedades mecánicas, etc.) el tejido recubierto de grafeno puede servir como base para aplicaciones energéticas (acumuladores de carga o pilas) o como soporte de catalizadores. El uso de materiales textiles debe de permitir el aprovechamiento de propiedades como su elevada relación entre el área superficial y la masa o el volumen total, o su versatilidad dimensional. Por otro lado, el simple hecho de obtener tejidos conductores con las propiedades añadidas de los recubrimientos de grafeno, presenta un gran potencial de aplicaciones como textiles técnicos.



Resum

En aquest treball s'estudia l'adaptació del procés de tintura amb colorants tina a partir per a l'obtenció de teixits recoberts amb grafé a partir d'òxid de grafé. A més de les conegudes propietats afegides al material per el recobriment de grafé (conductivitat elèctrica, dissipació del calor, millora de propietats mecànica, ets) el teixit recobert de grafé pot servir como base per a aplicacions energètiques (acumuladors de carrega o piles) o com a suport de catalitzadors. L'ús de materials tèxtils deu permetre el aprofitament de propietats com la seua elevada relació entre l'àrea superficial y la massa o el volum total, o la seua versatilitat dimensional. Per altra banda, el simple fet de obtindre teixits conductors amb les propietats dels recobriments de grafé, presenta un gran potencial de aplicacions como teixits tècnics.

Abstract

In this project it's studied the adaptation of the process of dyeing with tina colorants, to obtain fabrics coated with graphene from graphene oxide. In addition, the known properties added to the material by the graphene coating (electrical conductivity, heat dissipation, improvement of mechanical properties, etc.), graphene-coated fabric can serve as a basis for energy applications (batteries or batteries) or as support of catalysts. The use of textile materials should allow the use of properties such as their high ratio of surface area to mass or total volume, or dimensional versatility. On the other hand, the mere fact of obtaining conductive fabrics with the added properties of the graphene coatings presents a great potential of applications as technical fabrics.



Índice general

Resumen	2
Resum	3
Abstract.....	4
Índice general	6
Lista de Imágenes.....	8
Lista de tablas.....	9
1. Objetivos	11
2. Introducción.....	12
2.1 Antecedentes	12
2.1.1 Proceso de tintura.....	12
2.1.2 Colorantes tina	14
2.1.3 Estudios sobre recubrimientos con Óxido de Grafeno Reducido	16
2.2 Motivación y justificación.....	22
2.2.1 Propiedades del grafeno y sus ventajas	22
2.2.2 Aplicaciones de tejidos conductores y ventajas de usar grafeno para hacerlos conductores.....	23
3. Ámbito de aplicación, resultado, soluciones del trabajo.	25
3.1 Maquinaria utilizada en el proceso de tintura con colorantes tina	25
3.1.1 Jigger.....	25
3.1.2 RAME	29
3.2 Modificaciones necesarias para la realización del recubrimiento de tejidos de poliéster con óxido de grafeno reducido (RGO)	31
3.2.1 Proceso de fabricación	32
3.2.2 Equipos a utilizar en el recubrimiento con RGO.....	35



3.2.3 Especificaciones y datos técnicos de los equipos	40
3.2.4 Prevención de riesgos laborales en la utilización de estas modificaciones.....	57
3.2.5 Control de calidad en telas recubiertas con RGO	60
3.2.6 Impacto medioambiental.....	63
4. Estudio económico	64
4.1 Costes sin tratamiento de plasma	64
4.2 Costes con tratamiento de plasma	68
4.3 Comparación de los costes	72
5. Conclusiones.....	73
6. Bibliografía	75
ANEXOS.....	79

Lista de Imágenes

Ilustración 1-Esquema proceso de tintura con colorantes tipo tina.	15
Ilustración 2-Muestra de PES GO y RGO	16
Ilustración 3-Comparación GO y RGO	18
Ilustración 4-Plasma y Albumina de suero bovino	18
Ilustración 5-Ditonito sódico	19
Ilustración 6-Esquema recubrimiento con RGO	21
Ilustración 7-Estructura del grafeno.....	22
Ilustración 8-Esquema Jigger	26
Ilustración 9-Enrollado de la tela sobre Jigger con anotadoras	27
Ilustración 10-Maquina Jigger	28
Ilustración 11-Esquema máquina RAME.....	29
Ilustración 12-Partes campo de secado	30
Ilustración 13-Maquina RAME.....	30
Ilustración 14-Esquema de la planta	33
Ilustración 15-Baño de ultrasonidos	36
Ilustración 16-Esquema formación plasma.....	37
Ilustración 17-Equipo plasma aplicaciones textiles (ejemplo).....	38
Ilustración 18-Esquema de la planta con equipo de plasma.....	39
Ilustración 19-Plano del modelo Jigger	41
Ilustración 20-Esquema sistema de recirculación con reactor de flujo.....	44
Ilustración 21-Esquema equipo ultrasonidos.....	45
Ilustración 22-Equipo de ultrasonidos UIP2000hdT.....	46
Ilustración 23-Plano maquina RAME.....	50
Ilustración 24-Tobera modelo RD1010.....	53
Ilustración 25-Esquema dimensiones tobera modelo RD1010	54
Ilustración 26-Generador de plasmaFG5005	55
Ilustración 27-Transformador modelo HTR22.....	56
Ilustración 28-Instrumento medición 4 puntas	60
Ilustración 29-Equipo EIS.....	61
Ilustración 30-Ensayo de resistencia al frote	62



Lista de tablas

Tabla 1-Especificaciones Jigger	40
Tabla 2-Especificaciones ultrasonidos UIP 2000hdT	45
Tabla 3-Especificaciones RAME.....	47
Tabla 4-Especificaciones tobera de plasma RD1010	53
Tabla 5-Especificaciones generador de plasma FG505	55
Tabla 6-Especificaciones transformador HTR22	56
Tabla 7-Costes inversión inicial en maquinaria	64
Tabla 8-Costes inversión inicial en servicios de ingeniería	64
Tabla 9-Costes totales de inversión.....	65
Tabla 10-Amortización	65
Tabla 11-Costes energéticos	65
Tabla 12-Coste de mantenimiento.....	66
Tabla 13-Coste gas natural.....	66
Tabla 14-Costes materias primas.....	66
Tabla 15-Coste de personal.....	67
Tabla 16-Costes totales anuales	67
Tabla 17-Total costes por lote y por metro de tela	67
Tabla 18-Coste maquinaria inicial con equipo de plasma	68
Tabla 19-Costes iniciales de servicios de ingeniería con equipo de plasma.....	68
Tabla 20-Total costes inversión con plasma.....	68
Tabla 21-Amortización coste inicial con plasma	69
Tabla 22-Costes energéticos con equipo plasma.....	69
Tabla 23-Coste mantenimiento con equipo plasma.....	70
Tabla 24-Coste consumo gas natural con equipo de plasma.....	70
Tabla 25-Costes materia prima con equipo de plasma	70
Tabla 26-Coste personal equipo de plasma	71
Tabla 27-Total costes anuales con equipo plasma.....	71
Tabla 28-Costes por lote y por metro de tela con equipo de plasma.....	71
Tabla 29-Comparativa costes con tratamiento plasma y sin tratamiento plasma...	72
Tabla 30-Comparativa costes proceso colorantes tina y proceso recubrimiento RGO	72



1. Objetivos

Los objetivos del trabajo son los siguientes:

1. Escalar el procedimiento de recubrimiento de Óxido de Grafeno Reducido sobre materiales textiles en una planta industrial.
2. Aprovechar instalaciones industriales, ya existentes, con mínimas modificaciones, para obtener tejidos modificados con RGO
3. Diseñar un proceso industrial, que permita recubrir tejidos con RGO a partir de una instalación existente

2. Introducción

2.1 Antecedentes

2.1.1 Proceso de tintura

La **tintura** [1] es el proceso en el que se proporciona color uniforme sobre la superficie de la materia textil. Para ello se pone en contacto el colorante, que se encontrará en dispersión en disolución, con la materia textil, que retendrá el colorante, fijándose en el textil, y se obtiene el color deseado.

La materia se puede tinter en cualquier forma de presentación:

- Tintura en flocas: fibras
- Tintura en hilos
- **Tintura en tejido**
- Tintura de prenda confeccionada

Se elige una u otra forma dependiendo del resultado que se dese obtener, pero nosotros nos basaremos en la **tintura en tejido** para ver cómo se procede para poder trabajar después con recubrimiento con grafeno de tejidos.

El proceso de tintura tiene las siguientes etapas:

1. Preparación del baño de tintura
2. Transferencia del colorante desde el baño hasta la materia textil
3. Fijación química o física del colorante en la fibra
4. Lavado y aclarado
5. Secado

Hay distintos parámetros que afectarán al proceso de tintura, tanto a las características del baño, la estructura de las fibras como a la estructura de las de la fibra y el colorante.



Los referentes al baño son los siguientes:

- El pH: afectara a la solubilidad y afinidad del colorante a la fibra
- La temperatura: la temperatura óptima de la fibra coincide con la temperatura de transición vítrea de la fibra ya que superando ésta, la fibra se encuentra en forma amorfa y permite la penetración del colorante en la fibra
- El electrolito: en la coloración el electrolito neutraliza las cargas negativas de las fibras y permite la aproximación del colorante a las fibras
- La relación del baño: afectara cuando los colorantes sean reactivos. La relación del baño se escoge en función del tipo de colorante, la materia a teñir y la maquinaria a utilizar.

La estructura de las fibras formadas por polímeros puede ser amorfas o cristalinas, siendo la estructura amorfa la más adecuada para la penetración del colorante en la fibra.

Cuanto a la estructura de las fibras y del colorante, el parámetro que afectará es el tipo de unión entre el colorante y las fibras, que pueden ser:

- Enlace covalente
- Enlace electroestático
- Puentes de hidrogeno
- Adsorción

Los colorantes o materias colorantes son los productos capaces de proporcionar color a las fibras. Se define como solidez a la capacidad de permanencia del color sobre el textil tras ser sometidos a distintos agentes de uso y conservación (luz, sudor, lavado, planchado, etc.).

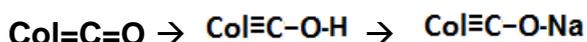
Hay una gran diversidad de tipos de colorantes, pero nosotros nos vamos a centrar en el proceso de tintura de colorantes **tina**.

2.1.2 Colorantes tina

Las colorantes tinas [1] son aquellos colorantes que provienen de extractos del índigo, se utilizan para teñir fibras celulósicas.

Estos colorantes son insolubles en agua, por lo que se reducen hasta formar un compuesto soluble en agua, para poder depositarlos sobre los tejidos. Las etapas que se realizan en la tintura de fibras con estos colorantes son las siguientes (ver Ilustración 1):

- 1- Reducción del colorante con ditionito sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) y ajuste del pH a un pH alcalino con hidróxido sódico (NaOH) de modo que se transforma en los leucoderivados de los colorantes tina, ya solubles en agua



- 2- Los leucoderivados se fijan a los tejidos, ya que ahora ya son afines a las fibras celulíticas.
- 3- Una vez fijado el leucoderivado se oxida de nuevo el colorante con peróxido de hidrogeno (H_2O_2) hasta el estado inicial, de nuevo insoluble en agua.
1. Ya oxidado el colorante, se trata el tejido con un jabonado a ebullición para eliminar restos de colorantes no fijados depositados en la superficie de las fibras. Este jabonado se realiza con carbonato sódico a pH alcalino. Así se consigue una orientación molecular del colorante, consiguiendo un mayor rendimiento.

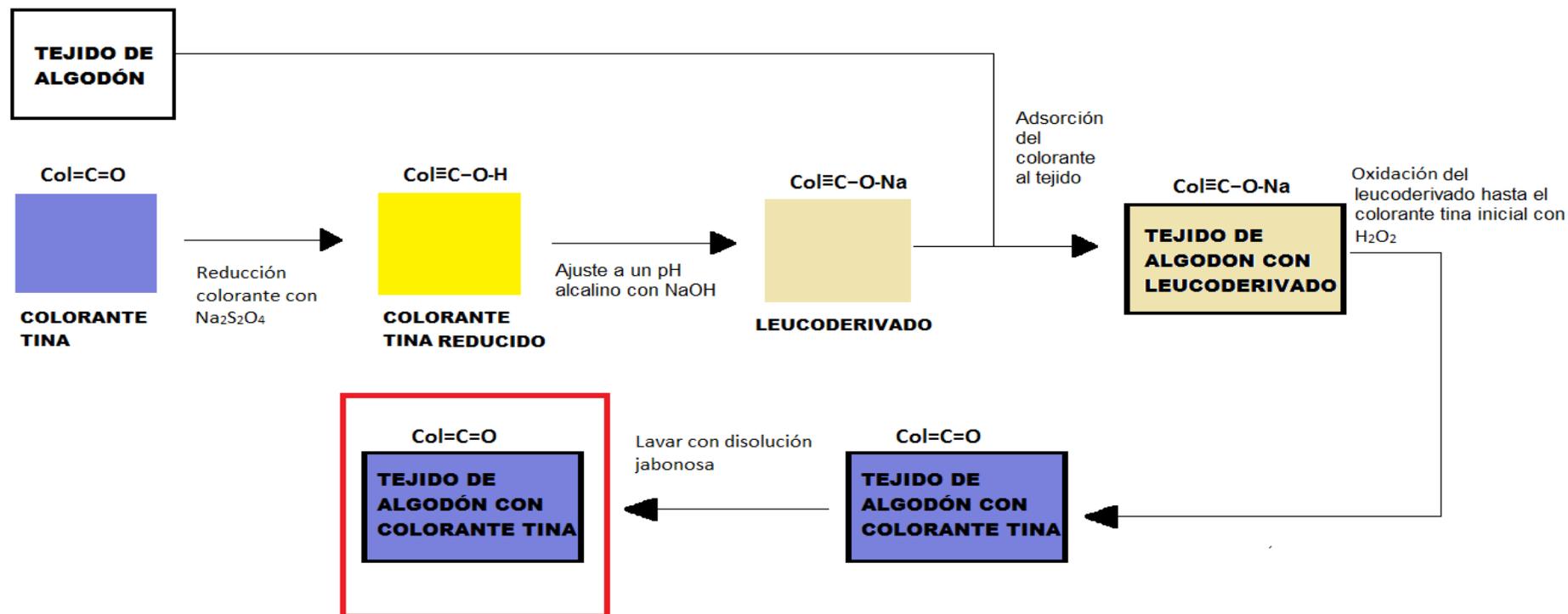


Ilustración 1-Esquema proceso de tincura con colorantes tipo tina.

2.1.3 Estudios sobre recubrimientos con Óxido de Grafeno Reducido

En trabajos anteriores se ha estudiado el procedimiento de recubrimiento de tejidos de Poliéster (PES) con Óxido de Grafeno (GO, graphene oxid) y reducción de este hasta Óxido de Grafeno Reducido (RGO, reduced graphene oxid), y estudio del tejido una vez recubierto, con RGO.



Ilustración 2-Muestra de PES GO y RGO

Algunos artículos que explican este procedimiento son los siguientes:

En el artículo [\[2\]](#) se recubren tejidos de poliéster (PES) con óxido de grafeno (GO) y se reduce mediante un método químico obteniendo óxido de grafeno reducido (RGO).

Se analizan las muestras con diferente número de recubrimientos que se obtuvieron, con diferentes técnicas de medida.

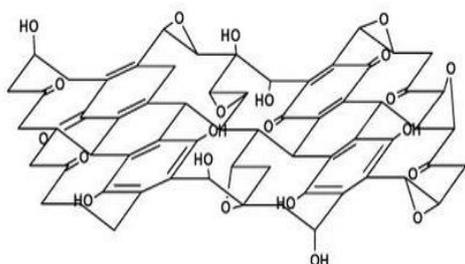
Se observó la disminución de bandas de la espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier. Esta disminución era debido a los grupos oxidados una vez reducido el GO a RGO.

La morfología de las capas de RGO depositadas sobre el tejido se pudo observar mediante Microscopia electrónica de barrido (SEM): permitió observar la morfología de las capas de RGO depositadas sobre el tejido.

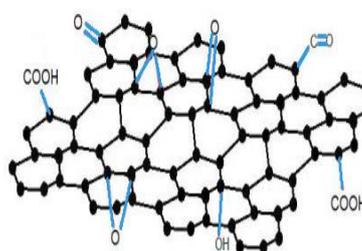
Espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS), voltametría cíclica (CV), y microscopia electroquímica de barrido (SECM): Mostraron un aumento de la efectiva reducción del GO a RGO, ya que con el EIS se mostró el decrecimiento en 7 órdenes de magnitud de la resistencia eléctrica del tejido con un solo recubrimiento de RGO. También mostró que al aumentar el número de recubrimientos de RGO sobre el tejido, disminuía, de forma progresiva, la resistencia eléctrica, pero el mínimo valor de resistencia eléctrica del material, y de resistividad superficial se obtuvieron con tres capas de recubrimiento, sin mejorar considerablemente las propiedades eléctricas en un aumento de capas en el recubrimiento superior. Con la voltametría cíclica (CV) también se observa un aumento de electro-actividad al aumentar el número de capas de RGO, ya que con una sola capa de RGO no se obtiene un buen contacto entre hojas y se necesitan un número mayor de capas para obtener un material con buenas propiedades eléctricas y electroquímicas. Por otro lado las curvas de aproximación obtenidas por SECM muestran las claras diferencias de los niveles de electro-actividad de las muestras recubiertas con GO y de las recubiertas con RGO.

En este artículo [\[3\]](#) se obtuvo un recubrimiento homogéneo de óxido de grafeno reducido (RGO) sobre tejidos de poliéster, aplicando diferentes capas de RGO. Esto es difícil de observar con la microscopía electrónica de barrido (SEM), solo apreciándose algunas zonas, donde se observan unas manchas debido a los pliegues de las capas, que permiten una mejor adsorción en la superficie de las fibras de poliéster. Con la técnica XPS (Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X) se observa la clara reducción del GO a RGO. Las medidas del comportamiento eléctrico se realizaron mediante espectroscopia de impedancia electrónica (EIS) que mostro el cambio de las propiedades eléctricas, cuando el GO es reducido hasta RGO. La resistencia entre metal/muestra/metal decrece en más de 5 órdenes de magnitud cuando una capa de GO se reduce hasta RGO. Además el ángulo de fase, que cambia de 90° a 0° , es decir el recubrimiento pasa de tener carácter capacitivo a tener carácter conductivo. Por otra parte con la microscopia electroquímica de barrido muestra la influencia de un mediador redox, en la electro-actividad medida.

Este mismo proceso también es explicado y caracterizado con las mismas técnicas antes mencionadas en el artículo [4] pero en este caso en la etapa de reducción del GO a RGO se realiza mediante hidracina en vez de usar ditonito sódico.



ÓXIDO DE GRAFENO (Aislante)



ÓXIDO DE GRAFENO REDUCIDO (Conductor)

Ilustración 3-Comparación GO y RGO

En el artículo [5] se usa la técnica del plasma, esta técnica incrementa la superficie de adhesión del RGO en los tejidos de poliéster. Las fibras de poliéster se tratan con plasma atmosférico (descarga de barrera dieléctrica) con diferentes dosificaciones de plasma. La energía superficial, y la rugosidad superficial aumenta según como se aumenta la dosificación de plasma, hasta el punto límite de una dosificación de plasma de $300 \text{ W} \cdot \text{min} \cdot \text{m}^{-2}$, ya que una dosificación mayor solo aumenta el consumo energético. Con el tratamiento de plasma se generan cargas negativas sobre la superficie del tejido, esto imposibilita la adhesión del GO a la fibra, ya que este también tiene cargas negativas. Es por eso que es necesario se necesita un recubrimiento intermedio entre el tejido de poliéster y el recubrimiento de GO que genere carga positivas en la superficie del tejido. Para eso se recubre con la proteína de albumina de suero bovino (BSA).

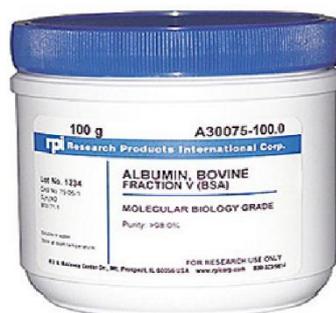


Ilustración 4-Plasma y Albumina de suero bovino

Se observó con la técnica SEM la formación de recubrimiento de RGO sobre la superficie del tejido. El tratamiento con plasma de los tejidos con plasma y BSA produce un aumento del contacto comparado con los tejidos sin tratar. La resistencia eléctrica de los tejidos se mide con la técnica del EIS, disminuyendo la resistencia eléctrica de los tejidos una vez tratados con plasma y BSA, debido al aumento del nivel de recubrimiento de los tejidos. Con un único recubrimiento de RGO sobre el tejido tratado con plasma, se obtienen valores similares de resistencia eléctrica que con 5 capas de RGO sobre tejido sin tratar. De modo que con el tratamiento del plasma se reduce el número de recubrimientos necesarios para obtener los mismos valores de resistencia eléctrica. Esto justifica usar el tratamiento de plasma, ya que con este se obtienen los mismos resultados pero con un menor tiempo de producción, un consumo menor de productos químicos y agua. La electro-actividad también tiene unos mejores resultados, debido a menos recubrimientos de RGO sobre el tejido, esta fue medido con la técnica SECM.

Según se explica en estos artículos, el recubrimiento de las fibras con grafeno se hace sumergiendo las fibras en una disolución de GO, de modo que se adsorbe en forma de capas sobre la superficie del tejido, gracias a las fuerzas de atracción entre los grupos funcionales de las fibras y los grupos oxidados de las capas de grafeno. Una vez adsorbido al tejido se reduce hasta RGO mediante disoluciones de un reductor, como pueden ser el ditonito sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) o hidracina (N_2H_4).



Ilustración 5-Ditonito sódico

Los pasos que se siguen para el recubrimiento de tejidos PES con grafeno son los siguientes (ver Ilustración 6)

Preparar disolución de 3 g/L de GO. Para ello se mezclan polvos mono capa de GO con agua ultra pura en un baño de ultrasonidos durante 30 minutos.

1. Poner en contacto los tejidos de PES con la disolución de GO durante 30 min para permitir el recubrimiento
2. Dejar secar durante 24 horas
3. Colocar durante 30 min en una disolución de ditonito sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), para la reducción del GO hasta obtener RGO sobre la superficie del tejido, a una temperatura alrededor de los 90°C.
4. Lavar con agua ultra pura.
5. Filtrar para realizar la caracterización

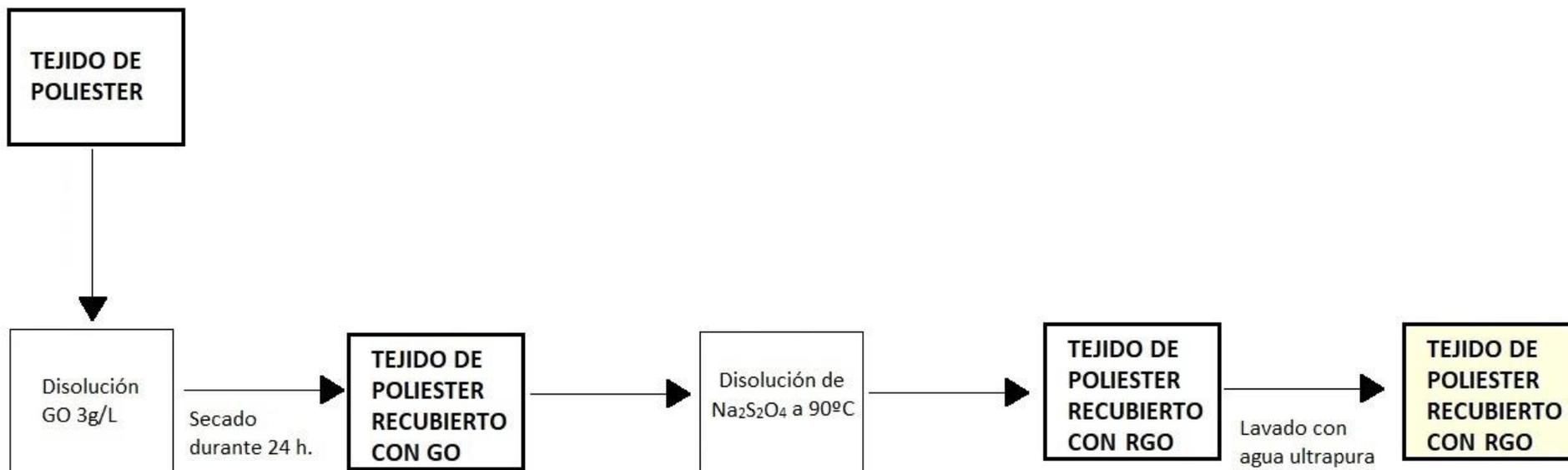


Ilustración 6-Esquema recubrimiento con RGO

2.2 Motivación y justificación

2.2.1 Propiedades del grafeno y sus ventajas

El grafeno, es un nanomaterial bidimensional, se trata de una película de un átomo de grosor que se forma por una red atómica de átomos de carbono colocados de forma hexagonal. Los doctores Konstantin Novoselov y Andre Geim consiguieron aislarlo a temperatura ambiente, esto les hizo ganar el premio Nobel de física el año 2010. EL grafeno es una forma alotrópica del carbono, al igual que el grafito y el diamante son otras dos formas alotrópicas del carbono. Esto hace que no sea novedoso cuanto a su composición, pero si a su estructura, que al ser formado por una única capa de carbono, es por esto que se dice que es bidimensional, porque solo tiene longitud y anchura, ya que el espesor es tan diminuto que se puede considerar inexistente.

Este material está teniendo gran interés en diferentes sectores de la industria muy distintos, y puede sustituir materiales de uso común como el silicio. Por las excelentes propiedades que tiene, abre un gran abanico de posibilidades y aplicaciones, previniendo una gran revolución tecnológica.

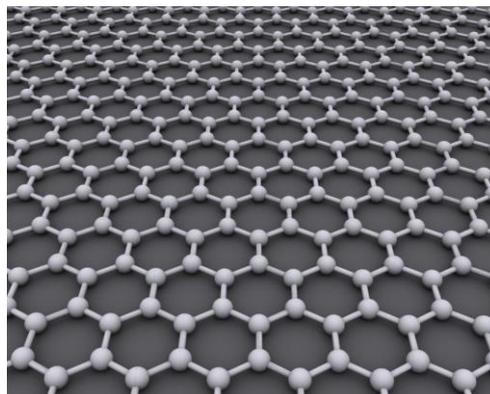


Ilustración 7-Estructura del grafeno

El grafeno tiene un gran número de propiedades, como pueden ser las siguientes [6]:

- Es el material más **fino**: 0,34nm de espesor
- Es **ligero**: Un metro cuadrado de grafeno pesa 0,77 miligramos. A la vez tiene elevada superficie específica 2,600 m²·g⁻¹
- Es **flexible, elástico, y maleable**: Puede estirarse hasta un 10% sin perder su forma inicial, y puede doblarse sin problemas un 20%
- Es **duro y resistente**: Supera la dureza del diamante, y es 100 veces más fuerte y resistente que el acero, teniendo una resistencia mecánica de 42N·m⁻¹
- Es **transparente**: Solo absorbe un 2,3 % de luz blanca incidente, que llega a la superficie.
- Es **conductor térmico y eléctrico**: La conductividad térmica es de 5000 W·m⁻¹·K⁻¹. Y una conductividad eléctrica de 0.96·10⁸ Ω·m⁻¹
- **Altas temperaturas de degradación**: Entre 4900K y 5000K
- **Soporta la radiación ionizante.**
- Es **bactericida.**
- Es **biocompatible**
- Es **autorreparable**
- Completamente **impermeable**

De todas estas propiedades, podemos destacar la conductividad eléctrica, y esta es en la que nos basamos para este trabajo.

2.2.2 Aplicaciones de tejidos conductores y ventajas de usar grafeno para hacerlos conductores

Estas propiedades hacen que el grafeno sea un material con gran cantidad de aplicaciones, permitiendo diversas soluciones a un gran número de problemas en distintos campos de la industria.

Que sea un buen conductor hace que tenga una gran atracción en diferentes sectores, para la fabricación o mejora de productos “inteligentes”, tejidos para el uso en aplicaciones energéticas, como acumuladores de carga o pilas. Ya que

se podrían obtener productos más ligeros, resistentes y flexibles a la vez, que aportarían características antiestáticas. Además hay un gran interés en obtención de tejidos conductores que pueden aportar gran flexibilidad, para la obtención de estos tejidos se ha probado con diferentes formas para conseguir el carácter conductor como la inserción de fibras metálicas en el tejido, extrusión de fibras con partículas conductoras, o bien recubriendo el tejido con un film o polímero conductor como es el grafeno. Con las ventajas que conlleva utilizar este material con tan buenas propiedades, formándose una capa de un átomo de espesor, que no aportará ni más volumen ni más peso al tejido, además no disminuirá la flexibilidad del tejido, debido a la flexibilidad del grafeno.

Algunas aplicaciones de los tejidos conductores de la electricidad son [\[7\]](#):

- Ropa de protección para bomberos, policías, militares.
- Pantallas incorporadas en la prenda de ropa
- Suministros de energía a dispositivos electrónicos como móviles o reproductores de música portátiles.
- Ropas deportivas de alto rendimiento

3. Ámbito de aplicación, resultado, soluciones del trabajo.

Si comparamos el proceso de tintura de fibras textiles con colorantes tina y el proceso de recubrimiento de tejidos con óxido de grafeno reducido (RGO), podemos observar grandes similitudes entre ambos procesos, es por ello que vamos a estudiar la posibilidad de adaptar el proceso de tintura de tejidos con colorantes tipo “tina” de una fábrica de tintura para poder modificar este proceso, para recubrir tejidos con RGO.

3.1 Maquinaria utilizada en el proceso de tintura con colorantes tina

Para ello primero vamos a explicar el procedimiento y maquinaria utilizada en el proceso de tintura. Vamos a considerar que maquinaria es necesaria para teñir 200 m de tela de algodón.

Para llevar a cabo este proceso se usan dos equipos fundamentalmente [\[8\]](#) [\[9\]](#) [\[10\]](#) [\[11\]](#). Estas son:

3.1.1 Jigger

Esta máquina se usa en el proceso, para las etapas de preparación del baño con los colorantes y reducción de este, tintura de la fibra con el baño de colorante y lavado del tejido.

Todas estas etapas se pueden realizar en la misma maquinaria, simplemente cambiando los productos químicos y disolventes del baño. Por lo que es muy útil para optimizar espacio.

Esta máquina consta de las siguientes partes (ver Ilustración 8-Esquema Jigger):

1. Cuba trapezoidal, conocida como tina, que contiene las disoluciones necesarias para cada etapa del proceso de tintura.
2. Dos cilindros enrolladores, en los que se enrolla la tela a teñir permitiendo el paso de la tela por la disolución de la tina, siendo esta enrollada y desenrollada las veces necesarias para que toda la tela

pase por el baño, manteniendo el tiempo necesario de contacto con este. Estos se disponen en paralelo al lado de la cubeta.

3. Ensanchador basculante
4. Cilindros guidores, junto con el ensanchador basculante sirve para guiar la tela por el pase por el baño, evitando pliegues y arrugas.
5. Cubiertas, sirven para cerrar el baño, para evitar el contacto con el aire, evitando así la oxidación del reductor por el O₂ del aire. Además hay veces que es necesario trabajar a altas temperaturas, de modo que la cubierta evita pérdidas de calor y escapes de vapor al exterior.

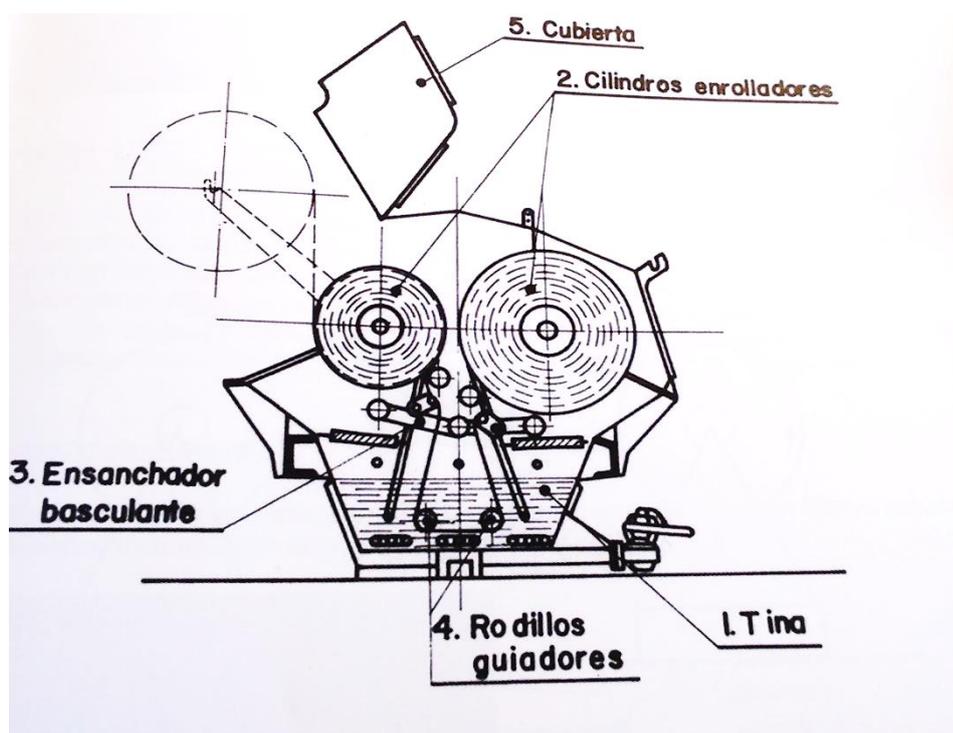


Ilustración 8-Esquema Jigger

En este proceso se lleva a cabo con distintos pasos:

- ✚ Primero se prepara la disolución del baño con las cantidades adecuadas de colorante y de reductor, y en los casos que son necesarios se añade sal, estas cantidades dependerán de las consideraciones y recomendaciones que dé el fabricante de los colorantes, variando según el colorante que se quiera utilizar, ya que cada fabricante y después cada modelo o referencia de colorante se trata en diferentes cantidades.

- ✚ En segundo lugar el tejido se traslada a los cilindros enrolladores con la ayuda de anotadoras, también conocidas como carros bota o burras.



Ilustración 9-Enrollado de la tela sobre Jigger con anotadoras

- ✚ Una vez preparada la tela en los cilindros enrolladores del Jigger se hacen girar estos de modo que la tela pase por el baño y se enrolle en el otro cilindro, repitiendo este proceso de modo que toda la tela haya estado en el baño el tiempo determinado por el fabricante del colorante, cada repetición de este proceso, en el ámbito textil, se denomina pasada.
- ✚ A continuación se pasa a oxidar el leucoderivados adherido a la tela, cambiando la disolución anterior por una disolución de H_2O_2 , que oxidara hasta obtener el colorante deseado. Se hará pasar la tela por la cubeta las veces que sea necesaria
- ✚ Por último, solo queda lavar la tela con una disolución jabonosa a ebullición, de nuevo se cambia la disolución anterior de la cuba, por esta nueva. Y se hace pasar de nuevo la tela por esta nueva disolución las veces que sea necesaria.

Para determinar la temperatura del baño y el tiempo de permanencia en este de la tela se tiene en cuenta las curvas temperatura-tiempo, proporcionadas por el fabricante de el colorante. A continuación podemos observar un ejemplo de curva para un colorante determinado.

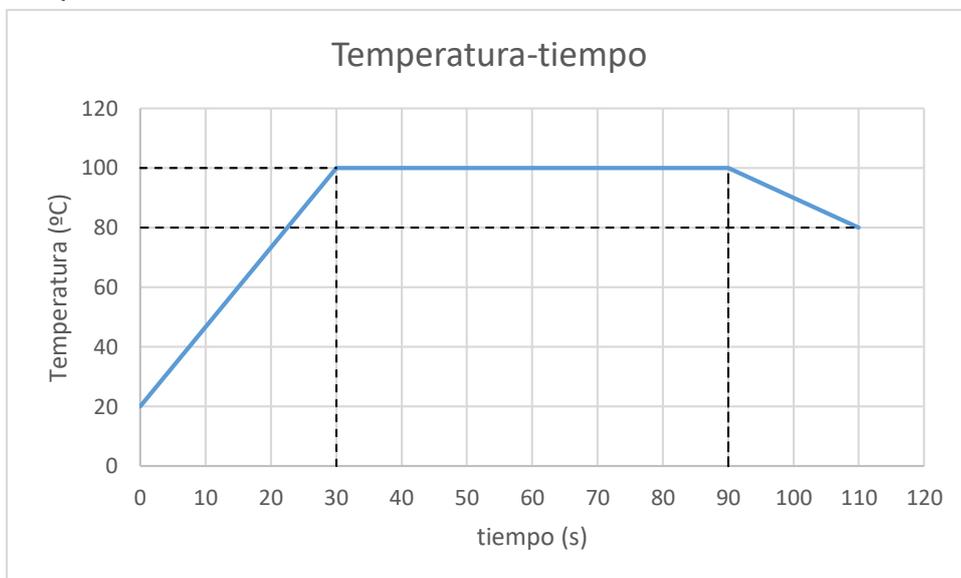


Gráfico 1-Temperatura tiempo

Con estos pasos el tejido ya estará listo para el proceso de secado, siendo este el acabado final de la tintura.[\[12\]](#)



Ilustración 10-Maquina Jigger

3.1.2 RAME

Esta máquina sirve para la etapa de secado del tejido una vez teñido. Se trata de un secadero de canal por aire caliente. Se usa para el ensanchado permanente de tejidos, secado, termofijado de tejidos de fibras sintéticas, fijación de colorantes y curado de aprestos. Se constituye por las siguientes partes (ver Ilustración 11):

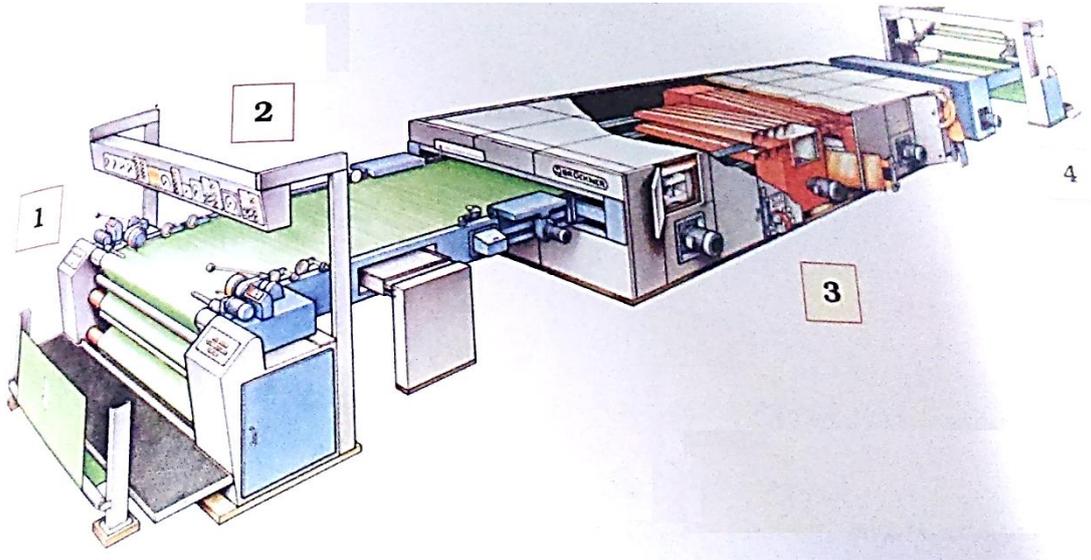


Ilustración 11-Esquema máquina RAME

1. Sistema de alimentación y entradas de tejido. Consta de una serie de rodillos ensanchadores, mecanismos de regulación de urdimbres y tramas, y sistema de sobrealimentación del tejido.
2. Sistema de sujeción y conducción del tejido. Está formado por dos cadenas sinfín con eslabones de agujas o pinzas
3. Campos de secado. Consta de un número variable de campos de secado, y cada uno de ellos consta de las siguientes partes (ver Ilustración 12):
 - i. Ventilador para la circulación del aire.
 - ii. Distribuidor del aire a las dos caras del tejido
 - iii. Regulación del caudal del aire
 - iv. Toberas de distribución
 - v. Extracción de aire húmedo
 - vi. Radiador de entrada
 - vii. Filtro de entrada

viii. Motor del ventilador

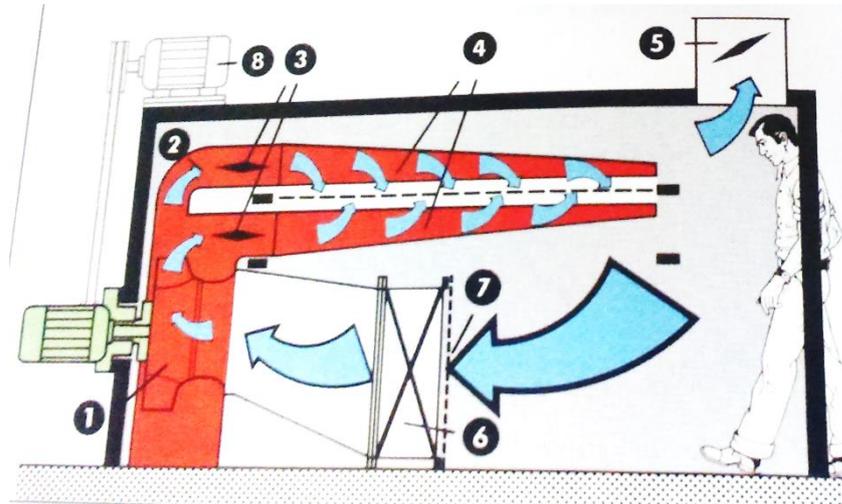


Ilustración 12-Partes campo de secado

4. Salida de tejido. A la salida el tejido puede pasar a una etapa de lavado, o directamente al enrollado o plegado a libro.

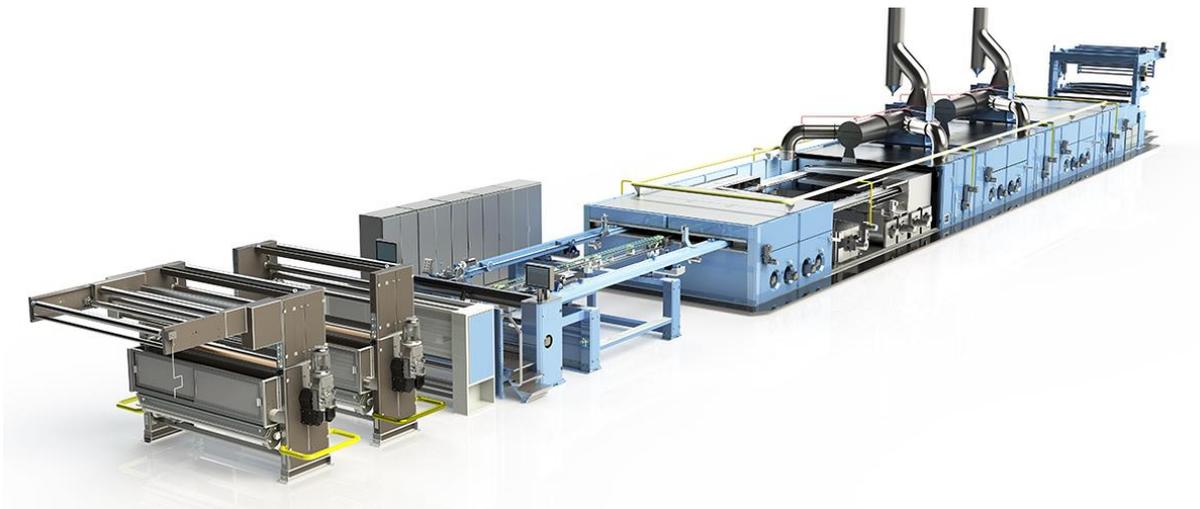


Ilustración 13-Maquina RAME

3.2 Modificaciones necesarias para la realización del recubrimiento de tejidos de poliéster con óxido de grafeno reducido (RGO)

Como se ha comentado en apartados anteriores para recubrir los tejidos de poliéster con óxido de grafeno reducido, para que adquiriera propiedades eléctricas, queremos adaptar el sistema industrial de tintura de tejidos de algodón con colorantes tina, haciendo algunas modificaciones en el proceso y en la maquinaria utilizada. Para ello a continuación se muestran las similitudes entre ambos procesos:

1. Ambos procesos se tratan de recubrimientos uniformes, en materiales ya tejidos.
2. En ambos procesos se usa el mismo reductor (ditonito sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$)), en el primer proceso para obtener un intermedio que se adhiera químicamente a la fibra, en el segundo, para obtener el recubrimiento final, que le de las propiedades deseadas al materia, el óxido de grafeno reducido (RGO), ya que el óxido de grafeno sin esta reducción no es conductor.
3. Los dos procesos se realizan en intervalos de temperaturas similares.

Estas similitudes permiten adaptar el proceso tradicional con facilidad, cambiando el orden de las operaciones de trabajo y adaptando un poco la maquinaria, de modo que con estas adaptaciones una misma empresa podría trabajar con ambos procesos ya que la maquinaria principal se trataría de la misma. De este modo solo con estas pequeñas modificaciones se podrían obtener dos productos distintos, abriendo un nuevo marco de mercado, que permitiría a la empresa crecer y aportaría más diversidad de productos. Pudiendo adaptarse a cambios en la demanda del producto fabricado tradicionalmente, sin suponer un aumento significativo en los costes de adaptación, ni en los de producción, como se puede comprobar en la estimación de costes, aportando un valor añadido a sus productos, ya que se tratan de unos productos con gran aporte en innovación.

3.2.1 Proceso de fabricación

El proceso de producción de este recubrimiento para recubrir **200 metros** de tela de poliéster, constará de las siguientes etapas (Ilustración 14):

1. Se preparará la disolución del baño con las cantidades adecuadas de óxido de grafeno (GO), siendo la concentración de GO de 3g/L
2. Se enrollará la tela sobre los rodillos con la ayuda de anotadoras.
3. Se hace pasar el tejido por el baño con la disolución de GO para que se adhiera al tejido.
4. Se pasará el tejido por la máquina RAME para secar el tejido.
5. Una vez seco, se vuelve el tejido al Jigger, para hacer pasar el tejido por la cuba, en este momento habrá una disolución de ditonito sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), de modo que permanecerá en el baño el tiempo necesario, hasta completar la reducción del GO hasta RGO.
6. Se cambiará el baño de la cubeta, por agua desionizada, y se hará pasar el tejido por la cubeta para lavarlo.
7. Se hará pasar de nuevo por la máquina RAME para secar el tejido.

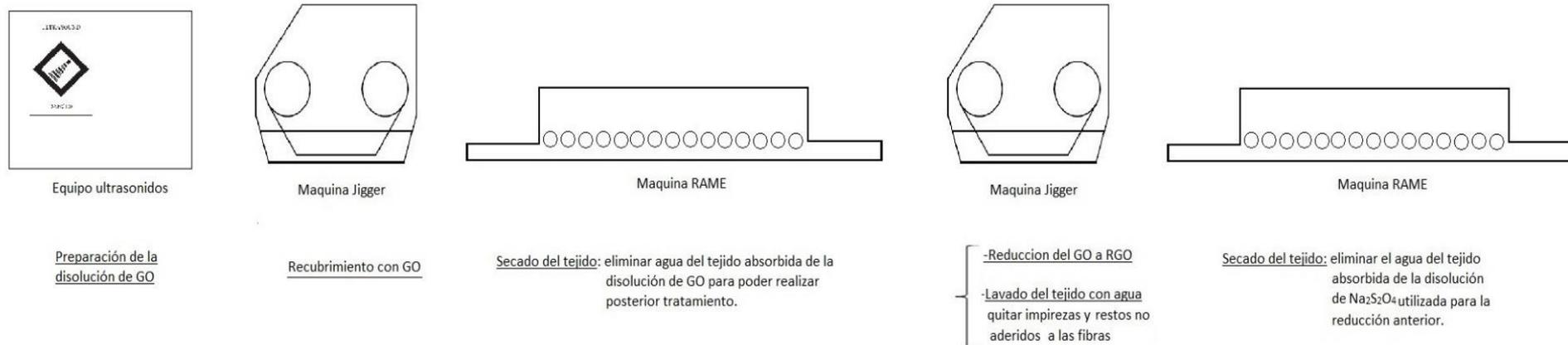


Ilustración 14-Esquema de la planta

Como se puede ver en el esquema de la Ilustración 14, y como se ha comentado anteriormente, la primera etapa es la preparación de la disolución de GO que se preparará con la ayuda de un equipo de ultrasonidos, que se explicará más adelante. Una vez se tiene la dispersión de GO preparada se pasa a recubrir el tejido con GO, este recubrimiento se realiza en la máquina Jigger, de modo que este el tejido en el interior de ella durante una hora, para que la dispersión se absorba intersticialmente a las fibras y posteriormente se deposite el GO sobre estas. En tercer lugar se pasa el tejido enrollado a la RAME, para eliminar el agua, de la dispersión de GO, del tejido. Una vez seco el tejido, se pasa de nuevo a la Jigger para realizar la reducción de GO a RGO. La tela tardará a pasar por la RAME en su totalidad 5 minutos. El baño del Jigger se cambiará por una disolución de ditonito sódico, haciendo pasar la tela de nuevo por el Jigger, de nuevo permanecerá durante una hora dentro de la máquina. Posteriormente se vuelve a cambiar el baño, por un baño de agua, para eliminar restos de RGO no adherido a las fibras del tejido, al hacerlo pasar por el baño, esta vez sin quitar los rodillos de tela del Jigger. El proceso de lavado con agua durará sobre media hora más. Por último, el tejido pasa de nuevo por la RAME, para eliminar los restos de agua.

Toda el agua utilizada en el proceso será agua desionizada, que se obtendrá a partir del agua de red, que se hará pasar por un equipo de desionización de agua de red.

La temperatura de todos los baños será temperatura ambiente, excepto el baño de ditonito sódico, que se trabajará a 90°C.

Cuanto a las temperaturas de trabajo en las etapas de secado con la máquina RAME será en ambas etapas de secado una temperatura de 80°C.

Como se puede observar, en este proceso únicamente es necesario el equipo de ultrasonidos, como dispositivo nuevo, distinto a los ya usados habitualmente en el proceso de tintura con colorantes tina

3.2.2 Equipos a utilizar en el recubrimiento con RGO

A continuación se explican los equipos necesarios que se necesitan añadir a los ya existentes en el proceso de tintura con colorantes tina. El primero es un equipo de ultrasonidos para la preparación de la dispersión de GO. El segundo, se trata de un equipo de plasma, para mejorar la superficie del tejido de poliéster, ya que con esta mejora el GO se adhiere mejor a la fibra de poliéster. Este segundo equipo se estudiará si es factible o no usarlo, ya que aporta una mejora en los resultados del recubrimiento, pero también supondrá un aumento en los costes.

3.2.2.1 Ultrasonidos

Para la preparación de la dispersión de óxido de grafeno [13] se necesita usar un equipo de ultrasonidos para la agitación de la mezcla. Para la dispersión de GO es adecuado usar un sistema de agitación por ultrasonidos, ya que usando ultrasonido se ha probado, se obtienen dispersiones más estables de GO. Además el uso de equipos de ultrasonidos permite por su diseño que pocas partes estén mojadas y sean móviles, esto mejora la limpieza de los equipos y disminuye el desgaste por fricción, ya que estas partes, tienen geometrías simples, y sin pequeños orificios que dificulten la limpieza de los equipos [14]. Por otra parte la utilización de ultrasonidos permite un ahorro económico, [15] ya que estos consumen menos energía que las bombas, mezcladores de cuchillas de cizalla y molinos de bolas, debido a las fricciones, que con los equipos de ultrasonidos no se producen. Estas fricciones provocan calentamientos, por lo tanto toda la energía de entrada no se convierte en movimiento, ya que se transforma en calor.

Los ultrasonidos son aquellos sonidos que superan los 20kHz, por ser el rango superior que puede llegar a percibir el oído humano, aunque en algunas ocasiones se consideran ultrasonidos a partir de 10kHz de frecuencia [16]. Los ultrasonidos se suelen clasificar del siguiente modo:

- **Ultrasonidos de baja frecuencia.** Valores comprendidos entre 10 kHz y 100 kHz. Utilizados en aplicaciones industriales.

- **Ultrasonidos de media frecuencia.** Valores comprendidos entre 100 kHz y 1 MHz. Utilizados en aplicaciones terapéuticas
- **Ultrasonidos de alta frecuencia.** Valores comprendidos entre 1 MHz y 100 MHz. Fines médicos y aparatos de control no destructivos.

Para la homogenización o agitación de baños o disoluciones la frecuencia de los ultrasonidos suele oscilar entre 16 kHz y 20 kHz, esto sería ultrasonidos de baja frecuencia.

El sistema de generación de ultrasonidos se basa en la utilización de un transductor, este estará fabricado de un material piezoeléctrico, esto significa que al ser sometido a tensiones mecánicas, adquiere una polarización eléctrica y aparece una diferencia de potencial y cargas eléctricas en su superficie, como puede ser la cerámica piezoeléctrica.[17]

El **transductor** es el encargado de generar los ultrasonidos, convirtiendo las vibraciones eléctricas en vibraciones mecánicas. Para ello se aplica una diferencia de potencial eléctrico a través de cargas a través de las cargas opuestas del material piezoeléctrico, produce una expansión o contracción, dependiendo de la polaridad de las cargas aplicadas, de modo que este cambio de dimensiones del material producen las vibraciones ultrasónicas.

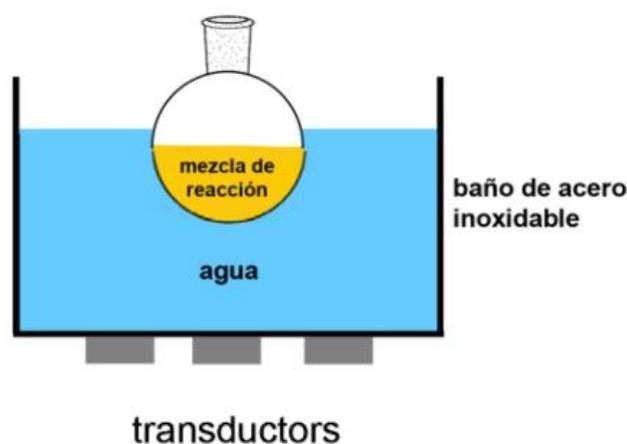


Ilustración 15-Baño de ultrasonidos

La agitación o homogenización por ultrasonidos se basa en la **cavitación**, que consta en la propagación de las ondas sonoras en el líquido causando ciclos

alternos de alta presión y baja presión sobre el líquido, de modo que en el ciclo de baja presión se forman burbujas de vacío en el líquido, cuando se alcanza la presión de vapor del líquido, estas burbujas van creciendo, hasta alcanzar cierto tamaño. Cuando estas burbujas son alcanzadas por un ciclo de alta presión implosionan, de modo que se generan altas presiones en puntos localizados y chorros de líquido que salen a gran velocidad. Estos chorros crean corrientes turbulentas, que alteran los aglomerados de partículas, conduciendo a choques violentos de partículas individuales.

3.2.2.2 Mejora con equipo de plasma

El plasma es conocido como el cuarto estado de la materia, ya que se trata de la ionización de un gas aportándole energía adicional en forma de descarga eléctrica. Si se pone en contacto el plasma con materiales sólidos cambia las propiedades, pudiendo aumentar la energía superficial del material. Este es el principio que se usa sobre los tejidos de poliéster para mejorarla adhesión de las capas de GO sobre el tejido. [18]

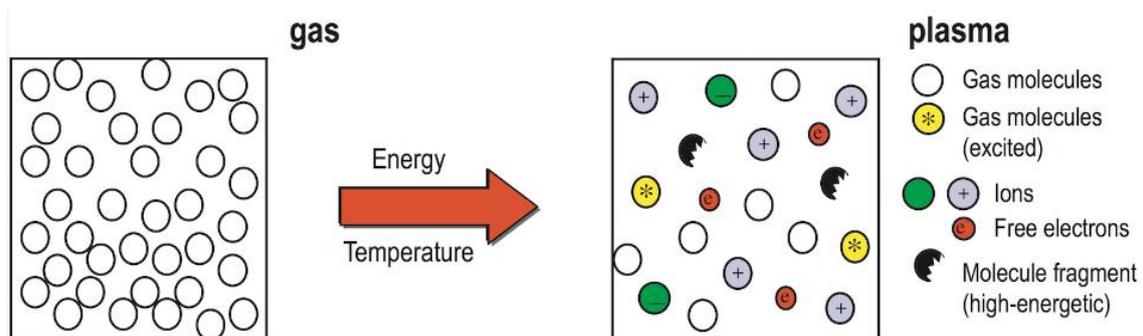


Ilustración 16-Esquema formación plasma

Como se dice en el artículo [5], si se trata con plasma el tejido antes de recubrirlo con GO y su posterior reducción hasta RGO, se obtiene una mayor rugosidad, y mayor área superficial del tejido. Esto permite obtener mejores resultados, con un menor número de recubrimientos, de modo que se obtienen la conductividad eléctrica del material con menos recubrimientos de RGO. Es por esto que vamos a estudiar la viabilidad económica de usar este paso antes del tratamiento para mejorar la calidad del producto acabado. Para realizar este proceso se necesita recubrir el tejido con suero bovino de albumina (BSA), para generar cargas

positivas sobre el tejido, ya que al aplicar el plasma se aumenta la rugosidad y el área superficial del tejido, permitiendo una mejor adhesión de las capas de GO, pero se generan cargas negativas en la superficie del tejido, que no son compatibles con las carga, también negativas, del GO, ya que se repelen entre sí. Este factor también se estudiará en el estudio económico de esta posible etapa del proceso.



Ilustración 17-Equipo plasma aplicaciones textiles (ejemplo)

Con esta modificación el proceso de fabricación quedaría con el esquema de la planta de producción de la Ilustración 18. En este caso el proceso es el mismo. Pero esta precedido por el equipo de plasma, que como se ha comentado, mejoraría el proceso, ya que el recubrimiento de GO tiene mayor adhesión a la superficie. Después, el tejido pasará al Jigger, pero en este caso, la primera disolución que se pondrá, y por la que pasara el tejido es la de BSA, y a continuación se cambiara esta por la disolución de GO

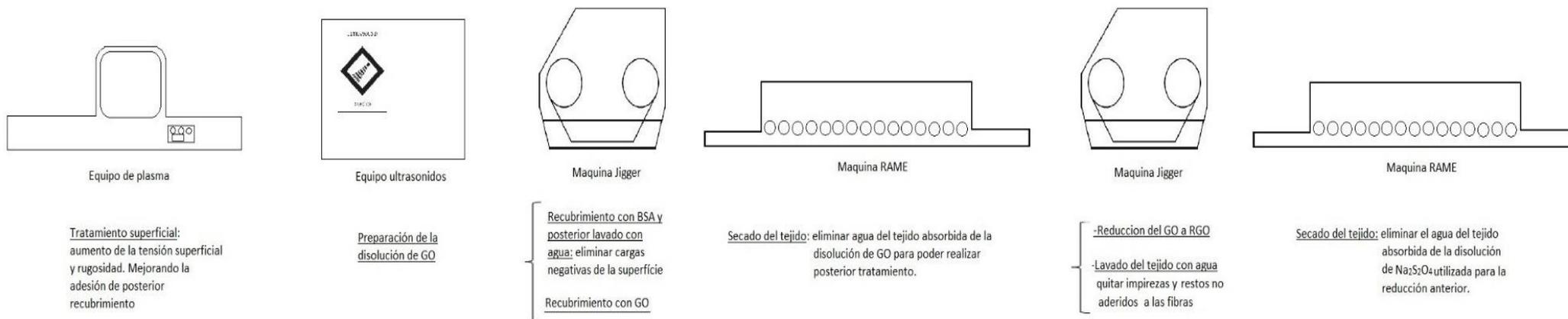


Ilustración 18-Esquema de la planta con equipo de plasma

3.2.3 Especificaciones y datos técnicos de los equipos

En este apartado se muestran los datos técnicos de los equipos usados en el proceso industrial completo para el recubrimiento con RGO.

3.2.3.1 Jigger

Las especificaciones de la máquina que se usará se encuentran en la Tabla 1 [19]:

Tabla 1-Especificaciones Jigger

Jigger	
Fabricante	TVE-ESCALE. Textil machinery
Modelo	TURBO-JIGG 1100
Anchura del tejido	3200 mm
Ancho del rodillos	3400 mm
Largo de la máquina	2118 mm
Ancho de la máquina	4180 mm
Altura con puerta cerrada	2180 mm
Altura con puerta abierta	3200 mm
Diámetro cilindro enrollador	320 mm
Diámetro tejido enrollado	1100 mm
Velocidad min	10 m/min
Velocidad máxima	140m/min
Lado accionamiento	Derecho (M2)
Tensión del tejido	50-500 Nw.
Color	azul Ral-9509
Calidad acero inoxidable	AISI-316
Presión del agua	2 bar
Presión del vapor	3 bar
Presión de aire	7 bar
Potencia instalada	28 kW
Tensión servicio	380 V/ 50 Hz
Tensión mando	220V/50Hz
Capacidad máxima de la cuba	1080 L

En la Ilustración 19 mostramos el plano con las dimensiones de este modelo

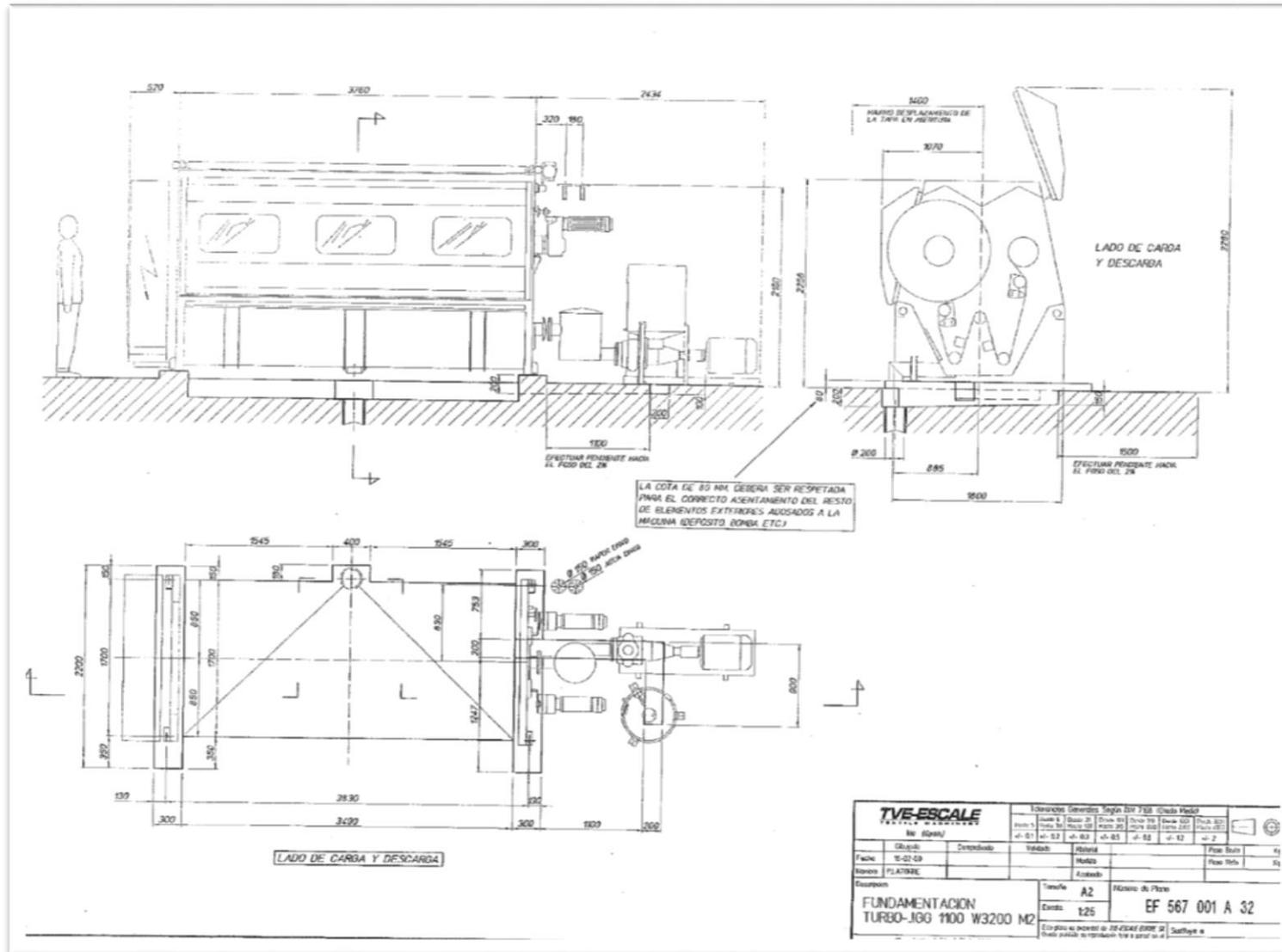


Ilustración 19-Plano del modelo Jigger

Con este Jigger, para recubrir los 200 metros de tela se trabajará a velocidades bajas, para que el tiempo de residencia de la tela en el baño sea suficientemente grande para que se realice una buena deposición, por eso se trabajará a velocidades entre 10m/min y 40m/min. Estas velocidades se modificarán en función del acabado final que se desee obtener. Ya que se puede obtener un mayor recubrimiento o menor recubrimiento de modo que los valores de conductividad serán mayores o menores, dependiendo de la aplicación final del tejido conductor.

La tela permanecerá en esta máquina alrededor de una hora, para el proceso de recubrimiento con GO, y otra hora para el proceso de reducción de GO a RGO. Estos tiempos son estimados, y variarán, igual que las velocidades de trabajo, en función del acabado que se desee dar a la tela, mayor o menor conductividad eléctrica. Por lo que se realizarán unas 12 pasadas.

Para recubrir un lote de 200 metros de tela con RGO se usará la misma relación de baño usada con los colorante tipo "tina", ya que al usar la maquinaria Jigger se trata de relaciones en el baño cortas, es por eso que la relación de baño que se utilizará será de 1:5, eso significa que por cada quilogramo de tela se pone un volumen de 5 L de disolución en el baño. La masa de 200 metros de tela de 3,0 metros de ancho es de alrededor de 150 Kg, por lo tanto se necesitan 750 L de disolución en el baño.

Para un volumen de 750 L y sabiendo que se necesita que la disolución de GO de 3g/L por lo que necesitamos 2250 g de GO. Para ello se compran dispersiones de la industria Graphenea. Esta industria vende dispersiones de GO, por un precio de 4€/gramo. Esta disolución se podrá reutilizar para distintos lotes de 200 m de tela, ya que esta disolución no se agota el GO, al realizar el recubrimiento de un lote. Estimamos que se deberá cambiar la disolución cada 10 lotes de tela.

Para la reducción del GO a RGO se usa una disolución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ del 0.5% en peso. Para ello se comprará de la empresa Sigma-Aldrich $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ al 82% de pureza para preparar las disoluciones. Para preparar un volumen de 750L al 0.5% en peso se necesitarán 3.75 Kg de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ puro, como el que compramos

tiene una pureza del 82% entonces se necesitan 4.57 Kg. Este producto tiene un coste de 154.5 €/Kg. Esta disolución puede ser aprovechada para 10 lotes de tela.

3.2.3.2 Ultrasonidos

Este proceso se adapta como se ha dicho anteriormente con un equipo de ultrasonidos para la agitación a la hora de preparar las disoluciones de GO. Como no es posible agitar, y preparar la disolución de 750 L a la vez se dividirá el baño en 4 volúmenes de 187,5 L cada uno. De modo que se preparan 4 disoluciones por separado, usando un equipo de ultrasonidos en cada una de ellas y posteriormente se unirán las 4 en la cuba del Jigger. El equipo utilizado será el modelo UIP2000hdT, y se obtiene del fabricante Hielcher Ultrasound Technology. [20] [21] Para el funcionamiento con grandes volúmenes se tiene que bombear la mezcla por un reactor de flujo, para que todo el producto pase por el campo de cavitación y, además, permite presurizar el sistema, lo que es altamente recomendable por dos motivos: permite utilizar toda la potencia del aparato (mayor intensidad y, por tanto, eficiencia) y, por otro lado, la presión en sí tiene efectos deseables en los procesos de dispersión. En la Ilustración 20 se muestra un esquema este equipo donde se ve como el fluido de un tanque pasa por el sonicador, de modo que se recircula al tanque para que todo el fluido se vaya homogenizando al pase por el sonicador de ultrasonidos, pudiéndose crear una mezcla homogénea.

Ultrasonication in Continuous Recirculation

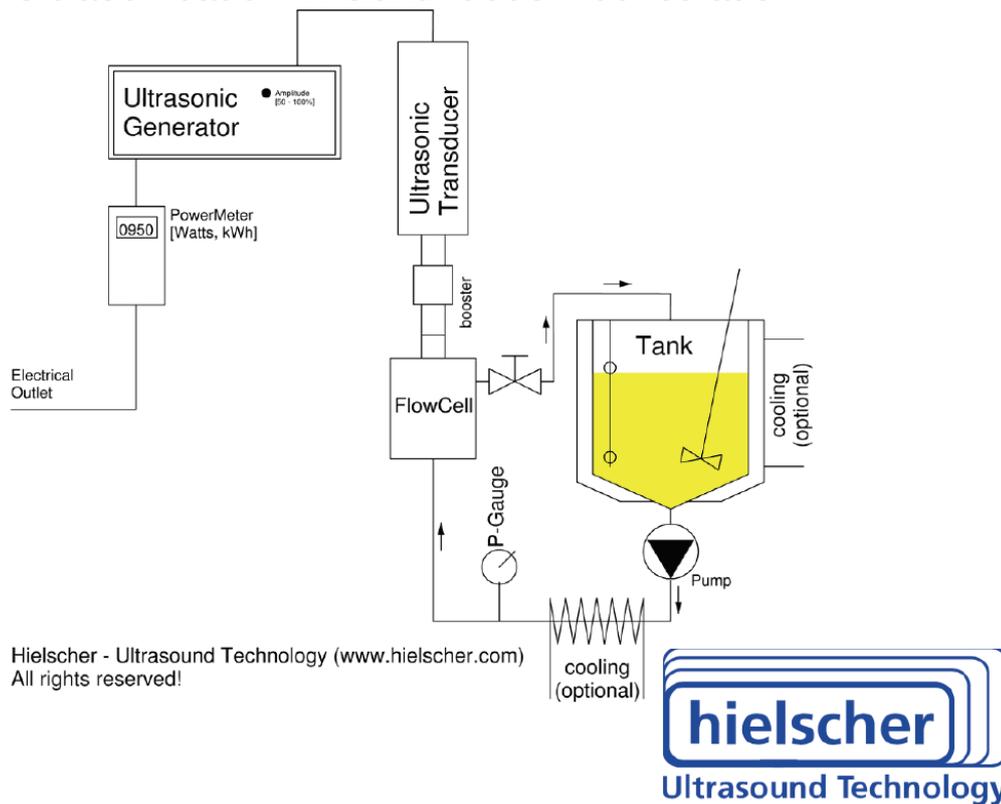


Ilustración 20-Esquema sistema de recirculación con reactor de flujo

Este equipo trabaja a una velocidad de 20 ml/s, por lo que para sonicar un volumen de 187.5 L se necesitan 2 horas y 36 minutos. En la Ilustración 21 se puede ver el equipo que se va a utilizar esquematizado.

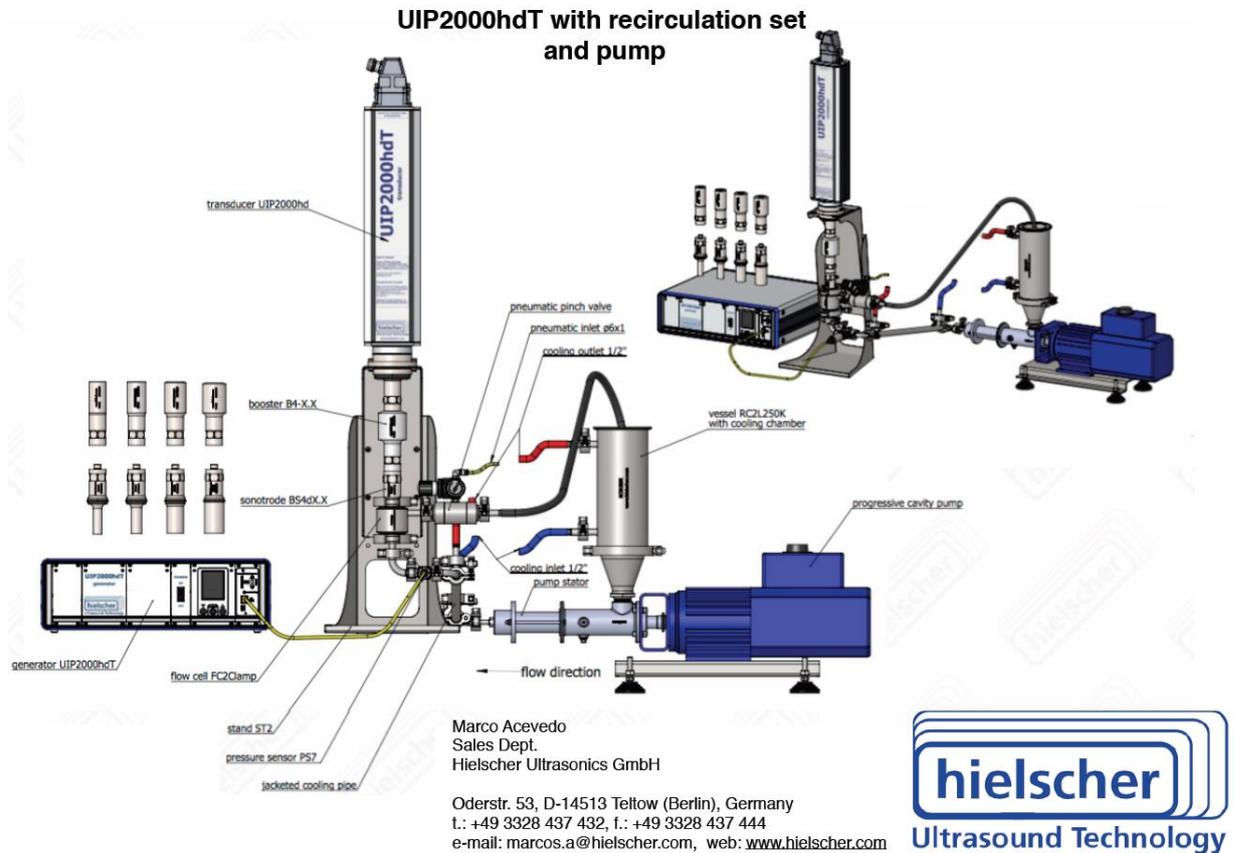


Ilustración 21-Schema equipo ultrasonidos

En la Tabla 2 se muestran las especificaciones técnicas de este equipo.

Tabla 2-Especificaciones ultrasonidos UIP 2000hdT

Ultrasonidos UIP2000hdT	
Fabricante	Hielcher Ultrasound Technology
Potencia consumida	2000W
Velocidad	1L/min-8L/min
Frecuencia ultrasónica	20 kHz
Amplitud regulable	20%-100%
Sensor de temperatura conectable	De -50°C a 200°C
Voltaje	115 V
Intensidad	24 A
Frecuencia	20Hz-60Hz



Ilustración 22-Equipo de ultrasonidos UIP2000hdT

3.2.3.3 RAME

Las especificaciones de la maquina RAME que se usará en este proceso industrial se muestran en la Tabla 3 [22]:

Tabla 3-Especificaciones RAME

RAME		
Especificaciones generales	Fabricante	Benguerel SA
	Distribuidor	Sintex-Servicios de Ingeniería téxtil SL
	Modelo	RAME Vertical
	Serie	1296
	Ancho del tejido	3400 mm
	Voltaje	380V
	Frecuencia	50 Hz
	Velocidad mínima	5m/min
	Velocidad máxima	100 m/min
	Potencia electrica	187 Kw
	Temperatura mínima	5°C
	Temperatura máxima	40°C
	Numero de quemadors	8
	Especificaciones de calefacción	Tipo de calefacción
Marca de los quemadores		MAXON
Modelo de los quemadores		VALUPAK-300
Potencia calorifica/quemador		250000Kcal/h
Consumo de gas natural/quemador		26,32 m3/h
Consumogas natural total		210,56 m3/h
Especificaciones aire comprimido	Red de aire comprimido necesaria	8Kg/cm2
Especificaciones Chimeneas	Numeo de ventiladores centrifugos	2
	Cudal/ ventilador	12000m3/h
	Diametro salida de gas del ventilador	600mm

Esta máquina se desglosa en 3 partes, la zona de entrada, la cámara y la zona de salida.

En la **zona de entrada** se diferencian las siguientes partes:

1. Pasarela de servicio: Es la zona por la que el operario de la máquina puede circular, y desde el cual tiene acceso al tejido y a todos los mandos para controlar y gobernar la máquina.
2. Bancadas de entradas: Estructuras metálicas cuya misión es la de sustentar los cilindros de pasaje y arrastre del tejido, los sistemas de accionamiento de los mismos y los brazos de entrada. Encimas de estas bancadas se encuentra la pantalla táctil en la cual se hayan los controles de regulación de temperatura.
3. Brazos de entrada: Tienen la principal misión de alimentar la máquina con el tejido a procesar.

La **cámara** es la zona caliente de la máquina, en el interior de la cual tiene lugar el proceso de secado y termofijado del tejido. En la cámara se encuentran las siguientes partes:

1. Sistema de calefacción: Por quemadores de gas o radiadores de termofluido.
2. Ventiladores: Son turbinas de ventilación de aire con sus motores de corriente alterna
3. Toberas: Distribuyen el aire por todo el ancho del tejido.
4. Piezas de paso: Conductores que distribuyen el aire desde los quemadores hasta las toberas
5. Sondas PT 100: Sirven para el control de temperatura.
6. Husillos: Sirven para la regulación del ancho del tejido con accionamiento a través de moto-reductores.
7. Tubería de extracción de humos: Con ventiladores extractores situados sobre el techo de la cámara que expulsan los humos y gases al exterior.
8. Paneles de aislamiento: Situados alrededor de la cámara y en el techo para aislarla.



En la **zona de salida** se encuentran las siguientes partes:

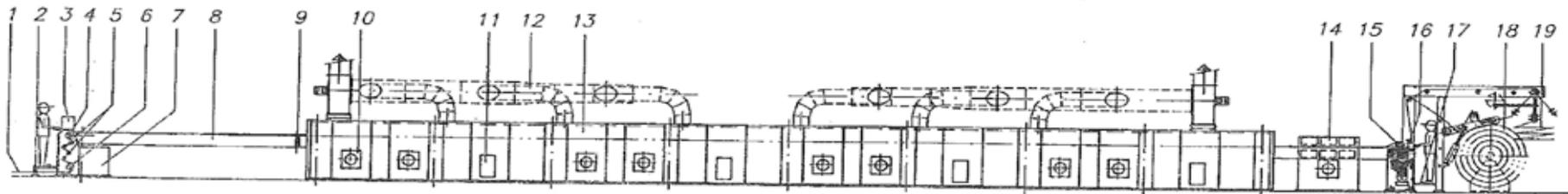
6. Pasarela de servicio: Es la zona por donde un segundo operador puede circular, y tiene acceso a los mandos y al tejido.
7. Bandadas de salida: Encargadas de sustentar el sistema de accionamiento del cilindro de arrastre del tejido y los brazos de salida.
8. Brazos de salida: La función principal es guiar al tejido entregándolo al sistema de enrollado situado al final de la instalación.
9. Accionamiento principal: Este grupo es el sistema motriz de arrastre de la cadena y está constituido por dos motores independientes de corriente alterna y un reductor acoplados a un sistema de piñones y cadenas que transmiten la fuerza a los platos que hacen girar la cadena de uno de los brazos.

A continuación se puede ver el plano con las partes de la máquina RAME (Ilustración 23):

- 1- TEJIDO
- 2- PASARELA DE ENTRADA
- 3- CONTROL RAME (PANTALLA TÀCTIL)
- 4- CILINDRO SUPERIOR DE ENTRADA
- 5- CILINDROS ABRIDORES
- 6- CILINDRO INFERIOR DE ENTRADA

- 7- BANCADAS DE ENTRADA
- 8- BRAZOS DE ENTRADA
- 9- ARTICULACION DE LAS GUIAS
- 10- VENTILADORES DE LA CAMARA
- 11- QUEMADOR "MAXON"
- 12- TUBERIA DE EXTRACCION

- 13- CAMARA
- 14- REFRIGERADOR
- 15- CILINDRO DESCLAVADOR
- 16- CILINDRO LLAMADOR DE SALIDA
- 17- PASARELA DE SALIDA
- 18- ENROLLADOR CARRO BOTA
- 19- PLEGADOR A VAIVEN



	Data	Nom		Modif. <i>TEX-COY S.L.</i>
Dibuizat	14-02-03	Albert		
Compro.			S.A. BENGUEREL TARADELL-BARCELONA	Substituit per:
Escala	Màquina <i>RAME</i> <i>VERTICAL</i>		Denominació <i>ESQUEMA</i> <i>GENERAL.</i>	N.º Plànol <i>EG-TEXCOY</i>
	Model <i>RV</i>		Peces	Grup: DIN 3

Ilustración 23-Plano maquina RAME



Para la puerta en marcha de este equipo hay que realizar el programa de secuencias siguiente:

- a) Barrido previo con aire. Antes de cada ciclo de encendido, se efectuará un barrido previo de la cámara de combustión y conductos de evacuación de los productos de combustión. El barrido consistirá en renovar como mínimo cinco veces el volumen de aire de la cámara de combustión y conductores de evacuación. Se permitirá el arranque sin barrido previo siempre que el encendido se efectúe por medio de un dispositivo de encendido permanente debidamente controlado.
- b) El dispositivo de control de la presión de aire de señal de que existe presión suficiente.
- c) El dispositivo de control de la presión del gas, de señal de que existe presión suficiente.
- d) Los dispositivos de encendido hayan sido conectados a la potencia de puesta en marcha y en el caso de encendido con llamas piloto, se haya dado la señal de formación de dichas llamas.
- e) Se cumplan los requisitos específicos de funcionamiento del aparato, como son el caudal o nivel mínimo de agua, apertura de la salida de los gases de combustión, funcionamiento del ventilador de extracción de los productos de combustión, etc.

Para el secado de la tela, tanto una vez recubierta de GO, como para el secado final, se trabajará a una temperatura de 80°C, y se escoge una velocidad de trabajo que oscile entre 40m/min y 50m/min. De modo que para el proceso de secado se necesitaran entre 4 o 5 min para los 200 metros de tela. Estas máquinas de secado tendrán un sistema de recogida de agua, en el que se acumule el agua eliminada de la tela. De modo que esta agua podrá ser reutilizada para preparar nuevas disoluciones, de GO en el primer secado, y de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ en el segundo.

3.2.3.4 Plasma

Para tratar la superficie con plasma se necesita un equipo adecuado de plasma que permita que toda la superficie sea tratada de forma uniforme, usando el menor tiempo posible y que el proceso sea el más económico posible. Para ello nos basaremos en lo equipos de *Plasmatreat*.

Una instalación de plasma consta de tres partes:

- Un **generador de plasma**,
- Un **transformador**
- Varias **toberas**.

Las **toberas** [\[23\]](#) [\[24\]](#) más adecuadas para el tratamiento de superficies textiles, que nos ofrece Plasmatreat, son toberas rotativas. Para ello disponemos de dos modelos, el modelo RD1010, y el modelo PFW 10. La tobera modelo RD1010 puede tiene un diámetro de 100 mm de ancho y puede tratar entre 30m/min y 50m/min, en cambio la PFW 10 tiene 10 mm de diámetro, y puede tratar entre 50 m/min y 150m/min. El modelo PFW es más rápido, pero como el ancho de la tela es de 3.80 metros y se pretende tratar lotes de 200 metros de largo, es preferible usar la tobera RD1010, con menor velocidad, pero adecuada para la producción de estos lotes, a la vez que con un ancho mayor, por lo que permite cubrir mayor ancho con menor número de toberas en serie. Por lo tanto el modelo que se usara para este proceso será **RD1010**. Para este ancho consideramos necesarias **4 toberas** distribuidas de forma proporcional en el ancho del tejido y estas se colocaran en serie. Estas toberas se desplazaran de forma transversal sobre el tejido, de modo que el movimiento es perpendicular al del tejido, ya que este, se deslaza a la vez de forma longitudinal. Ambos movimientos no se pueden coordinar, ya que para ello el movimiento de las toberas debería ser mucho mayor que el de la tela, para que esta pudiera ser tratada a la totalidad, a la vez que el tratamiento fuera uniforme por toda la superficie. Es por eso que el movimiento del tejido no será continuo, de modo que se desplazará 10 cm en el momento que las toberas hayan recorrido el ancho del tejido. De modo que coordinando ambos movimientos se logrará tatar toda la superficie de la tela.



Ilustración 24-Tobera modela RD1010

Las especificaciones técnicas de la tobera modelo RD1010 se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4-Especificaciones tobera de plasma RD1010

Tobera de plasma RD1010	
Fabricante	Plasmatreat
Frecuencia de trabajo	19-23 Hz
Tensión de los electrodos	3-5kV
Potencia de plasma	500-1000W
Cable de conexión de la tobera de plasma	2 fuentes de alimentación de diámetro+ D= 28mm
Cable motor de accionamiento	Alimentación protegida D=17mm. L= 2,5m.
Rotación de la tobera	>1400rpm
Extensión del tratamiento	100mm
Velocidad relativa a la superficie	30m/min- Opcional 50m/min
Rango de distancia efectiva a la superficie a tratar	Entre 5 y 20mm.
Peso	22/38 Kg
Gas de trabajo	aire comprimido, libre de agua y aceite (4000NI/h)

Un esquema técnico de esta tobera sería el siguiente (Ilustración 24):

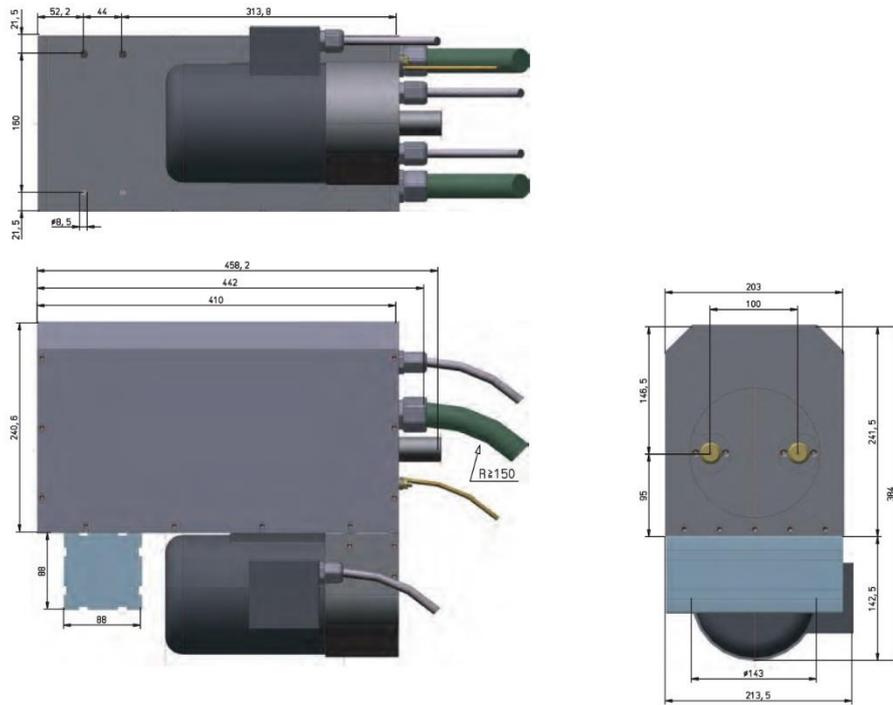


Ilustración 25-Esquema dimensiones tobera modelo RD1010

Estas toberas irán conectadas a un **generador de plasma** [25] mediante conductos que distribuirán este plasma, el equipo de plasma de Plasmatreat adecuado para esta tobera sería el modelo **FG5005**, que permite abastecer hasta 4 toberas del modelo RD1010.



Ilustración 26-Generador de plasma FG5005

Las especificaciones de este equipo de plasma se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5-Especificaciones generador de plasma FG505

Generador de plasma FG505	
Fabricante	Plasmatreat
Tensión de entrada	360 V-510 V
Frecuencia	50 Hz-60 Hz
Potencia total	5 kVA
Tension de salida	1000 Vss
Temperatura ambiente	0°C-40°C
Dimensiones	600x540x530 mm
Masa	145,5 Kg
Toberas	4 toberas modelo RD1010
Panel	teclado de membrana
Funciones de control	Control de presión de aire de entrada. Sensor de fibra óptica. Control de rotación

Para esta tobera, y este generador de plasma el **transformador** [26] de voltaje que ofrece Plasmatreteat es el modelo **HTR22**.



Ilustración 27-Transformador modelo HTR22

Las características de este transformador se muestran en la Tabla 6:

Tabla 6-Especificaciones transformador HTR22

Transformador de voltaje HTR22	
Fabricante	Plasmatreteat
Tensión de entrada	1,000 V
Tensión de salida	20kVss
Frecuencia de salida	19-23kHz
Potencia máxima	3kVA
Temperatura ambiente admisible	De -15°C a 45°C
Masa	16Kg
Dimensiones totales sin soporte	360x293x160
Conexión de la tobera de plasma a la red eléctrica	Fuente de alimentación protegida , L=2,5m, D=28mm
Conexión del generador a la red eléctrica	Fuente de alimentación protegida, L=15, D=15mm
Aislamiento	Libre de aceite, colado en seco

Después del tratamiento con plasma es necesario, como ya se ha explicado anteriormente, recubrir con BSA para eliminar las cargas negativas que se forman en la superficie debido al tratamiento con plasma, y poder recubrir con

GO, sin que se repelen. La disolución de BSA que se preparará será de 0,5% en peso, por lo que para un volumen de 750 L se necesitan 3.75 kg de BSA puro, pero como el BSA que compraremos de Sigma-Aldrich es del 96% de pureza, necesitamos 4.36 kg de BSA. Por lo que podemos comprarlo en lotes de 5Kg a un precio de 2500 €/Kg. Esta disolución podría reutilizarse en el proceso de recubrimiento de 10 lotes.

3.2.4 Prevención de riesgos laborales en la utilización de estas modificaciones

3.2.4.1 Ultrasonidos

La exposición a los ultrasonidos puede realizarse por dos vías de transmisión [\[16\]](#) [\[27\]](#):

- Por **contacto**, principalmente manifestada en las manos, en las operaciones de limpieza y desengrase
- Por **vía aérea**, tanto en las operaciones de limpieza como en el resto de la mayoría de operaciones de uso industrial

La exposición laboral a ultrasonidos transmitidos por contacto y que se manifiestan en el organismo como alteraciones funcionales del sistema nervioso, dolores de cabeza, vértigo, fatiga, modificaciones de reflejo, turbulaciones vasomotoras, periféricas, pueden causar un daño de calentamiento de la piel e incluso de los huesos o daños celulares con destrucción de las propias células por un fenómeno de cavitación.

Respecto a la exposición por vía aérea a ultrasonidos puede producir efectos biológicos que se manifiestan en el desarrollo anormal de las células, efectos hematológicos, efectos genéticos y sobre el sistema nervioso, con una sintomatología semejante a la manifestada en la exposición por contacto. Asimismo no es de desechar el posible desplazamiento de la audición debido a las componentes sonoras que pueden acompañar a los ultrasonidos.

Para la medida de los niveles de exposición de ultrasonidos, primero hay que considerar si es por vía aérea o por contacto.

La medición de los niveles de ultrasonidos transmitidos por vía aérea se realizan con sonómetros o medidores de ultrasonidos capaces de medir con fiabilidad los niveles de presión sonora expresados en dB en el rango de frecuencia de generación de éstos con la particularidad de que dichas mediciones deben ser efectuadas en tercios de banda de octava, así como que el micrófono utilizado deba tener una respuesta lo más plana posible en el rango de frecuencia a estudiar. Teniendo que considerar que los sonidos agudos y muy agudos del orden de 10 KHz y mayores, también deberían ser medidos en base a la similitud de efectos que tienen sobre el organismo humano, mediciones que se deben efectuar con un medidor de nivel de presión sonora con un filtro de bajo paso y respuesta en la escala de ponderación A.

Con respecto a la medición de los ultrasonidos transmitidos por contacto el problema se hace más complejo al deberse considerar como parámetros de medida la potencia o la intensidad acústica parámetros difícil en la práctica de cuantificar. No obstante actualmente se suele medir la intensidad de forma puntual mediante la utilización de equipos de muestreo unidos a micrófonos piezoeléctricos en miniatura.

Las medidas generales de control para una exposición a ultrasonidos son en base a la similitud de las propiedades físicas con los sonidos semejantes a la actuación frente a estos, no obstante señalaremos algunas consideraciones particulares que deben ser tratadas.

Cuando se trata de prevenir una exposición a ultrasonidos transmitidos por **contacto** se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- Una selección adecuada del equipo apropiado a la función a desarrollar.
- Posibilitar en la medida de lo posible una automatización del proceso que evite una exposición innecesaria.
- Utilización de los equipos por personal debidamente cualificado y conocer de los posibles riesgos para su salud de un contacto inadecuado.
- Colocación de una señalización conveniente de las zonas donde existan focos o equipos emisores de ultrasonidos.

- Colocación de tapas a los equipos cuando no sea necesario su funcionamiento

Cuando se trate de ultrasonidos transmitidos por vía aérea se deberán tener en consideración además de las medidas semejantes de lucha contra el ruido las siguientes:

- Efectuar guías o normas de trabajo.
- Colocar encerramientos parciales o totales, pantallas o absorbedores para reducir los ultrasonidos.
- Alejamiento del foco productor.
- Reducción del tiempo de exposición.
- Utilización de protección personal para el aparato auditivo.

3.2.4.2 Plasma

La exposición a equipos de plasma hay que tener en cuenta que pueden suponer cuatro peligros, a los que hay que prevenir, y hacer medidas de seguridad para evitar estos peligros. Los peligros que pueden ocurrir son las quemaduras, al acercarse cerca la llama Plasma, descarga de potencial eléctrico cerca de la llama Plasma, y hay que tener en cuenta la rotación de las toberas, y evitar el acercamiento de personas con marcapasos.

Para evitar accidentes laborales por estos peligros se debe formar a los operarios que trabajen con estos equipos, de modo que sepan cómo usar esta maquinaria según las instrucciones del fabricante, a la vez también es importante señalar la zona para marcar estos posibles peligros de quemadura y de descarga de potencial. Además habrá que poner elementos de protección que impidan manipular la maquinaria mientras esta está en funcionamiento, de modo que si hay algún problema primero se parará esta maquinaria y después se solucionará el problema. Del mismo modo los operarios irán equipados con trajes antiestáticos que les protejan de posibles descargas y de la llama de plasma. Los riesgos debidos al movimiento rotacional de estos equipos se evitarán con los mismos elementos que evitaban el acceso a la maquinaria mientras esta esté en funcionamiento. Y para evitar personal con marcapasos, se informará a los

trabajadores que esa zona estará restringida a esta gente para la seguridad del personal.

3.2.5 Control de calidad en telas recubiertas con RGO

Una vez se tiene el tejido recubierto y seco se deben realizar diferentes pruebas para comprobar la calidad de este tejido. Realizar estos análisis es muy importante para asegurar un producto con unas determinadas propiedades químicas, físicas y de conductividad. Asegurándose así, que el producto, ha adquirido el recubrimiento adecuado, este está bien adherido, y además aporta las propiedades de conducción de la electricidad, por las cuales se realiza este recubrimiento.

Las pruebas o análisis que se van a realizar al tejido recubierto, medirán dos factores: **Conductividad eléctrica** y **resistencia al frote**.

Para la medida de la **conductividad eléctrica** del tejido se hará uso de dos técnicas, el método de las cuatro puntas y la espectroscopia de impedancia electroquímica (EIS)

Método de las cuatro puntas

Con esta técnica mediremos la resistividad superficial del tejido, para ello el equipo tiene 4 puntas metálicas dispuestas en línea, de modo que con dos de estas puntas se aplica una diferencia de potencial, y con las otras dos se mide la conductividad eléctrica. De modo que internamente, calcula con la ley de ohm la resistencia superficial del material. Las unidades de medida son los ohmios por square(del inglés, cuadrado) (Ω/\square).



Ilustración 28-Instrumento medición 4 puntas

Espectroscopía de impedancia electrónica (EIS)

Con esta técnica se mide la resistencia eléctrica del tejido adaptando dos pinzas de cobre, y haciendo pasar una corriente por el tejido, midiendo en este caso la resistencia que opone el tejido al paso de corriente por este.



Ilustración 29-Equipo EIS

Cuanto a la **resistencia al frote** se trata de un ensayo que se basa en la norma UNE –EN ISO 105-X12:2016 [28]. Este ensayo trata de frotar dos muestras del tejido seco y del tejido en húmedo, mediante distintos tamaños de clavija frotadora. Para ello se usan dispositivos adecuados para la determinación de la solidez del color al frote. Concretamente para el tipo de tejido, al no tratarse de tejidos con pelo, se usa una clavija frotadora que comprende un cilindro de $(16\pm 0,1)$ mm de diámetro, y se realiza un movimiento de vaivén en línea recta, a lo largo de una longitud de (104 ± 3) mm en la muestra y haciendo una fuerza hacia debajo de $(9\pm 0,2)$ N. El tejido estará desencolado, blanqueado, sin apresto, y cortado en piezas cuadradas de (50 ± 2) mm de lado. La rejilla de alambre de acero inoxidable de 1 mm de diámetro, y un ancho de malla de 20 mm, o papel abrasivo para ensayos sobre tejidos textiles. Las probetas del ensayo se tratarán de piezas de, al menos, 50 mm x 140 mm para el ensayo en seco y dos más para el ensayo en húmedo. Una muestra de cada par tiene que tener la longitud longitudinal paralela a los hilos de urdimbre y la otra paralela a los hilos de trama, además antes de cada ensayo hay que acondicionar la muestra y el tejido para el frote durante al menos 4 horas en una atmósfera normalizada.

Para la realización del ensayo se sujeta a la base del dispositivo de ensayo, por medio de pinzas, de forma que la dirección longitudinal de la probeta siga la dirección del dispositivo. Entre la base del dispositivo de ensayo y la probeta, debe colocarse un trozo de rejilla de alambre o un papel abrasivo impermeable de grano fino para ayudar a reducir el movimiento de la probeta. Para el frote en seco, el tejido se coloca plano sobre la extremidad de la clavija con sentido paralelo a la dirección de la clavija frotadora. Se frota a una velocidad de un ciclo por segundo, con un movimiento de vaivén en línea recta 20 veces, 10 veces en un sentido y 10 veces en el otro, sobre la probeta seca, a lo largo de una longitud de (104 ± 3) mm. Para el ensayo en húmedo se pesa la pieza sobre la que se va a realizar el ensayo, y se pone en remojo con agua destilada, al final se vuelve a pesar para asegurarse que la impregnación sea del 95%-100%, después se sigue el mismo procedimiento que en el ensayo en seco.



Ilustración 30-Ensayo de resistencia al frote

3.2.6 Impacto medioambiental

Para poder ver el impacto medioambiental vamos a ver los disolventes y productos químicos utilizados en todo el proceso, al igual que el agua que se usará, y será contaminada en el proceso, y ver cómo debemos tratarla.

En primer lugar cuanto a los disolventes y productos químicos tenemos los siguientes:

- BSA
- Dispersión de GO
- Disolución de RGO con restos de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$

La disolución de BSA no genera residuo, ya que se puede reutilizar añadiendo el BSA que se agota, y la cantidad de agua que sea necesaria.

La dispersión de GO del mismo modo que el BSA se puede reutilizar, para el tratado de lotes posteriores. En este caso, la disolución se recogerá de la primera etapa de secado, que para ello la misma RAME, tendrá un dispositivo que recogerá el agua eliminada del tejido, esta agua podrá ser recogida, y como tendrá restos de GO se usará para preparar dispersiones posteriores de GO.

Con el RGO se trabaja del mismo modo, de manera que el agua sobrante del tejido después de ser reducido, llevara restos de RGO y con posibles restos de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$. Este RGO se puede separar por evaporación, obteniendo un producto con cierto valor añadido, ya que aunque no tenga una alta pureza, puede ser vendido para la utilización en diversas aplicaciones donde se pretenda aportar un carácter conductor. Por otra parte las aguas provenientes de esta evaporación se pueden reutilizar en preparación de la disolución de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ posteriores.

Las aguas que contengan un exceso de restos de GO, RGO, o $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ o bien no se puedan reutilizar en un determinado momento del proceso de fabricación serán acumuladas y serán tratadas por un gestor autorizado de residuos, al igual que el GO y el RGO que no pudieran ser aprovechados, también serían recogidos y tratados por el gestor de residuos autorizados.

4. Estudio económico

En primer lugar, se realizarán dos estimaciones de costes, la primera es con todos los costes del proceso industrial sin tener en cuenta los costes debidos a el tratamiento con plasma, y la segunda teniéndolos en cuenta, para al finalizar, comparar estas estimaciones y ver si vale la pena tratar previamente al recubrimiento con RGO con plasma, ya que se ha demostrado que técnicamente sí que sería conveniente.

4.1 Costes sin tratamiento de plasma

En primer lugar se ve la inversión inicial que se debe realizar. En esta se tienen en cuenta los costes directos, que son los costes provenientes de los equipos que la empresa necesitaría para este nuevo proceso, teniendo en cuenta que ya dispone de los equipos procedentes del proceso de tintura con colorantes tina. Además también se tiene que tener en cuenta los costes indirectos, que son aquellos provenientes de servicios de ingeniería. A continuación mostramos dos tablas con el desglose de estos costes. (Tabla 7 y Tabla 8)

Tabla 7-Costes inversión inicial en maquinaria

Maquinaria inicial			
	Unidades	Precio/unidad	Precio total (€)
Ultrasonidos	4	25000	100000
Equipos calidad conductividad (EIS)	1	30000	30000
Equipo 4 puntas	1	600	600
Equipos calidad resistencia al frote	1	1600	1600
Total			132.200,00 €

Tabla 8-Costes inversión inicial en servicios de ingeniería

Costos servicio de ingeniería		
	Costo (€)	Justificación
Estudio previo de ingeniería	1322	Un 1% costes directos
Puesta a punto	1586,4	Un 1,2% costes directos
Diseño	7271	Un 5,5% costes directos
Control y supervisión de la instalación	3966	Un 3% costes directos
Coste total		14.145,40 €

El total de la inversión inicial lo recogemos en la Tabla 9

Tabla 9-Costes totales de inversión

Costes maquinaria	132.200,00 €
Costes servicios de ingeniería	14.145,40 €
Total costes de inversión	146.345,40 €

Para cubrir estos costes se pedirá un préstamo que amortice la inversión inicial en 10 años. La tasa de interés de este préstamo es del 4.851%. En la Tabla 10 se muestra el capital amortizado anualmente.

Tabla 10-Amortización

Años de amortización	10
Ratio de interes (%)	4,851%
$(1+i)^n$	1,60592688
CRF (capital covery factor): $(1+i)^n - 1) / [i \cdot (1+i)^n]$	7,77791475
Cantidad total amortizada	18.815,51 €

Por lo tanto los costes debidos a la inversión inicial al año es de **18.815,51 €**

A esto hay que sumarle los costes debidos a la producción que se pueden desglosar en diferentes apartados.

El primer apartado es el consumo energético. En la Tabla 11 se muestran los datos detallados:

Tabla 11-Costes energéticos

Coste energéticos				
	Potencia consumida(kW)	Horas de trabajo anuales	Precio(€/kWh)	Coste(€)
Equipo ultrasonidos	2	861,40	0,1297	223,48
Jigger	28	8760	0,1297	31817,96
RAME	187	357,55	0,1297	8673,41
			Coste total anual	40.714,86 €

El segundo apartado es el mantenimiento de los equipos de producción, que se estima un 3% de los costos de inversión. En la Tabla 12 se muestra el coste anual de mantenimiento:

Tabla 12-Coste de mantenimiento

Coste Mantenimiento	
	Coste(€)
Mantenimiento y reparación de maquinaria	4.390,36 €
Coste total mantenimiento	4.390,36 €

El tercer apartado son los costes del consumo del gas natural necesario para la máquina RAME. Se puede observar en la Tabla 13

Tabla 13-Coste gas natural

Coste consumo de gas natural					
	Consumo(W)	Horas al año	Consumo(kW*h)	€/kWh	Coste total (€)
Coste consumo de gas natural(RAME)	61,062	357,551	21,832	0,0611	1,33 €
				Total gas natural	1,33 €

El cuarto apartado es el de materia prima. En la Tabla 14 mostraremos este coste.

Tabla 14-Costes materias primas

Costes materia prima				
	Unidades/lote	Unidades anuales	Precio/unidad(€/unidad)	Precio total
Tela poliester(m)	200	429061,2245	7,51	3.222.249,80 €
GO (gramos)	225	482693,8776	4	1.930.775,51 €
Na ₂ S ₂ O ₄ (Kg)	4,57	9804,04898	154,5	1.514.725,57 €
Agua (m ³)	1,125	2413,469388	2,16	5.213,09 €
			Total anual	6.672.963,97 €



Y el quinto apartado es el referente a costes por personal. En la Tabla 15 se muestra este coste detalladamente.

Tabla 15-Coste de personal

Costes personal	
Números de empleados	4
Salario	21000,00
Seguridad social	27279,60
Finiquito	1383,30
Bajas	272,79
Total	249.678,45 €

Se estima que se pueden producir 2145 lotes anualmente, esta estimación se realiza, haciendo una estimación de las horas que estará trabajando cada máquina al año y suponiendo que la producción funciona las 24h al día y se trabaja los 365 días al año. Cada lote, como ya se ha comentado, es de 200 metros de tela.

Con estos costes realizamos una tabla resumen (Tabla 16), con todos los costes anuales.

Tabla 16-Costes totales anuales

Coste capital inicial amortizado	18.815,51 €
Coste energético	40.714,86 €
Coste mantenimiento	4.390,36 €
Coste gas natural	1,33 €
Coste materia prima	6.672.963,97 €
Coste personal	249.678,45 €
Coste total anual	6.986.564,48 €

Por lo tanto el coste del lote es de **3.256,67 €** y el coste del metro de tela es de **16,28 €/metro**.

Tabla 17-Total costes por lote y por metro de tela

Coste total anual	Coste/lote	Coste/metro
6.986.564,48 €	3.256,67 €	16,28 €

4.2 Costes con tratamiento de plasma

Al igual que en los costes sin tener en cuenta el tratamiento con plasma primero vemos la inversión inicial que se debe realizar. A continuación mostramos dos tablas con el desglose de estos costes (Tabla 18 y Tabla 19). En este caso incluimos el equipo de plasma para el cálculo de estos costes.

Tabla 18-Coste maquinaria inicial con equipo de plasma

Maquinaria inicial			
	Unidades	Precio/unidad	Precio total
Equipo de plasma	1	48.000,00 €	48.000,00 €
Ultrasonidos	4	25.000,00 €	100.000,00 €
Equipos calidad conductividad (EIS)	1	30.000,00 €	30.000,00 €
Equipo 4 puntas	1	600,00 €	600,00 €
Equipos calidad resistencia al frote	1	1.650,00 €	1.650,00 €
		Total	180.250,00 €

Tabla 19-Costes iniciales de servicios de ingeniería con equipo de plasma

Costos servicio de ingeniería		
	Costo	Justificación
Estudio previo de ingeniería	1.802,50 €	Un 1% costos directos
Puesta a punto	2.163,00 €	Un 1,2% costos directos
Diseño	9.913,75 €	Un 5,5% costos directos
Control y supervisión de la instalación	5.407,50 €	Un 3% costos directos
Coste total		19.286,75 €

El total de la inversión inicial se recoge en la Tabla 20.

Tabla 20-Total costes inversión con plasma

Costes maquinaria	180.250,00 €
Costes servicios de ingeniería	19.286,75 €
Total costes de inversión	199.536,75 €

Para cubrir estos costes se pedirá un préstamo que amortice la inversión inicial en 10 años. La tasa de interés de este préstamo es del 4.851%. A continuación se muestra el capital amortizado anualmente (Tabla 21)

Tabla 21-Amortización coste inicial con plasma

Años de amortización	10
Ratio de interés (%)	4,851%
$(1+i)^n$	1,605926884
CRF (capital covery factor): $(1+i)^n - 1) / [i \cdot (1+i)^n]$	7,777914748
Cantidad total amortizada	25.654,27 €

Por lo tanto los costes debidos a la inversión inicial al año es de **25.654,27 €**

Ahora se desglosan los costes de producción.

Primero se muestra el consumo energético de forma detallada en la Tabla 22

Tabla 22-Costes energéticos con equipo plasma

Coste energéticos				
	Potencia consumida (kW)	Horas de trabajo anuales	Precio(€/kWh)	Coste(€)
Equipo ultrasonidos	2	861,40	0,129721	223,48
Jigger	28	8760,00	0,129721	31817,97
RAME	187	357,55	0,129721	8673,41
Equipo de plasma	4	5434,78	0,129721	2820,02
			Coste total anual	43.534,88 €

En segundo lugar el mantenimiento de los equipos de producción, que se estima un 3% de los costos de inversión. Se muestra el coste anual de mantenimiento en la Tabla 23

Tabla 23-Coste mantenimiento con equipo plasma

Coste Mantenimiento	
Mantenimiento y reparación de maquinaria	5.986,10 €
Coste total mantenimiento	5.986,10 €

En tercer lugar los costes del consumo del gas natural necesario para la máquina RAME (Tabla 24)

Tabla 24-Coste consumo gas natural con equipo de plasma

Coste consumo de gas natural				
	Consumo(W)	horas al año	€/kWh	Coste total (€)
Coste consumo de gas natural(RAME)	61,0624	357,551	0,061	1,33 €
			Total gas natural	1,33 €

En cuarto lugar el coste por materia prima se detallan en la Tabla 25

Tabla 25-Costes materia prima con equipo de plasma

Costes materia prima				
	Unidades/lote	Unidades anuales	Precio/unidad(€/unidad)	Precio total
Tela poliester(m)	200	429000	7,51 €	3.221.790,00 €
GO (gramos)	225	482625	4,00 €	1.930.500,00 €
N ₂ SO ₄ (Kg)	4,57	9802,65	154,50 €	1.514.509,43 €
Agua (m ³)	1,88	4021,88	2,16 €	8.687,25 €
BSA (Kg)	0,38	821,54	2.500,00 €	2.053.837,50 €
			Total anual	8.729.324,18 €

Y el quinto apartado es el referente a costes por personal, que se muestra detalladamente en la Tabla 26

Tabla 26-Coste personal equipo de plasma

Costes personal	
Numeros de empleados	5
Salario	21.000,00 €
Seguridad social	27.279,60 €
Finiquito	1.383,30 €
Bajas	272,79 €
Total	249.678,45 €

Al igual que sin el tratamiento de plasma estimamos que se pueden producir 2145 lotes anualmente, esta estimación la hacemos haciendo una estimación de las horas que estará trabajando cada máquina al año y suponiendo que la producción funciona las 24h al día y se trabaja los 365 días al año. Cada lote, como ya se ha comentado, es de 200 metros de tela.

Con estos costes realizamos una tabla resumen (Tabla 27), con todos los costes anuales.

Tabla 27-Total costes anuales con equipo plasma.

Coste capital inicial amortizado	25.654,27 €
Coste energético	43.534,88 €
Coste mantenimiento	5.986,10 €
Coste gas natural	1,33 €
Coste materia prima	8.729.324,18 €
Coste personal	249.678,45 €
Coste total anual	9.054.179,21 €

Por lo tanto el coste del lote es de **4.221,06 €** y el coste del metro de tela es de **21,11 €/metro**.

Tabla 28-Costes por lote y por metro de tela con equipo de plasma

Coste total anual	Coste/lote	Coste/metro
9.054.179,21 €	4.221,06 €	21,11 €

4.3 Comparación de los costes

Tratar el tejido con plasma previamente al recubrimiento con GO supone **4.82€** más con este tratamiento. No es un coste muy elevado, ya que se mejoran las propiedades del recubrimiento, adhiriéndose este mejor al tejido y aumentando la conductividad eléctrica del tejido.

Tabla 29-Comparativa costes con tratamiento plasma y sin tratamiento plasma

Coste proceso sin tratamiento de plasma	Coste proceso con tratamiento de plasma
21,11 €/m	16,28 €/m

Por otra parte, cabe decir que el coste de producción en el proceso tradicional de **colorantes tina**, es de **8,61 €** por cada metro de tela. Este coste es bastante inferior al coste del proceso de **recubrimiento con RGO**. Que como se ha comentado anteriormente es de **21,11 €** el metro de tela

Tabla 30-Comparativa costes proceso colorantes tina y proceso recubrimiento RGO

€/m proceso colorantes tina	€/m proceso recubrimiento con RGO
8,61€/m	21,11 €/m

Las paginas a continuación citadas, han sido usadas para buscar datos de precios de la electricidad, gas natural, materia prima, costes de personal, porcentaje del préstamo, y otros datos necesarios para realizar la estimación de costes: [\[29\]](#) [\[30\]](#) [\[31\]](#) [\[32\]](#) [\[33\]](#) [\[34\]](#)

5. Conclusiones

En este trabajo se ha estudiado el proceso de recubrimiento de telas de poliéster con RGO, observando trabajos ya realizados donde hacen un procedimiento, para realizar este recubrimiento, pero en estos trabajos siempre se tratan telas de pequeños tamaños. Es por eso que basándose en el proceso de tintura de telas con colorantes tina a nivel industrial, se ha observado, que no es necesario hacer grandes modificaciones para adaptar este proceso al recubrimiento con RGO. La única maquinaria necesaria para el nuevo proceso, es el equipo de ultrasonidos, el cual se empleará para preparar las dispersiones de GO, ya que estas, por sus características, no se pueden preparar por agitación rutinaria.

Por otra parte se ve la opción de usar un tratamiento previo al recubrimiento, basado en el plasma. Este tratamiento mejora la adhesión del recubrimiento haciendo que el tejido adquiera un carácter conductor con menor cantidad de RGO sobre él, ya que todo el RGO se adhiere mejor. Además, este tratamiento hay que completarlo con una etapa posterior antes del recubrimiento, que trata, de recubrir el tejido con BSA, porque el plasma crea cargas negativas en la superficie del tejido que impiden la adhesión del RGO sobre este, y con el BSA se neutralizan estas cargas. Pero este tratamiento, supone un aumento en los costes de fabricación del tejido, es por eso que nos planteamos si realizar esta etapa o no, en nuestro proceso. Cuando hacemos el estudio económico de los costes vemos que el proceso sin esta etapa supondría un coste de 16,28€ por metro de tela fabricado, en cambio con el proceso completo, incluyendo el tratamiento con plasma y BSA el coste es de 21,11 € por metro de tela fabricado, por lo que podemos decir, que no es un aumento muy significativo, y supone verdaderas mejoras en el acabado del producto. Es por eso, que consideramos que sí que ha de realizarse esta etapa en el proceso de producción.

Como se ha comentado antes el coste por metro de tejido recubierto realizando todas las etapas es de 21,11 € y el del proceso de teñir la tela con colorantes tina es de 8,61 €. Por lo que, podemos decir que hay un aumento significativo, pero teniendo en cuenta que el cálculo de beneficios se obtiene aplicando un porcentaje al coste de fabricación, si se aplica un mismo porcentaje en ambos

procesos, el beneficio del proceso de recubrimiento con RGO será mayor. Esto es debido a que el producto final se trata de un producto con alto valor añadido, siendo un producto novedoso y con altas prestaciones.

6. Bibliografía

- [1] AITEX-Instituto tecnológico téxtil, *Tintura-Programa de Ayudas para la Formación Sectorial en la Industria Textil*. .
- [2] J. Molina, J. Fernández, J. C. Inés, A. I. Del Río, J. Bonastre, and F. Cases, “Electrochemical characterization of reduced graphene oxide-coated polyester fabrics,” *Electrochim. Acta*, 2013.
- [3] J. Molina, J. Fernández, A. I. Del Río, J. Bonastre, and F. Cases, “Chemical and electrochemical study of fabrics coated with reduced graphene oxide,” *Appl. Surf. Sci.*, 2013.
- [4] B. Fugetsu, E. Sano, H. Yu, K. Mori, and T. Tanaka, “Graphene oxide as dyestuffs for the creation of electrically conductive fabrics,” *Carbon N. Y.*, vol. 48, no. 12, pp. 3340–3345, Oct. 2010.
- [5] J. Molina *et al.*, “Plasma treatment of polyester fabrics to increase the adhesion of reduced graphene oxide,” *Synth. Met.*, 2015.
- [6] Graphenano nanotechnologies, “El grafeno: propiedades y aplicaciones,” 2016.
- [7] L. Badillo Ronquillo, V. Carpintero Dimas, and T. C. Romo Trejo, “Textiles conductores de electricidad.” [Online]. Available: <https://prezi.com/hxlm-bxoq6h7/textiles-conductores-de-electricidad/>. [Accessed: 21-Jul-2017].
- [8] J. Cegarra Sánchez, *Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de materias textiles*. Barcelona : Barcelona: Universidad Politécnica de Barcelona, Cátedra de Tintorería, 1981., 1981.
- [9] J. Cegarra Sánchez, *Prácticas de tintorería*. Tarrasa: Tarrasa : Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Terrassa, 1967., 1967.
- [10] J. Cegarra Sánchez, *Fundamentos de la maquinaria de tintorería*. Terrasa: Terrasa : Universitat Politècnica de Catalunya, D.L. 1987., 1987.
- [11] P. Monllor Pérez, *Manual de prevención de riesgos laborales en la industria textil : Tintorería y aprestos*. Alicante: Alicante : Agrupación Empresarial Textil Alcoyana, D.L. 1999., 1999.
- [12] TVE-ESCALE.TEXTILE MACHINERY, “TVE-ESCALE engineering.”
- [13] H. U. Gmbh, “Preparación de grafeno por ultrasonidos.” [Online]. Available: <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-graphene-preparation.htm>. [Accessed: 22-Jun-2017].
- [14] H. U. Gmbh, “Homogeneización y Mezcla Ultrasónica.” [Online]. Available: https://www.hielscher.com/es/homogenize_01.htm. [Accessed: 21-Jun-2017].
- [15] H. U. Gmbh, “La ultrasonografía ahorra energía y costos.” [Online].

- Available: https://www.hielscher.com/es/energy_efficiency_01.htm.
[Accessed: 22-Jun-2017].
- [16] M. Gómez and -Cano Hernández, "NTP 205: Ultrasonidos: exposición laboral."
- [17] Universitat de Barcelona, "3.6.1 Fundamento de la técnica | Técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (TALQ)." [Online]. Available: <http://www.ub.edu/talq/es/node/252>. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [18] Plasmamatreat, "Tecnología del plasma. ¿Qué es el plasma? | Plasmamatreat GmbH." [Online]. Available: http://www.plasmamatreat.es/tecnologia_del_plasma/que_es_el_plasma.html. [Accessed: 22-Jun-2017].
- [19] TVE-ESCALE.TEXTILE MACHINERY, "Manual de instrucciones Jigger con planos." .
- [20] M. Acevedo and H. U. GmbH, "UIP2000hdT with recirculation set and pump."
- [21] H. U. GmbH, "UIP2000hdT – 2000 Watts Powerful Industrial Ultrasonicator for Full Process Control." [Online]. Available: <https://www.hielscher.com/uiip2000hdt-2000-watts-powerful-industrial-ultrasonicator-for-full-process-control.htm>. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [22] Benguerel S.A., "Manual de instrucciones y mantenimiento-RAME Vertical Benguerel." .
- [23] Plasmamatreat, "Vista General : Toberas de Plasma," p. 29921694, 2013.
- [24] Plasmamatreat, "Boquilla para tobera de plasma RD1010 Datos técnicos," pp. 6–7, 2016.
- [25] Plasmamatreat, "Visión general de los generadores de la serie 5000," p. 29921694, 2015.
- [26] Plasmamatreat, "Vista general : Unidades de alta tensión," p. 29921694, 2013.
- [27] M. Ángel and B. Rado, "Los Ultrasonidos: sus riesgos y normas de prevención (*)," *MAPFRE SEGURIDAD. N.o 90 - SEGUNDO Trimest.*, 2003.
- [28] AENOR, "UNE-EN ISO 105-X12," 2016.
- [29] "Prestamos y Financiación para Emprendedores - ICO." [Online]. Available: <http://www.ico.es/web/ico/ico-empresas-y-emprendedores/-/lineasICO/view?tab=tipolInteres>. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [30] Iberdrola, "Plan Estable - Iberdrola." [Online]. Available: <https://www.iberdrola.es/hogar/luz/plan-estable>. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [31] Gas Natural Fenosa, "Tarifas Estables 24meses - Gas Natural Fenosa - Hogar." [Online]. Available: https://www.gasnaturalfenosa.es/hogar/fnt_hogar/tarifas_estables_24mes



es. [Accessed: 22-Jul-2017].

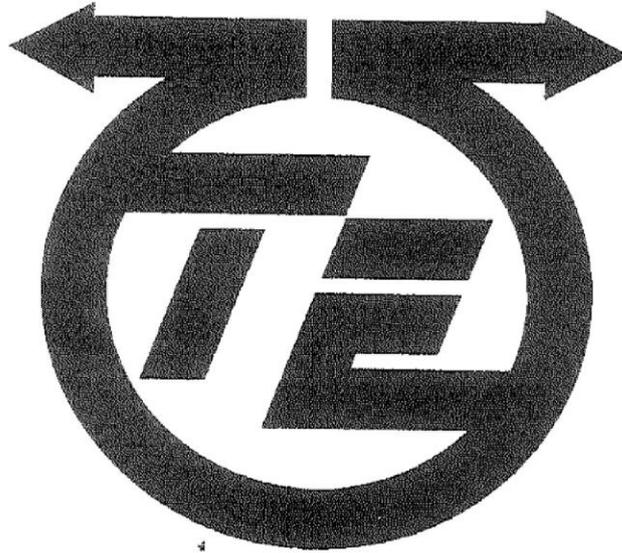
- [32] Sigma-Aldrich, "Comparison Table-Sodium hypodisulfite." [Online]. Available: http://www.sigmaaldrich.com/catalog/Compare.do?P_ID=195724%7C71699%7CSIGMA+MDACHEM106505%7C1.06505%7CMM+MDACHEM106507%7C1.06507%7CMM&returnURL=http%3A//www.sigmaaldrich.com/catalog/search%3Fterm%3DNa2S2O4%26interface%3DAI%26N%3D0%26mode%3Dmatch%2520parti. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [33] Sigma-Aldrich, "Comparison Table-Bovine Serum Albumine." [Online]. Available: http://www.sigmaaldrich.com/catalog/Compare.do?P_ID=168939%257C05470%257CSIGMA+96802%257CA7906%257CSIAL+96808%257CA7030%257CSIGMA&returnURL=http%253A//www.sigmaaldrich.com/catalog/search%253Fterm%253DBSA%2526interface%253DAI%2526N%253D0%2526mode%253Dmatch%252520partialmax%2526lang%253Des%252. [Accessed: 22-Jul-2017].
- [34] Rafa Galán, "Un ejemplo práctico - Cuánto te cuesta contratar un empleado - Gestión - Emprendedores - Webs." [Online]. Available: <http://www.emprendedores.es/gestion/que-cuesta-contratar-un-trabajador/ejemplo-coste-contrato>. [Accessed: 03-Jul-2013].



ANEXOS



Manual de instrucciones Jigger



MANUAL DE INSTRUCCIONES

Nº de Serie: OT-567

TURBO-JIGG W3200

TEX-COY S.L.

O.T. 567

MANUAL DE INSTRUCCIONES

TEX-COY, S.L.
 C/. Tirant lo blanc, No.4
03801 - ALCOY

Alicante

OT-567

JIGGER DE TINTURA Mod.TURBO-JIGG 1100

DATOS TÉCNICOS

Ancho útil tejido	:	3.200 mm.
Ancho rodillos	:	3.400 mm.
Largo máquina	:	2.118 mm.
Ancho máquina	:	4.180 mm.
Altura con puerta cerrada	:	2.180 mm.
Altura con puerta abierta	:	3.200 mm.
Diámetro cilindro enrollador	:	320 mm.
Diámetro tejido enrollado	:	1.100 mm.
Velocidad mínima	:	10 m/min.
Velocidad máxima	:	140 m/min.
Lado accionamiento	:	Derecho (M2)
Tensión tejido	:	50 a 500 Nw.
Color	:	Azul Ral-9509
Calidad Acero Inoxidable	:	AISI-316
Presión agua	:	2 bar., max. 3 bar.
Presión vapor	:	3 bar., max.
Presión aire	:	7 bar.
Potencia instalada	:	28 Kw
Tensión servicio	:	380v/50hz
Tensión mando	:	220v/50hz
Capacidad máxima cuba	:	1080 lts.
No. Plano	:	A3-9060-112

CERTIFICADO DE PUESTA EN MARCHA

La empresa **TEX-COY S.L.** sita en la población de **ALCOY** (Alicante). Certifica su aprobación al correcto montaje y puesta en marcha del "TURBO-JIGG" de ancho tejido 3.200mm y ancho útil 3.400mm. Adquirido a TVE-ESCALE EUROPE, S.A. O.T. 567. Según confirmación de pedido Número 1915 de fecha 14 de febrero de 2000.

Y para que así conste se firma el presente certificado por ambas partes.

Fdo. *Fco. Ferrnab Ivorra*
en calidad de *Gerente*
de TEX-COY S.L.

Fdo. *Max Font*
en calidad de *Gerente*
de TVE-ESCALE EUROPE S.A.

TEX-COY (ALCOY), a *18* de *Maig* de 2000.

DECLARACIÓN CEE DE CONFORMIDAD

Declaramos, bajo nuestra única responsabilidad, que la máquina:

Marca	TVE-ESCALE
Tipo	TURBO-JIGG W 3200
No. serie	O.T 567
Año fabricación	2.000

según se describe en la documentación adjunta, es conforme con la Directiva de máquinas 89/392 y con sus modificaciones y adiciones según Directivas 91/368 y 93/44 y de acuerdo con la Directiva de seguridad del material eléctrico 73/23 y a la directiva de baja tensión 73/404.

Fdo. **Marcel Farré Subirana**
en calidad de Administrador.

Vic, a de Mayo de 2.000



TVE-ESCALE

TVE-ESCALE

SISTEMES INDUSTRIALS ESCALE S.A.

Passatge Pere Mateu, 5

08500 VIC (Barcelona) SPAIN



MAQUINA	TURBO-JIGG 1100		
Nº SERIE	OT 567	AÑO	2000
TENSION	380v.	FRECUENCIA	50 Hz.
POTENCIA	28 KW.	VEL.MAX.	140Mts/Min

SERVICIO POST-VENTA :

TVE-ESCALE EUROPE S.A.

Mas de la Mora, 9

08500 VIC

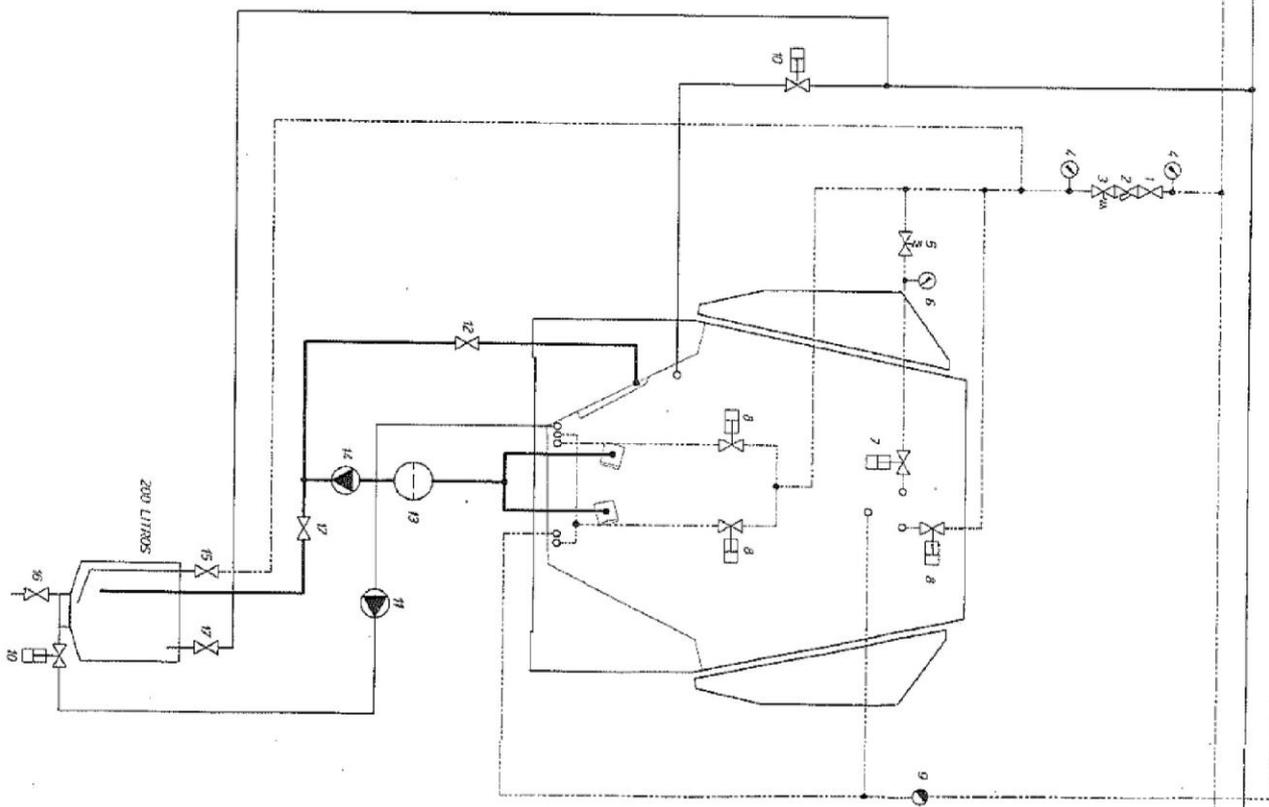
Barcelona - ESPAÑA

Tel: (34) 93.889.07.67

Fax: (34) 93.886.24.86

CONDENSADOS DE VAPOR
 AGUA FRÍA (Apox. 2 Bar. Max. 3 Bar)
 VAPOR SATURADO (Apox. 3 Bar)
 AIRE CONDENSADO (2 Bar)

Conexión en armario eléctrico



ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	DIAMETRO	TIPO
1	VALVULA DE BOLA MANUAL	17	1/2"	DN 15	
1	VALVULA DE BOLA MANUAL	16	1"	DN 25	
1	VALVULA DE INTERRUPCION MANUAL	15	1/2"	DN 15	
1	BOMBA RECIRCULACION 20CV	14			ITUR
1	FILTRO BARRA INOX	13			
1	VALVULA DE MARIPOSA MANUAL	12	4"	DN 100	
1	BOMBA BOMINOX	11			
2	VALVULA DE INTERRUPCION NEUMATICA	10	1 1/4"	DN 32	
1	FURCADOR CONDENSADOS	9	1/2"	DN 15	
3	VALVULA DE INTERRUPCION NEUMATICA	8	1"	DN 25	
1	VALVULA DE INTERRUPCION NEUMATICA	7	1/2"	DN 15	
1	MANOMETRO (0 - 5 Kg/cm2)	6	1/4"	DN 15	
1	VALVULA REDUCTORA (torada a 1 Bar)	5	1/2"	DN 15	
2	MANOMETRO (0 - 10 Kg/cm2)	4	1/2"		
1	VALVULA REDUCTORA (torada a 3 Bar)	3	1"	DN 25	
1	FILTRO 1/2"	2	1 1/2"	DN 40	
1	VALVULA DE INTERRUPCION MANUAL	1	1 1/2"	DN 40	

ET 567 001 A 00

DIAGRAMA TUBERIAS

TURBO-JIGG 1100

ET 567 001 A 00

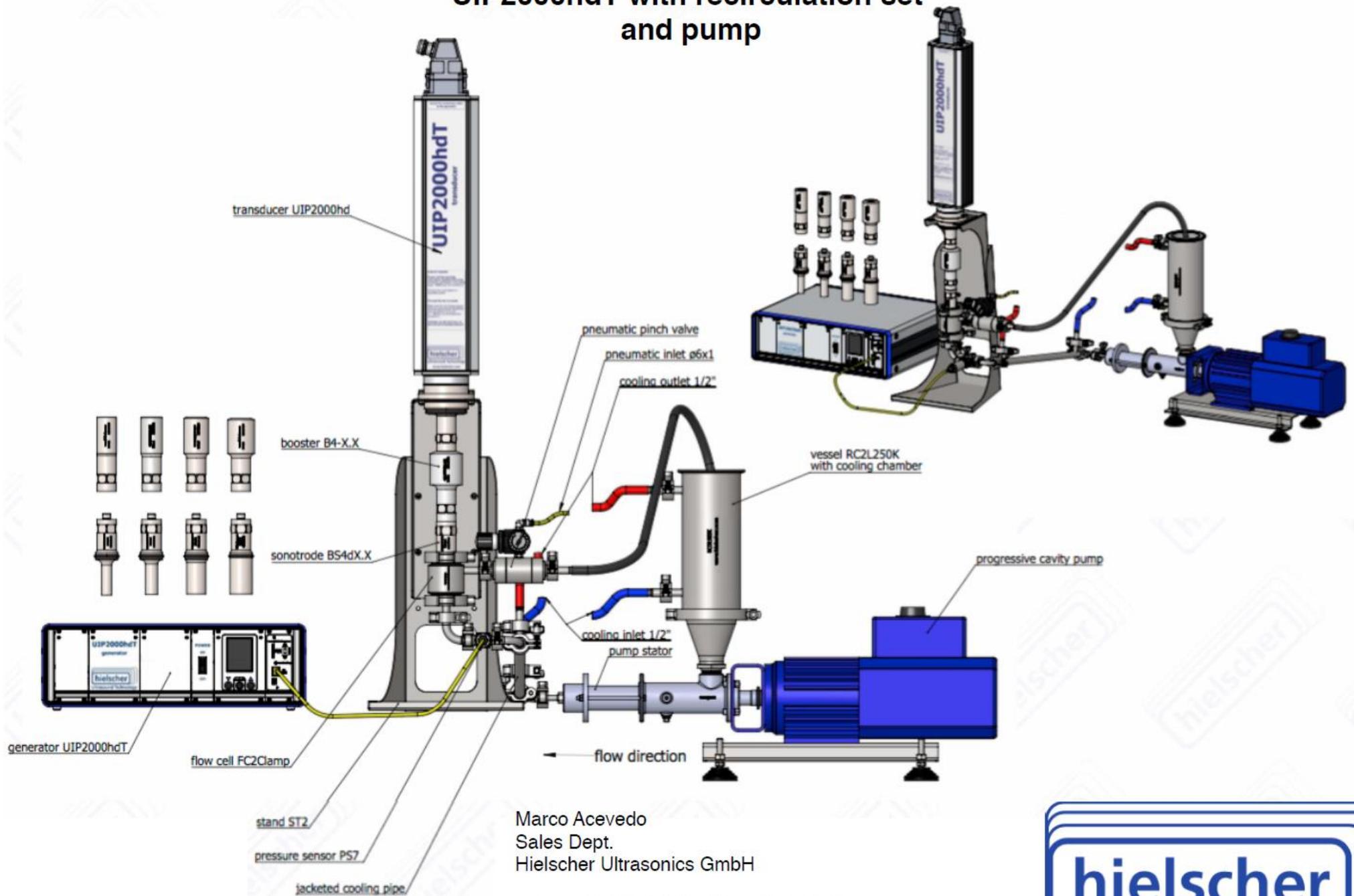
ESCALA 1:1

ET 567 001 A 00

ET 567 001 A 00

Manual de instrucciones Ultrasonidos

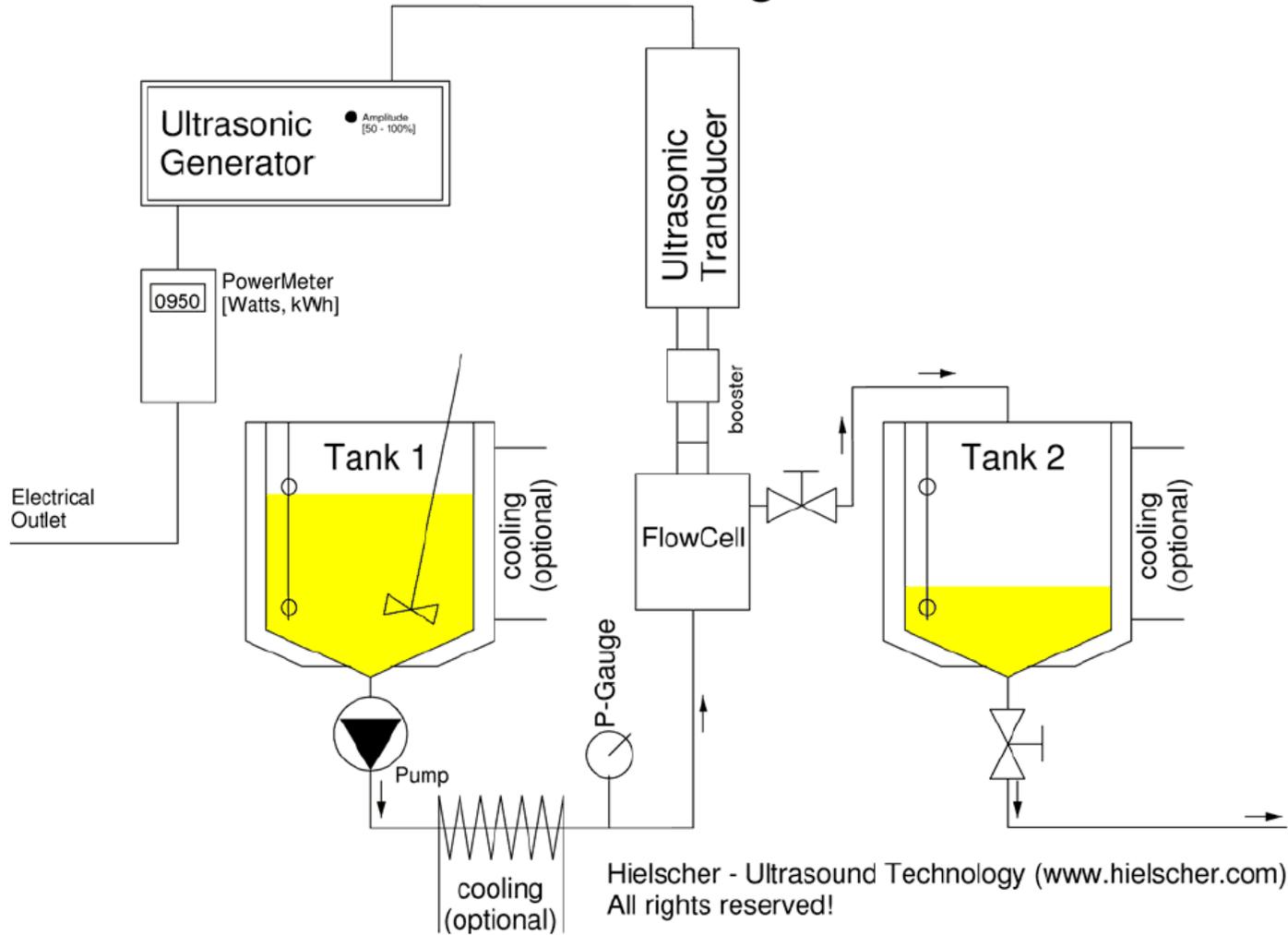
UIP2000hdT with recirculation set and pump



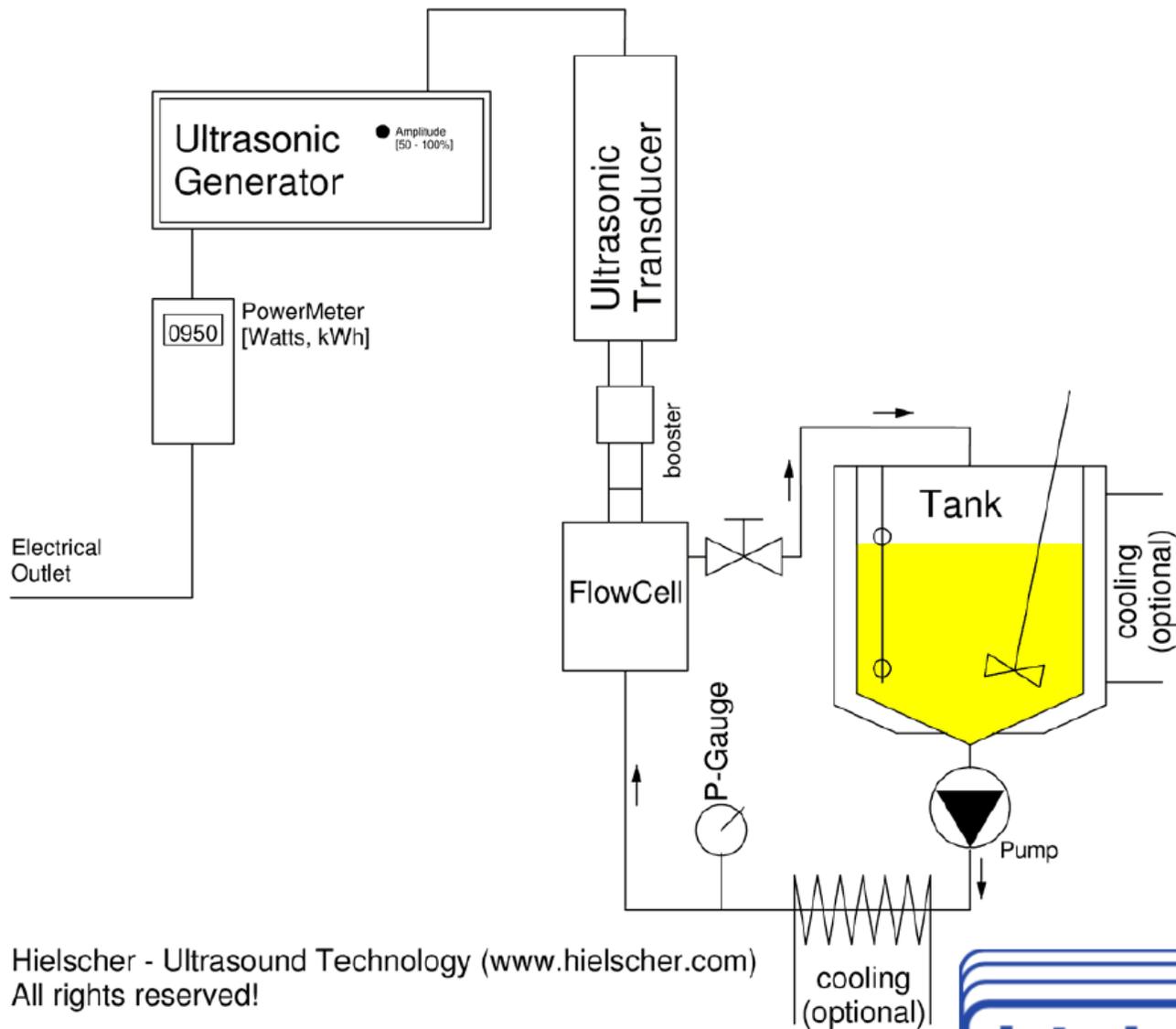
Marco Acevedo
Sales Dept.
Hielscher Ultrasonics GmbH

Oderstr. 53, D-14513 Teltow (Berlin), Germany
t.: +49 3328 437 432, f.: +49 3328 437 444
e-mail: marcos.a@hielscher.com, web: www.hielscher.com

Ultrasonication in Single Pass



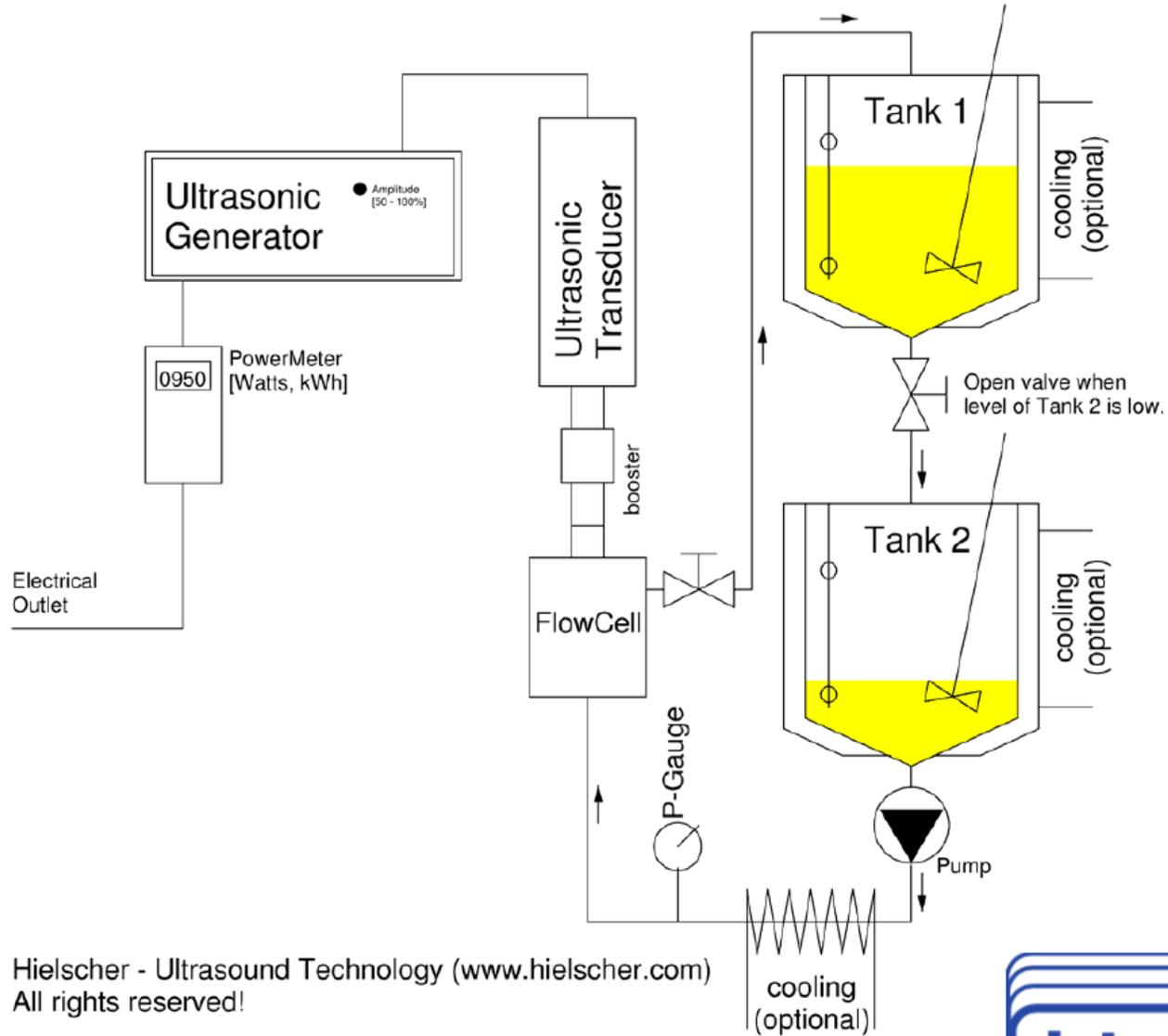
Ultrasonication in Continuous Recirculation



Hielscher - Ultrasound Technology (www.hielscher.com)
All rights reserved!



Ultrasonication in Discrete Recirculation



Hielscher - Ultrasound Technology (www.hielscher.com)
All rights reserved!



Manual de instrucciones RAME

**MANUAL DE INSTRUCCIONES Y
MANTENIMIENTO**

RAME VERTICAL BENGUEREL

TEX-COY S.L.

FABRICANTE

S.A. BENGUEREL
Avda. Mn. Cinto Verdaguer s.n.
08552 TARADELL
(BARCELONA) ESPAÑA
Teléfono 93 812 64 64
Fax 93 812 63 28
Internet: <http://www.benguerel-saben.com>
e.mail: benguer@teleline.es

DISTRIBUIDOR

SINTEX (Servicios de ingeniería textil S.L.)
Rambla Catalunya 31 entlo. 2ª
08640 OLESA DE MONTSERRAT
ESPAÑA
Teléfono 93 778 36 34 - 93 778 36 84
Fax 93 778 49 95

MAQUINA

Marca: BENGUEREL
Modelo: RAME VERTICAL
Número de serie: 1296
Año de construcción: 2003
Cliente: TEX-COY S.L.

Particularidades:

Ancho tejido: 3400 mm.
Número de campos: 8
Calefacción: GAS NATURAL
Voltaje y frecuencia: 380V 50Hz
Velocidad cadena: 5-100 mts/min.
NO APTA PARA TRABAJAR EN ATMOSFERAS EXPLOSIVAS.

DECLARACION "CE" DE CONFORMIDAD

Nosotros: SOCIEDAD ANONIMA BENGUEREL
Avda. Mn. Cinto Verdaguer s.n.
08552 TARADELL (BARCELONA)
ESPAÑA

Declaramos, bajo nuestra única responsabilidad, que la máquina

Marca: BENGUEREL
Tipo: RAME VERTICAL
No. serie: 1296
Año de construcción: 2003

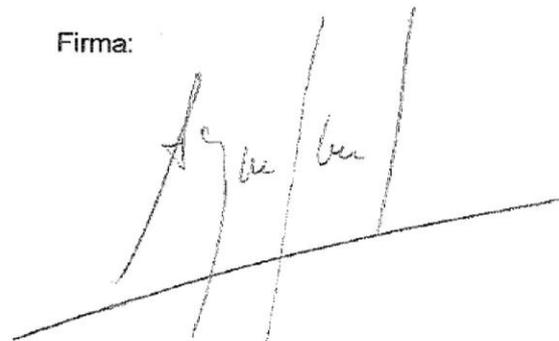
Según se describe en la documentación adjunta, es conforme con la DIRECTIVA DE MAQUINAS 89/392 ANEXO II A y con sus modificaciones y adiciones según las Directivas 91/368, 93/44 y 93/68. Y es conforme con las normas armonizadas:

EN 292-1	EN 294	EN 563
EN 292-2	EN 418	EN 457
EN 60.204/1	EN 349	UNE-EN-746-2

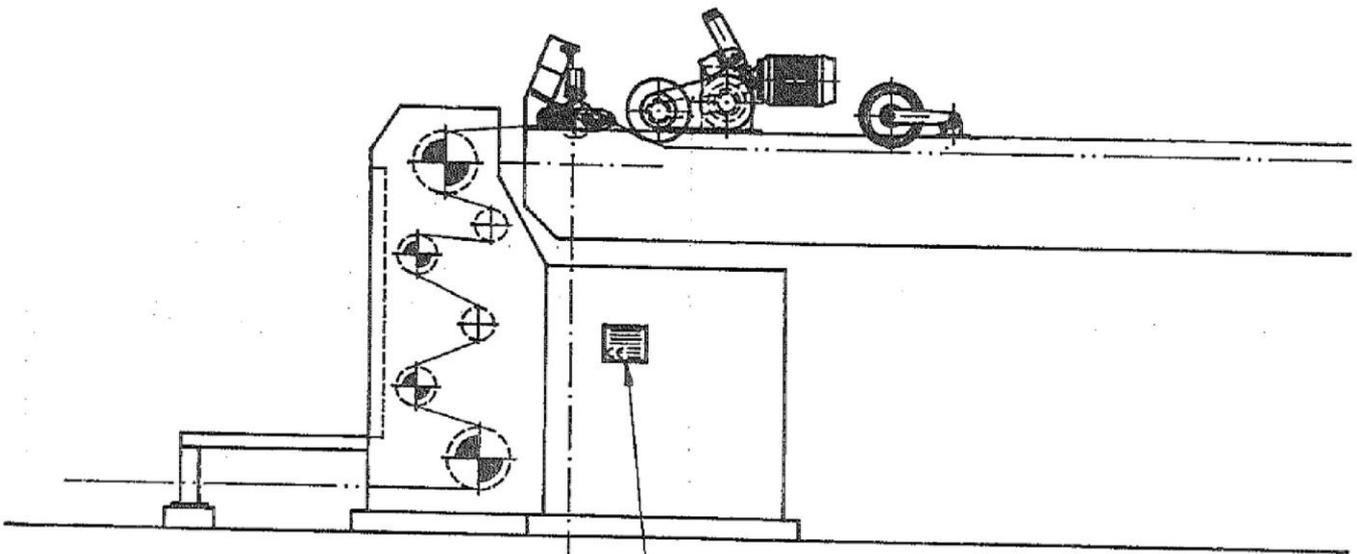
Nombre: Alejandro Benguerel Coll (Dipl. Ing.)
Cargo: Jefe de producción

Lugar y fecha:
TARADELL 2003

Firma:

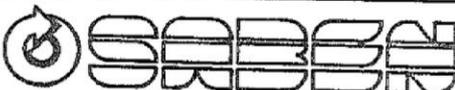


Adjuntamos: MANUAL DE INSTRUCCIONES Y MANTENIMIENTO.




S.A. BENGUEREL
 Avda. Mn. Cinto Verdaguer s/n.
 08562 TARADELL - BARCELONA - SPAIN
 Tel. (93) 812 64 64 - Fax (93) 812 63 28

Màquina Marca
 Model Màquina No.
 Ano fabricacion Referencia
 Ancho Tejido
 Voltaje
 Potencia electrica

Dibuixat	Data	Nom	 TARADELL BARCELONA	Client
Compro.	28-04-03	Albert		TEX-COY S.L.
Escala	Màquina	Model	Denominació	N.º Plànol
-	Rame Vertical		SITUACION PLACA IDENTIFICACION	PPCE-TEXCOY
			Peces	Grup
				DIN 4

1.5.3 CONDICIONES DE TEMPERATURA:

La temperatura ambiente que permite trabajar con la máquina rame sin dificultad va de 5° a 40° Centígrados (Celsius).

1.6 ENERGIA EXTERNA REQUERIDA

ENERGIA QUE EL CLIENTE DEBE DISPONER EN EL MOMENTO DEL MONTAJE DE LA MAQUINA Y PARA SU PUESTA EN MARCHA.

1.6.1 ENERGIA ELECTRICA:

La potencia eléctrica máxima que la máquina RAME necesita y que el cliente debe disponer para la puesta en servicio es de 187 Kw. La simultaneidad que puede darse en esta instalación es del 90%, esto es 168,3 Kw. El coeficiente de seguridad que habría que aplicar por causas ajenas es del 10%, esto es 185,13 Kw.

En la toma de corriente debe haber 3 fases, 1 neutra y 1 toma de tierra. Para las 3 fases el cable será de 1x240mm² de sección para cada fase. Para la neutra, 1 cable de 1x120mm² y para la toma de tierra 1 cable de 1x120mm².

1.6.2 GAS NATURAL :

La máquina RAME suministrada dispone de 8 quemadores marca MAXON modelo VALUPAK-300 para el calentamiento de la cámara. Dichos quemadores son alimentados por GAS NATURAL y tienen una potencia calorífica de 250.000Kcal/h. teniendo en cuenta que 1m³ de gas natural proporciona 9.500Kcal/h. tenemos como resultante un consumo de 26,32m³/h. El consumo total máximo de la instalación es de 210.56 m³/h.

La instalación de la acometida de gas natural, así como los conductos hasta la máquina, válvulas, etc. correrán a cargo del cliente y deberán ser llevadas a cabo por un instalador autorizado. (ver esquema de instalación adjunto en el apartado "10. ELEMENTOS DE SUMINISTRO").

En el proceso de puesta en marcha el encendido del aparato debe ser únicamente posible cuando se haya concluido el programa de secuencias siguientes:

- a) Barrido previo con aire. Antes de cada ciclo de encendido, se efectuará un barrido previo de la cámara de combustión y conductos de evacuación de los productos de la combustión. El barrido consistirá en renovar como mínimo cinco veces el volumen de aire de la cámara de combustión y conductos de evacuación. Se permitirá el arranque sin barrido previo siempre que el encendido se efectúe por medio de un dispositivo de encendido permanente debidamente controlado.
- b) El dispositivo de control de la presión de aire de señal de que existe presión suficiente.
- c) El dispositivo de control de la presión de gas de señal de que existe presión suficiente.
- d) Los dispositivos de encendido hayan sido conectados a la potencia de puesta en marcha y en el caso de encendido con llamas piloto, se haya dado la señal de formación de dichas llamas.
- e) Se cumplan los requisitos específicos de funcionamiento del aparato (por ejemplo, caudal o nivel mínimo de agua, apertura de la salida de los gases de combustión, funcionamiento del ventilador de extracción de los productos de la combustión, etc.)

Todos los quemadores de gasto calorífico nominal inferior o igual a 120 Kw, podrán ponerse en servicio directamente a su potencia máxima. Los aparatos que dispongan de dispositivos de cierre automático

de apertura lenta o escalonada y cuyo gasto calorífico nominal sea inferior o igual a 350 Kw también podrán ser encendidos directamente.

En equipos de combustión cuyos quemadores posean un gasto calorífico nominal superior a 350 Kw, el encendido deberá realizarse con un gasto inferior al 50 por 100 del nominal. En caso de utilizar encendido con llamas piloto, el encendido del quemador principal deberá efectuarse a un gasto mínimo.

En la situación de servicio, trabajando dentro de la gama prevista de presiones y gastos caloríficos, el funcionamiento del aparato debe ser correcto, de acuerdo con el uso específico del mismo.

El paro del equipo de combustión puede llevarse a cabo de forma manual o bien de forma automática, ya sea por fallo de la energía o mando por actuación de los elementos de regulación o seguridad.

Cuando el paro se produzca de forma manual o por actuación de alguno de los dispositivos de seguridad, para la nueva puesta en marcha del quemador será imprescindible una intervención manual.

1.6.3 AIRE COMPRIMIDO:

Para el buen funcionamiento de los elementos neumáticos de la RAME BENGUEREL es necesario que el cliente disponga de una red de aire comprimido con una presión mínima de 8 Kg/cm².

1.7 ESPACIO NECESARIO ALREDEDOR DE LA MAQUINA

El espacio necesario para poder circular por las zonas laterales de la máquina sin problemas será como mínimo de 1,5 metros. Esto debe ser para que el personal que manipule la máquina pueda acceder sin dificultad a todas las zonas de control y mantenimiento de la misma. Esta distancia es la que debe haber como mínimo entre la máquina y la pared o cualquiera otra máquina colindante.

Tal y como se explicará en el punto 2.4, haciendo referencia a las medidas de seguridad, habrá que proteger los quemadores de la cámara ya que es uno de los elementos más delicados y sensibles. sería muy contraproducente una colisión fortuita con un carro o similar contra uno de estos elementos. Es por esto que se recomienda andar con el máximo de cuidado cuando se circule cerca de los quemadores, que están situados en los laterales de la cámara.

Recomendamos una protección como la indicada en la fig. 1.7.
Dicha protección debería ser extraíble para poder acceder fácilmente a los quemadores en caso de avería.

2. PUESTA EN SERVICIO DE LA MAQUINA

2.1 EXIGENCIAS RELATIVAS AL ANCLAJE/FIJACION DE LA MAQUINA

2.1.1 CAMARA:

El cliente realizará el emplazamiento de la cámara con perfil U metálico según se indica en el plano de emplazamiento. Los pasamanos-guía del lateral se soldarán después de haber colocado y nivelado las bancadas transversales.

2.1.2 GRUPOS ENTRADA Y SALIDA:

Las bancadas disponen de unos agujeros en su base en los que se adaptará un espárrago (métrico 20) de fijación que deberá anclarse en el agujero de 10 cm de profundidad (ver plano de instalación y emplazamiento). Atornillar dichos espárragos a las bancadas.
Para todo ello, en el momento del montaje, un operario de S.A.BENGUEREL supervisará y dará oportunas instrucciones para realizar dichas operaciones.

2.2 MONTAJE DE LA MAQUINA

CONDICIONES DE MONTAJE: Los montajes mecánicos y eléctricos de la máquina serán realizados por operarios de S.A.BENGUEREL, así como la primera puesta en marcha para verificar que todos los elementos funcionan correctamente. Para proceder al montaje, será imprescindible que la cimentación del emplazamiento esté realizada.

En caso de un eventual desmontaje, ver apartado 6 INFORMACION PARA LA PUESTA FUERA DE SERVICIO.

2.3 INSTRUCCIONES PARA LA CONEXION DE LA MAQUINA A LAS FUENTES DE ALIMENTACION

2.3.1 CONEXION ENERGIA ELECTRICA

Tal como hemos indicado en el apartado 1.6 ENERGIA EXTERNA REQUERIDA, la máquina necesita una potencia eléctrica de 187 Kw. La instalación eléctrica a la que estará conectada la máquina, debe disponer de diferenciales de protección contra contactos indirectos sobre las conexiones. El interruptor automatico debe ser de 500 A.

La toma de corriente debe tener: 3 fases, 1 neutra y 1 toma de tierra. Para las 3 fases, el cable debe ser de $1 \times 240 \text{mm}^2$ de sección para cada fase. Para la neutra, el cable será de $1 \times 120 \text{mm}^2$ y para la toma de tierra un cable de $1 \times 120 \text{mm}^2$.

El armario de maniobra lleva instalado un interruptor que permite desconectar la máquina de la red eléctrica (seleccionador general).

2.3.2 CONEXION GAS

La entrada de la tubería principal de gas debe disponer de una llave manual general que suministra o corta la alimentación de la máquina. Esta llave debe poder bloquearse mediante un candado para evitar que se abra accidentalmente. (ver esquema instalación gas)

2.3.3 CONEXION AIRE COMPRIMIDO

La entrada de la tubería principal de aire comprimido dispone de una llave manual general que suministra o corta la alimentación de la máquina. Esta llave debe poder bloquearse mediante un candado.

2.3 MEDIDAS DE SEGURIDAD QUE DEBE ADOPTAR EL COMPRADOR

2.3.1 DISTANCIAS DE SEGURIDAD:

La distancia mínima que puede haber entre la máquina y la pared u otra máquina vecina es de 1,5 metros. Esto debe ser así para que el personal que manipule la máquina pueda acceder sin dificultad a todas las zonas de control y mantenimiento.

2.3.2 QUEMADORES DE LA CAMARA:

Para evitar posibles daños a los quemadores, producidos por colisiones fortuitas con los carros, transpaletas, etc. debe colocarse una valla en forma de puente delante de cada uno de los quemadores. Dichas vallas deben realizarse con tubo metálico. (Ver fig. 1.7)

2.3.3 EXTINTORES:

En las cercanías de la rame debe haber extintores para actuar en caso de incendio. Se colocarán 4, esto es, uno a cada lado de la zona de entrada y los otros dos en la salida, cerca de la cámara, debajo de los brazos de las guías.

Un buen sistema para la extinción de eventuales incendios en el interior de la cámara es por medio de una tubería metálica con una válvula de entrada de vapor de agua saturado que pasaría por el interior de la

cámara y que estaría conectada a la red de vapor de la fábrica. En dicha tubería, se le aplicaría una serie de agujeros, y en caso de incendio, accionando la válvula, saldría el vapor que lo extinguiría.

2.3.4 CHIMENEAS:

La cámara de la rame dispone de 2 ventiladores centrífugos con un caudal de $12000\text{m}^3/\text{h}$ cada uno. La salida de gases del ventilador debe ser de diámetro 600. La sección de la chimenea debe tener dichas medidas y no podrá ensancharse o estrecharse en ninguno de sus tramos con el fin de mantener el rendimiento.

La boca de salida de humos al exterior, debe estar situada, como mínimo, 1 metro por encima del punto más alto del tejado del edificio situado a menos de 10 metros de la nave en la que esté instalada la máquina. La construcción de esta chimenea corre a cargo del usuario. Esta chimenea se instalará después de terminar el montaje de la máquina.

3. INDICACIONES DE LA MAQUINA

3.1 DESCRIPCION DE LA MAQUINA

La máquina secadora/termo-fijadora rame se desglosa en 3 partes claramente diferenciables. Siguiendo la dirección de circulación del tejido se halla la 1ª parte a la que llamaremos *zona de entrada*. En esta zona se encuentran: la pasarela de servicio, las bancadas de entrada y los brazos de entrada.

3.1.1 PASARELA DE SERVICIO:

Es la zona por donde el operador de la máquina puede circular y desde la cual tiene acceso al tejido y a todos los mandos y accionadores para controlar y gobernar la máquina.

3.1.2 BANCADAS DE ENTRADA:

Son unas estructuras metálicas cuya misión es la de sustentar los cilindros de pasaje y arrastre del tejido, los sistemas de accionamiento de los mismos y los brazos de entrada.

Encima de estas bancadas se encuentra la pantalla táctil en el cual se hallan los controles de regulación de temperatura de la cámara, de las turbinas, etc.

3.1.3 BRAZOS DE ENTRADA:

Tienen como principal misión la de alimentar a la máquina de tejido a procesar. A través de la cadena que pasa por las guías de dichos brazos y que se desliza por los grafitos ubicados en dicha guía. (ver fig. 21).

Encima de los brazos de entrada encontramos una serie de mecanismos destinados a conseguir un correcto guiado y control del tejido como son; mecanismo abridor de orillos, sobrealimentación, etc. así como los pulsadores y reguladores que controlan dichos mecanismos. (ver fig. 7).

A la 2ª parte de la máquina la llamaremos *cámara*. Esta es la zona "caliente" de la máquina, en el interior de la cual tiene lugar el proceso de secado y termofijado del tejido.

Esta zona está formada por una estructura metálica que soporta las guías de conducción del tejido y los paneles de aislamiento que la recubren.

En la cámara se encuentra:

3.1.4 SISTEMA DE CALEFACCIONADO el cual puede ser mediante quemadores a gas o bien con radiadores de termofluido.

3.1.5 VENTILADORES o turbinas de circulación de aire con sus motores de corriente alterna.

3.1.6 TOBERAS que distribuyen el aire por todo el ancho del tejido.

3.1.7 PIEZAS DE PASO conductos que distribuyen el aire caliente desde el quemador a las toberas.

3.1.8 SONDAS PT100 para el control de temperatura.

3.1.9 HUSILLOS para la regulación del ancho del tejido con accionamiento a través de moto-reductores.

3.1.10 TUBERIA DE EXTRACCION de humos con sus ventiladores extractores situados sobre el techo de la cámara que expulsan los humos y gases al exterior.

3.1.11 PANELES DE AISLAMIENTO situados alrededor de la cámara y en el techo para aislarla.

A la 3ª parte de la máquina la llamaremos *zona de salida*.

En esta zona se encuentran las bancadas, los brazos de salida, la pasarela de servicio, el accionamiento principal, el plegador "vaiven" y el enrollador carro-bota.

3.1.12 PASARELA DE SERVICIO: Es la zona por donde el 2º operador de la máquina puede circular y desde la cual tiene acceso a los mandos y al tejido.

3.1.13 BANCADAS DE SALIDA: Son unas estructuras metálicas cuya misión es la de sustentar el sistema de accionamiento del cilindro de arrastre del tejido y los brazos de salida.

3.1.14 BRAZOS DE SALIDA: Tienen como principal misión la de guiar al tejido entregándolo al sistema de enrollado situado al final de la instalación. Estos brazos también sirven de soporte al mecanismo cortador de orillos.

3.1.15 ACCIONAMIENTO PRINCIPAL: Este grupo es el sistema motriz de arrastre de la cadena y está constituido por dos motores independientes de corriente alterna y un reductor acoplados a un sistema de piñones y cadenas que transmiten la fuerza a los platos que hacen girar la cadena de cada uno de los brazos. (ver fig. 27).

3.2 RESGUARDOS Y DISPOSITIVOS DE PROTECCION

3.2.1 PUERTAS ACCESO CAMARA DE SECADO:

Las puertas de acceso a la cámara pueden abrirse desde el exterior mediante la ayuda de dos manecillas que se adaptan a los segmentos hexagonales que sobresalen de la puerta. Se suministra un juego de 2 llaves + 2 de repuesto.

Desde el interior de la cámara también pueden abrirse las puertas accionando sobre la palanca que está integrada a la pieza de cierre de la misma.

IMPORTANTE: NO ACCEDER AL INTERIOR DE LA CAMARA CUANDO LA MAQUINA ESTE EN FUNCIONAMIENTO.

3.2.2. CADENA DE CIRCULACION DEL TEJIDO:

La cadena de circulación del tejido, en su paso por el exterior de la cámara representaría un peligro, principalmente en los puntos de retorno y arrastre. Esto tiene lugar en los brazos de entrada y de salida mediante ruedas dentadas. Estos elementos, ruedas y brazos, están cubiertos con protecciones metálicas que deberán estar siempre en su sitio mientras la máquina esté en funcionamiento. Sólo se podrán quitar en los mantenimientos y con la precaución de volver a situarlas en su sitio una vez terminado dicho trabajo.

3.3 APLICACIONES PARA LA QUE ESTA PREVISTA LA RAME

Esta máquina tiene aplicación **UNICAMENTE** para usos textiles. La RAME es una máquina acabadora, secadora y termofijadora de tejido, ya sea para género de punto o tejido a la plana. El fabricante elude

cualquier responsabilidad penal en caso de accidente por haber introducido cualquier otro objeto, animal o persona en el interior de la máquina. Esta es, de forma genérica, la definición de la máquina rame, sin embargo, podemos distinguir cuatro apartados específicos que hacen referencia al uso de la máquina:

3.3.1. FIJACION DE FIBRAS O TERMOFIJACION:

El objetivo es dar a los tejidos de fibras sintéticas (poliéster, poliamidas, etc.) o mezclas de fibras sintéticas con fibras naturales (poliéster + algodón, etc.), una estabilidad dimensional, tanto en anchura como a lo largo de la pieza. En el caso del género de punto, una finalidad prioritaria es la eliminación de la tensión latente producida al fabricar el hilo.

3.3.2. POLIMERIZACION O CONDENSACION:

Es preciso fijar en los tejidos, un producto (diferentes tipos de resina) a fin de darles una estabilidad o un tacto específico, bien inmediatamente, bien después de un principio dado.

3.3.3. FIJACION DE COLORANTE O TERMOSOLADO:

En este caso, lo que se trata de efectuar es la fijación de colorante en el centro de la fibra. El termosolado es la absorción de los colorantes por medio de las moléculas.

3.3.4. GELIFICACION Y VULCANIZACION:

Estos tratamientos consisten en garantizar un grado de transformación de un producto sobre una base para fijarlos. Por ejemplo, dar consistencia a un recubrimiento de poliuretano (PU), cloruro de poli vinilo (PVC), etc. sobre un tejido base. Para materiales no tratables ver apartado siguiente (3.4).

3.4 MATERIALES NO TRATABLES

3.4.1. DISOLVENTES:

La RAME a la que se hace referencia en este manual, no está preparada para procesar materiales que contengan disolventes o derivados del petróleo. Estos materiales, debido a su fácil y rápida evaporación, pueden crear atmósferas explosivas, con el consiguiente peligro de que una chispa fortuita pueda originar una explosión o incendio.

3.4.2. PRODUCTOS CORROSIVOS:

El procesado de tejidos conteniendo productos corrosivos (cloro, sal fuman, etc.) produciría un deterioro irreversible a la máquina. Con el tiempo, los elementos metálicos del interior de la cámara llegarían a descomponerse.

Esta hoja informativa con indicaciones de peligro y seguridad, es complementaria a las instrucciones de servicio. Su contenido debe observarse atentamente.



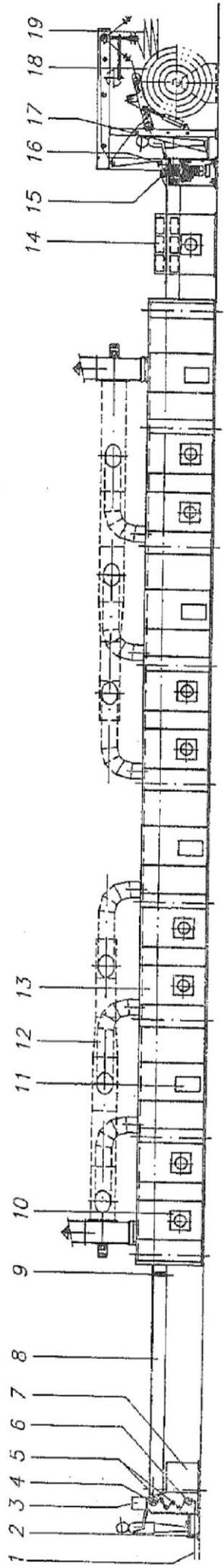
PELIGRO

Esta máquina tiene elementos conectados a energía eléctrica y elementos mecánicos. Durante su funcionamiento tiene algunas partes descubiertas sometidas a tensiones peligrosas, pudiendo haber otras sujetas a movimiento o rotación. Por este motivo pueden dar origen a graves daños personales o materiales si, por ejemplo, se eliminan indebidamente las cubiertas y protecciones necesarias, se hace uso indebido de las mismas, se manejan erróneamente o no se practican en ellas las suficientes operaciones de mantenimiento.

- 1- TEJIDO
- 2- PASARELA DE ENTRADA
- 3- CONTROL RAME (PANTALLA TÁCTIL)
- 4- CILINDRO SUPERIOR DE ENTRADA
- 5- CILINDROS ABRIDORES
- 6- CILINDRO INFERIOR DE ENTRADA

- 7- BANCADAS DE ENTRADA
- 8- BRAZOS DE ENTRADA
- 9- ARTICULACION DE LAS GUIAS
- 10- VENTILADORES DE LA CAMARA
- 11- QUEMADOR "MAXON"
- 12- TUBERIA DE EXTRACCION

- 13- CAMARA
- 14- REFRIGERADOR
- 15- CILINDRO DESCILAVADOR
- 16- CILINDRO LLAMADOR DE SALIDA
- 17- PASARELA DE SALIDA
- 18- ENROLLADOR CARRO BOTA
- 19- PLEGADOR A VAVEN



Dibuixat	Data	Norm		Modif.
Compro.	14-02-03	Albert		TEX-COY S.L.
Escola	Màquina RAME VERTICAL		S.A. BENGUEREL TARRADÉLL-BARCELONA	Substitueix:
Model	RV		Denominació	Substituit per:
			ESQUEMA	N.º Plànol
			GENERAL	EG-TEXCOY
				Grup
				DIN 3



fig. 1.7

Comparativas toberas

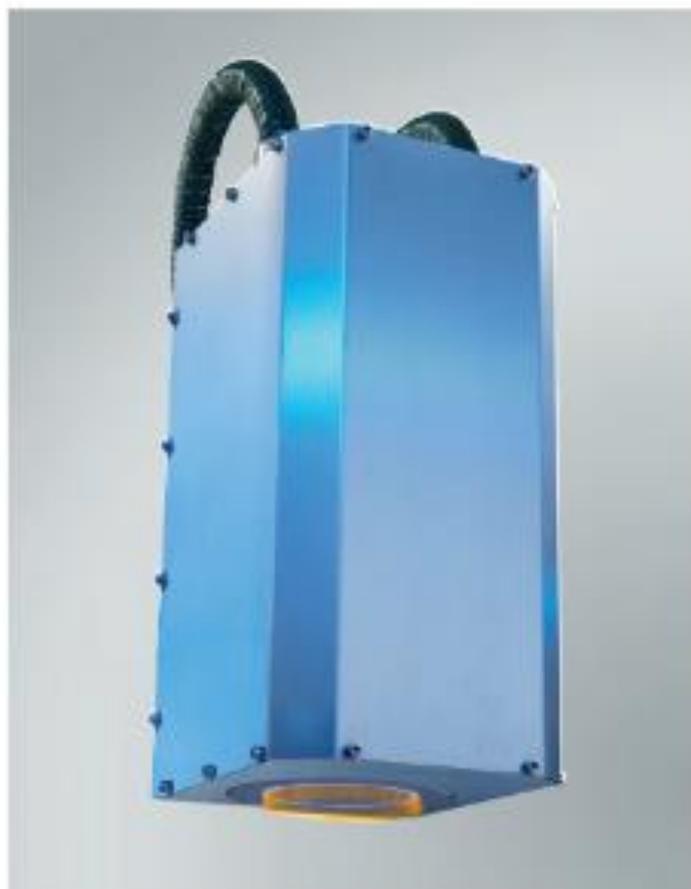
Vista General: Toberas de Plasma

Tobera de plasma/Tipo	PFW10	PFW20	RD1004	RD2004	RD2005	RD1010
						
Sistema	Tobera de plasma individual	Tobera de plasma individual	Tobera de plasma individual, rotativa	Tobera de plasma individual, rotativa	Unidad rotativa con dos toberas de plasma	Unidad rotativa con dos toberas de plasma
Extensión de tratamiento	Según el material a tratar y la distancia entre 4 y 20 mm	Según el material a tratar y la distancia entre 4 y 15 mm	Según el material a tratar y la distancia de hasta 50 mm	Según el material a tratar y la distancia de hasta 50 mm	Según el material a tratar y la distancia de hasta 50 mm	Según el material a tratar y la distancia de hasta 100 mm
Velocidad relativa a la superficie	Max. 900 m/min.	Max. 600 m/min	Max. 22 m/min. para extensión de tratamiento 40 mm.	Max. 22 m/min. para extensión de tratamiento 40 mm.	Estándar: 35 m/min	Estándar: 30 m/min. Opcional: 50 m/min
Rango de distancia efectiva a la superficie según la boquilla de la tobera	Entre 5 y 25 mm.	Entre 5 y 25 mm.	Entre 4 y 15 mm.	Entre 4 y 15 mm.	Entre 5 y 20 mm.	Entre 5 y 20 mm.
Peso	< 1 kg	0,6 kg	4,2 kg	Aprox. 1,8 kg	4,9 kg	Aprox. 22 kg; Incl. protección contra contactos accidentales 38 kg
Gas de trabajo (Aire comprimido libre de agua y aceite)	Aprox. 2.000 Nl/h	Aprox. 2.000 Nl/h	Aprox. 2.500 Nl/h	Aprox. 2.500 Nl/h	Aprox. 4.000 Nl/h	Aprox. 4.000 Nl/h
Frecuencia de trabajo	16 – 25 kHz	16 – 25 kHz	16 – 25 kHz	19 – 23 kHz	16 – 25 kHz	16 – 25 kHz
Tensión de electrodos	3 – 5 kV	3 – 5 kV	3 – 5 kV			
Opcional	Conexión de las líneas de suministro en un ángulo de 90 ° (versión R)	Conexión de las líneas de suministro en un ángulo de 90 ° (versión R)	Conexión de las líneas de suministro en un ángulo de 90 ° (versión R)	Conexión de las líneas de suministro en un ángulo de 90 ° (versión R), Actualización de la boquilla de orientación manual (versión H)	Boquillas independiente en sistemas en línea	Diseño con ajustable RD10xx tratamiento anchura

Catalogo toberas

Boquilla para tobera de plasma RD1010

Para pretratamiento de componentes planos y películas plásticas



Tobera rotativa con dos boquillas

El tratamiento con plasma se realiza mediante dos boquillas individuales, las cuales circulan por una eje de rotación común. El chorro de plasma sale lateralmente de la boquilla de la tobera. Este plasma se genera por descarga de alta tensión en condiciones de presión atmosférica dentro de la tobera y se transporta a la superficie del componente a tratar a través del caudal de aire en el interior. El componente es libre de potencial. Los sistemas RD1010 son adecuados sobretudo para superficies sensibles y geométricamente planas. La calidad de tratamiento se mejora adicionalmente, por la combinación de reacciones físicas, así como químicas. La modificación superficial provoca la eliminación de los hidrocarburos, así como incremento en la permeabilidad de la superficie.

Mediante la rotación se logra alta velocidad relativa del aire con respecto al componente o a la película plástica a tratar. De esta manera, el pretratamiento realizado posee un alto grado de homogeneidad, tiene muy poca influencia térmica y dispone de ventana de proceso muy amplia.

Con las boquillas RD1010, dependiendo del número de rotaciones y del diámetro de la zona a tratar, se puede alcanzar una velocidad de procedimiento hasta max. 50 m/min (ejecución especial).

Campo típico de aplicación:

- Pretratamiento en línea de envases plásticos, antes de la aplicación de etiquetado con adhesivos a base agua.
- Limpieza de circuitos impresos, antes de impresión de recubrimiento resistente. Ancho del tratamiento: 100 mm
- Pretratamiento unilaterial de películas plásticas al más alto nivel (> 72 mN/m)
- Limpieza uniforme de superficies planas de vidrio o espejo, antes de la aplicación del adhesivo

Foto: Pretratamiento en línea
con el sistema RD1010



Datos técnicos

Opción: Control del proceso

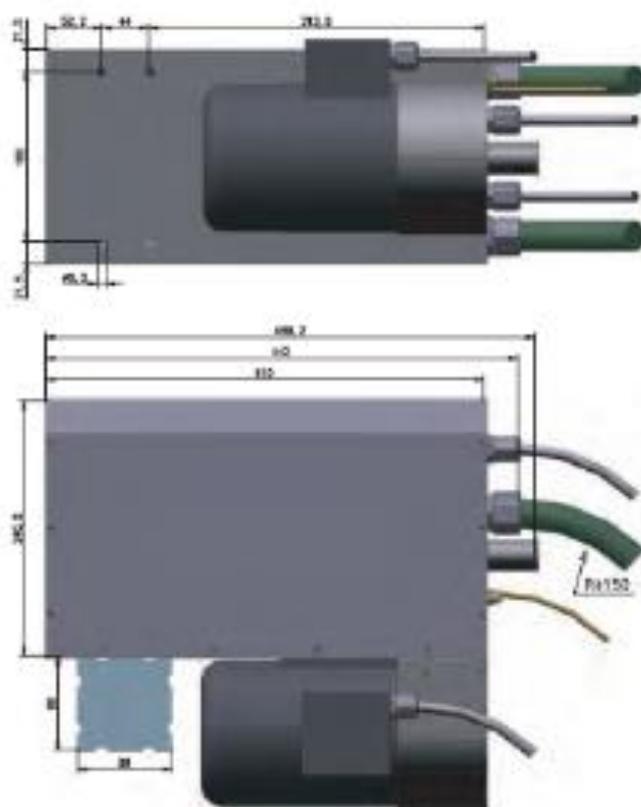
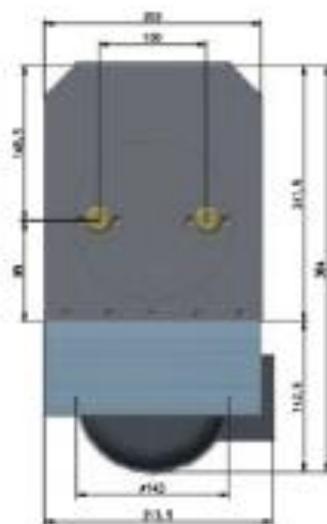
Durante la rotación de la boquilla se determina la dispersión de luz provocada por el plasma y se controla que la intensidad necesaria para el procedimiento sea dentro del espectro respectivo.

Dicho control se realiza independientemente de la generación de plasma y proporciona información sustancial sobre los parámetros de proceso.

Datos técnicos:

Frecuencia de trabajo	19 – 23 kHz
Tensión de electrodos / Potencia de plasma	3 – 5 kV / 500 ... 1000 W
Generador de plasma / Equipo de alta tensión	min. FG5001; HTR22
Cable de conexión de la tobera de plasma y del motor de accionamiento	2 fuente de alimentación protegida conforme a EMC, D = 28 mm; alimentación protegida, D = 17 mm. L = 2,5m.
Rotación de la tobera	> 1.400 r/min.
Extensión de tratamiento	100 mm
Velocidad relativa a la superficie	a 30 m./min., opcional 50 m/min
Rango de distancia efectiva a la superficie según la boquilla de la tobera	entre 5 y 20 mm.
Peso	22 / 38 kg
Gas de trabajo	aire comprimido libre de agua y aceite (4000 NI/h)

Croquis de instalación: Forma constructiva tipo U (Reservados posibles cambios técnicos)



Antes de instalación de nuestros sistemas Oponair®-Plasmatreat, se ruega consultar nuestra ficha técnica "Medidas generales de seguridad".



Comparativas generadores de plasma

Visión general de los generadores de la serie 5000

Serie del generador	FG5001	FG5002 / FG5005	FG5002S / FG5005S
			
Sistema	Sistema de descarga de impulsos doble-resonancia, protección contra cortocircuitos	Sistema de descarga de impulsos doble-resonancia, protección contra cortocircuitos	Sistema de descarga de impulsos doble-resonancia, protección contra cortocircuitos
Tensión de entrada	límite de la tensión 100 – 260 V, 50 – 60 Hz (+/-5%)	límite de la tensión 360 – 510 V, 50-60Hz (+/-5%)	límite de la tensión 360 – 510 V, 50-60Hz (+/-5%)
Potencia total	1 kVA	FG5002: 2 kVA, FG5005: 5 kVA	FG5002S: 2 kVA, FG5005S: 5 kVA
Tensión de Salida	Aprox. 1000 Vss	Aprox. 1000 Vss	Aprox. 1000 Vss
Temperatura ambiente	0°C a +40°C	0°C a +40°C	0°C a +40°C
Dimensiones (AxPxH)	A 590 x P 250 x H 530 mm manejo lateral u opcionalmente manejo frontal	A 600 (para la E -versión +100 mm (opcionalmente)) x P 540 x H 1450 mm (opcionalmente ruedas)	A 600 (para la E -versión +100 mm (opcionalmente)) x P 540 x H 1450 mm (opcionalmente ruedas)
Peso	Aprox. 26 kg	FG5002: aprox. 141 kg, FG5005: aprox. 145,5 kg	FG5002: aprox. 142,5 kg, FG5005: aprox. 147 kg
Color	RAL diseño blanco	RAL diseño blanco	RAL diseño blanco
Toberas de plasma conectables al sistema	2 x PFW10; PFW20 o 2 x RD1004; RD2004 RD2004 (con caja de extensión) o 1 x RD1010 o 1 x RD2005	FG5002: 4 x PFW10; PFW20, RD1004, RD2004 o 2 x RD1010; RD2005 FG5005: 8 x PFW10; PFW20, RD1004, RD2004 o 4 x RD1010; RD2005	FG5002: 4 x PFW10; PFW20, RD1004, RD2004 o 2 x RD1010; RD2005 FG5005: 8 x PFW10; PFW20, RD1004, RD2004 o 4 x RD1010; RD2005
Panel de control / Pantalla indicadora	Teclado de membrana, opcionalmente del lado frontal	Teclado de membrana	Panel táctil de color
Funciones de control de proceso	Control de presión de aire de entrada Sensor de fibra óptica (opcionalmente) Control de rotación (opcionalmente)	Control de presión de aire de entrada Sensor de fibra óptica Control de rotación	Tensión, corriente, presión de aire en la tobera, sensor de fibra óptica, control de rotación, diagnóstico detallado del proceso incluso histograma



Comparativas unidades de alta tensión

Vista general: Unidades de alta tensión

Transformador / Tipo	HTR12	HTR22	HTR11
			
Tensión de entrada	1,000 V-	1,000 V-	1,000 V-
Tensión de salida	Aprox. 20 kVss; 19 – 23 kHz	Aprox. 20 kVss; 19 – 23 kHz	Aprox. 20 kVss; 19 – 23 kHz
Potencia	Max. 1,5 kVA	Max. 3 kVA	Max. 1,5 kVA
Temperatura ambiente admisible	-15°C a +45°C	-15°C a +45°C	-15°C a +45°C
Peso	Aprox. 10 Kg. (incl. DVE10)	Aprox. 16 Kg. (incl. DVE10)	Aprox. 2,5 kg
Dimensiones totales, sin soporte (W x H x D)	160 x 293 x 160 mm.	360 x 293 x 160 mm	Dependiente del sistema
Conexión de la tobera de plasma a la red eléctrica	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 28 mm; L= = 2,5 m (Estándar 2,5 m.)	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 28 mm; L= = 2,5 m (Estándar 2,5 m.)	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 28 mm; L= = 2,5 m. (Estándar 2,5 m.)
Conexión del generador a la red eléctrica	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 15 mm; L= = 15 m (Estándar 7 m) con enchufe eléctrico para el generador	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 15 mm; L= = 15 m (Estándar 7 m) con enchufe eléctrico para el generador	Fuente de alimentación protegida conforme a EMC, Ø = 15 mm; L= = 15 m (Estándar 7 m) con enchufe eléctrico para el generador
Aislamiento	Libre de aceite, colado en seco	Libre de aceite, colado en seco	Libre de aceite, colado en seco
Ejecución	Carcasa de metal resistente, alimentación protegida EMC	Carcasa de metal resistente, alimentación protegida EMC	Caja metálica de conexiones eléctrica (No integrada)
Color	Lacado en negro, RAL 9005	Lacado en negro, RAL 9005	Según especificación del cliente
Tipo de protección	IP 54	IP 54	IP 54 (También mayor si se requiere)



Presupuesto óxido de grafeno

Graphenea S.A.
Milelegui Pasealekua, 83
E-20080 Donostia - San Sebastián
+34 943 980 962
Spain



Quote

Date: 24/07/2017
Contact Person: Jesus de la Fuente
Email: info@graphenea.com
Phone: +34 943 980962
Our VAT ID: ES A75032600
Quote Number: 20170724/00

Bill to		Ship to	
Organization:	Maria Jordá Rcolid	Organization:	Maria Jordá Rcolid
Contact Name:	majorreo@apza.upv.es	Contact Name:	majorreo@apza.upv.es
Address:	Universidad Politécnica de Valencia Campus Miris Spain	Address:	Universidad Politécnica de Valencia Campus Miris Spain

Item	Description	Qty	Price (EUR)	Total (EUR)
1	Graphene Oxide Custom Dispersion (3g/L, 750L) GO real content 2250 g	2250	4	9000
Subtotal/Items Total (w/o VAT)				
VAT				
VAT base				9.000,00
VAT rate				21%
VAT (USD)				1890
TOTAL AMOUNT (EUR)				10.890,00

Terms and conditions	
Country of origin:	Spain
Shipping agency:	DHL
Incoterms:	DAP