

MANUAL DE USUARIO

Limpieza Láser

LC-CLEAN 300W P

FABRICANTE:

LASERCOMERCIAL ENTERPRISE

B67583120

C/PERE ANDORRÀ, 5, NAVE 6, 08650 SALLEN
(BARCELONA) ESPAÑA





CONTENIDO

AVISOS LEGALES	5
CAPÍTULO 0 - PREFACIO	6
Destinatarios E INFORMACIÓN GENERAL	6
SÍMBOLOS, AVISOS Y CATEGORIZACIONES UTILIZADAS EN ESTE MANUAL	7
CAPÍTULO 1 - RESUMEN.....	8
1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
1.2 REFERENCIAS.....	8
1.3 TIPOS DE USO	9
1.3.1 USO PREVISTO	9
1.3.2 USO NO PREVISTO (USO INDEBIDO PREVISIBLE).....	10
1.4 CERTIFICACIÓN.....	11
CAPÍTULO 2 - INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD LÁSER	13
2.1 SÍMBOLOS Y AVISOS EN ESTE MANUAL.....	13
2.2 CLASES DE LASER	14
2.3 CLASIFICACIÓN DEL LÁSER.....	15
2.3.1 PARÁMETROS DEL LÁSER	17
2.4 RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE EL EQUIPO LÁSER.....	19
2.4.1 PELIGROS DURANTE EL PROCESO DE LIMPIEZA: GASES, HUMO Y POLVO	25
2.5 SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD	26
2.5.1 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE EL EQUIPO LÁSER Y ETQUETADO	27
2.5.2 CREACIÓN DE LA SALA LÁSER.....	29
2.5.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DESIGNACIÓN DE RESPONSABLES	31
2.5.4 CONTROLES ADMINISTRATIVOS	31
2.5.5 GENERALIDADES	32
2.5.6 RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS QUE OPEREN LA MÁQUINA Y LOS USUARIOS DE LA MISMA.....	34
2.6 ADVERTENCIAS DURANTE EL TRABAJO CON LIMPIEZA LÁSER.....	36
2.7 PROHIBICIONES	36
2.8 EPI's.....	37
2.9 DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA	42
2.10 FORMACIÓN	43
2.11 NORMATIVAS.....	43



CAPÍTULO 3 - LIMPIEZA LÁSER	44
3.1 DESCRIPCIÓN	44
3.2 DIFERENCIAS, VENTAJAS E INCONVENIENTES RESPECTO AL GRANALLADO ..	44
3.2.1 VENTAJAS DE LA LIMPIEZA POR GRANALLADO	44
3.2.2 DESVENTAJAS DE LA LIMPIEZA POR GRANALLADO	44
3.3 APLICACIONES DE LA LIMPIEZA LÁSER	45
CAPÍTULO 4 – COMPONENTES PRINCIPALES	46
4.1 RESONADOR LÁSER	46
4.2 PISTOLA LÁSER	46
4.3 Circuito de aire exterior.....	47
4.4 PARTE TRASERA.....	48
CAPÍTULO 5 – UTILIZACIÓN DEL EQUIPO	50
5.1 CONEXIÓN ELÉCTRICA.....	50
5.2 ENCENDIDO Y APAGADO	50
5.2.1 ENCENDIDO	50
5.2.2 APAGADO	50
5.3 PANEL DE CONTROL	51
5.3.1 INICIO del software.....	51
5.4 LIMPIEZA	51
5.4.1 LIMPIAR	52
5.4.2 OSCILACIÓN	52
5.4.3 POTENCIA.....	53
5.5 CONFIGURACIÓN	55
5.5.1 CORREGIR.....	56
5.5.2 I/O.....	57
5.5.3 TEMPERATURA	57
5.5.4 USUARIOS.....	58
5.5.5 OTROS.....	59
5.5.6 VERSIONES.....	60
5.5.7 RAMPA DE POTENCIA	60
5.5.8 PARÁMETROS DINÁMICOS.....	61
5.9 FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PISTOLA.....	62
5.9.1 SISTEMA GALVANOMÉTRICO	62
5.9.2 LENTE.....	63



5.9.3 PROTECTOR DE LENTE	63
5.9.4 DISTANCIA FOCAL	63
5.9.5 PARAMETRAJE	64
5.10 ERRORES TIPICOS	66
5.10.1 ERROR DE TEMPERATURA.....	66
5.10.2 fallo de uno de los ejes	66
5.10.3 el laser no emite	67
CAPÍTULO 6 - MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	68
6.1 REEMPLAZO DEL PROTECTOR DE LENTE.....	68
6.2 INSPECCIÓN DEL CONECTOR DE LA PISTOLA	69
6.3 PISTOLA.....	69
6.4 FILTRO DEL CIRCUITO DE AIRE	69
6.5 INSPECCIONES PERIÓDICAS	70
CAPÍTULO 7 - GARANTÍA Y CONDICIONES.....	72
7.1 GARANTÍAS	72
7.2 CONDICIONES Y RESPONSABILIDAD.....	72
7.3 PROCEDIMIENTO	73



AVISOS LEGALES

Aviso de exención de responsabilidad

© Lasercomercial Enterprise, SLU, 2020. Todos los derechos reservados. Está prohibido copiar, reproducir, transmitir, almacenar en un sistema de recuperación o adaptar esta publicación, en cualquier forma, en cualquier medio o por cualquier medio, sin el permiso previo por escrito de LC Lasers, salvo lo permitido por las leyes de derechos de autor aplicables. Las copias autorizadas deberán llevar los mismos avisos de derechos de autor y de propiedad que figuraban en la versión original.

Este manual está sujeto a cambios y revisiones sin previo aviso. LC Lasers presenta esta información como precisa y fiable, no obstante, LC Lasers no ofrece **ninguna garantía ni representación, expresa o implícita, en relación con este documento, incluyendo, sin limitación, cualquier garantía implícita de comerciabilidad o idoneidad para un uso, propósito o aplicación particular**, ya sea solo o en combinación con cualquier otro dispositivo, equipo, aparato, material o proceso.

Los usuarios deben asumir toda la responsabilidad por el uso de cualquier producto. **LC Lasers rechaza cualquier tipo de responsabilidad por cualquier daño incidental, consecuente, indirecto o especial, incluyendo, sin limitación, la pérdida de beneficios, la pérdida de costes de producción o daños similares, en relación con el suministro, el rendimiento o el uso de este producto.**

Así mismo, LC Lasers no asume la responsabilidad por el uso de la información contenida en este documento ni por la infracción de patentes u otros derechos de terceros que pueda resultar de su uso. LC Lasers no se responsabiliza de los errores u omisiones de este documento ni de los daños incidentales, consecuentes, indirectos o especiales, incluyendo, sin limitación, la pérdida de beneficios, la pérdida de costes de producción o daños similares, en relación con el suministro, el rendimiento o el uso de este material.

LC Lasers no concede ninguna licencia, directa o indirecta, en virtud de ninguna patente u otros derechos de propiedad intelectual para el uso de la información proporcionada en este documento.



CAPÍTULO 0 - PREFACIO

Este manual es de lectura y cumplimiento obligatorio por toda persona que se encuentre en la zona láser controlada.

Todos los usuarios deben revisar la guía de usuario en su totalidad y recibir una formación completa por personal autorizado antes de usar el dispositivo

El idioma original de este manual es el español.

DESTINATARIOS E INFORMACIÓN GENERAL

Esta guía está destinada a todos los propietarios y operadores del dispositivo LC-CLEAN 300W P, así como a todas las personas que trabajen y se encuentren en zonas cercadas al equipo láser cuando este esté siendo utilizado.

Todos los usuarios de este producto deben estar formados en seguridad láser, y deben seguir todas las instrucciones y advertencias de seguridad de la guía de usuario, las etiquetas de seguridad del EQUIPO y todas las normas, leyes y reglamentos de seguridad aplicables. En la elaboración de este manual se han tenido en cuenta las siguientes normas y directivas, que pueden ser consultadas para una mayor comprensión del contenido:

- UNE-EN 60825-1:2015 Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos.
- UNE-EN 60825-4:2006 Seguridad de los productos láser. Parte 4: Sistemas de protección frente a la radiación láser.
- IEC / TR 60825-14:2004 Safety of Laser products – Part 14: A user's guide
- EN ISO 11553-1:2020 Seguridad de las máquinas. Máquinas de procesamiento láser. Parte 1: Requisitos generales de seguridad.
- UNE-EN 12254:2010 Pantallas para puestos de trabajo con láseres. Requisitos de seguridad y ensayos.
- UNE-EN 207:2018 Equipo de protección individual de los ojos. Filtros y protecciones de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser).
- Directiva 2006/25/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).
- Real decreto RD 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. BOE nº 99 24/04/2010.
- ANSI Z136.9:2013 American National Standard for Safe Use of Lasers in Manufacturing Environments.
-



SÍMBOLOS, AVISOS Y CATEGORIZACIONES UTILIZADAS EN ESTE MANUAL

SEÑALIZACIÓN Y/O SÍMBOLO	EXPLICACIÓN
 <u>PELIGRO</u>	Este concepto y señalización indica un peligro importante a tener en cuenta. Si no se evita este peligro, puede provocar muertes, lesiones graves.
	Esta señalización indica 'ADVERTENCIA', va acompañado de una explicación importante para la seguridad y uso del equipo por parte del usuario.
 IMPORTANTE	Esta señalización va acompañada de una explicación que se le debe poner especial atención ya que esta destacada.



CAPÍTULO 1 - RESUMEN

1.1 INTRODUCCIÓN

Este manual contiene toda la información necesaria relacionada con el equipo de limpieza Láser LC-CLEAN 300W P, y ha sido realizado por LC LASERS. Esto es una guía recopilada con experiencia y dedicación para facilitar la comprensión y el uso del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P por parte del usuario final. Con el fin de hacer un uso continuado y duradero del equipo, la persona o personas que vayan a operar el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P deben conocer la instalación, la operación, el mantenimiento y los sistemas de seguridad del mismo.

Muy importante: Leer íntegramente el manual antes de utilizar el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P. Conservar el manual con la máquina, en caso de venta o cesión del equipo a terceros, facilitar el manual de utilización.

Antes de la instalación y utilización lea y siga las instrucciones de este manual de empleo. Los daños a personas y/o materiales pueden ser producto de no seguir con las indicaciones que se exponen a continuación.

El funcionamiento del sistema sólo se permite con equipos y repuestos suministrados o incluidos en las piezas del fabricante, cualquier tipo de modificación deliberada por parte del usuario sin consultar con el fabricante puede suponer un riesgo para la salud de las personas que lleven a cabo el uso de la máquina.

El equipo debe ser manipulado por personal formado y autorizado por la empresa usuaria.

La máquina cumple con todas las regulaciones de seguridad establecidas. Sin embargo, pueden surgir peligros si la máquina es operada por personal no capacitado, utilizada incorrectamente o empleada para fines distintos a aquellos para los que fue específicamente fabricada. Este capítulo proporciona una descripción general de todas las consideraciones de seguridad importantes necesarias para optimizar la seguridad y garantizar el funcionamiento seguro y sin problemas de la máquina.

Otros capítulos de este manual también contienen instrucciones de seguridad específicas.

Los letreros, etiquetas y pictogramas adheridos a la máquina deben mantenerse visibles y no deben quitarse.

1.2 REFERENCIAS

En la elaboración de este manual se han tenido en cuenta las siguientes normas y directivas, que pueden ser consultadas para una mayor comprensión del contenido:



- UNE-EN 60825-1:2015 Seguridad de los productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos.
- UNE-EN 60825-4:2006 Seguridad de los productos láser. Parte 4: Sistemas de protección frente a la radiación láser.
- IEC / TR 60825-14:2004 Safety of Laser products – Part 14: A user's guide
- EN ISO 11553-1:2020 Seguridad de las máquinas. Máquinas de procesamiento láser. Parte 1: Requisitos generales de seguridad.
- UNE-EN 12254:2010 Pantallas para puestos de trabajo con láseres. Requisitos de seguridad y ensayos.
- UNE-EN 207:2018 Equipo de protección individual de los ojos. Filtros y protecciones de los ojos contra la radiación láser (gafas de protección láser).
- Directiva 2006/25/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).
- Real decreto RD 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. BOE nº 99 24/04/2010.
- ANSI Z136.9:2013 American National Standard for Safe Use of Lasers in Manufacturing Environments.

1.3 TIPOS DE USO

1.3.1 USO PREVISTO

La limpieza láser cada vez está más presente en diferentes industrias y trabajos. Algunas de las aplicaciones de limpieza láser son las siguientes:

- Retirada de pintura de aviones y vehículos
- Limpieza de paredes o exteriores de algunos edificios
- Limpieza en la industria electrónica
- Limpieza de soldaduras
- Preparación de materiales para ser soldados
- Retirada parcial de capas de pintura o revestimientos
- Limpieza de piezas industriales o cintas y mallas con suciedad acumulada
- Retirada de óxido de metales

Este equipo láser está fabricado específicamente para trabajar con su software incorporado y los usos preparados para esta máquina, se debe tener en cuenta:

- a) Limpiar materiales adecuados con los parámetros adecuados que se requieren
- b) La máquina de limpieza láser debe ser utilizada y manipulada por aquel personal que esté familiarizado con el equipo, su uso y funcionamiento de este.



- c) El incumplimiento u omisión de las instrucciones y advertencias comprendidas en este manual de instrucciones excluye cualquier responsabilidad a LC LASERS, fabricante del equipo.
- d) Se deben utilizar todas las medidas preventivas de seguridad comprendidas en este manual.



Para trabajar otros materiales o aleaciones especiales no especificadas en la anterior lista, consultar con el servicio técnico de LC para su seguridad.

1.3.2 USO NO PREVISTO (USO INDEBIDO PREVISIBLE)



En ningún caso se usará la máquina de limpieza láser para otro fin que no sea limpiar los materiales indicados y aptos para la limpieza láser.

Tal como se indica en los puntos anteriores, se puede elegir el tipo de limpieza a realizar, pero no para otro fin diferente. El usuario de la máquina de limpieza láser está obligado a usar los EPIS indicados para realizar un buen uso previsto de la máquina.



En ningún caso trabajar o estar cerca de la máquina láser sin las gafas de protección láser adecuadas.

En ningún caso se debe utilizar la máquina de limpieza láser para trabajar objetos que puedan herir a las personas o los animales o deteriorar construcciones y objetos de valor o similares.

En ningún caso se debe apuntar con la pistola láser a seres vivos, materiales delicados, estructuras, construcciones, material eléctrico, aparatos eléctricos, instalaciones eléctricas, vehículos, automóviles ni otro objeto que se aleje del trabajo de limpieza en sí. Pueden resultar de estas acciones accidentes graves para las personas, los animales, e instalaciones de valor. LC queda exento de toda culpa y repercusión legal, penal o administrativa derivada del mal uso de la máquina de limpieza láser no previsto en este manual.

Entre los ejemplos de uso indebido del producto se encuentran los siguientes:

1. Trabajar sin seguir las medidas de seguridad explicadas específicamente en esta guía.
2. El uso de este producto por personas no capacitadas en cualquier área.



3. Medidas de protección inadecuadas en el lugar de trabajo. Las medidas de protección clave incluyen: (1) Establecer una zona láser controlada con una entrada restringida mediante interbloqueo; (2) proporcionar EPI a TODOS los trabajadores dentro de la zona láser controlada (por ejemplo, gafas de seguridad láser, y filtros adecuados, y ropa y guantes adecuados para trabajos de limpieza).
4. La modificación o reconversión no autorizada del producto por parte del usuario o de otro personal sin la autorización expresa por escrito por parte de LC.
5. Desactivar o puentear intencionadamente los sistemas de seguridad del producto.
6. Utilizar piezas y consumibles (que no sean EPI que cumplan los requisitos de seguridad) de otros fabricantes (por ejemplo, ventana de protección, puntas de boquilla, etc.) que no cumplan los requisitos mínimos.
7. Utilizar este producto para limpiar piezas que contengan materiales distintos a los descritos en el apartado 1.2.1.
8. Retirar o dejar ilegibles el etiquetado de seguridad y los avisos de peligro.
9. Sujetar las piezas con la mano o de cualquier manera en la que el cabezal de limpieza apunte en dirección a partes del cuerpo una persona.
10. El uso de este producto por parte de cualquier persona en una zona residencial.
11. Limpiar en recipientes que contengan materiales inflamables, combustibles o desconocidos.
12. Utilizar el equipo láser para trabajos que no sean de limpieza.

1.4 CERTIFICACIÓN

LC Lasers certifica que el equipo de limpieza láser LC CLEAN 300W P ha sido inspeccionado y probado por personal autorizado.

LC CLEAN 300W P ha pasado el control de calidad de LC antes del envío del equipo láser al cliente. Este control de calidad cuenta con la revisión exhaustiva de:

- Componentes internos del equipo.
- Conductividad.
- Testeo del equipo y funcionamiento adecuado.
- Estética exterior del equipo.
- Material de recambio.

A continuación, la declaración de conformidad del equipo LC CLEAN 300W P.



Declaración CE de Conformidad

Esta decla- ración de confor- midad sigue la nor- mativa euro- pea EN ISO/ IEC 170 50-1 Decla- ración de confor- midad del pro- vee- dor. Parte 1: Requi- sitos de gen- eral es	Nosotros Laser Comercial Enterprise C/ Pere Andorrà 5, nau 6 08650 - Sallent (Barcelona)		
	declaramos, bajo nuestra única responsabilidad, que la instalación:		
	Denominación genérica: Limpieza láser Marca: LASER COMERCIAL ENTERPRISE SLU Modelo: LC-CLEAN 300W P Código de producto: LC-LL300W P Año de expedición: 2025		
	clasificada como máquina, según la directiva 2006/42/CE - <i>Directiva de Máquinas</i> , y a la que se refiere esta declaración, se adapta a lo reflejado en las siguientes normas o documentos normativos, entre otros:		
	<i>EN ISO 12100:2012 - Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo.</i> <i>EN 60204-1:2007 - Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos. Generales</i> <i>EN ISO 14110:2014 - Seguridad de las máquinas. Resguardos. Requisitos generales para el diseño y construcción de resguardos fijos y móviles.</i> <i>EN ISO 14119:2014 - Dispositivos de enclavamiento asociados a resguardos. Principios para el diseño y la selección</i> <i>EN ISO 13857:2008 - Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores</i> <i>EN ISO 13850:2007 - Parada de emergencia. Principios para el diseño.</i> <i>EN 60051-2:1993 - Compatibilidad electromagnética. Norma Genérica de emisión. Parte 2: Entorno industrial</i> <i>EN ISO 13849-1:2009/AC - Seguridad de máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño.</i> <i>EN 13849-2:2013 - Seguridad de máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 2: Validación.</i> <i>EN 13732-1:2008 - Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para evaluación respuesta humana a contacto con superficies. Superficies calientes.</i> <i>EN 1637:1999+A1 - Seguridad de las máquinas. Iluminación integrada en las máquinas</i> <i>EN 61310-2:1996 - Seguridad máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Requisitos para el marcado.</i> <i>EN 61310-3:1999 - Seguridad máquinas. Indicación, marcado y maniobra. Requisitos para la localización y funcionamiento de actuadores.</i> <i>EN 60826-1:2016 - Seguridad de productos láser. Parte 1: Clasificación de los equipos y requisitos.</i> <i>EN 60826-4:2007 - Seguridad de productos láser. Parte 4: Sistemas de protección frente a la radiación láser.</i>		
	El producto descrito es conforme con las siguientes Directivas Europeas: 2014/35/UE Directiva de Baja Tensión 2014/30/UE Directiva de Compatibilidad Electromagnética 2006/42/CE Directiva de Máquinas		
	La propia empresa arriba indicada se encargará de recopilar el Expediente Técnico de Construcción bajo requerimiento motivado de las autoridades nacionales competentes, según se indica en el Anexo II 1.A apartado II de la citada Directiva 2006/42/CE.		
	Sallent, 10 de ENERO de 2025 Técnico	Ferran Sardans Director	
	(Lugar y fecha de la expedición)	(Nombre y firma)	



CAPÍTULO 2 - INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD LÁSER

Para garantizar un funcionamiento seguro y un rendimiento óptimo del equipo de limpieza láser y los periféricos asociados, siga todas las advertencias de la guía de usuario del producto.

Las precauciones de seguridad deben ser observadas durante todas las fases de operación, mantenimiento y servicio.

Es imprescindible leer íntegramente el manual antes de utilizar el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P. Conservar el manual con la máquina, en caso de venta o cesión del equipo a terceros, facilitar el manual de utilización.

Antes de la instalación y utilización lea y siga las instrucciones de este manual de empleo. Los daños a personas y/o materiales pueden ser producto de no seguir con las indicaciones que se exponen a continuación.

El funcionamiento del sistema sólo se permite con equipos y repuestos suministrados o incluidos en las piezas del fabricante, cualquier tipo de modificación deliberada por parte del usuario sin consultar con el fabricante puede suponer un riesgo para la salud de las personas que lleven a cabo el uso de la máquina.

El equipo debe ser manipulado por personal formado y autorizado por la empresa usuaria.

Los usuarios de este equipo deben seguir estas recomendaciones y aplicar prácticas de seguridad láser adecuadas en todo momento y en todos los trabajos relacionados con este equipo.

Todas las operaciones de puesta a punto, así como el mantenimiento, deben ser realizados únicamente personal cualificado.

2.1 SÍMBOLOS Y AVISOS EN ESTE MANUAL

En el CAPÍTULO 0, se especifican los símbolos y palabras utilizadas en este manual para indicar importancia de conceptos y/o explicaciones. Están diseñados para llamar su atención sobre cualquier peligro o información importante. Estas palabras de señalización normalizadas identificarán peligros y advertencias importantes.

Los mensajes de advertencia de seguridad aparecerán en esta guía de usuario siempre que puedan producirse peligros o situaciones de riesgo. Alertarán al usuario sobre los peligros directos e indirectos relacionados con el uso del producto y los periféricos asociados, y contendrán normas generales de comportamiento.



Por su seguridad, es importante leer y comprender plenamente el significado de estas palabras y símbolos de señalización. Siga todas las advertencias de seguridad y proceda con precaución para evitar accidentes, lesiones personales y daños materiales.

2.2 CLASES DE LASER

La clase de un láser es el primer dato que indica la peligrosidad del mismo. Esta información es fácilmente accesible. Se menciona en el dispositivo láser, así como en sus instrucciones de uso. Se trata de una obligación reglamentaria y normativa para el fabricante.

Estas clases, que son 8, pueden resumirse de la siguiente manera (1; 1M; 1C; 2; 2M; 3R; 3B; 4).

CLASE	RIESGOS
1	El uso del dispositivo es seguro, incluida la visualización directa durante un largo período de tiempo, incluso cuando se utilizan dispositivos de observación óptica.
1M	Haz sin láser, incluida la visión directa durante mucho tiempo (a simple vista); ver a través de un instrumento óptico puede ser peligroso (la letra "M" significa "instrumentos de visión óptica de aumento")
1C*	Sin riesgo ocular, el VLE para la piel (u otros tejidos no oculares) puede ser superado en caso de exposición interaccional (la letra "C" deriva del término "contacto", deducido de la modalidad de operación).
2	Seguro ** para exposiciones momentáneas (0,25 s), válido solo para el rango de longitud de onda de 400-00 nm.
2M	Seguro ** por un corto período de tiempo; posible lesión si se observa con un instrumento óptico.
3R	Láser que excede la exposición máxima permitida (MPE) para visualización directa en el haz (la letra "R" proviene del término "requisitos reducidos")
3B	Peligroso si se expone al haz directo, independientemente de la duración de la exposición. Los reflejos difusos normalmente son seguros, pero el EMP se puede superar cuando se usa un instrumento de visión óptica. Además, existe riesgo de incendio por el haz directo (la letra "B" es histórica por proceder de la primera clasificación).



4	Peligrosa visión directa, peligrosa exposición de la piel, peligrosa reflexión difusa y elecató riesgo de incendio, también por reflexión difusa.
* Esta clase se refiere a aplicaciones directas con exposición intencional a la radiación en la piel o tejidos internos del cuerpo en procedimientos médicos, de diagnóstico, terapéuticos o cosméticos. La radiación láser emitida puede ser de Clase 3R, 3B o 4, pero las características técnicas del dispositivo impiden la exposición ocular (el haz puede ser de Clase 3R o 4, pero las características técnicas del dispositivo impiden la exposición ocular (el haz puede ser solo si el aplicador está en contacto con la piel, o muy cerca de la piel o de los tejidos internos del cuerpo), reduciendo así la clase de peligro a la Clase 1. Por extensión, los requisitos de esta clase se pueden aplicar a los equipos láser desarrollados, por ejemplo en la investigación biomédica del CNRS.	
** El concepto de "seguro" está ligado a la ausencia de lesiones. Sin embargo, estos rayos pueden causar un deslumbramiento intenso y doloroso.	

2.3 CLASIFICACIÓN DEL LÁSER

El equipo láser de limpieza es un sistema láser de clase 4 (EE. UU.: Clase IV) identificado según DIN EN 60825-1.

Para evitar la irritación de los ojos durante la operación, el operador no debe NUNCA mirar directamente a la fuente del láser y debe usar gafas de protección ocular.

Clase 4 (EE.UU. : Clase IV)

Láseres de alta potencia (visibles o invisibles) que se considera que presentan un riesgo potencial agudo para los ojos y la piel tanto en condiciones directas (intrahaz) como de dispersión (difusa). También tenga consideraciones de peligro potencial para el fuego (ignición) y las emisiones de subproductos de los materiales objetivo o de proceso.

Es responsabilidad del operador de la máquina tomar las medidas adecuadas para eliminar peligros como incendios o explosiones a través del rayo láser.

Cuando trabaje con láser de clase 4 (EE. UU.: Clase IV), siga las siguientes precauciones:

- e) De acuerdo con BGV B 2 "Emisión de láser", se debe designar a un oficial de seguridad láser capacitado para evaluar los peligros potenciales y garantizar que se implementen las medidas de control adecuadas.
- f) El área controlada por láser debe estar señalizada con señales de advertencia o luces de advertencia apropiadas.
- g) El área controlada por láser se definirá para contener la radiación láser.
- h) También debe estar protegido contra el acceso no autorizado.
- i) El operador de sistemas láser de clase 4 siempre debe usar gafas de seguridad adecuadas.



- j) Un indicador (típicamente una luz) para proporcionar una advertencia de emisión láser antes y durante el tiempo de emisión.



PELIGRO

RADIACIÓN LÁSER INVISIBLE DE CLASE 4

Daños oculares graves y permanentes por la radiación reflejada o dispersa.

Precauciones:

- Si el sistema puede estar activo (interruptor de llave encendido), es necesario llevar gafas de protección para el láser dentro de la zona del láser protegida.
- Una vez deja de trabajar y antes de abandonar la zona láser controlada, el operador del dispositivo láser debe: (1) girar el interruptor de llave a la posición OFF y (2) retirar la llave para guardarla en un lugar seguro. Así se evita que personal no autorizado y sin formación utilice el dispositivo láser.

El equipo LC CLEAN 300W tiene un puntero rojo en el cabezal para ayudar a centrar el haz. Este puntero rojo es un láser de clase 3R.

Todos los láseres se deben clasificar según su potencia o energía de salida y la longitud de onda del láser. Este dispositivo está clasificado como un instrumento láser de alta potencia con la clasificación de láser para cada tipo de láser está especificado a continuación.

	Láser de fibra principal (utilizado para limpiar)	Láser indicador (ayuda al posicionamiento previamente al trabajo)
Clasificación del láser	Clase 4	Clase 2M
Longitud de onda	1064 nm	600 a 700nm
Radiación láser emitida	Invisible (Infrarroja)	Visible (Roja)
Potencia media	300w	20mW
Pico de potencia	<110kW	20mW



PELIGRO

RADIACIÓN LÁSER INVISIBLE DE CLASE 4 - PELIGROS PARA LOS OJOS Y LA PIEL

Este nivel de luz puede causar graves daños a los ojos y la piel.

**Precauciones:**

- Debido a estos riesgos, debe estar presente un responsable de seguridad láser cualificado para garantizar un entorno de trabajo seguro.
- Si el sistema puede estar encendido, es necesario llevar gafas de protección para el láser dentro de la zona láser controlada.
- Mientras el dispositivo láser esté en funcionamiento, deberán estar presentes las protecciones, los resguardos y los procedimientos de seguridad láser correspondientes.
- El operador del láser debe llevar todos los EPI recomendados, incluyendo: (1) gafas de protección láser especificadas. Los EPI adicionales destinados a proteger la piel incluyen los guantes, la ropa y los delantales de protección resistentes al fuego, al calor y al arco eléctrico.

**PELIGRO****RADIACIÓN LÁSER VISIBLE CLASE 2M.**

- Evitar exponer los ojos a este láser.
- Evite mirar directamente el haz láser directamente ni con instrumentos ópticos.

2.3.1 PARÁMETROS DEL LÁSER

Un láser es un dispositivo que produce una forma especial de luz. Una fuente de luz convencional, como una bombilla, produce una forma difusa de luz que contiene una amplia gama de longitudes de onda. Un láser produce una luz mucho más estructurada. La radiación láser es extremadamente brillante (varios órdenes de magnitud mayor que la luz que recibimos del sol), tiene un alto grado de pureza (puede considerarse como una única longitud de onda) y suele emitirse en un haz muy estrecho.

La divergencia de un rayo láser típico es de sólo 1mrad, es decir, el rayo se dispersará sólo 10 cm después de recorrer 100 m. Estas propiedades hacen que la radiación láser sea idónea para el uso de limpieza en distintas aplicaciones:

Restauración, retirada de óxido, limpieza de grasa, entre otras opciones. La pureza del haz permite la eliminación selectiva de material no deseado, mientras que su baja



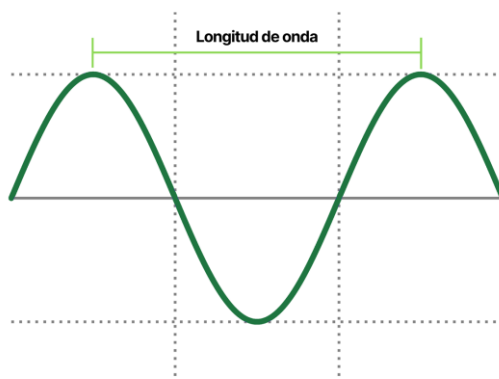
divergencia y alto brillo permiten que la energía del haz sea conducida por una lente y focalizada para llegar a la potencia y la densidad de energía necesaria para retirar impurezas de material de una superficie.

El término LASER es un acrónimo de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación). Los láseres son dispositivos que producen una forma muy especial de luz, muy densa en energía. Existe toda una gama de láseres que se utilizan en sectores tan variados como la industria, la cirugía, las telecomunicaciones, la construcción, etc. Más cerca de casa, hay "escáneres" en la tienda de comestibles, reproductores de discos compactos, etc.

Longitud de onda: La luz láser es una forma de energía que se comporta, a efectos prácticos, como una onda. La longitud de onda es la distancia entre dos picos.

Las longitudes de onda de la radiación láser suelen expresarse en nanómetros (nm). Un nanómetro equivale a la millonésima parte de un milímetro o 10^{-9} metros o 0,000000001 metros. Las longitudes de onda de la luz emitida por los distintos tipos de láseres oscilan entre 190 nm y 10 600 nm.

La longitud de onda de la radiación láser de un equipo de limpieza acostumbra a ser de 1064nm.



Potencia: La potencia de un láser, concentrada en una pequeña zona, puede ser suficiente para cortar metal. En otros casos, la potencia es tan baja que no hay riesgo para los ojos ni para la piel.

En la práctica:

- k) Para un láser pulsado, se da la cantidad de energía en julios (J) que puede liberar por pulso. La potencia también puede cuantificarse teniendo en cuenta la duración de un pulso. La potencia se expresa en vatios, lo que corresponde a 1 J/s.
- l) Para un láser de emisión continua, su potencia de emisión se da en vatios (W). La potencia de salida de los láseres de onda continua puede variar desde una fracción de milivatio hasta varios kilovatios.

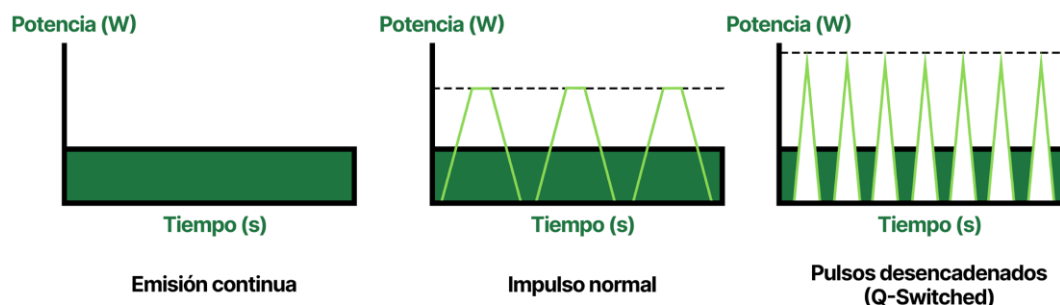


Sin embargo, con la misma potencia media, la potencia máxima de un solo pulso a la salida de un láser de conmutación Q puede alcanzar los gigavatios o incluso los teravatios en algunos tipos de láser. Estas altas potencias corresponden a una energía liberada en un tiempo muy corto.

Tiempo: Duración de un impulso

Área verde oscuro: Potencia media

Línea discontinua: Nivel de potencia máxima



Tipo de emisión:

La radiación láser puede ser emitida en forma de pulso o de forma continua. Un láser puede emitir luz de forma continua o pulsada, dependiendo de la naturaleza de la fuente de bombeo. Si la fuente de bombeo proporciona energía en una ráfaga corta (en lugar de hacerlo de forma continua), la emisión resultante es un pulso de luz.

- Los pulsos. La duración de los pulsos varía desde unos pocos femtosegundos (10⁻¹⁵s) hasta varias decenas de milisegundos. Estos pulsos se suceden a ritmos muy variables, desde unos pocos pulsos por hora hasta varios cientos por segundo. Pueden ser de tres tipos: normales, de conmutación Q o de modo bloqueado.
- Emisión continua. Se dice que un láser emite de forma continua si la duración de la emisión supera los 0,25 segundos, que es el tiempo del reflejo de cierre del párpado (reflejo palpebral). Cuando el ojo está sometido a una luz intensa, el párpado tiene el reflejo de cerrarse para proteger el ojo.

2.4 RIESGOS Y FACTORES DE RIESGO Y SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE EL EQUIPO LÁSER

Como se dice en el apartado anterior, los riesgos y factores de riesgo son varios en el sistema de limpieza láser manual de LC LASERS:



PELIGROS OCULARES

El ojo es una parte extremadamente sensible e importante del cuerpo. La gran capacidad del ojo para recoger y enfocar la luz significa que es vulnerable a los daños inducidos por el láser.

El daño puede producirse en todas las longitudes de onda, aunque la zona de tejido afectada depende de la longitud de onda. La radiación láser emitida en el visible (400 - 700 nm) y regiones espectrales del infrarrojo cercano (700 - 1400 nm) suponen el mayor riesgo, ya que la luz se transmite eficazmente a través del líquido ocular y se concentra en un punto muy pequeño de la retina, en el punto posterior del ojo. Esta gama de longitudes de onda conocida como la región de riesgo de la retina.

Esta elevada concentración de energía puede ser suficiente para dañar permanentemente la retina. Este daño puede ser especialmente grave si se produce en la región central (fóvea) de la retina, que contiene una concentración especialmente alta de sensores de luz. Los daños pueden afectar gravemente a la visión de ese ojo. Por desgracia, la mayoría de los accidentes se producen con el observador mira en la dirección desde la que se ha desplazado el rayo láser, por lo que el daño y, por lo tanto, es más probable que el daño ocular se produzca en esta región crítica.

Radiación láser de longitud de onda corta (<300 nm) en el ultravioleta y a longitudes de onda largas en el infrarrojo lejano (>3000 nm) se absorbe en la parte la parte frontal del ojo, lo que puede dañar la córnea. La radiación láser en el infrarrojo medio (1400 - 3000 nm) y ultravioleta cercano (300 - 400 nm) es absorbida principalmente por el cristalino, lo que puede provocar la formación de cataratas.

Incluso las exposiciones breves a un rayo láser de alta intensidad pueden causar daños.

PELIGROS EN LA PIEL

La radiación láser también puede causar lesiones en la piel, aunque en general los peligros para la piel se consideran menos graves que los oculares. La parte de la piel afectada dependerá de la longitud de onda del rayo láser. La radiación visible e infrarroja cercana (400 -1400 nm) es capaz de penetrar en la epidermis (50 -150 µm desde la superficie) y la dermis (1 - 4 mm), mientras que la radiación ultravioleta lejana e infrarroja lejana se absorbe fuertemente en el estrato córneo (8-20 µm). Efectos potenciales de la irradiación de la piel por un rayo láser se resumen en la tabla.

Norma: UNE-EN 60825-1:2015

LC CLEAN es un producto láser clase 4



RIESGO ELÉCTRICO

Dado por la manipulación del circuito de alimentación, el cual únicamente debe acceder el personal de mantenimiento autorizado utilizando las medidas de seguridad específicas relacionadas con el riesgo eléctrico y/o por deficiencias en el aislamiento de los cables flexibles o conexiones a la red de la máquina.

Para reducir el riesgo eléctrico no abra la puerta destinada al almacenamiento del circuito eléctrico, ya que no hay piezas en el interior que deba manipular el usuario, en caso de fallo desconecte la máquina y avise a un responsable o persona autorizada para que contacte con el servicio técnico especializado.

Para evitar el contacto indirecto asegúrese que hay toma de tierra adecuada y la carcasa se encuentra en perfecto estado. Es preciso asegurarse de que el chasis del equipo de limpieza laser LC-CLEAN 300W está conectado a la toma de tierra.

No utilizar para las tomas de tierra conductos de gas, de líquidos inflamables o eléctricos.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina.

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión o de conexión de la toma de tierra.

RADIACIÓN LÁSER

La observación dentro del haz láser clase 4 y la exposición de la piel son peligrosas, así como también la observación de reflexiones difusas.

 **NOTA IMPORTANTE:** Es obligatorio el uso de gafas protectoras tanto para el uso de la máquina como para permanecer en la zona de uso dados los riesgos expuestos con anterioridad.



PROYECCIONES Y QUEMADURAS

Las proyecciones en ojos y las quemaduras pueden ser provocadas por micro proyecciones de partículas de materiales desprendidas de capas muy gruesas que se estén limpiando. Tomar las medidas necesarias para proteger la vista y la piel.

Riesgos de quemaduras o lesiones cutáneas. Para minimizar el riesgo se recomienda el uso de ropa adecuada y de longitud adecuada para la actividad que se lleva a cabo siendo ropa de seguridad de algodón que cubra completamente los brazos y torso del operador.

EXPLOSIÓN E INCENDIO

Puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al trabajar recipientes que hayan contenido productos inflamables. Para evitar o minimizar el riesgo se debe comprobar el material antes de empezar la actividad con el equipo láser.

INHALACIÓN DE CONTAMINANTES

Riesgo de inhalación de contaminantes producidos por limpiezas que produzcan humo. Para minimizar o evitar el riesgo se recomienda una óptima ventilación del local juntamente con una extracción localizada o en su defecto un confinamiento del proceso. En caso de que el primer método no sea suficiente y no se pueda llevar a cabo un aislamiento del proceso, se deberá recurrir a la protección individual del trabajador de forma complementaria para las vías respiratorias.

GOLPES O CAÍDAS

Riesgo de golpes/cortes contra objetos móviles e inmóviles del equipo, tales como la carcasa u otras partes de la máquina.

Riesgo de caída de objetos en manipulación, se recomienda un buen uso de la manguera y pistola durante su uso.

Riesgo de caída al mismo nivel, se recomienda mantener orden y limpieza en la zona de trabajo para evitar caídas provocadas por las partes móviles del equipo como la manguera.

RIESGOS ACÚSTICOS

Existen tres fuentes de ruido en los lugares de trabajo de limpieza por láser:

- m) El propio sistema láser.
- n) El dispositivo de extracción de humos.
- o) El proceso de limpieza por láser. La rápida expulsión de material de una superficie durante la limpieza por láser provoca la generación de ondas sonoras, que se propagan fuera de la superficie y se oyen como un "chasquido".



Los efectos a largo plazo de la exposición conjunta a las tres fuentes de ruido no han sido investigados por ninguna institución ni a nivel europeo ni a nivel mundial. No obstante, los niveles de ruido del propio sistema láser no son muy elevados, y el dispositivo de extracción de humo dependerá del equipo utilizado.



¡Riesgo que pueden provocar acciones incorrectas de personas no capacitadas!

El uso inadecuado de la máquina puede provocar lesiones y / o daños en la máquina y a terceros.

Es necesario informe al personal y usuario que vaya a usar el equipo sobre el funcionamiento de la máquina y cualquier otro riesgo.

Consultar las normas oficiales sobre el funcionamiento de máquinas y las normas de prevención de accidentes.



¡Riesgo derivado de la falta, falla o error de instalaciones de seguridad y componentes de la máquina!

Las instalaciones de seguridad y los componentes de la máquina defectuosos o faltantes pueden provocar la muerte, lesiones y / o daños a la máquina.

Compruebe cuidadosamente que las instalaciones de seguridad y los componentes de la máquina funcionen correctamente y no presenten fallos o comportamientos fuera de lo normal.

Las acciones especificadas para cada fallo deben emprenderse inmediatamente si las piezas están defectuosas o defectuosas.



¡Riesgo derivado de un funcionamiento incorrecto (especialmente en el momento de la configuración)!

Configurar y operar la máquina con un conocimiento limitado de su función puede provocar lesiones y / o daños a la máquina y/o a terceros.

Es necesario leer con atención las instrucciones de funcionamiento y seguridad antes de poner en marcha la máquina y empezar cualquier tipo de trabajo



¡Riesgo que supone un uso incorrecto del equipo por parte de personas no autorizadas y/o con el conocimiento adecuado!



Configurar y operar la máquina con un conocimiento limitado de su función puede provocar lesiones y / o daños a la máquina y/o a terceros.

Es importante nunca dejar la máquina desatendida mientras esté en funcionamiento.

Apagar la máquina con el interruptor principal cuando no esté en uso y se acabe de trabajar.



¡Riesgo que supone la falta de señalización de la máquina!

Hacer suposiciones incorrectas puede conducir al riesgo de que la máquina se opere incorrectamente.

Se debe usar correctamente la señalización de la máquina y el espacio de trabajo.



¡Riesgo derivado de averías irreparables!

Cualquier falla no reparable puede dañar la máquina. En este caso, se requiere apagar la máquina debidamente y llamar al servicio de atención al cliente.



Riesgo derivado del uso de repuestos de calidad inferior o de otros fabricantes.

El uso de repuestos de calidad inferior o de otros fabricantes perjudica la seguridad de la máquina e invalida la Declaración de conformidad (CE) suministrada con la misma.

Las piezas de desgaste o los componentes mecánicos, de seguridad o eléctricos dañados deben sustituirse por piezas de repuesto originales, consultar con su proveedor.



¡Riesgo por falta de equipo de protección!

Es obligatorio usar la ropa de trabajo adecuada.

Es obligatorio usar gafas de seguridad de protección láser (clase 4 / EE. UU.: Clase IV) de alta potencia.

Depende de que materiales trabaje, se requiere usar un sistema de extracción adecuado, existen algunos materiales que al limpiarlos con láser emiten humos nocivos.



¡Riesgo que plantean los productos de reacción de marcado láser!



Se debe utilizar un sistema de extracción adecuado en el marcado láser debido a la posible generación de gases, humos y cualquier otro subproducto parcialmente tóxico.

En casos individuales, los productos de reacción pueden consistir en polvo estático. Si entra en algún sistema eléctrico, puede provocar cortocircuitos que provoquen lesiones personales y daños materiales.



¡Riesgo planteado por materiales inflamables o explosivos!

La radiación láser de clase 4 puede encender materiales o provocar explosiones. Entre otros, debe asegurarse que:

Los parámetros se seleccionan para que el material no se sobrecaliente.

El sistema se supervisa si es necesario

El polvo se extrae de forma segura

No hay acumulación de residuos o remanentes inflamables en el espacio de trabajo.

2.4.1 PELIGROS DURANTE EL PROCESO DE LIMPIEZA: GASES, HUMO Y POLVO

La limpieza por láser puede implicar la generación de humos y la emisión de otras sustancias en el aire provocado por el mismo proceso de evaporación de impurezas de una superficie. Estos residuos se componen principalmente de material del sustrato. Además, pequeñas cantidades de compuestos que no formaban parte del material original, gases generados por el craqueo térmico de sustancias orgánicas y su combustión provocado por el láser. Se sabe que estos contaminantes del aire generados por láser pueden crear olores desagradables y humo visible.

Según los materiales que se limpien y los parámetros seleccionados, la limpieza láser puede generar gases, humos, aerosoles o polvo.

La toxicidad de tales humos y residuos depende del material o la suciedad en cuestión.

Estos humos potencialmente nocivos deberían retirarse de la zona de respiración mediante extracción en caso de existir concentraciones elevadas de humos durante un tiempo prolongado.

El operador es responsable de garantizar que exista un sistema de extracción adecuado y del cumplimiento de las directrices pertinentes para proteger a las personas y el medio ambiente.



La directriz VDI 2262 1... 3 "Aire en el lugar de trabajo" proporciona, entre otras cosas, observaciones adicionales.

El operador también debe asegurarse de que los gases, humos o polvo no se depositen en la lente de la pistola láser. Cualquier suciedad que se acumule en la lente puede provocar una pérdida de rendimiento, daños materiales, resultados de marcado deficientes y daños en el dispositivo. Contacte con su servicio técnico para obtener una de nueva en caso de que padezca daños.

En un ejemplo muy concreto, una investigación reciente ha demostrado que, en un taller de 50m² de superficie y 4 m de altura sin ningún tipo de intercambio de aire 10 minutos de limpieza láser de piedra caliza bastaban para alcanzar la concentración máxima admisible en el lugar de trabajo (CMPT) de polvo de cuarzo respirable.

Otro estudio, también realizado en interiores, demostró que los residuos emitidos resultantes de la eliminación de costras de sulfatación mediante limpieza láser incluían una proporción significativa de partículas con diámetros iguales o inferiores a 3µm. Estas pequeñas partículas pueden penetrar en los pulmones hasta los alvéolos y son potencialmente dañinas por la solubilización de sus compuestos de sales alcalinas y metálicas.

Es complicado en ocasiones determinar el peligro real de los humos generados por el hecho de que a menudo se desconoce la composición exacta de la capa de suciedad que se elimina.

En todo caso, el peligro de la generación de humos se soluciona con un extractor de humos que funcione debidamente y con la ventilación del espacio de trabajo una vez finalizada la jornada. Además, es **altamente recomendable el uso de mascarilla durante el trabajo de limpieza**. En algunas ocasiones, puede resultar obligatorio el uso de mascarillas y/o sistemas **de protección respiratoria con aporte de aire**.

2.5 SISTEMAS DE PREVENCIÓN Y SEGURIDAD

Existen diferentes sistemas de prevención y seguridad que harán el manejo y operación del equipo de limpieza Láser LC-CLEAN 300W mucho más seguro y minimizarán los riesgos durante su utilización.

La máquina de limpieza láser tiene las siguientes características de seguridad:

- Tecla de encendido/apagado de la máquina;
- Pulsador de encendido/apagado del láser;
- Botón de parada de emergencia;



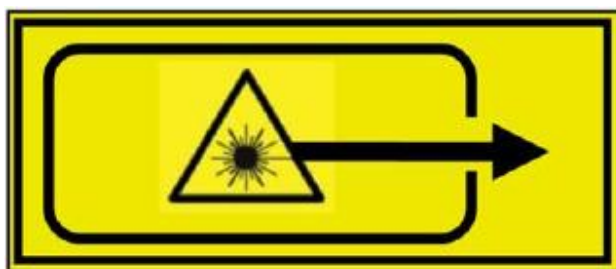
- Pantalla y aviso de notificación de emisiones.
- Señalización adecuada
- Creación de un espacio de trabajo seguro

2.5.1 SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD SOBRE EL EQUIPO LÁSER Y ETQUETADO

La norma UNE-EN 60825-1 exige que cada producto láser debe llevar unas etiquetas para advertir sobre la clase, la apertura de emisión del rayo, las características y los peligros de exposición a la radiación láser que genera el producto en concreto.

Además de las etiquetas de identificación y de clasificación láser en la máquina LC CLEAN 300W, se encuentran las siguientes:

- Una etiqueta indicando la salida del rayo láser, es decir en la antorcha de limpieza con una flecha apuntando hacia la punta:



- Una etiqueta indicando las características de la emisión láser (longitud de onda y potencia máxima), el peligro por exposición a la radiación visible e invisible de Clase 4.



(ejemplo)

Por otra parte, las siguientes señales pueden aparecer sobre el equipo o en determinadas zonas de trabajo alrededor de él. A continuación, se indica su significado:



GAFAS DE SEGURIDAD.

Protección obligatoria de la vista.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.



Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



GUANTES.

Protección obligatoria de manos frente a quemaduras.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



PANTALLAS FACIALES.

Protección obligatoria de rostro.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.



¡ADVERTENCIA! RIESGO DE CONTACTO ELÉCTRICO.

Los trabajos sobre la instalación eléctrica deben ser efectuados exclusivamente por personal cualificado y autorizado por la empresa y respetando las normas de seguridad.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.

ADVERTENCIA! RIESGO DE RADIACIÓN LÁSER



Los trabajos con la máquina láser deben ser efectuados exclusivamente por personal cualificado y autorizado por la empresa y respetando las normas de seguridad.



Pictograma según la norma específica en radiaciones láser EN 60825-1.



¡ADVERTENCIA! PELIGRO GENERAL.

Indicación general de precaución debido a un peligro que estará definido en la zona de colocación de la señal.

Pictograma según la norma EN 61310 Indicación, marcado y maniobra.

Parte 1: Especificaciones para las señales visuales, audibles y táctiles, Apartado 7.

2.5.2 CREACIÓN DE LA SALA LÁSER

La mayoría de los sistemas de limpieza por láser producen un rayo láser divergente. A medida que el rayo láser se aleja del sistema, con el tiempo se extenderá hasta tal punto que podrá considerarse seguro, es decir, demasiado débil para dañar el ojo. Esta distancia se denomina Distancia Nominal de Peligro Ocular (NOHD, siglas en inglés o DNRO en español). La NOHD depende de las características del sistema de limpieza por láser que se utilice, incluida la longitud de onda, la longitud del pulso, la energía del pulso y la divergencia del haz.

La limpieza láser debe llevarse a cabo dentro de un área controlada, dentro de la cual el haz láser esté confinado.

- Deben existir señales de advertencia adecuadas y una luz de advertencia (activada cuando el láser está en funcionamiento) deben ser claramente visibles en el espacio de trabajo y al entrar a la zona de trabajo.
- Es opcional también incorporar una señal acústica que se activa cuando se dispara el láser.
- Deben instalarse enclavamientos en los puntos de acceso a la zona controlada para que el sistema láser se apague cuando alguien entre en la zona.

Al establecer una zona controlada (ya sea dentro de un gran estudio o exteriores), siempre debe tenerse en cuenta la trayectoria de un rayo láser que escape de la zona (si no se ha incluido un techo): puede haber superficies reflectantes especulares (por ejemplo, tuberías metálicas brillantes) por encima de la zona de trabajo o ventanas en los pisos superiores de un edificio vecino directamente en la línea de visión.

En tales casos, existe la posibilidad de que personas fuera de la zona controlada se expongan inadvertidamente a radiaciones peligrosas, por lo que debe incluirse un techo



(por supuesto, también puede ser necesario en el exterior para protegerse de la intemperie). En los andamios se deben asegurar los posibles huecos entre las tablas del andamio si se trabaja por encima o por debajo de la zona de limpieza láser.

- Las partículas y humos generados por el proceso de limpieza deben aspirarse en su origen.

Esta sala puede consistir en una habitación o en una zona delimitada por tabiques fijos o móviles (cabina, recinto de protección, etc.). Se considera una zona con acceso reservado al personal autorizado por el responsable de la unidad.

Señalización de la sala láser controlada:

Debe haber una señalización adecuada que indique la presencia de un láser y su nivel de riesgo. Esta señalización debe ser claramente visible y legible en todos los accesos a los locales. Incluye:

- El pictograma de "riesgo láser".

Es recomendable una luz de aviso, intermitente o no, colocada en un lugar visible, que advierte de la activación de un láser en la sala. Puede complementarse con la emisión de una señal acústica. Si una instalación tiene varios láseres de clase 3B o 4, la luz de advertencia debe activarse en cuanto se alimente una de las fuentes (incluido el condensador de alimentación). Siempre que sea posible, se recomienda que el indicador luminoso esté vinculado a la alimentación del láser. Estas luces también pueden ser sustituidas por cajas de luz (o columnas de luz). Se componen de varias luces y proporcionan información más precisa sobre la naturaleza del riesgo en función del uso del láser. Se debe especificar el significado de cada color del panel de visualización* y es aconsejable armonizarlo para toda la unidad.

En resumen, se debería tener en cuenta para crear un espacio seguro:

- a) Avisos luminosos
- b) Control de acceso a la zona de limpieza láser
- c) Extractor de humos y partículas
- d) Buena iluminación y ventilación en la zona de trabajo
- e) Cubrir ventanas de vidrio y similares
- f) Interruptor interlock para acceder a las áreas de trabajo controladas
- g) EPIS necesarios



2.5.3 EVALUACIÓN DE RIESGOS Y DESIGNACIÓN DE RESPONSABLES

La evaluación de riesgos en el lugar de trabajo deberá identificar todos los peligros, establecer las condiciones en las que pueden existir e identificar el nivel de riesgo al que pueden estar expuestas las personas. A continuación, pueden establecerse controles de seguridad adecuados para reducir el nivel de riesgo a un nivel aceptable. Tanto la evaluación de riesgos como los controles de seguridad deben documentarse. Debe existir un marco formal escrito en el que la organización gestione la seguridad del láser. Para garantizar una zona de espacio segura y tener conocimiento de todos los peligros y medidas de seguridad a tomar es útil la asignación de un **responsable de seguridad láser (Laser Security Officer - LSO)**. Esta figura debe asumir la responsabilidad administrativa de la seguridad láser en nombre del empresario y garantizar el cumplimiento de los procedimientos de trabajo seguros.

La función del responsable de seguridad láser consiste en

- Garantizar las medidas de control adecuadas.
- La supervisión periódica de los riesgos del láser.
- La eficacia de las medidas de control aplicadas.
- El mantenimiento del espacio de trabajo y el equipo.

El empresario conserva la responsabilidad general de la seguridad láser. El empresario debe asegurarse de que el LSO tiene los conocimientos y la capacidad para desempeñar su función con eficacia.

El LSO puede tener que recurrir a un Asesor de Protección Láser (LPA) en determinadas situaciones. El Asesor de Protección Láser, por ejemplo, debe establecer controles de seguridad apropiados cuando las condiciones de trabajo difieran de algún modo de la situación normal.

El papel del LSO también debe incluir la aprobación específica de las medidas de control. Esto es especialmente importante en el caso de en exteriores, donde la instalación de seguridad será temporal y las condiciones pueden ser muy diferentes a las condiciones ideales. El LSO debe inspeccionar y aprobar (o, si es necesario, exigir cambios y adiciones) dichas instalaciones antes de que puedan utilizarse. Dicha aprobación deberá documentarse para que quede plasmado qué condiciones se están cumpliendo a la hora de trabajar con un equipo láser de limpieza.

2.5.4 CONTROLES ADMINISTRATIVOS

Los controles administrativos implican tener registro y controlar quién utiliza el sistema de limpieza láser y como se utiliza.



Los aspectos procedimentales de los controles administrativos, es decir, las "normas locales", son extremadamente importantes, ya que establecen el marco organizativo en el que se utilizará el láser.

Una parte vital de la seguridad láser es la concienciación sobre los peligros y la comprensión de los procedimientos establecidos para reducir el riesgo de lesiones a un nivel aceptablemente bajo.

Es fundamental restringir el uso de un sistema de limpieza por láser debe al personal que haya recibido formación sobre el uso seguro de los láseres.

2.5.5 GENERALIDADES

Circuito de alimentación eléctrica

Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos.

Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal < 1000 V.

Los bornes de conexión del equipo de limpieza láser LC-CLEAN y las clavijas de enchufe deben estar debidamente aislados.

Radiaciones luminosas

Los productos láser de clase 4 no deben utilizarse sin llevar a cabo previamente una evaluación de riesgos para identificar las situaciones peligrosas y evaluar el nivel previsible de exposición frente al láser, según se indica en el apartado 4 de la *Directiva 2006/25/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales)*. Además, servirá de base para determinar las medidas de control y protección necesarias para garantizar un funcionamiento seguro.

En esta evaluación se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Características de la zona o zonas destinadas a la limpieza con láser.
- Control del proceso.
- Operaciones manuales.
- Sujeciones y posicionamiento de las piezas.
- Consideraciones sobre la salida del haz: integridad estructural de los componentes, medios para mantener el estado de los componentes ópticos, medios para mantener el alineamiento del haz, etc.
- Situación y ubicación de los trabajadores durante la limpieza láser.
- Factores ambientales.
- Geometría, composición y acabado superficial de la pieza o piezas a trabajar.



NOTA INFORMATIVA IMPORTANTE: Al trabajar con materiales altamente reflejantes, la luz de rebote puede conservar bastante energía en el primer tramo de dicho rebote, se recomienda extremar las precauciones en las manos para evitar quemaduras en la piel y no tocar las piezas trabajadas justo después de limpiarlas con láser, esperar un tiempo prudente.

Personal formado y especializado de LC LASERS informará al usuario de esta evaluación de riesgos.

Como norma general, se deben delimitar espacios seguros de trabajo. En función de la evaluación de riesgos realizada, se optará por una de las siguientes opciones o una combinación de ellas:

1. Instalar el equipo de limpieza en el interior de una zona controlada, es decir, un recinto con paredes y techo fijos y puerta de acceso con interruptores de seguridad para evitar el acceso a terceros. El acceso estará restringido a personal autorizado.
2. Utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios de las radiaciones directas e indirectas de luz láser. El material debe ser opaco, preferiblemente de lámina de metal sólida y superficies no reflectantes. También es posible la utilización de material translúcido robusto, el cual debe seleccionarse según las propiedades de la protección óptica adecuadas para la longitud de onda y la potencia de la fuente del láser. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalar con las palabras: PELIGRO, RIESGO DE RADIACIÓN LÁSER.



Independientemente de la solución adoptada, es obligatorio el uso de gafas de protección láser homologadas por parte del operador que maneje el equipo de limpieza láser y de cualquier otra persona que estuviera observando el trabajo.

Existen dos tipos de radiaciones generadas durante la limpieza láser:

- La radiación directa es la que emite la pistola o antorcha y que limpia el material. Dicha radiación puede producir quemaduras graves en contacto directo con la piel y ojos.
- La radiación indirecta es la producida por el rebote y/o reflejo de la luz emitida por la pistola o antorcha. Esta luz tiene una longitud de onda concreta, comprendida entre 1060-nm y 1080nm. Esta longitud de onda queda cubierta con el cristal especial que llevan las gafas protectoras.

Proyecciones y quemaduras

Se recomienda emplear ropa de seguridad de algodón que cubra completamente los brazos y torso del operador para proteger la piel adecuadamente. El usuario debe utilizar



gafas de protección, y pantallas faciales, que además de proteger de las radiaciones, lo hacen de las micro proyecciones provenientes del proceso de limpieza.

Protección contra humos y vapores tóxicos resultantes del proceso de limpieza

Utilizar un sistema de extracción de humos y vapores, debidamente situado cerca de la zona de limpieza, y debe evacuar dichos humos y vapores fuera del área de trabajo, asegurando una renovación de aire limpio.

Ventilar el espacio de trabajo de forma recurrente cuando no se esté haciendo uso del equipo de limpieza láser.



Si el material a limpiar genera muchos humos debido a su composición (galvanizado, aluminizado u otros tratamientos) será obligatorio incorporar un sistema de extracción de humos y vapores o en su defecto equipos de protección respiratoria con aporte de aire.

Toma de tierra

La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante.

Es preciso asegurarse de que el chasis del equipo de limpieza láser está conectado a la toma de tierra.

No utilizar para las tomas de tierra conductos de gas, de líquidos inflamables o eléctricos.

2.5.6 RESPONSABILIDADES DE LAS PERSONAS QUE OPEREN LA MÁQUINA Y LOS USUARIOS DE LA MISMA

Guardar este manual cerca del lugar de trabajo de la máquina para que sea accesible en todo momento a todas las personas que trabajen en la máquina.

El usuario debe asegurarse de que la máquina solo se opere en perfectas condiciones de seguridad y de mantenimiento.

Siempre debe tener a mano un extintor de incendios, ya que el rayo láser puede encender materiales inflamables.

No almacene ningún material inflamable en el interior del dispositivo o en las inmediaciones del dispositivo. En particular, los restos de materiales producidos deben eliminarse para evitar el riesgo de incendio.



El operador debe garantizar la limpieza y accesibilidad en y alrededor de la máquina mediante las instrucciones y controles correspondientes.

La máquina solo debe ser operada por personal capacitado y autorizado.

Para todas las actividades relativas a la instalación, montaje, puesta en marcha, operación, modificaciones de condiciones y métodos de operación, mantenimiento, inspección y reparación, se deben observar los procedimientos de apagado que puedan estar previstos en el Manual de Operación o contactar con el servicio técnico especializado.

Es deber del operador, verificar la máquina antes de comenzar el trabajo para detectar daños y defectos visibles externamente, e informar de inmediato los cambios que aparezcan (incluido el comportamiento durante la operación) que afecten la seguridad.

Las actividades de preparación, reequipamiento, cambio de pieza de trabajo, mantenimiento y reparación solo deben realizarse con el equipo apagado, por personal capacitado.

Principalmente, ningún componente de seguridad puede ser removido o desactivado (ya aquí enfatizamos los peligros inminentes, por ejemplo, quemaduras severas, pérdida de la vista). Si es necesario retirar los componentes de seguridad durante la reparación y el servicio, el reemplazo de los componentes de seguridad debe realizarse inmediatamente después de completar las actividades de servicio y reparación.

No se permiten métodos de trabajo que afecten la seguridad de la máquina.

Está absolutamente prohibido que cualquier persona que esté bajo la influencia de drogas, alcohol o medicamentos que alteren la reacción de una persona trabaje o trabaje con la máquina.

Los alcances de competencia para las diferentes actividades en el alcance de operar la máquina deben estar claramente definidos y observados, de modo que bajo el aspecto de seguridad no surjan cuestiones de competencia poco claras. Esto se aplica en particular a las actividades en el equipo eléctrico, que solo deben ser realizadas por expertos especiales.

- a) Siga las instrucciones de seguridad para evitar lesiones corporales y daños materiales mientras trabaja en y con la máquina.
- b) El incumplimiento de estas instrucciones puede provocar lesiones corporales y daños o destrucción de la máquina.
- c) Hacer caso omiso de los consejos e instrucciones de seguridad dados en este manual liberará al fabricante y sus representantes autorizados de cualquier responsabilidad y reclamo.



2.6 ADVERTENCIAS DURANTE EL TRABAJO CON LIMPIEZA LÁSER



¡El rayo láser no debe dirigirse nunca a personas o animales!

¡Nunca intente modificar o quitar los dispositivos de seguridad o la cubierta del cabezal láser!

Nunca intente modificar o desmontar el láser y no intente poner en marcha un sistema que haya sido modificado o desmontado

Queda prohibido el uso de esta máquina para otro fin que no sea para el que ha sido fabricada: limpieza de materiales mediante un láser.

La exposición a radiación peligrosa puede resultar del uso de equipo de operación o ajuste diferente al descrito aquí, y si se llevan a cabo diferentes métodos operativos.

- El lugar de trabajo debe estar bien iluminado. Esto permite al conservador ver el trabajo correctamente (especialmente si lleva protección ocular tintada), moverse libremente por la zona de trabajo y ver otros peligros, como cables de arrastre. Lo ideal sería que las paredes que rodean el lugar de trabajo deben ser de color claro y reflejar la luz de forma difusa.
- La zona de trabajo debe estar bien ventilada.
- Las superficies especularmente reflectantes deben retirarse del lugar de trabajo para reducir la posibilidad de reflejos. Las herramientas de alrededor del espacio de trabajo que puedan tener superficies brillantes; deben cubrirse con cinta adhesiva antirreflejante.
- Se debe tener cuidado al llevar joyas durante las operaciones de limpieza con láser.
- Si los límites de la zona controlada contienen ventanas, éstas deberán cubrirse con un material opaco a la radiación láser que se esté utilizando (el vidrio transmite muy bien la mayoría de las longitudes de onda utilizadas en la limpieza láser).
- También debe prestarse atención al número de personas presentes en la zona controlada. Lo ideal es que sólo se utilice un láser a la vez y que no se realice ningún otro trabajo mientras se utiliza el láser.
- Si es necesario utilizar más de un sistema de limpieza láser simultáneamente, deberá crearse una zona controlada para cada láser.

2.7 PROHIBICIONES



No se deben efectuar trabajos de limpieza con el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P cerca de lugares donde se estén realizando



operaciones de desengrasado, pues podrían producirse gases peligrosos para la salud.



Tampoco se permitirá trabajar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor.



Está prohibido realizar cualquier tipo de limpieza sin los equipos de protección necesarios.



No utilizar nunca el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P fuera de los materiales a limpiar.



Está prohibido almacenar u operar cerca de materiales corrosivos o inflamables.

2.8 EPI'S

2.8.1 GAFAS DE SEGURIDAD

Las gafas de protección láser, como EPI, deben estar certificadas CE conforme a la norma europea EN207: Equipo de protección individual para los ojos. Los filtros y protectores oculares contra la radiación láser también deben cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar un nivel de protección adecuado a las características del láser utilizado (longitud de onda, potencia, modo de operación, etc.),

Según las características de la fuente integrada en el equipo de limpieza y las mediciones estudiadas, el nivel mínimo de protección requerido es DLB6 a la longitud de onda de 1060-1070 nm.

Seleccionar las gafas de seguridad láser adecuadas requiere que el usuario final identifique con precisión el rango de longitudes de onda emitidas por este producto y los límites de exposición esperados (EOLs). Todas las gafas de seguridad láser contienen filtros absorbentes de energía. Las gafas de seguridad láser suelen ser más gruesas.

El nivel de protección de las gafas debe garantizar que, en el peor de los casos, lo que el filtro puede transmitir sea menor que el valor EMP. Las gafas deben ser adecuadas para la longitud de onda del láser con el que trabajamos.

Revisa el etiquetado de seguridad del producto y verifica que el equipo de protección individual (es decir, gafas, carcasas, ventanas de observación o mirillas, etc.) que se está



utilizando sea adecuado para los rangos de potencia de salida y longitud de onda. Las decisiones sobre gafas de seguridad también deben tener en cuenta los posibles riesgos secundarios de radiación derivados de la radiación del proceso de soldadura y la radiación UV.

Las gafas de protección se basan en el uso de filtros que pueden transmitir o atenuar una determinada longitud de onda de luz, parcial o totalmente. La densidad óptica (OD) de un filtro es una medida de esta atenuación de la energía que pasa a través del filtro.

Cuanto mayor es el valor OD, mayor es el valor de atenuación y protección. (Se filtra más luz de una longitud de onda dada.) Además, las gafas protectoras deben ofrecer una resistencia suficiente contra la LEP. (es decir, deben resistir un impacto láser directo durante al menos 5 segundos según la EN 207).

A continuación se presentan las gafas entregadas con el equipo:



STARLIGHT X2 Laser Safety Glasses, Filter: 0206

A continuación, se muestra el certificado de educación civil:



EU-Konformitätserklärung



Der Hersteller

PROTECT-Laserschutz GmbH
Mühlhofer Hauptstraße 7
90453 Nürnberg

erklärt in seiner alleinigen Verantwortung hiermit, dass die nachstehenden Produkte

Artikel-Nr.	Filter	Gestell	Gestellfarbe
000-K0206-GLAD-20	0206	GLADIATOR	silber
000-K0206-OVSP-02	0206	OVERSPEC II	weiß
000-K0206-OVSP-20	0206	OVERSPEC II	silber
000-K0206-RETR-21	0206	RETRO	titan
000-K0206-SPEC-02	0206	SPECTOR	weiß
000-K0206-SPEC-20	0206	SPECTOR	silber
000-K0206-STAR-X-01	0206	STARLIGHT-EXTRA	schwarz

im Einklang mit der Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG und entsprechen der nationalen Norm, mit der die harmonisierte Norm EN 207: 20 09 + AC: 2011 + EN 207:2017 umgesetzt wird, sowie der Richtlinie über die allgemeine Produktsicherheit: 2001/95/EG stehen.

Die notifizierte Stelle DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH, Notified Body 0196, hat die EU-Baumusterprüfungen durchgeführt und die EU-Baumusterprüfbescheinigungen C5083PF/R0 (Tragekörper OVERSPEC II)); C5822PF/R0 (Tragekörper SPECTOR)) ausgestellt.

Die notifizierte Stelle ECS GmbH – European Certification Service, Notified Body 1883, hat die EU-Baumusterprüfungen durchgeführt und die EU-Baumusterprüfbescheinigungen (C1548.5PF (Filter 0206)); (C863.5PF (Tragekörper GLADIATOR)); (C7002.5PF (Tragekörper RETRO)); (C2334.1PF (Tragekörper STARLIGHT-Extra)); (C1168.4PF (Tragekörper UNIVERSAL unkaschiert)) ausgestellt.

Petra Fröbel
Geschäftsleitung PROTECT-Laserschutz GmbH
Nürnberg, 05.12.2019

Rüdiger Fröbel
Geschäftsleitung PROTECT-Laserschutz GmbH
Nürnberg, 05.12.2019



LC proporciona gafas de seguridad láser con el equipo LC-CLEAN.

- Todas las personas presentes en el área láser controlada, ya sea trabajando con la máquina o como observadores, deben llevar gafas de protección láser adecuadas y EPI obligatorio.
- Se recomienda minimizar el número de personas presentes en la zona con láser controlado.
- Antes de entrar en la zona de láser controlado, todas las personas deben ponerse correctamente el EPI.
- No uses gafas láser de seguridad distintas a las indicadas en esta guía.



shutterstock.com - 148734627457

PELIGRO

GAFAS DE PROTECCIÓN LÁSER INCORRECTAS O DAÑADAS

Puede producirse daño ocular grave y permanente así como discapacidad visual.

Precauciones:

- Antes de usar gafas de seguridad láser, todo el personal debe comprobar el etiquetado de las gafas y confirmar que cumplen con la clasificación OD o LB (según el país del usuario), previamente identificada en esta sección.
- Las gafas deben proteger por la longitud de onda utilizada en el equipo láser.
- Antes de su uso, las gafas de seguridad láser deben inspeccionarse en busca de grietas, decoloraciones, daños en el recubrimiento, marcas o fisuras.
- Bajo ninguna circunstancia se deben usar gafas dañadas.
- También comprueba la integridad mecánica del soporte.
- Si el estado de las gafas de seguridad láser es sospechoso, ese par debe descartarse y reemplazarse.

2.8.2 MÁSCARA DE SEGURIDAD

Para proteger adecuadamente contra la luz ultravioleta producida durante el proceso de soldadura, debe usarse una mascarilla de seguridad adecuada.

Pantalla de protección UV, con grado 3 según la normativa:

- *EN 166: Protección ocular personal.*
- *EN 169 Protección ocular personal - Filtros para soldadura y técnicas relacionadas - Propiedades de permeación y uso recomendado.*

Es **OBLIGATORIO** usar una pantalla protectora autógena u de tipo ocodilo.

2.8.3 ROPA PARA PROTECCIÓN PERSONAL

Por favor, consulte la sección 2.7.6 para obtener información sobre los riesgos cutáneos. La piel del personal sin protección puede estar expuesta a niveles extremadamente peligrosos de radiación láser, radiación UV y luz azul asociada al propio proceso de limpieza, así como quemaduras por partes calientes.

Para protegerse contra riesgos cutáneos, el operador del dispositivo láser portátil debe llevar guantes, ropa, gorros y delantales resistentes a llamas, calor y arcos mientras el dispositivo esté en funcionamiento.

Además de la protección ocular, existen diferentes equipos de protección individual (EPP) para el operador del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 1500W:



Protección de la piel (ropa): una pieza superior especial de algodón ignífugo para limpieza láser.

La ropa protectora de clase 1 corresponde a la protección contra técnicas de limpieza y situaciones menos peligrosas, que producen menores niveles de salpicaduras de metal fundido y calor radiante.

- *UNE-EN ISO 13668:2013 Ropa protectora - Requisitos generales.*
- *UNE-EN ISO 11611:2015: "Ropa protectora utilizada durante la soldadura y procesos relacionados"*

Estas prendas están diseñadas para proteger el cuerpo de quien la lleva, incluyendo capuchas, delantales, mangas y polainas, excluyendo las manos. Esta norma no cubre los requisitos para protectores para pies, manos, rostro y ojos. Para una protección adecuada contra los peligros a los que puedan exponerse los operadores de limpieza láser, se debe utilizar EPI adicional cubierto por otras normas para proteger la cabeza, la cara, las manos y los pies.

Si se requiere un palo, consistirá en:

- Una sola prenda (bata o mono).
- Un traje de dos piezas, compuesto por chaqueta y pantalones. La chaqueta debe ser lo suficientemente larga para solaparse con la parte superior del pantalón.

Guantes ignífugos: Es importante usar guantes de limpieza láser al trabajar con la máquina LC-CLEAN de 300W. Deberían ser guantes de soldadura tipo B, recomendados para TIG. Características: EPI de categoría II, según las normas:

- *EN 388:2016 (Guantes para protección contra riesgos mecánicos)*
- *EN 420:2003+A1:2009 (Requisitos generales para guantes protectores)*
- *EN 407:2004 (Guantes para protección contra riesgos térmicos)*
- *EN 12477:2001+A1:2005 (Guantes protectores para soldadores)*



IMPORTANTE

Los guantes tienen buena resistencia al calor generado por la soldadura y las tareas de limpieza con láser, con un forro interior cómodo para el usuario. También tienen que ser cómodos y flexibles para facilitar el trabajo.



2.9 DATOS TÉCNICOS DE LA MÁQUINA

Principal

Modelo	LC-CLEAN 300W
Referencia del producto	LC-LL300W
Consumo eléctrico	<1500 W
Voltaje	230VAC
Estabilidad de potencia (2 horas)	<1.5%
Estabilidad de potencia (24 horas)	<2%
Dimensiones aprox.	250x400x700 mm
Peso aprox.	<40kg
Longitud de la manguera	5m approx.

Datos del láser

Modelo	L300W-V.1
Referencia del producto	CL2-L300W-V.1-10mJ
Potencia del láser	Pm 300W Pp <110kW
Tipo de láser	Láser de fibra pulsado
Consumo	<1200W
Voltaje	48V
Consumo máximo de potencia	<25A
Longitud de onda	1064nm
Inestabilidad de potencia	<5%
Rango de potencia	1-100%
Rango de frecuencia	1-3000kHz
Eficiencia del láser	34%
Tiempo de inicio	10 µs
Tipo de conexión de la pistola	QCS
Longitud de la fibra	5 m
Ancho del pulso	13-500 ns
Protección anti-reflejo	Yes
Peso	25 kg
Dimensiones	340x265x100 mm
Temperatura de trabajo	0~40°C
Humedad del ambiente	10-90%
Sistema de refrigeración	Refrigeración por aire
Temperatura de almacenamiento	-10-60°C
Clase del Láser	4 (IEC 60825-1)
Potencia del puntero	1mW



2.10 FORMACIÓN

El artículo 6 de la *Directiva 2006/25/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales)*, exige que los trabajadores expuestos a riesgos de radiaciones ópticas artificiales reciban información y formación, especialmente los trabajadores que utilicen productos láser clase 3B y clase 4. La formación incluirá:

- Las medidas adoptadas.
- Los valores límite de exposición y los riesgos potenciales asociados.
- Los resultados de las evaluaciones, mediciones y/o cálculos de los niveles de exposición a radiaciones ópticas artificiales efectuados, así como las explicaciones sobre su significado y sobre los riesgos potenciales.
- La forma de detectar los efectos nocivos para la salud debidos a la exposición y la forma de informar sobre ellos.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras para reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición.
- El uso correcto de los equipos adecuados de protección personal.

2.11 NORMATIVAS

Las disposiciones anteriormente mencionadas quedan sujetas a las obligaciones establecidas en la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE y a la Directiva 2006/25/CE sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a riesgos derivados de los agentes físicos (radiaciones ópticas artificiales).

Además de la normativa europea UNE EN 60825-1 y UNE EN 60825-4 respecto a la seguridad y clasificación de tipos de láser, UNE-EN 208 de 2010 y UNE-EN 207 de 2018 en cuanto a las protecciones oculares indispensables para el uso del equipo.



CAPÍTULO 3 - LIMPIEZA LÁSER

3.1 DESCRIPCIÓN

La limpieza láser manual de LC LASERS es una tecnología revolucionaria e innovadora en el mundo de la limpieza de metales.

El equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P permite realizar, sin dificultad, limpiezas muy finas sin exceso de calentamiento y sin ningún tipo de deformación de los materiales.

La operación del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P es de una extrema sencillez: no exige un nivel técnico elevado por parte del operador, y limpia gran variedad de materiales con la misma técnica, solamente cambiando los parámetros del equipo.

La potencia y precisión que ofrece el sistema de limpieza láser manual de LC LASERS nos permite limpiar a velocidades elevadas, dependiendo de la potencia del equipo y del recubrimiento a quitar.

3.2 DIFERENCIAS, VENTAJAS E INCONVENIENTES RESPECTO AL GRANALLADO

La limpieza por granallado es una técnica de limpieza que elimina la suciedad mediante el impacto de partículas abrasivas propulsadas hacia superficies metálicas y no metálicas. A través de este proceso se puede eliminar la suciedad visible como el óxido, la corrosión, pintura, polvo, carbón y otros residuos.

3.2.1 VENTAJAS DE LA LIMPIEZA POR GRANALLADO

- Requiere un costo inicial relativamente económico.
- Técnica que no involucra a sustancias químicas.
- Tecnología muy conocida por el mercado.

3.2.2 DESVENTAJAS DE LA LIMPIEZA POR GRANALLADO

- No es eficaz para eliminar la suciedad a gran escala.
- Alto consumo de productos abrasivos.
- Gran fatiga para el operador, ya que el equipo puede resultar molesto.
- Necesidad de un traje y cabina de seguridad.
- Alto consumo de energía.
- Limpieza exterior no recomendada.
- Ruidoso.



Sin embargo, en los últimos años, una nueva técnica ha irrumpido en el sector con mucha fuerza, la limpieza láser. Esta es la tecnología más novedosa en cuanto al área de limpieza de óxido y otras sustancias y presenta muchas ventajas respecto a otras técnicas más tradicionales como es la limpieza por granallado.

Actualmente, el mercado de la limpieza ha evolucionado, pero muchas de las técnicas utilizadas siguen siendo atrasadas, ya que utilizan procesos manuales combinados con agresivos productos químicos que dañan el material que se quiere limpiar. Además, algunas técnicas como la limpieza por granallado, presentan algunos inconvenientes como, por ejemplo, la necesidad de una gran mano de obra en las distintas etapas del proceso manual. Con el equipo láser conseguimos grandes ventajas como una preparación muy rápida del proceso de limpieza.

Algunas investigaciones han demostrado que el tiempo se reduce hasta 20 veces en comparación con otros sistemas de limpieza. El equipo de limpieza láser tiene una alta velocidad, limpieza en seco y además, es respetuosa con el medio ambiente.

3.3 APLICACIONES DE LA LIMPIEZA LÁSER

La limpieza láser es el último desarrollo de la tecnología láser para limpieza profunda, eficaz y con buenos resultados. Los métodos de limpieza industrial tradicionales a menudo requieren procesos tediosos, presentan peligros y limitaciones y son contaminantes para el medio ambiente. Las máquinas de limpieza láser permiten limpiar pintura, grandes suciedades, retirar óxido y corrosión, entre otros procesos. Vamos a conocer aplicaciones de la limpieza láser y cómo funcionan los equipos de limpieza por láser.

La limpieza láser cada vez está más presente en diferentes industrias y trabajos. Vamos a destacar algunas aplicaciones de la limpieza láser:

- Retirada de pintura de aviones y vehículos
- Limpieza de paredes o exteriores de algunos edificios
- Limpieza en la industria electrónica
- Limpieza de soldaduras
- Preparación de materiales para ser soldados
- Retirada parcial de capas de pintura o revestimientos
- Limpieza de piezas industriales o cintas y mallas con suciedad acumulada
- Retirada de óxido de metales



CAPÍTULO 4 – COMPONENTES PRINCIPALES

4.1 RESONADOR LÁSER

El resonador láser es el componente clave que produce el haz de luz láser. Este haz de luz es posteriormente dirigido hacia la pistola de limpieza mediante un flexo que contiene un cable de fibra óptica, el cual transporta la energía del láser de manera eficiente.

Este resonador es de tipo pulsado, lo que significa que el láser se emite en pulsos rápidos en lugar de un flujo constante de energía. El equipo está diseñado para ofrecer una potencia media de 300W, lo que asegura un rendimiento constante y eficaz durante su uso. Además, cuenta con una potencia pico de hasta 110kW, lo que permite que el láser alcance una intensidad extremadamente alta en breves momentos, ideal para aplicaciones de limpieza precisas y potentes.



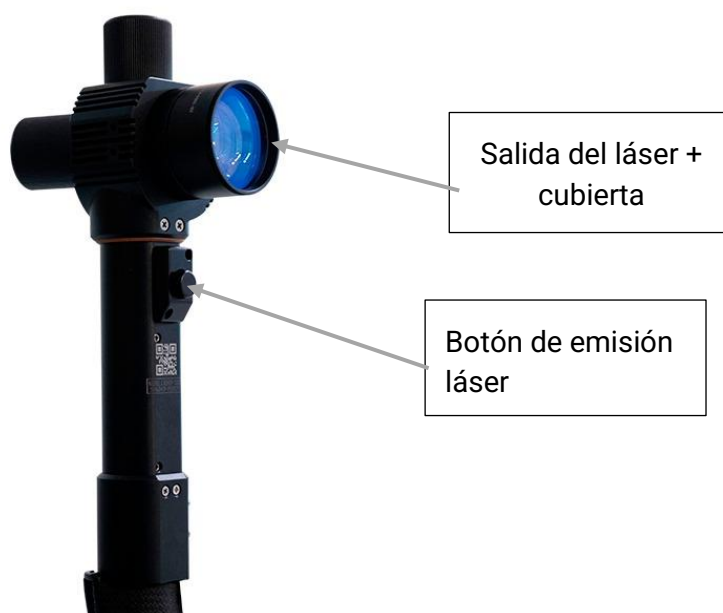
4.2 PISTOLA LÁSER

La pistola láser funciona como el cabezal principal del sistema de limpieza, siendo la herramienta de trabajo que el operario utiliza para dirigir y manejar el láser hacia la superficie a limpiar. Esta pistola permite un control preciso y eficaz del haz láser, lo que facilita la ejecución de la limpieza en materiales o superficies específicas.

La pistola de limpieza láser cuenta con algunos consumibles esenciales, como las lentes, que son componentes clave para enfocar el haz láser correctamente. Para garantizar un rendimiento óptimo, es fundamental que la pistola se mantenga en buenas



condiciones y se limpie regularmente. Esto es especialmente importante para evitar que el polvo, la suciedad u otros contaminantes afecten los componentes internos de la pistola, lo que podría ocasionar daños en las lentes o afectar la precisión del haz láser.



4.3 CIRCUITO DE AIRE EXTERIOR

La máquina de limpieza láser está equipada con un circuito interno de aire destinado a la refrigeración de la antorcha de limpieza. Para su correcto funcionamiento, es imprescindible conectar la entrada de aire de la máquina a un compresor externo suministrado por el cliente.

El circuito de aire de la máquina incorpora los siguientes elementos:

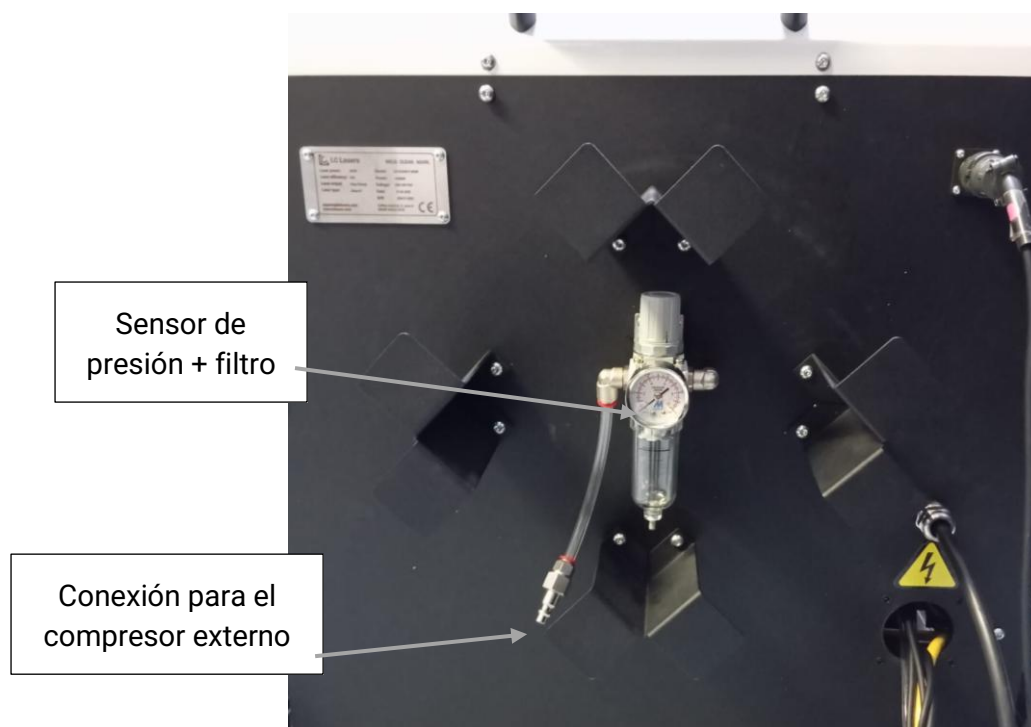
- Sensor de presión: supervisa de forma continua la presión de entrada para garantizar que el caudal de aire se mantiene dentro de los valores de funcionamiento establecidos.
- Filtro de partículas: evita la entrada de impurezas o restos sólidos procedentes del compresor externo, protegiendo así los conductos internos y la antorcha de limpieza.

Ambos elementos trabajan conjuntamente para asegurar un flujo de aire estable y limpio durante las operaciones de limpieza.

Requisitos del compresor externo

El cliente debe disponer de un compresor de aire compatible, capaz de suministrar un caudal dentro del rango especificado por la máquina. El rango de presión de trabajo requerido es de **1 a 2,5 MPa**.

Es responsabilidad del usuario verificar que el compresor cumple estos requisitos antes de la conexión. Un suministro de aire inadecuado puede afectar al rendimiento y a la seguridad del equipo.



Parte trasera de la máquina

4.4 PARTE TRASERA

En la parte posterior de la máquina se encuentran los puntos de conexión necesarios para su funcionamiento seguro. Antes de poner la máquina en marcha, asegúrese de que todas las conexiones estén correctamente instaladas y en buen estado.

Cable de alimentación

La máquina dispone de un conector de alimentación situado en la zona posterior. Este cable suministra la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema láser y sus componentes internos.

- Conecte el cable de alimentación únicamente a una toma adecuada y con las especificaciones eléctricas indicadas en la placa de características de la máquina.
- Asegúrese de que el cable no presente daños visibles y no quede bajo tensión mecánica ni riesgo de aplastamiento.
- No utilice adaptadores ni alargadores que no cumplan las normas de seguridad aplicables.



Importante: La máquina debe estar conectada a una toma con conexión a tierra para garantizar la seguridad del usuario y la protección del equipo.



Conexión de seguridad – Sistema Interlock

La máquina incorpora un conector específico para el cable de seguridad (interlock), el cual se encuentra también en la parte trasera.

Este sistema forma parte del circuito de seguridad obligatorio para el funcionamiento del láser.

El cable de interlock permite la comunicación entre la máquina y la cabina o área de trabajo, garantizando que el láser solo pueda activarse cuando las condiciones de seguridad sean correctas.

- Conecte el cable de interlock entre la máquina y la cabina de trabajo siguiendo la configuración indicada.
- El sistema se comunica con el sistema de cierre de la cabina: el láser no emitirá si la puerta está abierta o si el circuito está interrumpido.
- En caso de apertura de la puerta durante el funcionamiento, el interlock detendrá inmediatamente la emisión láser.

Nota: La máquina no iniciará la emisión si el circuito de interlock no está cerrado correctamente. Compruebe esta conexión en caso de que el equipo no permita el arranque del láser.



CAPÍTULO 5 – UTILIZACIÓN DEL EQUIPO

En este capítulo se detallan los primeros pasos a realizar cuando reciba su nuevo equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P y para su utilización. Siga detalladamente estas instrucciones para poner en marcha por primera vez el equipo y tenga a mano este manual para futuras consultas relacionadas con el mantenimiento y operación del mismo.

5.1 CONEXIÓN ELÉCTRICA

Todos los equipos de limpieza láser LC-CLEAN cuentan un cable de alimentación que sale de la parte trasera.

El equipo de 300W funciona con una toma de 32A monofásico. Con el equipo se incluye un cable de alimentación, con un cabezal que encaja en la toma de la parte trasera del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P.

5.2 ENCENDIDO Y APAGADO

5.2.1 ENCENDIDO

Para operar correctamente el equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P debe seguir los siguientes pasos:

1. Conecte debidamente el equipo a la corriente, enchufando el cable a una toma compatible.
2. Gire el interruptor de emergencia en sentido horario para desactivarlo (seta).
3. Gire la llave del interruptor de encendido en sentido horario.

5.2.2 APAGADO

Para proceder al apagado del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P debemos seguir los pasos anteriores de forma inversa:

1. Gire la llave en sentido antihorario.
2. Presione el interruptor de emergencia (seta).



5.3 PANEL DE CONTROL

El control del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P se realiza mediante una pantalla táctil situada en la parte delantera del equipo, de forma que no requiere de ningún ordenador o complemento externo para su control.

5.3.1 INICIO DEL SOFTWARE

Una vez encendido el equipo correctamente aparecerá la siguiente pantalla de acceso:



Se pueden escoger dos casillas:

- 1- Limpieza: Iniciar la pantalla para permitir la limpieza láser (Contraseña por defecto – 1)
- 2- Configuración: Permite realizar configuraciones internas (Contraseña por defecto – 6)

5.4 LIMPIEZA

En este menú podremos acceder realizar la limpieza



5.4.1 LIMPIAR

Para realizar el proceso de limpieza del equipo, siga estos pasos:

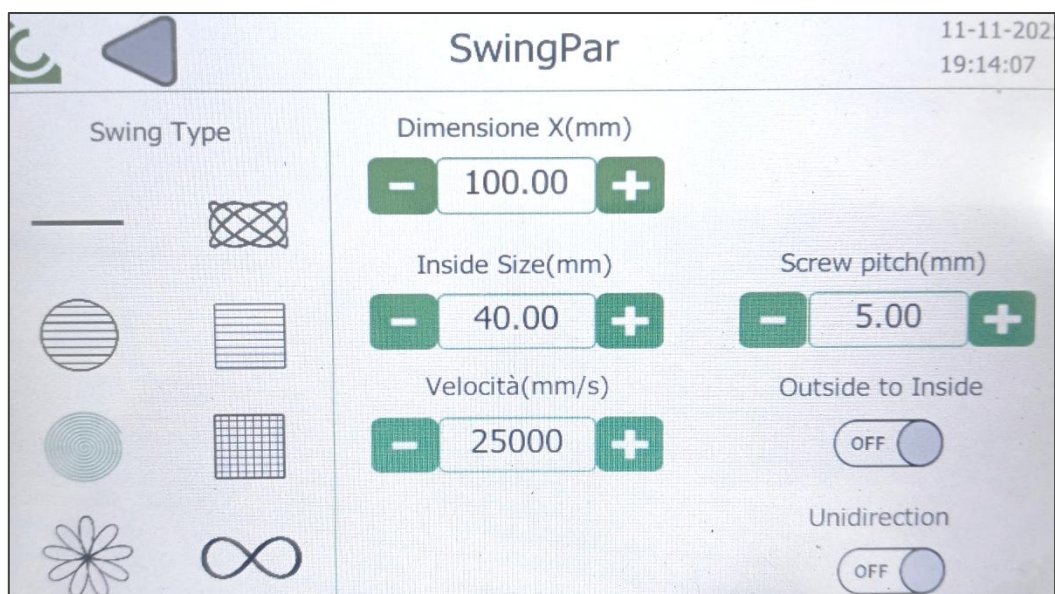
1. **Apretar en *Previsualizar*:** Inicie la previsualización para verificar el estado del sistema.
2. **Apretar en *Láser*:** Active el láser para preparar el equipo.
3. **Indicador *Preparado*:** Confirme que el equipo está listo para operar.
4. **Retirar el tapón de la lente de la pistola:** Asegúrese de que la lente esté descubierta y lista para el disparo.
5. **Colocar los equipos de protección personal (EPP):** Verifique que lleva puestos todos los elementos de seguridad necesarios para operar el equipo de manera segura.
6. **Presionar el botón de disparo dos veces:** Haga esto con un intervalo de 1 segundo entre cada pulsación para iniciar la limpieza.

Nota opcional:

- Puede presionar el botón **AIRE** para activar una salida digital que encendería el compresor externo. Sin embargo, esta función está actualmente deshabilitada.

5.4.2 OSCILACIÓN

Aquí encontramos distintas formas de limpieza. Cada una de estas formas tiene configuraciones diferentes según la tipología.



Configuración de Figuras

Cada figura posee características particulares que se pueden ajustar según su tipología. Entre los parámetros configurables se encuentran:

- **Tamaño en el eje X:** Modifique la dimensión horizontal de la figura.
- **Tamaño en el eje Y:** Ajuste la dimensión vertical de la figura.
- **Velocidad de movimiento:** Regule la rapidez con la que se desplaza el sistema.
- **Ángulos de rotación:** Configure la orientación angular de la figura.
- **Llenados:** Personalice el nivel de relleno según sea necesario.
- **Tipos de relleno:** Elija entre diferentes estilos de relleno disponibles.
- **Otros parámetros adicionales:** Según las necesidades específicas de cada figura.

Para visualizar los ajustes realizados o comprobar las configuraciones, regrese al menú anterior y presione la opción **Previsualizar**.

5.4.3 POTENCIA

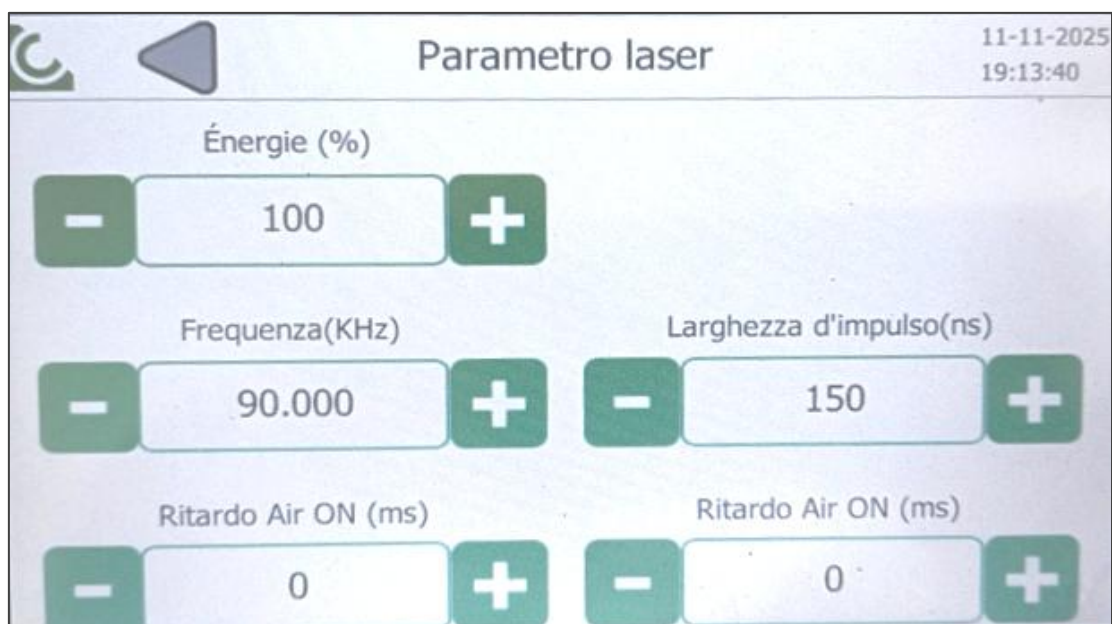
Elementos de Configuración del Láser

Se dispone de los siguientes parámetros ajustables para personalizar el funcionamiento del equipo de limpieza láser:

1. **Potencia (0-100%):** Regula la potencia de salida del láser.
2. **Frecuencia (0-250 kHz):** Ajusta la frecuencia de salida del láser.
3. **Ancho de pulso (10-500 ns):** Define el ancho del pulso según las necesidades.
4. **Pre aire (ms):** Establece el tiempo de salida del aire antes del disparo.



5. **Post aire (ms)**: Configura el tiempo de salida del aire después del disparo.



Nota Importante:

En los equipos de limpieza láser pulsados, los valores de **frecuencia** y **ancho de pulso** no son completamente independientes. El funcionamiento del láser se ajusta automáticamente para protegerse y evitar daños irreparables en ciertas combinaciones de estos valores.

Por ejemplo, al seleccionar una **frecuencia menor**, el láser reducirá automáticamente su potencia para evitar sobrecargas. En la siguiente tabla se detallan los valores específicos y sus limitaciones.

ANCHO DE PULSO (ns)	FRECUENCIA MÍNIMA (kHz)
13	250
20	170
30	120
45	80
60	70
80	55
100	50
150	34
200	30
250	25
350	22
500	20



5.5 CONFIGURACIÓN



CONFIGURACIÓN

30-10-2024
00:00:00

CORREGIR



I/O



TEMPERATURA



USUARIOS



OTROS



VERSIONES

RAMPA
DE POTENCIAPARÁMETROS
DINÁMICOS

El equipo de limpieza láser cuenta con diversos parámetros ajustables para personalizar su funcionamiento. Sin embargo, **algunas funciones están restringidas** y requieren la supervisión de un técnico especializado para su ajuste.

1. **Corrección de posición del punto:** Ajusta la posición del punto para asegurarse de que esté lo más centrado posible (**IMPORTANTE**).
2. **Entradas y salidas digitales (I/O):** Configura las entradas y salidas digitales para integraciones específicas.
3. **Temperatura:** Monitorea el estado de la temperatura tanto de la pistola como del láser.
4. **Control de usuarios:** Gestiona los permisos y accesos de los usuarios.
5. **Otros ajustes:** Configuraciones adicionales específicas del equipo.
6. **Versiones:** Consulta la versión del software instalado.
7. **Rampa de potencia:** Permite generar rampas de potencia para aplicaciones específicas.
8. **Parámetros dinámicos:** Ajusta parámetros avanzados para optimizar el rendimiento.



5.5.1 CORREGIR

Configuración del Puntero y Lente

Esta pantalla permite ajustar el centrado del puntero rojo y seleccionar la tipología de lente. Dependiendo de la lente que se utilice, es necesario cambiar el modelo (por ejemplo, F210). Puede verificar el modelo de la lente en el contorno de la misma.

El apartado “Ajustar” en la parte derecha de la pantalla permite corregir los siguientes parámetros del puntero rojo para su correcto centrado:

- **Posición X e Y:** Permiten desplazar el puntero horizontal y verticalmente hasta centrarlo con respecto al haz láser real.
- **Ancho en X e Y:** Ajustan la dimensión del puntero en cada eje, pudiendo ampliarlo o reducirlo para mejorar su visibilidad o adaptarlo al área de marcado.
- **Intercambio de ejes:** Esta opción invierte la correspondencia entre los ejes X e Y del puntero, útil cuando la orientación del sistema óptico requiere adaptar la referencia visual.



Realice estos ajustes con la máquina en reposo y siguiendo los procedimientos de seguridad establecidos, asegurándose de que el puntero quede correctamente centrado antes de iniciar cualquier operación con el láser.



El apartado “**AJUSTAR**” está restringido y solo debe ser modificado bajo la supervisión de un técnico cualificado. Ajustes incorrectos podrían causar que el láser dispare dentro de la pistola, lo que podría resultar en daños irreparables.



5.5.2 I/O

Función DI			Función DO		
Estado	Función	Nivel	Estado	Función	Nivel
1	Ninguno	OFF	1	Ninguno	ON
2	Ninguno	OFF	2	Ninguno	OFF
3	Llave de encendido láser	OFF	3	Aire	ON
4	Ninguno	OFF	4	Error de Motor	OFF

Configuración de Entradas y Salidas Digitales

En esta sección, se pueden configurar las entradas y salidas digitales para diversas aplicaciones del sistema. Estas configuraciones permiten la integración con otros dispositivos o sistemas, optimizando el uso del equipo para tareas específicas.

Es importante tener en cuenta que una configuración incorrecta podría afectar el rendimiento del equipo o incluso causar daños en los componentes. Por lo tanto, se recomienda **no modificar** estos ajustes sin la supervisión y el asesoramiento de un técnico cualificado. Un ajuste incorrecto podría alterar la interacción entre el equipo y otros sistemas conectados, lo que podría comprometer la seguridad y el funcionamiento adecuado del láser.

Si no está seguro de cómo realizar estos ajustes, siempre consulte con un técnico especializado para evitar problemas y garantizar el máximo rendimiento del equipo.

5.5.3 TEMPERATURA

En esta pantalla, es posible **monitorizar la temperatura** de la pistola y de otros componentes críticos del equipo. Esta función permite verificar el estado térmico de los elementos y asegurarse de que operan dentro de los rangos seguros, evitando sobrecalentamientos que podrían dañar el sistema o afectar su rendimiento.




Nota importante: Los parámetros y funciones de la pantalla de Temperatura ya vienen definidos por defecto de acuerdo a las especificaciones de la máquina. No realice ninguna modificación si no es bajo la supervisión de un técnico especializado.

5.5.4 USUARIOS

Gestión de Usuarios

En esta sección, se pueden **cambiar y asignar permisos** a diferentes usuarios del sistema. Existen dos tipos de usuarios con diferentes niveles de acceso:

- **Operador:** Usuario básico, con permisos limitados, adecuado únicamente para realizar tareas de limpieza.



- **Administrador:** Usuario avanzado, con acceso a configuraciones y la capacidad de modificar parámetros del sistema.

Además, se dispone de los siguientes botones de acción:

- **Registrarse:** Para guardar un nuevo usuario con los permisos correspondientes.
- **Modificar:** Para actualizar las configuraciones de un usuario existente.
- **Eliminar:** Para eliminar un usuario del sistema.

5.5.5 OTROS



Configuración del Sistema

En esta sección, se pueden ajustar diversas configuraciones del sistema de control, tales como:

- **Idioma:** Permite cambiar el idioma del sistema de control para adaptarlo a las necesidades del usuario.
- **Volumen:** Ajusta el volumen de la pantalla o notificaciones del sistema.
- **Alarma remota:** Habilita alarmas externas para alertas fuera del sistema.
- **Temperatura de alarma:** Configura una alerta en caso de que la temperatura del equipo supere el límite seguro. **Se recomienda dejar esta opción ACTIVADA por defecto.**
- **Alarma de peligro:** Activa una alarma interna que avisa sobre posibles fallos o condiciones peligrosas del equipo. **Se recomienda dejar esta opción ACTIVADA por defecto.**



Nota importante: Se recomienda **no modificar** los demás elementos, ya que estos pueden alterar configuraciones internas del sistema y afectar su funcionamiento adecuado.

5.5.6 VERSIONES



Versión del Software y de la Pistola

En esta sección, se puede consultar la **versión del software** y la **versión de la pistola**. Además, el sistema indica si estas versiones son válidas o si requieren alguna actualización.

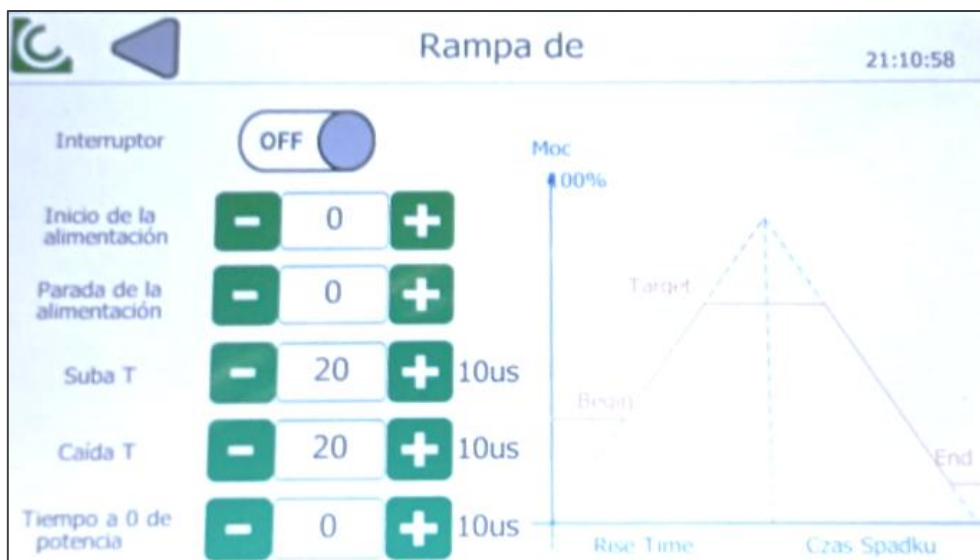
- **Versión del software:** Muestra la versión actual del software instalado en el sistema.
- **Versión de la pistola:** Informa sobre la versión del firmware de la pistola conectada.
- **Estado de validez:** El autor o sistema indica si la versión es válida y está actualizada. En caso contrario, se recomendará realizar una actualización.

5.5.7 RAMPA DE POTENCIA

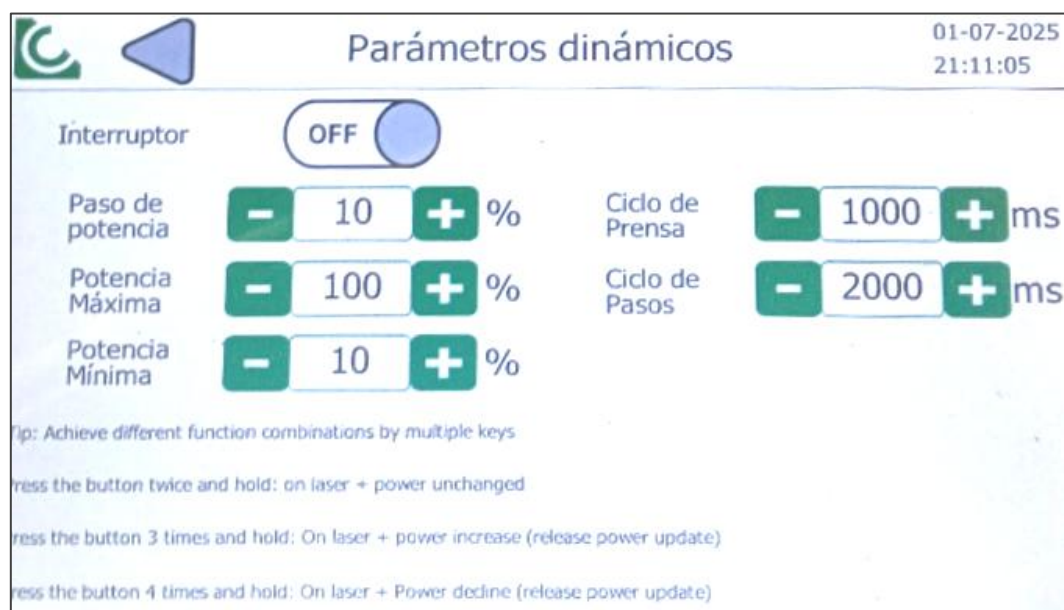
Rampas de Entrada y Salida

En esta sección, se pueden **configurar rampas de entrada y salida** para ajustar gradualmente los parámetros del láser. Estas rampas permiten una transición suave en los valores, lo que mejora el control y la precisión durante el proceso de limpieza.

- **Rampa de entrada:** Ajusta la aceleración progresiva de los parámetros al inicio del proceso.
- **Rampa de salida:** Controla la desaceleración gradual al final del proceso, evitando cambios abruptos que puedan afectar el rendimiento.



5.5.8 PARÁMETROS DINÁMICOS



Funciones Avanzadas

En esta sección, se encuentran configuraciones más avanzadas que permiten ajustar parámetros críticos del sistema láser. Estas opciones están diseñadas para proporcionar un control más preciso sobre el rendimiento del equipo y para protegerlo de posibles fallos. Las funciones disponibles incluyen:

- **Limitación de la potencia:** Permite establecer un límite máximo de potencia para evitar sobrecargar el láser o dañarlo.



- **Ciclos de pasos de potencia:** Configura los ciclos de incremento o decremento gradual de la potencia durante el proceso de limpieza. Esto ayuda a optimizar la eficiencia y proteger el equipo.
- **Activación o desactivación de la emisión del haz láser:** Permite controlar cuándo se activa o desactiva la emisión del láser, lo que puede ser útil para operaciones de seguridad o cuando se necesite desactivar temporalmente el láser.

5.9 FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PISTOLA

La pistola incorporada en los equipos de limpieza láser **LC-CLEAN** es una de las más avanzadas en su sector, destacándose por varias ventajas sobre sus competidores.

Entre las características más sobresalientes se encuentran:

- **Diseño ergonómico:** Permite un uso cómodo durante largos períodos, reduciendo la fatiga del operador.
- **Facilidad de uso:** Su interfaz intuitiva facilita su manejo, incluso para usuarios con poca experiencia.
- **Robustez de los componentes:** Fabricada con materiales de alta calidad, lo que garantiza su durabilidad y resistencia en condiciones exigentes.
- **Practicidad de ajuste:** Los controles y ajustes son rápidos y fáciles de realizar, optimizando el tiempo de operación.
- **Versatilidad:** Adaptable a una variedad de aplicaciones y entornos de trabajo, lo que aumenta su efectividad en diferentes tareas de limpieza.

5.9.1 SISTEMA GALVANOMÉTRICO

En el interior de la salida de la pistola se encuentra el **Galvanómetro**, un sistema de espejos motorizados que permite redirigir el haz láser según la forma seleccionada en la pantalla de control. Dependiendo de la configuración elegida, los espejos se moverán de una manera u otra para cumplir con las especificaciones deseadas en el proceso de limpieza.

NOTA INFORMATIVA:



El acceso al galvanómetro está restringido y está cubierto por la garantía de la pistola. **No debe manipularse bajo ninguna circunstancia** para evitar invalidar la garantía o dañar los componentes internos.



5.9.2 LENTE

Ubicada justo después del protector de lente, la lente focalizadora se encarga de concentrar el haz de luz proveniente del resonador. Esta lente, de tipo F-Theta, tiene la capacidad de enfocar el haz en un plano específico, lo que optimiza el proceso de limpieza.

Existen diferentes tipos de lentes con diversas distancias focales. En general, **a menor distancia focal, mayor concentración del haz**, lo que permite una mayor precisión. Sin embargo, es importante tener en cuenta que una mayor concentración no siempre se traduce en una limpieza más rápida, ya que otros factores del proceso también influyen en la eficiencia.

5.9.3 PROTECTOR DE LENTE

El protector de lente es el único consumible del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P. Como su nombre indica, está diseñado específicamente para permitir el paso del haz láser hacia el exterior, protegiendo la lente de posibles daños.

Este protector actúa como una barrera frente a picaduras y desperfectos causados por el rebote o refracción del láser, así como para evitar que microproyecciones puedan asentarse en la lente, lo que podría afectar su rendimiento.

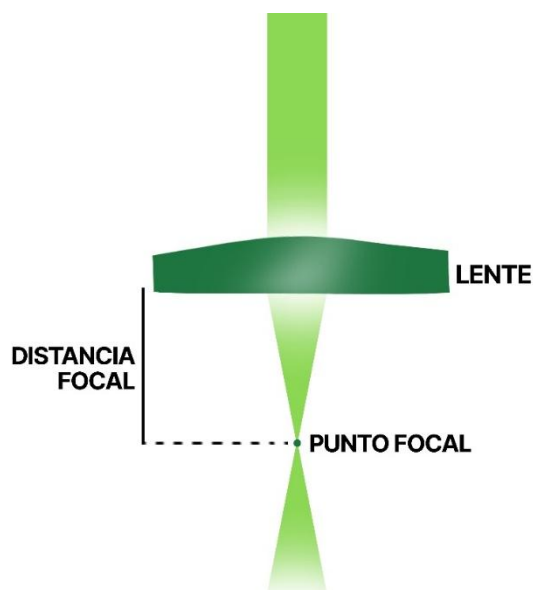
Es fundamental mantener el protector de lente siempre limpio y en buen estado. Se recomienda revisarlo periódicamente y sustituirlo cuando sea necesario para asegurar un funcionamiento óptimo y evitar daños en los componentes internos.

5.9.4 DISTANCIA FOCAL

Como se mencionó anteriormente, el haz de luz láser sale de la fibra óptica de manera uniforme y paralela. La función de la lente es concentrar ese haz en un spot muy pequeño, con forma de "reloj de arena".

El punto central de este "reloj de arena" es donde se concentra la mayor parte de la energía del haz láser. Para garantizar la máxima eficacia, es necesario ajustar manualmente la distancia focal mientras el láser está en funcionamiento, de manera que el punto central del haz se ubique en la superficie del material a tratar.

Para facilitar este ajuste, el equipo cuenta con dos punteros rojos, diseñados específicamente para ayudar a triangular la distancia y asegurar que el punto de concentración se ubique correctamente en el material durante el trabajo.



La **distancia focal** es fija y varía según el tipo de lente utilizada. Afortunadamente, encontrarla es un proceso sencillo. Para ello, basta con apretar el gatillo de la pistola láser y moverla gradualmente a diferentes distancias del material que se desea limpiar. El objetivo es localizar el punto de mayor intensidad, que corresponde al área de concentración máxima de energía del haz láser.

Este ajuste es clave para obtener los mejores resultados durante el proceso de limpieza, ya que asegura que la energía se aplique de manera eficiente y precisa.

5.9.5 PARAMETRAJE

1. Potencia:

- Recomendación: Dependerá del tipo de material a limpiar y de la capa de contaminante a remover.
- Para materiales más duros o contaminantes resistentes (óxido, pintura gruesa), es recomendable potencia más alta (70-100%).
- Para materiales delicados o contaminantes más ligeros (suciedad, polvo), es recomendable potencia más baja (30-60%).

Valor recomendado: Comienza con **50-60%** para una limpieza estándar, ajustando según el tipo de material y la eficiencia de limpieza.

2. Frecuencia:

- La frecuencia está relacionada con la cantidad de pulsos por segundo.
- Para materiales resistentes (como óxido o capas gruesas de pintura), una frecuencia más baja es ideal, ya que la energía del láser se concentra en menor tiempo.



- Para materiales más frágiles o para obtener una limpieza más rápida, una frecuencia más alta es recomendable, para proporcionar más pulsos por segundo y una mayor tasa de trabajo.

Valor recomendado: Entre **20-50 kHz** para materiales más duros, y entre **50-100 kHz** para materiales más blandos o limpieza más eficiente.

3. Ancho de Pulso:

- El ancho de pulso determina cuánto tiempo dura cada pulso de láser.
- Para limpieza de superficies duras, se recomienda usar un ancho de pulso más corto, lo que permite una acción más rápida y efectiva sin dañar el material.
- Para superficies más blandas o trabajos más delicados, usar un ancho de pulso mayor puede ser útil para evitar la sobrecarga de energía en el material.

Valor recomendado: Comienza con un rango de **150-300 ns** para una limpieza eficiente, ajustando según el material.

4. Ancho de Línea:

- El ancho de línea define la anchura de la zona que se limpia en cada pasada del láser.
- Para una limpieza rápida de grandes superficies, es ideal tener un ancho de línea más grande.
- Para trabajos más detallados o limpieza de zonas pequeñas, un ancho de línea más estrecho es mejor, ya que te permite ser más preciso.

Valor recomendado: Entre **40-60 mm** para trabajos estándar, ajustando según el tipo de material y el área que necesites cubrir.

5. Velocidad de Movimiento:

- La velocidad de movimiento debe ajustarse según la potencia, frecuencia y el tipo de material.
- Para materiales más duros o contaminantes más gruesos, se recomienda una velocidad de movimiento más baja para asegurarte de que el láser tiene suficiente tiempo para actuar sobre el material.
- Para materiales más blandos o limpieza ligera, una velocidad más alta es adecuada, ya que reduce el tiempo de trabajo sin comprometer la efectividad.

Valor recomendado: Para materiales **duros o gruesos**, empieza con una velocidad de **10.000-20.000 mm/s**, y para materiales **más suaves** o limpieza más rápida, utiliza velocidades de **20.000-30.000 mm/s**.

Resumen de Valores Iniciales Recomendados:

- **Potencia:** 50-60%
- **Frecuencia:** 20-50 kHz (materiales más duros) / 50-100 kHz (materiales más suaves)



- **Ancho de pulso:** 150-300 ns
- **Ancho de línea:** 40-60 mm
- **Velocidad de movimiento:** 10.000-20.000 mm/s (materiales más duros) / 20.000-30.000 mm/s (materiales más suaves)

Consejos Adicionales:

- Siempre realiza **pruebas iniciales** en una pequeña sección del material para ajustar los parámetros según sea necesario.
- Ten en cuenta que el **tipo de material** (metal, pintura, óxido, etc.) influirá en gran medida en cómo los parámetros afectarán la limpieza.
- La **temperatura** del material también es relevante, ya que un material caliente puede reaccionar de manera diferente a un material frío.

5.10 ERRORES TIPICOS

5.10.1 ERROR DE TEMPERATURA

Este error aparece cuando la máquina detecta una temperatura excesiva en de la antorcha de limpieza.

Posibles causas:

- Uso de la pistola a 90° respecto a la superficie, lo que dificulta la correcta disipación del calor.
- Fallo o funcionamiento anómalo del sistema de refrigeración de la pistola.
- Filtros de aire obstruidos o sucios dentro del circuito de refrigeración.

Acción recomendada:

Detener el uso de la máquina y revisar las condiciones de trabajo y el estado de los filtros. Si el error continúa, contacte con el Servicio Técnico.

5.10.2 FALLO DE UNO DE LOS EJES

El usuario puede observar que el puntero o el escaneo no responden en uno de los ejes (X o Y).

Posibles causas:

- Desconexión o mala conexión en el circuito eléctrico asociado al eje.
- Fallo en la fuente de alimentación de 15 V, que alimenta los actuadores o controladores del eje afectado.

**Acción recomendada:**

Apagar la máquina y comprobar visualmente que no existan cables sueltos o dañados. Ante cualquier duda, contacte con el Servicio Técnico.

5.10.3 EL LASER NO EMITE

Situación en la que la máquina se enciende, pero el láser no inicia la emisión.

Posibles causas:

- Lente focal defectuosa o dañada.
- Interrupción del sistema de interlock, impidiendo la activación por motivos de seguridad.
- Rotura o daño en la fibra óptica de transmisión del láser.

Acción recomendada:

No intente reparar ni manipular el sistema óptico. Compruebe el estado de la conexión de interlock y, si el problema continúa, contacte con el Servicio Técnico.



CAPÍTULO 6 - MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

El equipo de limpieza láser **LC-CLEAN 300W** requiere mantenimiento regular y periódico para garantizar su correcto funcionamiento y prolongar su vida útil.

Si necesita realizar tareas de mantenimiento, reparación o inspección, siga estos pasos:

1. **Apague el equipo** y asegúrese de retirar la llave.
2. **Pulse el interruptor de emergencia** para desactivar cualquier función del sistema.
3. **Apague el interruptor principal**, ubicado en la parte trasera de la máquina, para desconectar completamente la alimentación.

Una vez completado el mantenimiento, antes de volver a poner el equipo en funcionamiento, asegúrese de:

- **Apretar correctamente todos los tornillos** para garantizar que las partes estén bien fijadas.
- **Verificar que los sistemas de seguridad** están operativos y funcionando correctamente.

6.1 REEMPLAZO DEL PROTECTOR DE LENTE

Para reemplazar el protector de lente de la pistola, siga los siguientes pasos:

1. Afloje la rosca circular de la ventana protectora y retire el cajón del protector de lente. El protector de lente está ubicado justo donde se encuentra la lente, siendo la primera capa de protección de la misma.
2. Retire el protector de lente dañado o sucio y reemplácelo por uno nuevo. Asegúrese de no tocar la superficie del protector con los dedos para evitar que se ensucie.
3. Una vez colocado el nuevo protector de lente en el marco de presión, sitúelo en su posición correcta y apriete la rosca circular que lo sujeta firmemente.
4. Vuelva a instalar el cajón de la lente en su lugar dentro de la pistola.

Riesgos asociados a la sustitución del protector de lente

Durante la sustitución del protector de lente de la antorcha, el circuito óptico queda parcialmente expuesto. En esta operación existe el riesgo de que polvo, humedad o partículas entren en el interior del sistema óptico. La presencia de suciedad en esta zona puede provocar:



- Pérdida de calidad del haz láser.
- Sobrecalentamiento localizado debido a la dispersión del haz.
- Daños permanentes en los componentes ópticos internos de la antorcha, incluida la lente focal.
- Reducción de la vida útil de la pistola de limpieza.

Para minimizar estos riesgos:

- Realice el reemplazo **únicamente en un ambiente limpio**, libre de polvo y corrientes de aire.
- Mantenga el tiempo de exposición del sistema óptico **lo más breve posible**.
- Evite tocar cualquier superficie óptica con las manos o con materiales no autorizados.
- Asegúrese de que el nuevo protector esté limpio y manipúlelo con cuidado.

Si durante la operación se detecta suciedad interna o existe duda sobre el estado óptico, **detenga la intervención y contacte con el Servicio Técnico autorizado.**

6.2 INSPECCIÓN DEL CONECTOR DE LA PISTOLA

Es fundamental comprobar de forma regular que el conector de fibra esté bien sujeto. Asegúrese de que no se encuentre suelto o mal posicionado, ya que esto podría afectar el rendimiento del sistema. Además, evite que el cable de fibra esté doblado de forma excesiva, manteniendo un **radio de curvatura mayor a 60°** para prevenir daños en la fibra óptica.

6.3 PISTOLA

La pistola de limpieza debe mantenerse siempre limpia para evitar posibles daños en sus componentes ópticos. Es importante asegurar su correcto manejo, evitando caídas y golpes que puedan afectar su funcionamiento.

Asimismo, la manguera de conexión entre la pistola y el cuerpo del equipo debe tratarse con cuidado. Nunca debe ser pisada ni por personas ni, especialmente, por maquinaria itinerante, ya que esto podría provocar daños en la fibra óptica y afectar el rendimiento del equipo.

6.4 FILTRO DEL CIRCUITO DE AIRE

La máquina incorpora un filtro en el circuito de aire externo destinado a proteger el sistema de refrigeración de la pistola de limpieza. Dado que este circuito se alimenta de un compresor externo, existe riesgo de que el aire suministrado contenga suciedad,



humedad o partículas, las cuales pueden obstruir el circuito y reducir la capacidad de refrigeración de la pistola.

Para garantizar un funcionamiento seguro y evitar sobrecalentamientos, se recomienda realizar las siguientes tareas de mantenimiento periódico:

1. Inspección visual del filtro (semanal)

- Verifique el estado general del filtro y su carcasa.
- Compruebe que no haya acumulación visible de polvo, aceite o partículas.
- Asegúrese de que las conexiones estén firmes y sin fugas.

2. Purga del filtro (semanal o según uso)

- Si el filtro dispone de purga manual o automática, elimine la humedad o los residuos acumulados en el depósito.
- Realice esta operación siempre con la máquina detenida y el circuito sin presión.

3. Limpieza del elemento filtrante (mensual)

- Extraiga el elemento filtrante siguiendo las indicaciones de seguridad del fabricante.
- Limpie el cartucho con aire comprimido limpio y seco, aplicando el soplado desde el interior hacia el exterior para desalojar las partículas atrapadas.
- Sustituya el elemento si se observan daños, deformaciones o suciedad persistente.

4. Sustitución del filtro (cada 6–12 meses o según entorno de trabajo)

- Reemplace el filtro completo si se trabaja en entornos con alta carga de polvo o humedad, o si se detecta pérdida de caudal en el circuito de aire.
- Utilice únicamente repuestos recomendados por el fabricante para garantizar la estanqueidad y eficacia del sistema.

5. Verificación del caudal de aire (periódica)

- Compruebe que el caudal de aire suministrado por el compresor es estable y suficiente para una refrigeración correcta.
- Una reducción de caudal puede indicar un filtro obstruido o un problema en la red neumática.

6.5 INSPECCIONES PERIÓDICAS

Para asegurar el correcto funcionamiento del equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W, es esencial realizar inspecciones periódicas. Las tareas recomendadas son las siguientes:

- Inspección diaria del protector de lente: Verifique que el protector esté libre de contaminación o marcas. Si está sucio o contaminado, realice el reemplazo oportuno.



- Inspección semanal del conector de la pistola: Asegúrese de que el conector de la pistola esté correctamente conectado y no presente signos de desgaste o daño.
- Revisión de la pistola o antorcha: Verifique que no haya fugas de agua en ninguna junta. Si detecta alguna fuga, tome las medidas necesarias para corregirla y evitar daños.



CAPÍTULO 7 - GARANTÍA Y CONDICIONES

7.1 GARANTÍAS

El equipo de limpieza láser LC-CLEAN 300W P está cubierto por una garantía. Las condiciones de la garantía son las siguientes:

- **Garantía de 2 años** para el equipo en general y sus componentes principales (resonador, partes mecánicas y conexiones).
- **Garantía de 1 año** para la parte eléctrica pistola de limpieza (No se incluyen consumibles del tipo óptico), el sistema de control y todo el apartado eléctrico.
- **Consumibles** como lentes, protectores de lente, entre otros, **no están sujetos a garantía**.

7.2 CONDICIONES Y RESPONSABILIDAD

La garantía de los componentes está sujeta a un uso adecuado y correcto funcionamiento del equipo. Cualquier indicio de mal uso resultará en el incumplimiento de las condiciones de la garantía, y la reparación o sustitución de componentes quedará a cargo del cliente.

Condiciones específicas:

a) Durante el período de garantía, proporcionaremos los componentes defectuosos de forma gratuita, siempre que estos cumplan con las condiciones de la garantía. Sin embargo, el costo de transporte de los productos fuera de garantía no está cubierto.

b) Los usuarios deben utilizar el equipo de acuerdo con las instrucciones de uso para asegurar su integridad. La compañía no se hará responsable de la garantía en los siguientes casos, y podrá ejercer derechos legales según corresponda:

- Uso del equipo en condiciones inapropiadas de lugar, temperatura o ambiente, a pesar de las recomendaciones del fabricante.
- Modificación del equipo sin autorización previa, o el uso de piezas de repuesto, componentes o periféricos que no sean suministrados por nuestra empresa.
- Incumplimiento de los requisitos operativos y de mantenimiento establecidos.
- Daños ocasionados durante el transporte del equipo.

c) Sin afectar las características del producto, nos reservamos el derecho de cambiar las especificaciones o la forma de los productos sin previo aviso.



d) Nuestra única obligación legal está relacionada con la venta del producto en sí, su calidad y rendimiento, así como con la garantía. No asumimos responsabilidades adicionales, ya sean directas o indirectas, ni por mal uso o daños a terceros.

7.3 PROCEDIMIENTO

Si su equipo presenta algún error o avería, contacte directamente con su distribuidor oficial. Se comunicará un técnico para hacer las comprobaciones pertinentes y se procederá, en caso necesario, a la activación de la garantía.