

# **ANEXO C**

## **Guía Práctica para la Seguridad y la Evaluación de Riesgos de la Utilización de la Luz Láser.**

# Índice

1	Noticia Importante.....	03
1.1	Limitaciones de esta Guía.....	03
1.2	Limitación de Responsabilidad.....	03
2	Introducción y Evaluación de Riesgo.....	04
3	Seguridad del Personal.....	04
4	Creando un Ambiente Seguro.....	07
4.1	Cerradura de Puerta y Alarma de Intruso.....	07
4.2	Pantallas de Computadora.....	09
4.3	Riesgos.....	10
5	Montaje, Alineación, y Blindaje .....	10
5.1	Encontrando las Trayectorias del haz Láser.....	11
5.2	Chequeo Final.....	13
6	Colegas y Visitantes .....	13
7	Situaciones Típicas de Peligro.....	14
8	Repaso .....	15

# 1 Noticia Importante “ADVERTENCIA”

## 1.1 Limitaciones de esta Guía

Esta guía refiere a buenas prácticas de trabajo resultando en el uso de una Fuente Láser más segura cuando es aplicado a mediciones de mecánica de fluidos apoyadas en Fuente Láser y en aplicaciones similares también basadas en Fuente Láser. No es una guía completamente segura, ni es una guía Local o Nacional de Regulaciones de Seguridad para luz Láser. Esta guía esta basada en una colección de experiencias y está hecha para proveer asistencia útil y amigable.

Todas las Regulaciones de Seguridad de la utilización de Fuentes Láser, locales, regionales y nacionales, regulaciones de ambiente de trabajo, Higiene y Seguridad en regulaciones de trabajo, etc., DEBEN ser estudiadas en adición a esta guía y a todas las regulaciones aplicables, reglas y manuales de equipo deben tomar precedencia sobre cualquier consejo contenido en esta guía..

**Aprenda sobre las regulaciones de seguridad locales y cumpla con ellas antes de usar una Fuente Láser.**

## 1.2 Limitación de Responsabilidad

Ni el fabricante del Sistema PIV, ni el fabricante de la Fuente Láser ni Systelectro S. A. de C. V., proveedor del sistema y de los servicios asociados de post venta, asumimos ni aceptamos ninguna responsabilidad por el contenido de esta guía ni estamos aceptando explícitamente ni implícitamente ninguna responsabilidad de ningún tipo de accidente el cual pudiera ser atribuido al uso de esta guía, sus contenidos, y posibles omisiones. La seguridad del Láser es responsabilidad del usuario del equipo, de sus supervisores y de la Institución poseedora de la fuente láser.

## 2 Introducción y Evaluación de Riesgo

Una Fuente Láser es una herramienta, la cual debe ser tratada con respeto como cualquier otra pieza de maquinaria que utilizamos alcanzando nuestros objetivos de investigación científica y de ingeniería. Justo como manejar un auto, no solo conocemos las reglas de tráfico y su regulación; si no que también aprendemos como manejar la maquina segura y eficientemente.

Utilizando una Fuente Láser, podemos dividir el uso seguro en diferentes fases las cuales necesitan especial atención:

- Seguridad Personal
- Un ambiente seguro
- Instalación, alineamiento y blindaje
- Colegas y Visitantes

Cada una de estas fases será cubierta y las situaciones de riesgo típicas serán descritas en detalle. Una revisión final resume los aspectos más importantes.

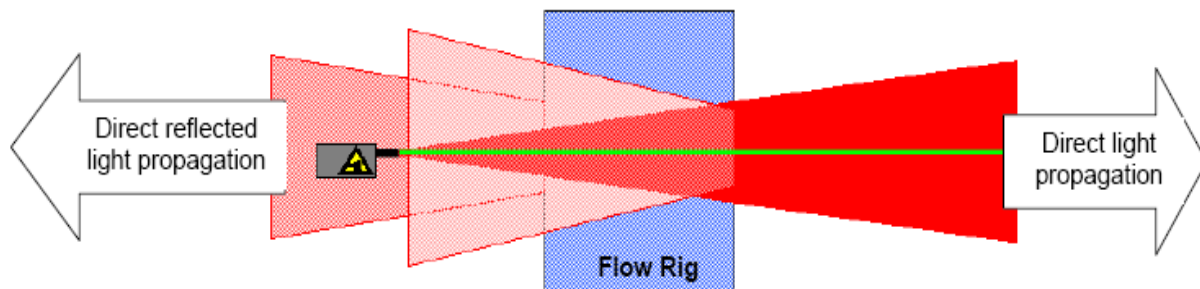
## 3 Seguridad del Personal

**Nunca vea directamente la luz proveniente la Fuente Láser o ni sus reflejos.**

**No todas las personas deben saber esto así que recuerde que usted es el responsable de la seguridad de otras personas y de su educación sobre seguridad ante la luz Láser, cuando ellos visitan el área en donde se encuentra la luz Láser!**

La seguridad de los ojos es el asunto primario cuando se trabaja con luz Láser. Pero antes de empezar, checa si vas a trabajar con una Fuente Láser Clase IV. En este caso no debes poner tus manos en la trayectoria del haz y debes ser especialmente cuidadoso en áreas donde la luz es enfocada. La luz puede causar daño a la piel en forma de marcas por quemaduras superficiales y sub profundas.

Entienda la importancia de la luz láser antes de iniciar – la luz Láser directa es peligrosa, pero también sus reflexiones e incluso reflexiones secundarias. Hay áreas críticas que debe evitar ó incluso bloquear, de tal forma que no sea posible trabajar o pasar a través de estas áreas.



**Remueva toda la joyería de su cuerpo, anillos, pulseras y relojes antes de iniciar sus trabajos con luz Láser.**

Cuando trabaje con luz Láser, es evidente que debe utilizar sus manos. La luz Láser es reflejada fácilmente de superficies metálicas y vidrio. Por eso remueva toda la joyería, anillos, pulseras y relojes antes de empezar a trabajar con su Láser.

Un anillo puede fácilmente reflejar una luz láser en sus ojos. El vidrio de su reloj es como un espejo. En el ángulo correcto (El Angulo de Brewster) el 100% de la luz puede ser enviada directamente a tus ojos ó los ojos de tu colega.

## Conozca el Botón de Emergencia



Antes de encender el Láser – identifique las posibilidades de ‘paro de emergencia’:

Típicamente existen varias formas de parar el láser, el candado, el paro de emergencia, etc. En algunos casos, durante la instalación y alineamiento, es muy común y rápido bloquear el haz en la salida del láser.

**Evite movimientos accidentales  
que puedan llevar sus ojos a través de la trayectoria del haz de luz  
láser.**

**NUNCA se incline si tira algo.**

**NUNCA haga movimientos no planeados.**

**NUNCA se recline para ajustar algo antes de checar que es seguro.**

Nunca haga movimientos no planeados porque podría estar en riesgo al mover su cabeza y sus ojos hacia la trayectoria del haz láser. Si golpea o tira algo, déjelo caer.

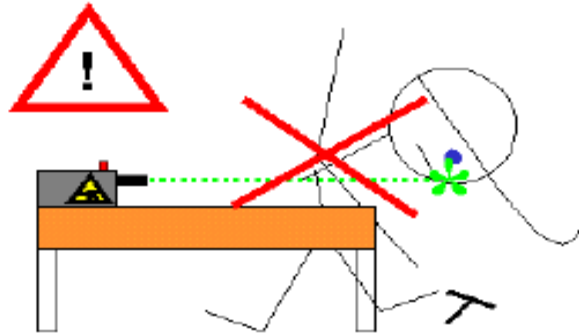
Recuerde que esto también aplica a cosas caras. Si usted lo tira, déjelo caer.

¡Las cosas pueden ser remplazadas - sus ojos NO!

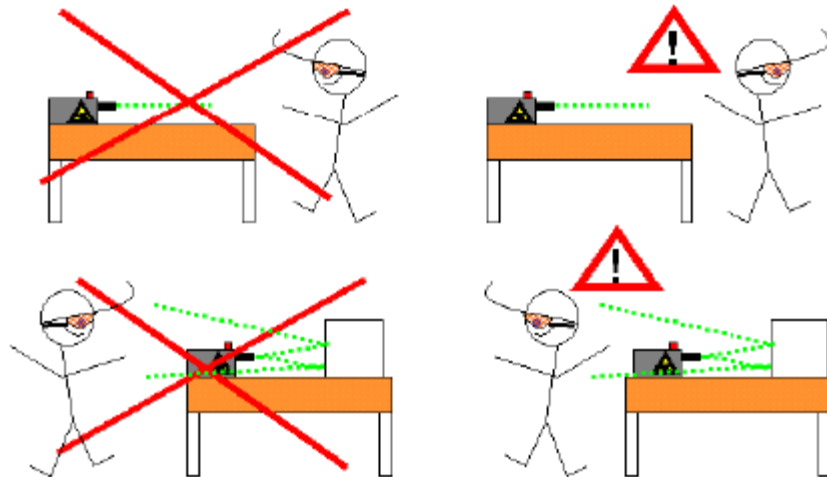
Use su mente – piense antes de actuar – esté relajado – apague el láser – después y sólo después, actúe.

Como nota especial, si su computadora esta en el piso, no se agache para apagarla si su software colisiona – es igual que cuando las cosas se caen!

Idealmente usted nunca debe colocar nada en el piso que tenga que agacharse a operar.



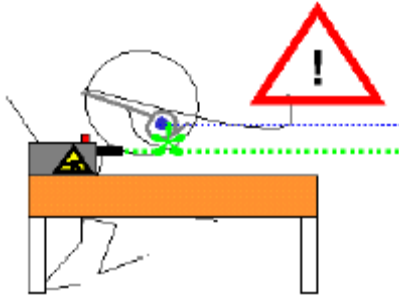
Quando trabaje alrededor de una fuente Láser es bueno como practica mantenerse detrás de la dirección del láser (incluso cuando esta apagado). En la práctica, dé la espalda al láser cuando cruce las zonas críticas. Las zonas críticas están en frente de la fuente láser en propagación de luz directa, y detrás del láser, en la dirección de propagación de luz reflejada directa.



### Si utiliza lentes –

### Evite posiciones de riesgo a la reflexión del haz y de daño a los ojos.

Si esta utilizando lentes – sea muy cuidadoso en situaciones similares a la ilustración de abajo. A menudo necesitamos direccional el haz láser. Haciendo esto, estamos seguros detrás del láser y apuntando al haz. Algunas veces nos inclinamos a lo largo de la trayectoria para apuntar. Inclinarsse sobre la trayectoria del haz láser es usualmente seguro, pero particularmente las gafas con armazón metálica o de alambre, pueden atrapar el haz y reflejar la luz láser directamente en sus ojos.



Normalmente está seguro cuando mira lejos del láser, pero si usa lentes sea muy cuidadoso de no pasar por el haz láser o una reflexión puede ocasionarse desde el vidrio ó la armazón de las gafas y pegar en sus ojos.

## **NUNCA opere un Láser cuando esté cansado o fatigado**

Obviamente, usted nunca debería operar una fuente láser cuando esta intoxicado o en medicación que pueda deteriorar su juicio o causarle sueño. Pero más importante, usted nunca debería operar una fuente láser cuando este cansado o fatigado. En la noche ya tarde, presionado por un plazo, es tentador decidir en esas horas extras y terminar el trabajo de alineación. Es ahí cuando el riesgo de un accidente es más alto.

## **Use el Tipo Correcto de lentes de Seguridad para la luz Láser que está usando**

Primero asegúrese de que tiene el tipo correcto de lentes de seguridad reglamentarios para la luz Láser que está utilizando. Los lentes de seguridad Láser no pueden reemplazar la sensibilidad común y la seguridad correcta, blindando de luz láser indeseada. Nunca considere los lentes de seguridad como su único significado de seguridad. Los lentes de seguridad son un excelente complemento para estar seguro y siempre deben ser usadas cuando opera una fuente Láser.

Cuando trabaje con luz láser invisible (Longitudes de onda Ultra Violeta e Infrarojo, no son visibles), siempre debe utilizar Gafas de seguridad a todas horas.

## 4 Creando un Ambiente Seguro

Primeramente usted necesita restringir el acceso al área de trabajo y prevenir a la gente de sus alrededores que esta utilizando luz láser. En particular necesita considerar que las personas quienes no están instruidos en seguridad Láser NO deben entrar al laboratorio accidentalmente.

**\*Restrinja el acceso al laboratorio**

**\*Coloque señales de advertencia**

**\*Coloque luces de advertencia**

**\*Utilice el interruptor de bloqueo de la fuente láser para apagarla cuando se abre la puerta del laboratorio.**

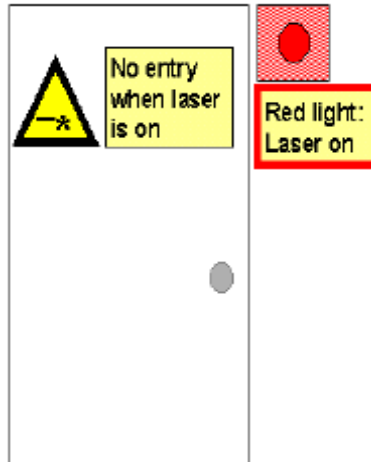


- Restrict access to the laboratory
- Place warning signs
- Place warning lamps
- Use a Laser interlock system



- Marque todas las puertas de entrada al laboratorio con señales de advertencia de luz Láser, instale luces de precaución y sistemas de seguros de apertura. **Nota:** *Usualmente esto es un requerimiento legal definido en las Regulaciones Locales y Nacionales.*
- Coloque una luz visible de color rojo como precaución afuera de todas las puertas. Estas luces deberán estar siempre encendidas cuando el láser esta activo. De preferencia, la luz roja es encendida automáticamente cuando la fuente láser es activada.
- La puerta de entrada es conectada al sistema de bloqueo de la fuente láser, el cual apaga la fuente láser si la puerta es abierta u opera una apertura segura aprobada para la trayectoria del haz en la salida del Láser.

## 4.1 Cerradura de Puerta y Alarma de Intruso



Note por favor que la mayoría de las cerraduras en las puertas no son ideales y probablemente contravienen las regulaciones contra incendio y salud y seguridad en las regulaciones de trabajo que previenen accesos y escapes de emergencia.

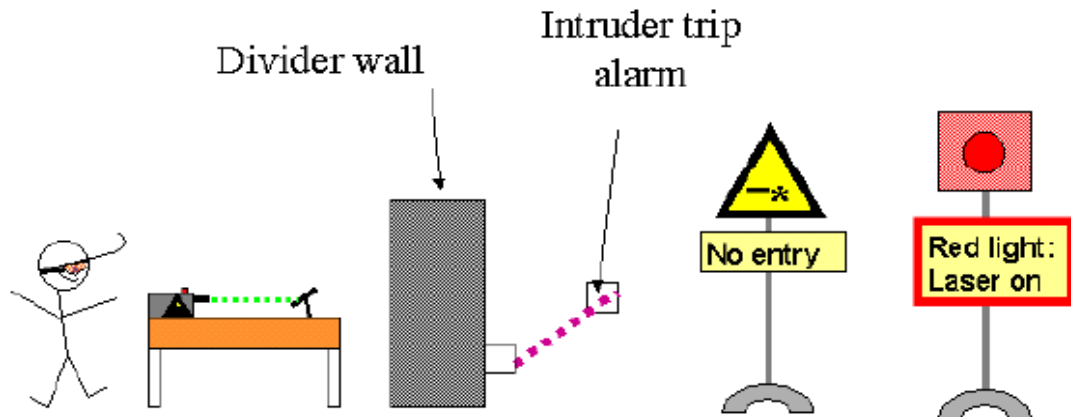
Si las cerraduras seguras son requeridas entonces se sugieren las cerraduras electromagnéticas seguras y deben ser equipadas con interruptores de pánico y emergencia. Los interruptores de pánico deben ser acoplados en la puerta, o inmediatamente adyacentes a la puerta, en ambos casos, dentro y fuera del cuarto para facilitar la salida de emergencia. Idealmente los interruptores de pánico deben ser iluminados cuando la puerta es bloqueada.

Los interruptores de pánico deben también apagar la fuente láser cuando la puerta sea liberada o abierta. Una falla de alimentación eléctrica también debe liberar la puerta.

**Laboratorios mas grandes requieren de precauciones adicionales, particularmente si más de una persona esta trabajando en el área. Adicionalmente a otras precauciones, usted debería:**

- Utilizar paredes separadoras o cortinas previniendo la dispersión accidental de luz láser.
- Instale una alarma de intruso (p.e., sensor de luz infrarroja) conectada al interruptor de bloqueo de la fuente láser, el cual apagaría la fuente láser cuando se active (p.e., el haz infrarrojo es interrumpido).
- Nunca lance los haces del láser en las direcciones donde usted o los visitantes permanezcan o caminen.





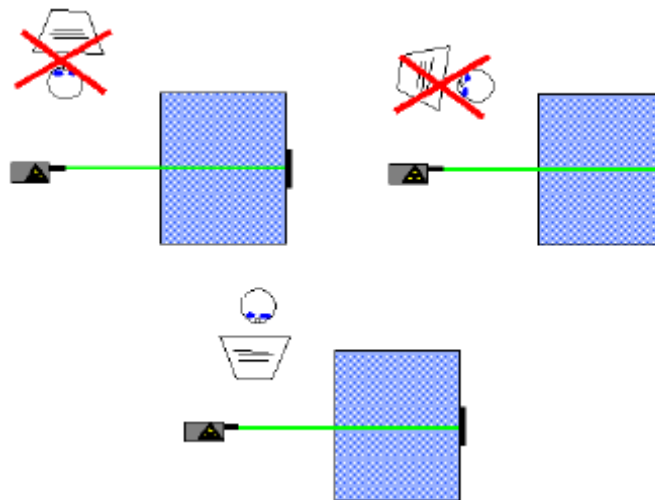
**Un ambiente seguro al 100% es requerido cuando trabaja con luz Láser invisible**

**Nota: La luz láser con longitudes de onda de luz ultravioleta y de luz infraroja no son visibles!**

## 4.2 Pantallas de Computadora

Las pantallas de computadora son altamente reflejantes y puede reflejar la luz láser. Muchos experimentos son hechos sobre una mesa, la cual desafortunadamente tiene la altura de la pantalla de computadora donde miras. Es entonces preferible colocar tu pantalla detrás de la pared divisora.

Si no es posible blindar la pantalla, ubique la pantalla de tal modo que no este de cara al área del experimento, y si es posible, coloque la pantalla de su computadora a una altura diferente a la del haz láser.



**NUNCA DEJE DESATENDIDA UNA FUENTE LÁSER ACTIVA**

## 4.3 Riesgos

Existen peligros por fuego que deben ser eliminados, y de forma similar existen riesgos por luz láser que deben ser eliminados. Siempre hay un riesgo potencial cuando gente no entrenada entra al cuarto a ver el impresionante experimento y sin pensar miran la luz láser que no ha sido blindada. Así, por tu propia seguridad y la de los demás, es esencial que toda luz láser de fuentes directas esté cubierta y una luz láser pérdida de fuentes reflectoras y refractoras esté eliminada por medio de bloqueo o blindaje.

## 5 Montaje, Alineación, y Blindaje

Cuando se hace el montaje, es virtualmente imposible evitar situaciones donde la luz reflejada este presente en el laboratorio. Es por lo tanto de vital importancia durante el montaje que el laboratorio sea seguro para usted mismo, para sus colegas trabajando dentro de él y para invitados inesperados.

Usted necesita las siguientes herramientas simples para la instalación:

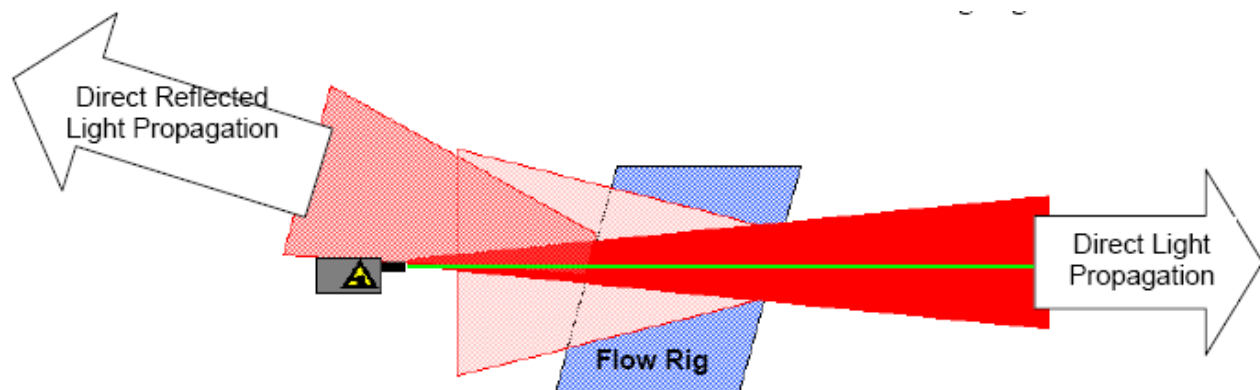
1. Una hoja de papel negra (A4 o Carta)
2. Una hoja de papel blanca (A4 o Carta)
3. Una etiqueta adhesiva amarilla

Necesita aprender como operar su fuente láser en modo de baja energía (ver el manual relevante de la fuente láser) y empiece a planear que es lo que va a hacer en el procedimiento de alineación.

**PLANEE la alineación: "hacia donde irá la luz?"**

**NUNCA encienda el Láser antes de que haya pensado completamente hacia donde irá el haz láser y tenga blindadas las trayectorias de luz directa!**

Con respecto a zonas críticas, es mucho más fácil hacer la instalación con luz entrando manipulada o cerca de los 90° grados a las superficies. Esto hace fácil entender hacia donde van las reflexiones.

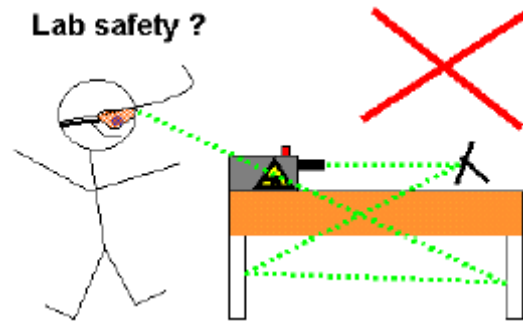


Coloque un obstructor de haz frente a la fuente láser – ponga la fuente láser en baja energía – después encienda la fuente láser y siga el procedimiento marcado en la pagina siguiente.

**Asegúrese de haber creado un ambiente de trabajo seguro**

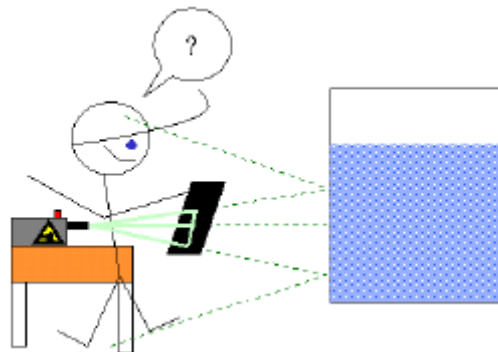
**Cubra todas las luces láser directas – Cubra o bloquee todos los haces perdidos.**

**Elimine el riesgo de que alguien accidentalmente entrando, intercepte una trayectoria con su cabeza o cualquier otra parte de su cuerpo.**

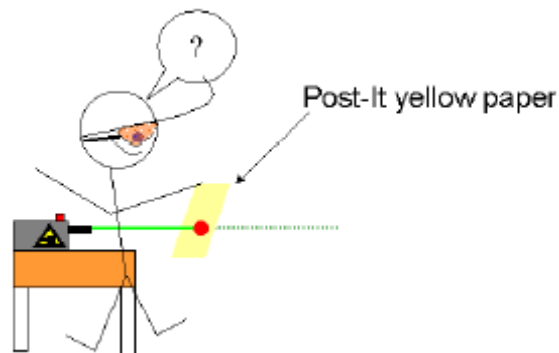


## 5.1 Encontrando las Trayectorias del haz Láser

Coloque su hoja negra entre el láser y el obstructor del haz en la salida del láser. Asegúrese de que el láser esta encendido en la potencia más baja posible y que la luz no esta quemando o penetrando la hoja negra. Remueva el obstructor del haz y después mueva la hoja negra siguiendo la trayectoria de la propagación del haz. Verifique que la luz esta donde esperaba y verifique que la demás propagación esta en el camino que esperaba.



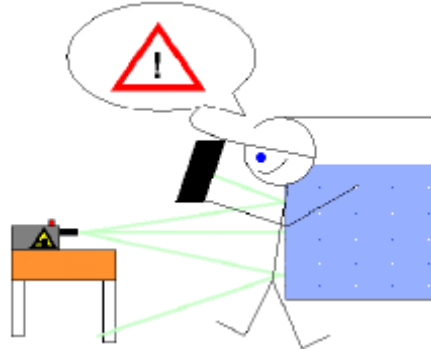
Una técnica alterna utiliza una etiqueta adhesiva amarilla o verde en lugar de la hoja negra. Es posible ver luz verde a través de las gafas de seguridad cuando esta brillando en la etiqueta amarilla (u otro papel que ha sido entintado con color fluorescente).



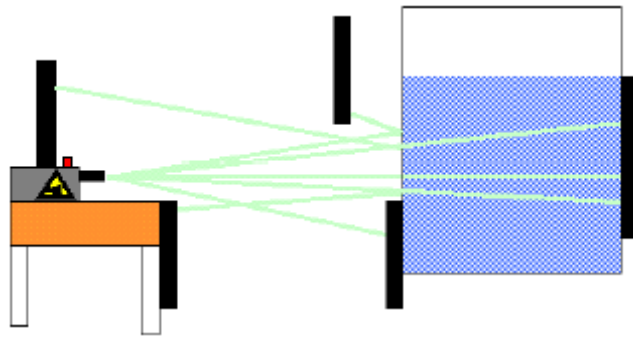
Piense en el siguiente paso. Típicamente la luz ira a través de una interfase, p.e, una superficie de vidrio. La luz será parcialmente reflejada en una superficie transparente, así que piense hacia donde van las reflexiones y que está golpeando el haz después de la superficie.

Normalmente, existen muchas interfases y varias superficies así que necesita seguir las diferentes trayectorias del haz y asegurarse de que todos los haces perdidos y reflexiones son suprimidas. Revise cualquier objeto de riesgo adicional como superficies metálicas, uniones, tornillos, etc.

De nuevo, cuando este cómodo, gradualmente mueva la hoja negra y permita que la luz se propague un poco más allá y revise que tiene localizados y bloqueados todos los haces perdidos e indeseables.



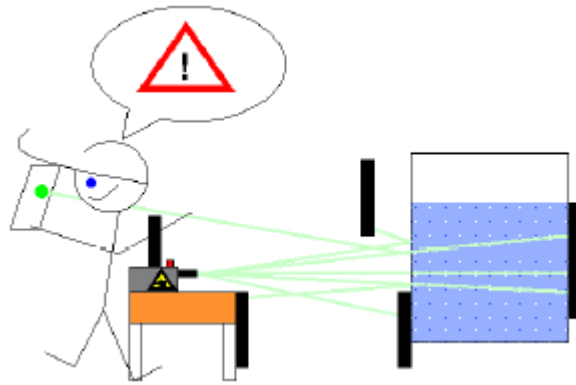
Cuando identifique la primera reflexión, usted debe blindar, borrar o bloquearla inmediatamente antes de continuar. También considere que tanto del área experimental necesita ser iluminada. No hay razón para iluminar un área más grande que la que necesita para sus mediciones.



Típicamente el material para bloquear es cartoncillo negro, cinta y tarjetas negras, cortinas negras (sea cuidadoso con materiales flamables) y tablas de madera que han sido pintadas en color negro mate. Asegúrese de que el blindaje esta firmemente posicionado y en el caso de haces potentes directos, asegúrese de que el material de blindaje es capaz de absorber la carga térmica impuesta por el haz láser en el punto de contacto. No querrá tener hoyos en el blindaje causados por el láser.

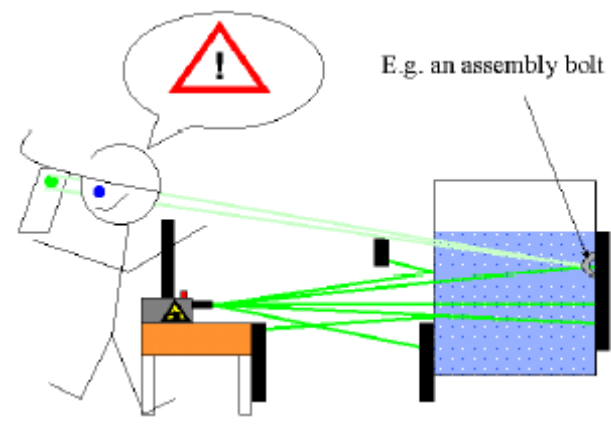
Si el haz o la cortina láser son de alta intensidad donde salgan al área experimental, usted necesita un atenuador de haces para absorber la carga térmica y prevenir reflexiones. Un atenuador de haces esta especialmente diseñado para manejar la potencia del láser que esta utilizando sin ser quemado, derretido o sobrecalentado. Además esta diseñado para absorber la luz de tal forma que no sea reflejada del atenuador.

Una vez que ha bloqueado o blindado los haces principales y reflexiones obvias, a menudo se torna un poco más difícil trazar las reflexiones perdidas restantes. Es tiempo de cambiar la aproximación. Tome la hoja blanca de papel; de la espalda a la fuente del problema esperado. Mueva el papel en círculos y observe si hay alguna luz potencial directa o reflejada, la cual necesite blindaje adicional.



Cuando piense que ha cumplido el chequeo obvio y blindado o limpiado la luz perdida, necesita repetir la investigación utilizando la pieza de papel blanco, escaneando el espacio potencial entero para encontrar luz indeseada. Primero en baja potencia, después aumenta un poco más, después en media potencia y finalmente en máxima potencia.

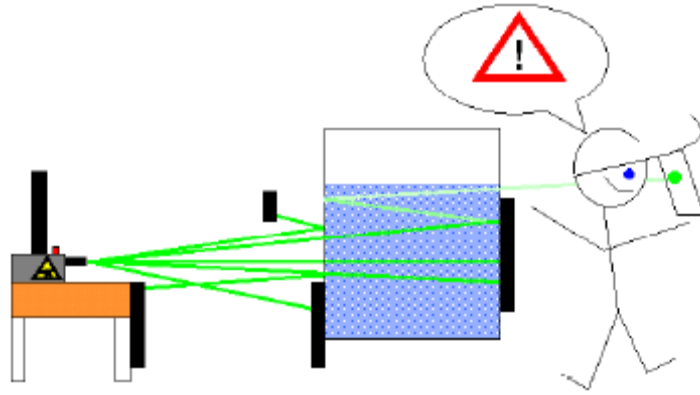
Si usted no encontró nada cuando incremento la intensidad láser de baja a alta, **Usted casi ciertamente omitió algo; Cheque de nuevo!!**



Siempre hay algo de luz reflejada o dispersa que necesita re-investigar y posiblemente blindar. Repita la investigación muchas veces, cada vez con un poco más de energía láser. Ponga a escanear el área total del experimento cada vez antes de incrementar el nivel de energía láser, hasta que la máxima potencia ha sido revisada.

## 5.2 Chequeo Final

Como un chequeo final, revise y verifique que todos sus blindajes, bloqueos y atenuador del haz estén montados seguramente y permanezcan en su sitio durante todo el trabajo. Esté seguro de que no haya trayectorias de haz accesibles o luz extraviada. Regularmente revise que todas las señales de seguridad, luces de advertencia, chapas de seguridad, interruptores de pánico y otros sistemas de seguridad estén en su sitio y trabajando apropiadamente.



Verifique que nada en el experimento pueda causar reflexiones indeseadas. Recuerde que el experimento podría cambiar después de la configuración. Estos cambios pueden incluir superficies movidas en los modelos de prueba, un agitador de tanque, burbujas grandes en agua, propelas, etc. Reflexiones emitidas de este tipo de fuentes han destruido sensores de cámara, así que también podrían destruir la vista!

### **Riesgos potenciales de los Sistemas Ópticos montados en los Mecanismos Posicionadores**

**Es necesario revisar que el blindaje es eficiente sobre rango completo de recorrido cuando utiliza Mecanismos Posicionadores.**

## 6 Colegas y Visitantes

Siempre que tenga visitantes o colegas acercándose a un experimento con el láser en uso, apáguelo. A menudo los visitantes o incluso colegas no recuerdan o piensan acerca de la seguridad en láser. También le sorprenderá cuantas personas, quien usted esperararía que conocieran reglas de seguridad en láser, en la práctica fallan para actuar correctamente.

Es su responsabilidad. Usted está operando el Láser, y usted debe asegurarse que los colegas y visitantes estén seguros a todo el tiempo.

### **Su Responsabilidad:**

**ASEGURESE QUE SUS VISITANTES Y COLEGAS ESTEN SEGUROS**

## 7 Situaciones Típicas de Peligro

Existen muchas situaciones las cuales necesitan cuidado extra y más atención. Aquí esta una lista de unas cuantas, donde es fácil actuar sin pensar:

- Nunca rote la óptica de la cortina de luz, o incluso no trate de ajustar la óptica cuando el láser está encendido. Un movimiento muy pequeño de la óptica puede causar un movimiento grande en la cortina e luz, la cual resulta en la luz pasando sobre el obstructor del haz y el blindaje ó siendo reflejada de un objeto en la nueva trayectoria de luz.
- Nunca opere un Láser cuando la óptica no está segura en su lugar. Apriete tornillos, etc.
- Utilizar gafas mientras está realineando el equipo con el láser encendido puede ser seguro. Sin embargo, si la alineación es difícil y está tentado a quitarse los lentes de protección para ver con precisión. Evite la tentación. Si usted mueve algo podría haber nuevas reflexiones de las que es necesario tener cuidado.
- No mueva el soporte del espejo cuando el láser está encendido. Podría dañar el brazo o desplazar la óptica de luz láser con las consecuencias descritas arriba.
- Este alerta de pequeños objetos brillantes, como tornillos en los equipos, en el aparejo y en el cuarto. Esto puede reflejar luz. Estos puntos no podrían ser un problema en la configuración original pero pueden llegar a ser un problema con la realineación o cuando se está corriendo un experimento.
- Los Sistemas Ópticos montados en mecanismos posicionadores representan problemas adicionales, por lo que es necesario revisar cuidadosamente que los blindajes estén funcionando en todo el rango de operación.

## 8 Repaso

### **NUNCA VEA AL HAZ DE LUZ LÁSER DIRECTAMENTE O NI A LAS REFLEXIONES DE LUZ LASER**

- 1. PIENSE ANTES DE ACTUAR**
- 2. CUMPLA CON LAS REGULACIONES DE SEGURIDAD**
- 3. INSTALE CHAPAS DE SEGURIDAD Y SEÑALES DE PRECAUCION**
- 4. CREE UN AMBIENTE SEGURO DE TRABAJO PARA USTED MISMO**
- 5. ASEGURE QUE SUS VISITANTES Y COLEGAS ESTAN SEGUROS**
- 6. NUNCA DEJE EL LASER DESATENDIDO CUANDO ESTA ACTIVO**
- 7. USE EL TIPO CORRECTO DE LENTES DE SEGURIDAD PARA LASER**
- 8. NUNCA HAGA MOVIMIENTO INESPERADOS, SI ALGO SE CAE, DÉJELO CAER**
- 9. NUNCA PERMITA A HACES DESBLINDADOS CRUZAR POR ESPACIOS ACCESIBLES**
- 10. ASEGURE QUE TIENE BLINDADOS TODOS LOS HACES Y REFLEXIONES**