

Modo de empleo para la prótesis dental

Láser dental Dentaurem desktop Compact

Índice	Página
1. Observación previa	2
2. Ventajas de la técnica de soldadura por láser	2
3. Propiedades de los materiales y soldabilidad por láser	2
3.1. Propiedades físicas.....	2
3.2. Textura superficial del metal.....	3
3.3. Composición de la aleación	3 + 4
4. Conceptos físicos del láser	5
5. Procedimiento para las soldaduras dentales por láser	6
5.1. Propiedades de las aleaciones	6
5.2. Evaluación de la superficie de soldadura	6
5.3. Preparación de las zonas de soldadura	7
5.3.1. Preparación de un contacto a tope	7 + 8
5.3.2. Calidad del contacto a tope.....	8
5.3.3. Contacto a tope central.....	8 + 9
5.3.4. Ranura ancha de soldadura	9
5.4. Material de aportación de soldadura.....	9
5.4.1. Material de aportación prefabricado	9 + 10
5.4.2. Material de aportación colado	10
5.5. Preparación del aparato de soldadura láser	10
5.5.1. Limpieza del vidrio protector del objetivo.....	10
5.5.2. Recubrimiento con gas protector	10
5.6. Ajuste de los parámetros de soldadura.....	11
5.6.1. La potencia de soldadura aplicada en la prótesis dental.....	11
5.6.2. Tensión.....	11
5.6.3. Duración del pulso.....	11
5.6.4. Interdependencia entre tensión y duración del pulso.....	11 + 12
5.6.5. Posición del foco	12
5.7. Proceso de soldadura.....	13
5.7.1. Control y evaluación de la profundidad total de soldadura.....	13
5.7.2. Soldadura de fijación.....	13
5.7.3. Soldadura en profundidad	13 + 14
5.7.4. Soldadura en profundidad con material de aportación	14
5.7.5. Cordón de soldadura en X.....	14 + 15
5.7.6. Cordones de soldadura.....	15
5.7.7. Aplicación de material de aportación	15
5.7.8. Orientación del rayo láser	16
5.7.9. Alisar	16
5.8. Grietas de soldadura.....	16
5.9. Soldar entre sí materiales diferentes.....	16 + 17
5.10 Soldar cerca de acrílico y de cerámica	17
5.11 Ajuste de la frecuencia.....	17
5.12 Soldaduras por láser en el sector de la ortodoncia.....	18 - 22
5.13 Ejemplos de aplicación en prótesis	23

Modo de empleo para la prótesis dental

Láser dental Dentaureum desktop Compact

1. Observación previa

El láser para soldaduras en la prótesis dental emplea el espectro de luz infrarrojo. Este produce en la zona de soldadura un aporte concentrado de calor, en la cual se realiza la fusión local del metal.

2. Ventajas de la técnica de soldadura por láser

La aplicación cada vez más extendida del láser en la prótesis dental puede atribuirse claramente a las numerosas ventajas que ofrece:

- trabajo racional = ahorro enorme de tiempo
- técnica de unión sin soldadura a prueba de corrosión
- unión homogénea
- altamente resistente a cargas mecánicas
- escasa zona de influencia calórica, por tanto menos deformación
- es posible trabajar cerca de material cerámico y acrílico
- uniones, ampliaciones y reparaciones sin problemas
- aplicable a casi todas las aleaciones dentales y al titanio

Con sus láseres dentales, Dentaureum pone a disposición de la prótesis dental aparatos con los que se pueden aprovechar de forma óptima en el laboratorio todas las ventajas de la técnica de soldadura por láser, ya que se trata de aparatos que han sido desarrollados específicamente para las necesidades profesionales del protésico. Integran tecnología láser moderna, seguridad, ergonomía fácil de usar y manejo sencillo con unas dimensiones compactas.

3. Propiedades de los materiales y soldabilidad por láser

3.1 Propiedades físicas

Para cada metal dental y para cada aleación dental se precisa una potencia específica del pulso, debido a las diferentes propiedades del material, como por ej. punto de fusión y conductividad térmica.

En la siguiente tabla se indican los parámetros físicos importantes de algunos de los metales base o elementos de aleación importantes utilizados en prótesis dental:

Metal-base	Conductividad térmica W/mK	Capacidad calorífica específica (ref. a 1 g) J/gK	Densidad P g/cm ³	Capacidad calorífica específica (ref. a 1 cm ³) J/cm ³ K	Punto de fusión °C
Au	316	0,125	19,19	2,399	1064
Pd	75	0,244	12,02	2,933	1554
Ag	418	0,460	10,49	4,825	960
Cu	393	0,385	8,96	3,450	1083
Zn	113	0,380	7,14	2,710	419
Co	100	0,422	8,90	3,907	1493
Ni	92	0,439	8,90	3,907	1455
Cr	67	0,460	7,19	3,309	1890
Ti	22	0,523	4,51	2,395	1668

(entre otros según Kappert, H. Titanio como material para prótesis odontológicas e implantología, DZZ 49, 1994/8)

La importancia de los valores físicos característicos se deduce de las siguientes consideraciones:

Una baja **conductividad térmica** concentra la energía del láser incidente en la zona de la soldadura y por ello es positivo para la soldadura por láser.

Los metales o las aleaciones con baja conductividad térmica, como por ej. el titanio y las aleaciones de cromo-cobalto, precisan menos energía de soldadura que aquellos con elevada conductividad térmica, como por ej. aleaciones de oro.

La capacidad calorífica específica cuánta energía se necesita para que 1 g del material a soldar aumente su temperatura en 1 K (= 1 °C).

Dado que en las soldaduras por láser es más correcto un enfoque volumétrico, debe tomarse también en consideración la densidad (= peso específico, masa por cm³).

De ambas se obtiene la energía necesaria para calentar 1 cm³ del material a 1 K.

3.2 Textura superficial del metal

Los rayos láser se comportan ópticamente como rayos de luz. Las superficies brillantes pueden reflejar gran parte del rayo láser, de manera que se reduce la energía disponible para la soldadura. Por ello es aconsejable una superficie chorreada con arena. Los metales con una elevada capacidad de reflexión, como por ej. el oro, necesitan por ello de una mayor energía para soldar.

3.3 Composición de la aleación

La composición de la aleación influye igualmente en la calidad de la soldadura por láser:

Aleaciones de metales preciosos

La soldabilidad por láser de las aleaciones de metales preciosos se puede calificar, por regla general, como buena. Sin embargo, los elementos de la aleación con elevadas presiones de vapor pueden influir negativamente en la soldadura a causa de fuertes reacciones (evaporación). Esto se da en mayor medida en aleaciones con un alto contenido en zinc (a partir de un 2 %).

En el caso de aleaciones con un alto contenido de plata (a partir de un 20 %), así como aleaciones de oro con contenido de titanio, la soldabilidad por láser puede verse igualmente influida.

No obstante, la idoneidad de la soldadura por láser no depende básicamente del contenido de oro o metales preciosos.

Aleaciones de metales no preciosos y metales

Titanio

El titanio como metal puro es muy adecuado para la soldadura con láser. Debe procurarse siempre un buen recubrimiento con gas protector de la zona a soldar, a fin de evitar resquebrajaduras por absorción de oxígeno.

Aleaciones de CoCr

La soldabilidad con láser de las aleaciones de CoCr depende del contenido de carbono. Las aleaciones de CoCr para coronas y puentes están exentas de carbono por regla general y son adecuadas para soldar (por ej. remanium® 2000+, remanium® segura).

En el caso de aleaciones de CoCr para esqueléticos son preferibles aquéllas con bajo contenido en carbono, para evitar resquebrajaduras. Son ideales las aleaciones como remanium® GM 900 (exenta de carbono), remanium® GM 800+ (0,2 % C) o remanium® GM 380+ (0,2 % C). El material adicional en las aleaciones de CoCr debería estar en principio exento de carbono, como por ej. el alambre de CoCr para la soldadura por láser de Dentaureum (ø 0,35 mm: REF 528-210-00, ø 0,5 mm: REF 528-200-50). Las aleaciones de CoCr exentas de carbono para coronas y puentes, como por ej. remanium® 2000+ también son adecuadas como material adicional. De esta manera también se pueden soldar por láser aleaciones con mayor contenido de carbono.

Los alambres de CoCr como Redur, Crozat o Wiptam **¡no son adecuados** como material adicional!

Si éstos se emplean, por ej. como alambres para retención, la soldadura se realiza empleando los materiales adicionales mencionados.

Aleaciones de Ni-Cr

Las aleaciones de níquel-cromo, como por ej. remanium®, son igualmente adecuadas para la soldadura por láser. El material de aportación ideal es el alambre de soldadura de NiCr ø 0,5 mm, REF 528-200-00.

Combinaciones de materiales

Debido a la gran variedad de aleaciones disponibles en el mercado dental, y con ello sus posibles combinaciones, apenas es posible comentar en detalle cada aleación. En caso de duda, póngase en contacto con el fabricante de su aleación.

La siguiente Tabla presenta una visión global de las combinaciones posibles, con una buena o aceptable calidad de soldadura (X,x) y de las menos buenas o no recomendables (-), según nuestras experiencias:

	CoCr	Au- (alto c.)	Au- (red.)	PdCu	PdAg	Ti
CoCr	X	X	X	-	-	-
Au- (alto c.)		X	X	X	x	-
Au- (red.)			X	X	x	-
PdCu				X	x	-
PdAg					x	-
Ti						X

La información se basa en nuestros estudios y sólo puede proporcionar valores de referencia para una selección de combinaciones de materiales. Esto no constituye una garantía de que se cumplan propiedades tales como la durabilidad mecánica y la resistencia a la corrosión.

En principio, no debe ignorarse el riesgo de corrosión (por ejemplo, formación de elementos locales) cuando se sueldan por láser materiales diferentes entre sí. En caso de duda, póngase en contacto con el fabricante de su aleación.

4. Conceptos físicos del láser

Energía del pulso

Cada pulso láser tiene un determinado contenido energético, la energía del pulso. La energía del pulso se expresa en julios = vatios-segundo, por ejemplo. 30 J.

Potencia de pulso

Potencia significa: energía por unidad de tiempo. Se expresa en J/s = vatio (o kilojulio/s = kilovatio, kW). La potencia de pulso indica, por tanto, qué energía de pulso se suministra por unidad de tiempo.

Potencia de pulso, duración del pulso

La energía (eléctrica) se almacena de modo que la energía de pulso y la potencia necesarias para la soldadura por láser puedan obtenerse en muy poco tiempo. El almacenamiento tiene lugar en la llamada batería de condensadores. La capacidad de almacenamiento de esta batería de condensadores representa una medida de la energía de pulso. Esta energía puede ser extraída para la soldadura mediante los parámetros ajustables de tensión (en voltios) y tiempo de descarga (en milisegundos).

El aumento de la tensión a un tiempo de pulso constante aumenta la energía de pulso solicitada, al igual que el aumento de la duración del pulso a una tensión constante.

La extracción de la misma energía de pulso en un tiempo más corto incrementa la potencia del pulso, ya que la misma energía sólo está disponible en un tiempo más corto a una potencia más alta.

Foco

La regulación del foco permite regular el diámetro del rayo láser. Con ello se puede aumentar o reducir el diámetro en el punto de trabajo.

Aquí se debe considerar el concepto de "densidad energética". La densidad energética significa: cantidad de energía por unidad de superficie (p.ej. J/cm²). A través del diámetro del rayo láser se origina una superficie circular, sobre la que se distribuye la energía del rayo láser. Una reducción del diámetro del rayo tiene como consecuencia una menor superficie y con ello una transferencia de energía con una densidad energética más elevada.

5. Procedimiento para las soldaduras dentales por láser

5.1 Propiedades de las aleaciones

Como ya se ha descrito en el capítulo 3.3., las aleaciones utilizadas en las prótesis tienen diferentes propiedades que influyen sobre la calidad de la soldadura láser y, debido a su diferente comportamiento de reflexión y conducción térmica, también requieren energías de soldadura muy diferentes.

A diferencia de la „soldadura indirecta“, la energía aplicada no depende directamente de la temperatura de fusión de la aleación.

Así, por ejemplo, una aleación de metales preciosos de bajo punto de fusión requiere una cantidad de energía láser de soldadura considerablemente mayor que el CoCr o el titanio, que tiene una temperatura de fusión mucho más elevada.

Prácticamente todas las aleaciones dentales habituales se pueden soldar con láser, pero con diferentes calidades por lo que respecta a resistencia y comportamiento de salpicadura.

Por lo tanto, todas las aleaciones habituales en el laboratorio se deben comparar antes entre sí, para poder tener en cuenta las propiedades especiales en su comportamiento durante la soldadura.

Cuando se sueldan aleaciones de composición desconocida se debe realizar primero una soldadura de prueba. (Determinación de la resistencia y la profundidad de soldadura mediante rotura del punto de soldadura).

5.2. Evaluación de la superficie de soldadura

Para la preparación de una soldadura se debe prestar atención, por principio, a la calidad de colado de la superficie de soldadura. En particular en las reparaciones, se debe evaluar la superficie de soldadura a través del microscopio del aparato de soldadura láser.

Las características especialmente negativas para una soldadura son:

- estructura de colado con rechupes
- manchas oscuras en la superficie de soldadura (precipitaciones de carburo)
- restos de material de soldadura en las superficies de separación

En caso de aparecer una de estas características, se debe preparar la superficie de soldadura mediante abrasión, de manera que se disponga de nuevo de un material de base limpio. En caso necesario se tendrá que eliminar por corte un trozo más grande.

Las superficies metálicas brillantes reflejan una parte de la luz láser. Por ello se debe matificar la superficie del metal mediante chorreado o lijado con piedra abrasiva.

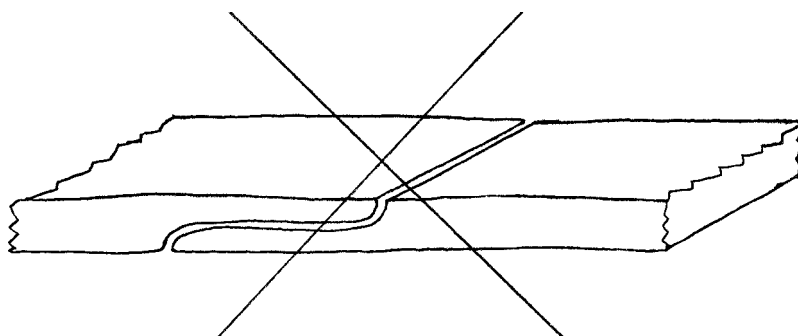
5.3. Preparación de las zonas de soldadura

5.3.1 Preparación de un contacto a tope

La soldadura por láser se diferencia fundamentalmente de la soldadura indirecta por lo que respeta a los trabajos preparatorios.

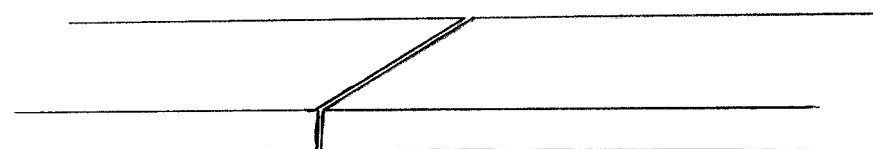
En la soldadura por láser está contraindicado el solapamiento de las piezas de trabajo, que es habitual en la soldadura indirecta para incrementar la superficie de soldadura.

Preparación para soldadura indirecta:



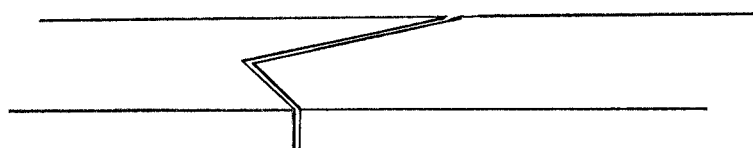
En la soldadura por láser siempre se busca un contacto a tope que permita una soldadura desde caras opuestas, desde arriba y desde abajo.

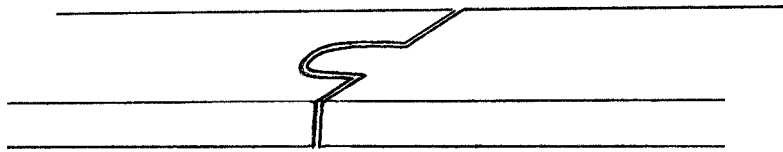
Preparación para soldadura por láser:



En los casos de esfuerzo incrementado o de aleaciones de mala soldabilidad, se puede aumentar la superficie de contacto a tope.

Ejemplos:





Sea cual sea la configuración de las superficies del contacto a tope, siempre debe ser posible soldar de forma correspondiente desde la cara opuesta. Sólo así se pueden compensar las tensiones que se producen.

5.3.2 Calidad del contacto a tope

Cuanta más exactitud de ajuste deba tener el trabajo de soldadura, tanto mayor deberá ser la exactitud de preparación del contacto a tope.

El rayo láser puede establecer un puente en una ranura de hasta 0,2 mm, pero aquí se contraerán las dos piezas.

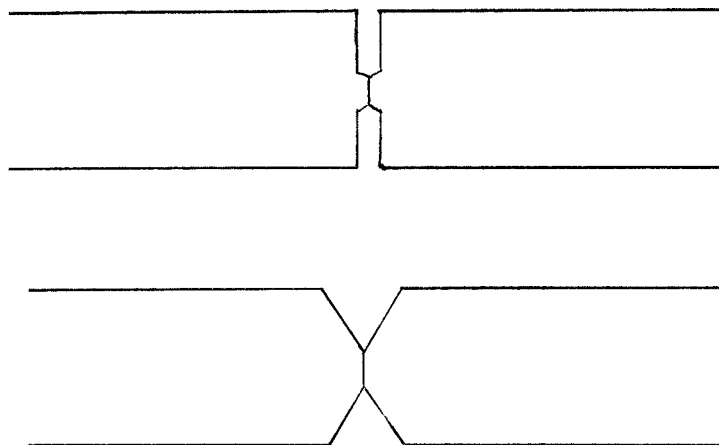
Atención:

Cuanto mayor sea la precisión de ajuste requerida, tanto más atención se deberá prestar a que el contacto a tope carezca de ranura de separación.

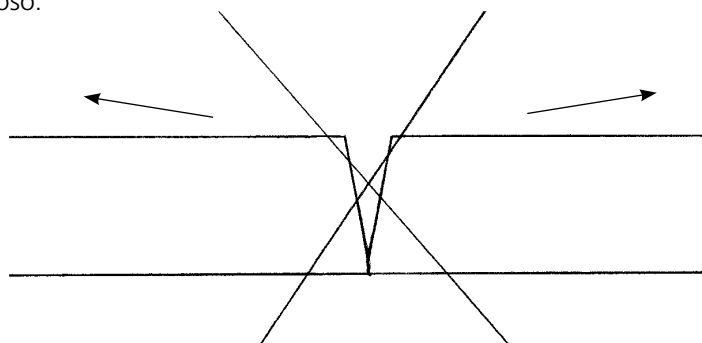
5.3.3 Contacto a tope central

Dado que en la práctica frecuentemente no es fácil crear un contacto a tope uniforme a lo largo de toda la superficie de soldadura, se debe preparar por lo menos un contacto a tope central.

Posibilidades de preparación:



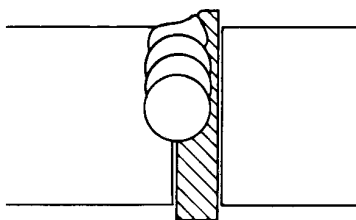
Contacto a tope defectuoso:



Aquí se producirá inevitablemente una deformación de la soldadura láser, dado que la soldadura se contraerá más arriba, debido a que allí es mayor la ranura.

5.3.4 Ranura ancha de soldadura

En una ranura ancha se debe introducir material del mismo tipo y primero sólo se debe soldar por una cara. Seguidamente se realiza la verdadera soldadura de unión.



5.4 Material de aportación de soldadura

La importancia de un material de aportación adecuado de soldadura es decisiva para lograr una unión por soldadura láser de alta calidad.

5.4.1 Material de aportación prefabricado

Las dimensiones ideales del material de aportación en forma de alambre se encuentran entre 0,35 mm y 0,5 mm de sección transversal.

Dentaurum suministra material adecuado para ello

CoCr	Alambre para soldar	ø 0,35 mm	mate	REF 528-200-50
		ø 0,5 mm	mate	REF 528-210-00
Titanio	Alambre para soldar	ø 0,4 mm		REF 528-039-50
		ø 0,7 mm		REF 528-040-50
		ø 1,0 mm		REF 528-041-00
		ø 1,2 mm		REF 528-042-00
Titanio en barras		0,25 mm x 3,0 mm		REF 528-044-00
		0,5 mm x 1,5 mm		REF 528-043-00
NiCr	Alambre para soldar	ø 0,5 mm		REF 528-220-00
Metal precioso (Au-Pt)	DentAurum C4	ø 0,4 mm		REF 102-521-00
	DentAurum B4	ø 0,4 mm		REF 102-531-00
	DentAurum LFC4	ø 0,4 mm		REF 102-541-00

Actualmente la mayoría de las aleaciones de metales preciosos también son ofrecidas por los fabricantes de aleaciones en forma de alambres delgados.

Atención:

Por principio siempre es preferible el material prefabricado que el producido por colado propio.

5.4.2 Material de aportación colado

Cuando una aleación no está disponible como material prefabricado, lo puede colar uno mismo con ciertas limitaciones.

Es muy difícil colar alambres delgados de diámetro inferior a 0,6 mm.

No obstante se deberían colar con las aleaciones habituales en el laboratorio barras de diferentes secciones transversales (0,6 mm hasta 3,0 mm) y plaquitas del grosor de un disco de corte (o más gruesas).

Con ello se simplifica considerablemente el trabajo de preparación para cerrar una ranura de soldadura.

Atención:

Cuando se realice el colado de material de aportación de CoCr, en contra del principio de utilizar la misma aleación como material de aportación, se debe recurrir siempre a una aleación exenta de carbono, como remanium® GM 900, remanium® 2000+ o remanium® segura.

5.5 Preparación del aparato de soldadura láser

Antes de iniciar el trabajo se deben controlar por principio las siguientes zonas del aparato de soldadura láser:

5.5.1 Limpieza del vidrio protector del objetivo

Dado que tanto las salpicaduras de metal como el humo de la soldadura se pueden depositar sobre el vidrio protector del objetivo, éste se deberá limpiar con regularidad (con Kleenex® o pañuelo suave de papel y alcohol) y, en caso necesario, se deberá cambiar. El rayo láser se debilita cuando el vidrio está sucio y con ello se reduce en parte considerable la potencia.

5.5.2 Recubrimiento con gas protector

Para evitar una absorción incontrolada de oxígeno durante el proceso de soldadura por láser, se recomienda en general un recubrimiento de la zona a soldar con argón. Esto es especialmente importante en el caso de titanio puro y aleaciones de titanio.

Posición de la válvula de gas protector, aprox. 5 mm delante del objeto (visible en el ocular izquierdo del microscopio).

La distancia correcta de la apertura de la tobera de argón se determina mediante un disco de titanio (muestra de referencia incluida en el suministro del aparato):

Parámetros de ajuste del aparato de soldadura por láser: tensión 270 V, duración del pulso 5 ms. flujo de argón 8 l/min.

Enfocar el disco de titanio y situar la boquilla de argón a ser posible cerca de la zona a soldar e inclinada desde arriba.

Antes de iniciar el proceso de soldadura, pasar una corriente previa durante 3 s - 5 s mediante el conmutador de pedal (presión media sobre el pedal), entonces iniciar el proceso de soldadura (apretar completamente el pedal). Con una corriente de argón óptima, el punto sometido al láser presenta una superficie metálica plateada brillante. En caso de una superficie rojiza o de color, acercar más la boquilla de argón al objeto y/o modificar el ángulo de la tobera de argón y repetir el proceso, hasta que se consiga el aspecto superficial requerido. No modificar más la posición así obtenida de la tobera de argón y comprobarla periódicamente.

Nota: El disco de titanio sometido al láser puede volver a emplearse tras un sencillo chorreado.

5.6 Ajuste de los parámetros de soldadura

5.6.1 La potencia de soldadura aplicada en la prótesis dental

La "potencia" de soldadura de su soldadora láser se puede regular basándose en los conceptos físicos fundamentales explicados en el capítulo 4, y queda determinada por 4 parámetros:

- **tensión**
- **duración del pulso**
- **interdependencia entre tensión y duración del pulso**
- **posición del foco**

5.6.2 Tensión

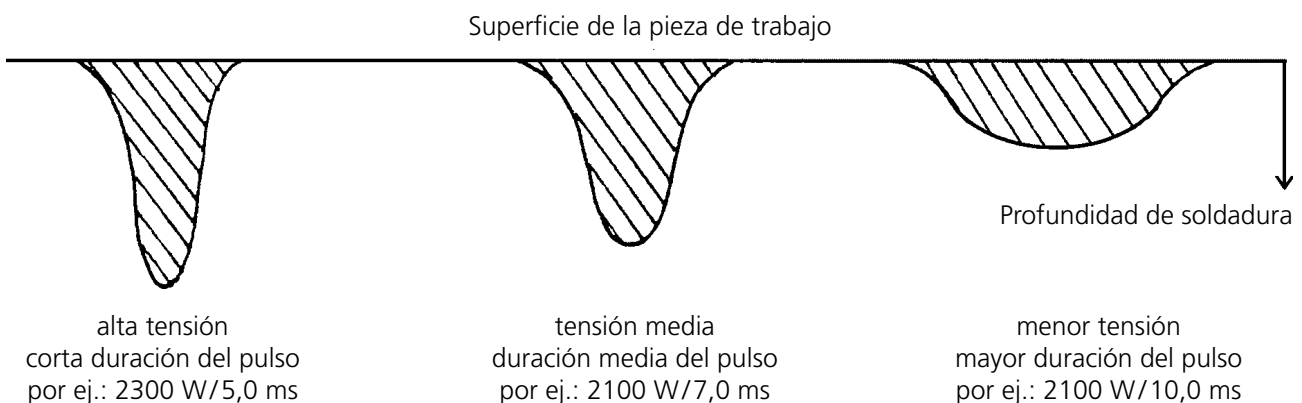
La tensión regula la profundidad de la soldadura. Un incremento de la tensión provoca una mayor profundidad de soldadura, y una disminución reduce la profundidad de soldadura.

5.6.3 Duración del pulso

La duración del pulso está determinada por el tiempo de actuación del pulso láser. (0,5 ms-20 ms). Ella influye tanto sobre el diámetro del punto de soldadura, como sobre la resistencia del cordón de soldadura láser.

5.6.4 Interdependencia entre tensión y duración del pulso

Los parámetros tensión y duración del pulso son interdependientes y deben ser determinados en función del espesor del material, la composición y el objeto de la soldadura. Básicamente se puede afirmar que deben evitarse diferencias extremas en los parámetros (por ej. una tensión muy elevada y una duración del pulso muy corta o una tensión muy baja y una duración del pulso muy larga). A continuación se representan esquemáticamente estas relaciones:



Así, mediante el ajuste de los correspondientes parámetros de soldadura se pueden unir de forma segura elementos macizos, como barras linguales o elementos intermedios macizos, dado que se pueden soldar a todo espesor materiales de hasta 4 mm de grueso mediante soldadura bilateral. Por otro lado, también se pueden realizar de forma segura las soldaduras más finas, como en el caso de implantes o attaches, reduciendo la potencia.

Soldadura suave

Soldadura suave significa soldar con mayor duración del pulso y menor tensión. Una unión que por ej. se suelda con los parámetros 2400 W/12,0 ms (soldadura blanda), posee una estructura de soldadura mejorada y más estable que una unión en la que se ha alcanzado la misma profundidad con mayor tensión y menor duración del pulso.

Por ello, si las condiciones de espacio lo permiten debería emplearse este soldeo suave.

Para soldaduras suaves, en caso de un espesor de pared suficiente, y dependiendo de la aleación, se trabaja con duraciones de pulsos de aprox. 10 ms, por ej. en aleaciones de CoCr, una duración del pulso de 8 ms - 10 ms.

La tensión se ajusta de acuerdo con esto y si es preciso se emplea un valor menor.

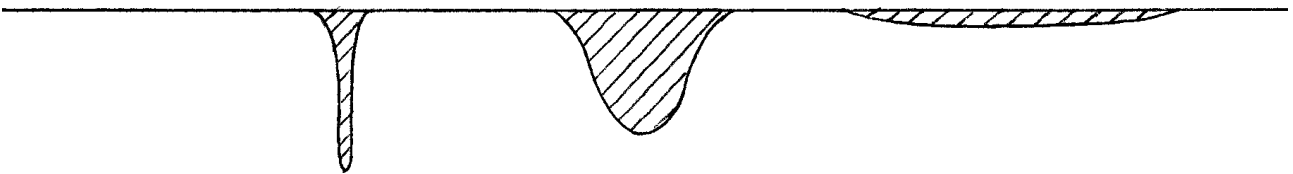
5.6.5 Posición del foco

El diámetro del rayo láser en el punto focal se puede variar desde 0,2 mm hasta 2,0 mm regulando el foco. Con un diámetro de foco pequeño se puede soldar en forma de punto en lugares estrechos, mientras que con un diámetro de foco grande se puede difuminar una amplia superficie.

Un ajuste muy estrecho del diámetro del punto focal lleva al rayo láser a una situación de perforación. Esto conduce por regla general a proyecciones incontroladas de material y a una deficiente resistencia de la unión.

Un ajuste muy amplio del diámetro del punto focal funde el metal sólo superficialmente. Con ello no se puede lograr una soldadura en profundidad, pero sí un alisado o incluso un pulido.

El diámetro ideal para soldar está entre 0,6 mm y 0,8 mm, y sólo debería modificarse en casos excepcionales.



5.7 Proceso de la soldadura

Después de haber llevado a cabo todas las medidas de preparación descritas en los capítulos 5.1. hasta 5.6., se puede comenzar con la soldadura propiamente dicha.

5.7.1 Control y evaluación de la profundidad total de soldadura

Antes de la fijación sobre el modelo maestro se evalúa el grosor total de la soldadura que se ha de realizar.

Basándose en la aleación que se utiliza, la ranura que eventualmente existe todavía y la profundidad de soldadura calculada, se fija un correspondiente parámetro de soldadura.

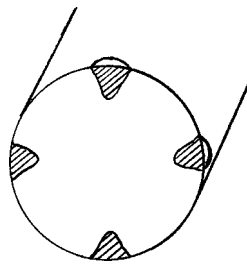
5.7.2 Soldadura de fijación

Para poder soldar sin tensiones, además de realizar un buen trabajo de preparación, también es muy importante situar correctamente los puntos de soldadura.

Por principio:

cuanto menor es la energía de soldadura aplicada, menor es el riesgo de deformación.

Por ello, la pieza que se ha de soldar se adhiere primero sobre el modelo maestro mediante una soldadura de fijación.



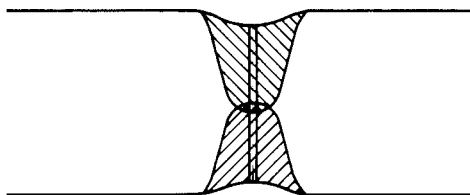
Tal como muestra la figura, se aplican 4 puntos de soldadura opuestos con poca energía. Según sea el caso de aplicación, se trabaja con una profundidad de soldadura de 0,15 mm hasta 0,3 mm.

A ser posible, los primeros puntos se ponen siempre allí donde se ve el mejor contacto a tope. Se quita el trabajo del modelo y se comprueba que está exento de tensiones.

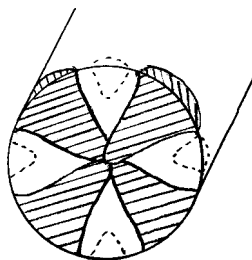
5.7.3 Soldadura en profundidad

La soldadura en profundidad se realiza diagonalmente a los puntos de fijación aplicados, con una energía correspondiente al grosor total de la soldadura.

Al mismo tiempo se debe prestar atención a soldar de forma opuesta por ambas caras, solapando las raíces de la soldadura.



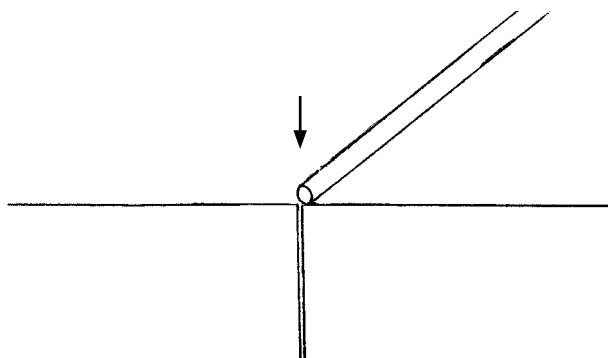
Después de aplicar los 4 puntos opuestos de soldadura profunda se puede realizar también la soldadura de los espacios intermedios todavía abiertos, pasando por encima de los puntos de fijación.



5.7.4 Soldadura en profundidad con material de aportación

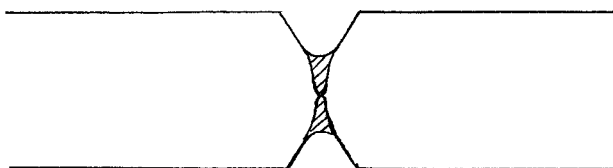
En muchas tareas de soldadura resulta ventajoso introducir un material de aportación adecuado (0,35 mm hasta 0,5 mm) en la ranura de soldadura durante el proceso de soldadura en profundidad. Con ello se rellena el material que falta en el mismo momento de la soldadura.

Esto es particularmente importante cuando las aleaciones tienen una mala soldabilidad, ya que con ello se mejora frecuentemente la calidad. Al soldar aleaciones de esqueléticos de CoCr se debe introducir siempre en la ranura un alambre de soldadura láser de CoCr exento de carbono.

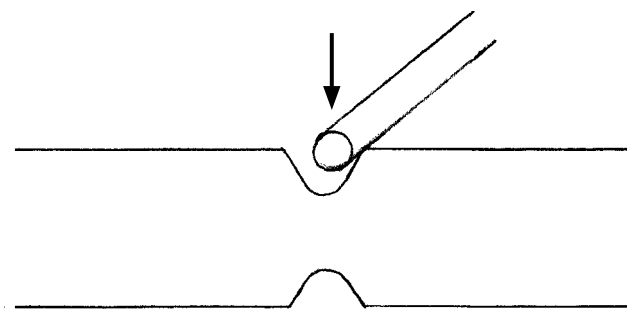


5.7.5 Cordón de soldadura en X

Cuando se realiza una preparación con contacto a tope central, se puede trabajar por regla general con energías de soldadura más reducidas.



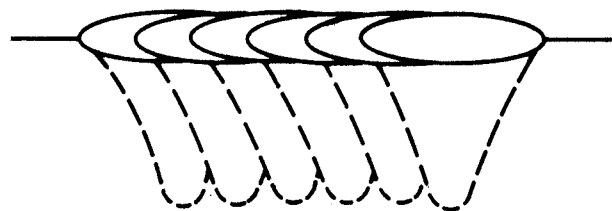
Soldar primero el centro de las superficies de contacto.



Se suelda material de aportación de la misma aleación (alambre de 0,35 mm hasta 0,5 mm) alrededor de toda la garganta, con poca energía de soldadura. Con ello se acumula el material de manera que se alcance por lo menos la sección total del material original.

5.7.6 Cordones de soldadura

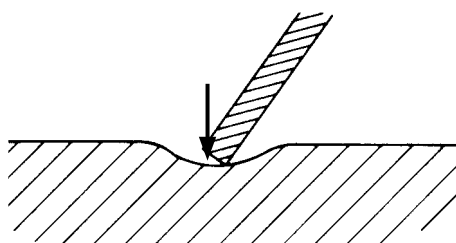
Los cordones de soldadura se realizan solapando los puntos de soldadura individuales aproximadamente 2/3 de su superficie, para lograr también en profundidad una soldadura completa.



5.7.7 Aplicación de material de aportación

En caso de adelgazamiento del cordón de soldadura o si se desea un refuerzo de material (p. ej. puntos de contacto) se suelda encima material en forma de alambre correspondientemente delgado.

El material se desprende de la punta disparándose sobre el lugar que se ha de reforzar. Esto se realiza con un ajuste algo más suave del láser, es decir, menor tensión y mayor duración del impulso.



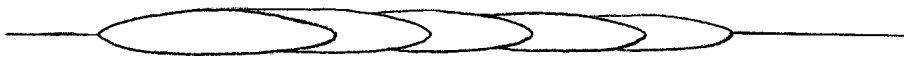
5.7.8 Orientación del rayo láser

Por regla general, el rayo láser se orienta siempre verticalmente sobre el objeto. La trayectoria del rayo de luz láser se encuentra exactamente en la dirección de observación a través del microscopio. En caso de aplicar el rayo oblicuamente sobre el objeto, el material fundido superficialmente será empujado en la dirección del rayo. De esta manera, en caso necesario, el material puede ser "conducido" en una dirección deseada.

5.7.9 Alisar

Con ayuda del foco regulable se puede alisar un cordón de soldadura acabado, pasando por encima con el foco ampliado.

El diámetro del foco se amplía considerablemente y la energía se distribuye por toda su superficie. Gracias a ello sólo se funde la superficie y con ello se difumina.



5.8 Grietas de soldadura

Algunas aleaciones que sueldan con dificultad, tienden a formar grietas en el cordón de soldadura.

En la mayoría de los casos estas grietas no se producen hasta después de haber realizado varios puntos de soldadura y, por regla general, sólo son visibles gracias a la ampliación del microscopio. Estas grietas representan una fuerte debilitación del cordón de soldadura y por lo tanto es imprescindible que sean evitadas.

Se puede remediar mediante la preparación de un buen contacto a tope y la utilización de un material de aportación adecuado. En determinadas circunstancias el material de aportación puede ser de una aleación con un tipo diferente de composición. (Por ejemplo, una aleación de paladio-plata difícil de soldar, puede ser mejorada en sus cualidades de soldabilidad por láser, si se utiliza alambre de oro como material de aportación).

5.9 Soldar entre sí materiales diferentes

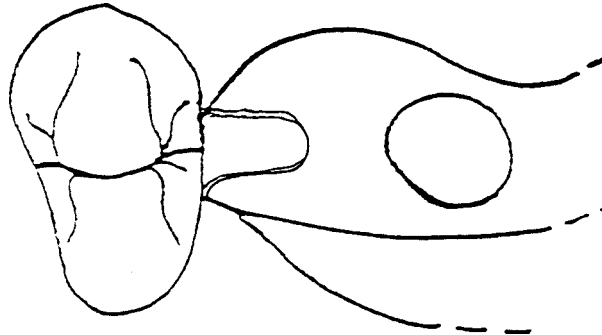
Cuando se sueldan entre sí dos materiales diferentes, siempre se debe hacer fluir algo más de energía sobre aquellas aleaciones que requieren una energía de soldadura más elevada.

Por ello, al unir una aleación de oro con una aleación de CoCr, se orienta p.ej. el foco algo más sobre la aleación de oro.

En caso de soldar telescópicos de metales preciosos a una aleación de esquelético, se recomienda fijar un apéndice en la corona para lograr soldaduras estables y sin tensiones.

Recomendación: muñón cónico para soldadura láser REF 111-901-00.

El objetivo debe ser conseguir el mejor ajuste posible sin espacios entre la fijación de la corona y el esquelético. Realizar la soldadura láser con alambre de CoCr o sin material de aportación. Si el contacto entre la corona y el esquelético sólo es superficial, trabajar siempre utilizando alambre de oro como material de aportación. ¡Soldar por separado cada pieza secundaria de un trabajo combinado, para garantizar así un mejor control de ajuste! Aplicar los puntos de soldadura alternativamente opuestos y soldar alternativamente desde arriba y desde abajo.



5.10 Soldar cerca de acrílico y de cerámica

Las soldaduras en la inmediata cercanía de acrílicos se pueden realizar sin problemas, al igual que las soldaduras cerca de recubrimientos cerámicos. No obstante, en el caso ideal debería existir un borde metálico de aprox. 1 mm de anchura.

Para evitar un influjo térmico demasiado elevado, se deberán aplicar los diferentes puntos de soldadura dejando un mayor intervalo de tiempo entre sí.

5.11 Ajuste de la frecuencia

El soldador láser puede funcionar con pulsos simples (0 Hz) o con una frecuencia de pulsos ajustable en un pulso continuo. Por regla general no se debería seleccionar una frecuencia de ritmo superior a los 3 Hz, incluso tratándose de usuarios expertos. Este ritmo significa el disparo de 3 puntos por segundo, algo que es muy difícil de dirigir manualmente. Con un ajuste de 1 Hz se puede trabajar tanto con un pulso continuo lento con el pedal pisado a fondo, como disparar pulsos de soldadura individuales suspendiendo temporalmente el pedal.

5.12 Soldaduras por láser en el sector de la ortopedia maxilar / ortodoncia

Tabla de soldadura para aparatos de soldar Láser Dentaurum

Indicaciones fundamentales sobre el uso de la tabla de soldaduras:

1. La soldadura de piezas pequeñas y aparatos en la ortodoncia requiere, en general, los mismos requisitos y preparaciones que ya se conocen como fundamentos de las técnicas de soldadura por láser.
2. Una preparación ajustada de forma precisa y sin fisuras de las piezas que deben ser unidas es el requisito fundamental para soldar con éxito piezas que en ocasiones son muy gruesas (por ejemplo, alambres) con piezas extremadamente delgadas (por ejemplo, bandas).
3. Para poder trabajar con eficacia en la ortodoncia, las piezas que deben ser soldadas se han de disponer siempre apoyadas entre sí de forma plana. Precisamente las piezas fabricadas de forma industrial, como la tuerca de la charnela Herbst® o la base de un tubo bucal, se han de repasar con piedra abrasiva de forma que puedan apoyarse de forma plana en las bandas, de tamaño y forma diferentes en cada caso. Una vez realizados estos preparativos, se pueden unir entre sí estas piezas directamente, sin material de soldadura adicional.
4. Si el lugar de contacto entre la banda y el alambre es sólo puntiforme, o incluso si presenta una pequeña rendija, debe ser tratado con un material adicional de soldadura adecuado, como alambre remanium® de $\varnothing 0,35$ mm.
5. Por lo general, es conveniente que todas las soldaduras con láser se realicen en atmósfera protectora de argón, a fin de evitar la oxidación en el cordón de soldadura. Esto influye favorablemente sobre la estabilidad del cordón de soldadura. Los puntos de soldadura deben tener, en general, un aspecto metálico brillante.
6. Las piezas empleadas en ortodoncia presentan a menudo una superficie metálica brillante. Esto puede tener como consecuencia que el rayo láser experimente una reflexión. Sin embargo, en tales casos se renuncia al chorreado con corindón de las piezas que se van a soldar, debido al engorroso trabajo de repaso que se requiere. Para conseguir a pesar de todo el resultado de soldadura deseado, puede ser necesario variar el ángulo de incidencia del rayo láser sobre el lugar de unión. En tal caso, la potencia de soldadura debe adaptarse a las diferentes circunstancias. Normalmente, la potencia se aumenta individualmente, y el ángulo de incidencia del rayo láser se elige de manera que éste sea conducido de la parte "gruesa" a la parte "más delgada".
7. Los parámetros indicados en la siguiente tabla de soldadura se basan en las experiencias del departamento de técnica de aplicaciones de Dentaurum con productos Dentaurum para ortopedia maxilar/ortodoncia.

Tabla de soldadura para soldadoras láser Dentaurem

Ámbito de empleo: Ortopedia maxilar / ortodoncia

Número correlat.	Trabajo a realizar	Materiales recomendados	Parámetros de soldadura		
			Tensión, en Vatios	Duración de pulso ms	Posición del foco
1	Construcción de un aparato Herbst®	a) Charnela Herbst® I Bandas molares sup./inf. Bandas premolares sup./inf.	1800 - 1950	1,0 - 3,0	0,8
		b) Charnela Herbst® IV Bandas molares sup./inf. Bandas premolares sup./inf.	1900 - 1950	1,0 - 3,0	0,8
3	Construcción de un aparato disyuntor de la sutura mediopalatina	Tornillos Hyrax®, sup. Bandas molares sup., bandas premolares sup., Alambre remanium® duro elástico \varnothing 0,9 mm ó 1,0 mm			
		Paso 1 Alambre de \varnothing 1,0 mm a banda	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
		Paso 2 Brazo de retención alambre de \varnothing 1,0 mm	1950 - 2100	2,0 - 3,0	0,8
		Paso 3 Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1900 - 2000	2,0 - 3,0	0,8 - 1,0
4	Quad-Helix soldados a banda	Quad-Helix, preformados Bandas molares, sup.	1800 - 1850	1,0 - 2,0	0,8
5	Construcción de un mantenedor de espacio individual	Alambre remanium® de \varnothing 0,8 mm Banda molar sup./inf.	1800 - 1850	1,0 - 2,0	0,8
6	Construcción de un arco lingual/palatino soldado a bandas	Arco lingual/palatino Orthorama® Alambre remaloy® de \varnothing 0,9 mm Alambre remanium® duro elástico \varnothing 0,9 mm Bandas para molares inf.	1900 - 2000	2,0 - 3,0	0,8
7	Soldadura de un tubo lingual/palatino a una banda	Tubos de cierre o cajetines linguales/palatinos Bandas para molares sup./inf.	1800 - 1900	2,0 - 3,0	0,8
8	Construcción de un aparato Crozat				
		Paso 1 Alambres remaloy® \varnothing 0,7 mm a 1,5 mm ó	1950 - 2100	2,0 - 3,0	0,8
		Paso 1 Alambres remanium® duros elásticos \varnothing 0,7 mm a 1,5 mm	1950 - 2100	2,0 - 3,0	0,8
		Paso 2 Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1900 - 2000	2,0 - 3,0	0,8
9	Construcción de un aparato Nance	Alambre remaloy® de \varnothing 0,9 mm a bandas para molares sup.	1900 - 2000	2,0 - 3,0	0,8
		Alambre remanium® de \varnothing 0,9 mm	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
10	Soldadura de un gancho para elásticos a un Face Bow o Lipbumber				
		Paso 1 Gancho de bola de \varnothing 0,7 mm	1800 - 1950	1,0 - 3,0	0,8
		Paso 2 Reforzar con alambre de \varnothing 0,35	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8

Tabla de soldadura para soldadoras láser Dentaurem Ámbito de empleo: Ortopedia maxilar / ortodoncia

Número correlat.	Trabajo a realizar	Materiales recomendados	Parámetros de soldadura		
			Tensión, en Vatios	Duración de pulso ms	Posición del foco
11	Soldadura de un tope a un arco redondo o rectangular "válido para acero inoxidable"	Tubo de tope, ranurado a arco redondo	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
		a arco rectangular	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
12	Soldadura de un gancho para elásticos a un arco redondo o rectangular	Gancho preformado o gancho de bola de \varnothing 0,7 mm a arco redondo	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
		a arco rectangular	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
13	Soldadura de un tubo cruzado a un arco redondo o rectangular "válido para acero inoxidable"	Tubo cruzado a arco redondo	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
		a arco rectangular	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
14	Soldadura de tubo redondo a gancho Adams para montar un arco facial	Tubos – acero inoxidable p. ej. \varnothing 1,2 mm	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
15	Construcción individual de un retenedor adhesivo Construcción de un retenedor lingual individual	Alambre remaloy® de \varnothing 0,7 mm Base de malla, pequeña	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
16	Construcción individual de un gancho en bracket de banda o de cementado directo/tubo bucal	Gancho de bola de \varnothing 0,7 mm	1800 - 1900	1,0 - 2,0	0,8
17	Construcción de un „Espolón Kahn“ en un arco facial (Face Bow)				
	Paso 1	Alambre remanium® de \varnothing 0,9 mm, tope a tope	1900 - 2000	3,0 - 5,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
18	Construcción de un clavo retentivo para la técnica de cementado directo en arco lingual				
	Paso 1	Arco lingual y alambre remanium® de \varnothing 0,9 mm	1900 - 2000	1,0 - 3,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1800 - 1900	2,0 - 4,0	0,8
19	Construcción de un resorte individual en un arco vestibular	Alambre remanium®, \varnothing 0,7 mm, duro elástico	1900 - 2000	1,0 - 3,0	0,8
20	Construcción de un gancho para elásticos en una máscara facial				
	Paso 1	Gancho de bola de \varnothing 0,9 mm	1900 - 2000	2,0 - 4,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1800 - 1900	2,0 - 4,0	0,8
21	Soldadura de una tuerca para tornillo con resorte a un arco vestibular				
	Paso 1	Tuerca moleteada	1900 - 2100	2,0 - 4,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 mm	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8

Tabla de soldadura para soldadoras láser Dentaureum

Ámbito de empleo: Ortopedia maxilar / ortodoncia

Número correlat.	Trabajo a realizar	Materiales recomendados	Parámetros de soldadura		
			Tensión, en Vatios	Duración de pulso ms	Posición del foco
22	Construcción de una retención adicional en un tornillo de expansión para mejorar el anclaje en el acrílico	Alambre remanium® de \varnothing 0,9 mm	1800 - 1900	2,0 - 4,0	0,8
23 24	Soldadura de un alambre a un tornillo de expansión por ejemplo, como resorte				
	Paso 1	Alambre remanium® de \varnothing 0,8 mm, tope a tope	1900 - 2000	3,0 - 5,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 o	1900 - 2000	2,0 - 4,0	0,8
		Alambre remanium® de \varnothing 0,8 mm, plano	1900 - 2000	3,0 - 5,0	0,8
25	Construcción de un aparato de expansión exento de acrílico, para la mandíbula o el maxilar	Tornillo Hyrax®, mini Bandas para molares sup./inf.	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
26	Reparación de un arco labial de un gancho Adams, etc.				
	Paso 1	Alambre remanium® de \varnothing 0,7 mm, tope a tope	1900 - 2000	3,0 - 5,0	0,8
	Paso 2	Duplicación con alambre de \varnothing 0,7 mm	1900 - 2000	2,0 - 4,0	0,8
27	Construcción de un tope en arco facial/lipbumper	Tubos de tope \varnothing 1,15 mm	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
28	Construcción de un gancho "Post" en arco redondo/sup. + inf. arco rectangular/sup. + inf. "válido para acero inoxidable"	Gancho de bola de \varnothing 0,7 mm	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
29 30	Reparación de un tornillo Hyrax® con brazo de retención roto				
	Paso 1	Tope a tope	1900 - 2100	3,0 - 5,0	0,8
	Paso 2	Reforzar con alambre de \varnothing 0,35 o	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
		soldar de forma plana	1900 - 2100	3,0 - 5,0	0,8

Tabla de soldadura para soldadoras láser Dentaurem

Ámbito de empleo: Ortopedia maxilar / ortodoncia

Número correlat.	Trabajo a realizar	Materiales recomendados	Parámetros de soldadura		
			Tensión, en Vatios	Duración de pulso ms	Posición del foco
31	Tubo bucal a banda molar	Banda molar sup./inf. Tubo bucal	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
32	Gancho doble a banda molar	Banda molar sup./inf. Gancho lingual/palatino	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
33	Modificación de una barra palatina, sistema Orthorama®	Alambre remanium®, ø 0,5 mm, duro elástico	1800 - 1900	1,0 - 3,0	0,8
34	Modificación de dos tornillos de tracción (n. Geller)	Tornillo de tracción	1900 - 2000	3,0 - 5,0	0,8

Véa el folleto Orthodontics – Laser welding examples REF 989-629-20.

5.13 Ejemplos de aplicación en prótesis

Valores de ajuste para la tensión y la duración del pulso

La siguiente tabla presenta un listado de valores de ajuste típicos para la tensión y la duración del pulso para tareas de soldadura y sistemas de aleaciones habituales.

La posición del foco preferentemente está prefijada en $\varnothing 0,7$ mm.

Según el caso de aplicación concreto y la aleación empleada, así como el estado de la superficie, pueden ser necesarios valores de ajuste diferentes.

Indicación	Material-Sistema					
	Ti (puro)	Co-Cr	Au-Pt	Au-Ag	Au-Pd	Pd-Ag
Barra lingual	2350 W - 2450 W 6,0 ms - 8,0 ms	2400 W - 2500 W 6,0 ms - 8,0 ms	–	–	–	–
Puente	2300 W - 2400 W 4,0 ms - 6,0 ms	2400 W - 2500 W 6,0 ms - 8,0 ms	2450 W - 2600 W 6,0 ms - 8,0 ms	2450 W - 2600 W 6,0 ms - 8,0 ms	2300 W - 2400 W 6,0 ms - 8,0 ms	2300 W - 2400 W 6,0 ms - 8,0 ms
Conector pequeño	2300 W - 2400 W 4,0 ms - 6,0 ms	2200 W - 2400 W 6,0 ms - 8,0 ms	–	–	–	–
Gancho	1900 W - 2000 W 2,0 ms - 3,0 ms	2000 W - 2100 W 2,0 ms - 3,0 ms	–	–	–	–
Agujero en la corona	1850 W - 1900 W 1,0 ms - 2,0 ms	1900 W - 2000 W 1,0 ms - 3,0 ms	1900 W - 2100 W 2,0 ms - 4,0 ms	1900 W - 2100 W 2,0 ms - 4,0 ms	1900 W - 2000 W 2,0 ms - 4,0 ms	1900 W - 2000 W 2,0 ms - 4,0 ms
Soldadura de placas	2100 W - 2300 W 4,0 ms - 6,0 ms	2200 W - 2400 W 4,0 ms - 6,0 ms	–	–	–	–
Barra de fricción	1900 W - 2000 W 1,0 ms - 2,0 ms	2000 W - 2100 W 1,0 ms - 2,0 ms	–	–	–	–

Véa el folleto Prosthetics – Laser Welding examples REF 989-818-20.