

29 649

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ODONTOLOGIA



TESIS DONADA POR
D. G. B. - UNAM

PROSTODONCIA PARCIAL FIJA

(NUEVAS TECNICAS Y MATERIALES)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A

LUIS OTHON MORALES MONTES



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

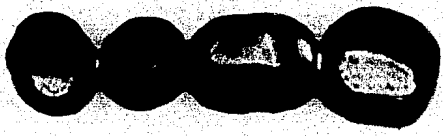
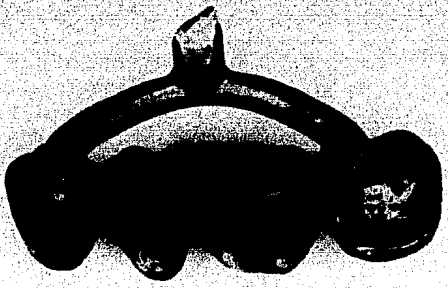
DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE.

1. Introducción.
2. Requerimientos de la preparación y diseño de los hombros en las cefias metálicas para coronas Veneer.
3. Elaboración de modelos.
 - 3.1 Materiales y aparato para la producción del modelo.
 - 3.2 Ejecución de un modelo con muelles desmontables separados.
4. Modelado.
 - 4.1 Materiales para modelar y modelado de la cera.
 - 4.2 Colocación de los bebederos de colado.
5. El revestimiento.
 - 5.1 Preparación del modelo de cera.
 - 5.2 Materiales y elementos para el revestimiento.
 - 5.3 Colocación del revestimiento; características e instrucciones.
6. Tratamiento térmico del anillo.
 - 6.1 Eliminación de la cera.
7. Precalentamiento.
8. Celado.
 - 8.1 Fundición.
9. Solidificación.
10. Temple.
11. Pulido.
 - 11.1 Decapado y Abrillantado.
12. Abrillantado Electrolítico.
13. Algunas de las nuevas aleaciones.
14. Bibliografía.



1. INTRODUCCION

Debido al encarecimiento de los metales ideales usados en la Odontología, me vi motivado a investigar sobre nuevos materiales que cumplan con los requisitos de tolerancia, exactitud, inalterabilidad en el medio bucal y que, combinados con materiales estéticos cubrieran las necesidades de la prótesis fija.

Han existido en el mercado paralelamente a los ores cerámicos, fórmulas de metales semipreciosos para combinar con porcelana fundida e acrílicos, pero ahora hace presencia nuevamente un metal que fué usado en Odontología sólo o combinado con el oro a quien le proporcionaba dureza: El Palliag.

La nobleza de los ores hizo posible hasta con técnicas de fundición precarias y elementales, resultados satisfactorios.

Actualmente los procedimientos de laboratorio confrontan una serie de pasos que ineludiblemente deberán seguirse utilizando equipo y materiales desarrollados científicamente logrando con una sencillez admirable la más alta y constante precisión de la fundición.

A estos nuevos procedimientos he de referirme en esta tesis, por lo que considero y espero que Ustedes Señores del Jurado le estimen igualmente; que se impone la necesidad de los cambios y es posible, por tanto, que estemos presenciando una nueva era de progreso profesional.

Me he atrevido a mencionar nombres comerciales porque al leer este trabajo no se podría dar idea cabal de estos nuevos procedi-

mientos que requieran materiales y equipos especiales usando nombres genéricos, razón por la que les pide especial benevolencia.

2. REQUERIMIENTOS DE LA PREPARACION Y DISEÑO DE LOS HOMBROS EN LAS COPIAS METALICAS PARA CORONAS VENEER.

ALGUNAS TERMINACIONES DE LOS HOMBROS EN PREPARACIONES VENEER DE ACUERDO A LOS MATERIALES ESTETICOS QUE SE VAN A UTILIZAR.

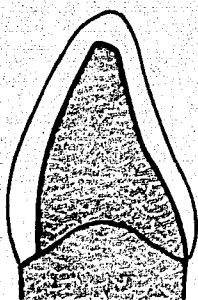


Fig. 1
Preparación del hombro no bi
selado.

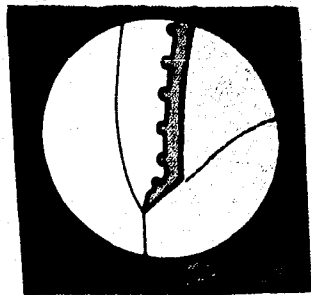


Fig. 2
Terminación del hombro no bi
selado.

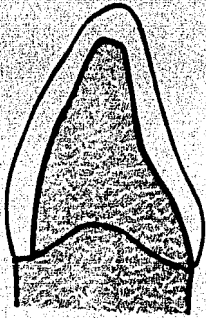


Fig- 3
Preparación del hombro biselado.

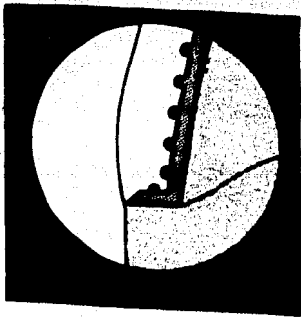


Fig- 4
Terminación del hombro biselado.

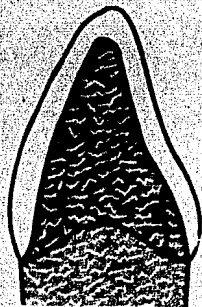


Fig. 5
Preparación en file de cuchilla.

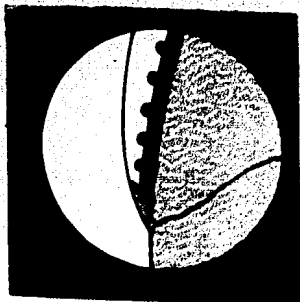


Fig. 6
Terminado en file de cuchilla.

fig. 7
Preparación del biselado
(Chafán).

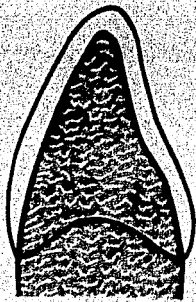
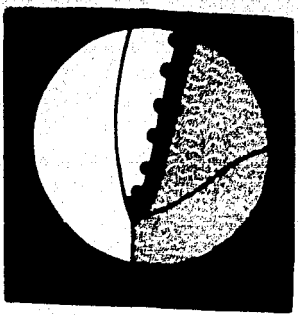


fig. 8
Terminación del biselado.
(Chafán).



3. ELABORACION DE MODELOS.

3.1 MATERIALES Y APARATO PARA LA PRODUCCION DEL MODELO.

El modelo es la base más importante para el trabajo definitivo por tanto, deberá efectuarse con el mayor cuidado. Deberá usarse para el modelo un material duro y preciso, fácil de trabajarse y racional en el uso.

Para mantener la precisión, la masa de los modelos no debe cambiar de volumen durante el fragado.

Incluso mucho tiempo después de la fabricación, el material del modelo no deberá agrietarse, absorber humedad o cambiar de volumen.

El Duralit es una masa para modelo extradura, del tipo "stone", cuya resistencia a la presión alcanza a las dos horas los 400 Kp/cm². Esta resistencia aumenta a más de 450 Kp/cm² después de 24 horas. (Fig. 9).

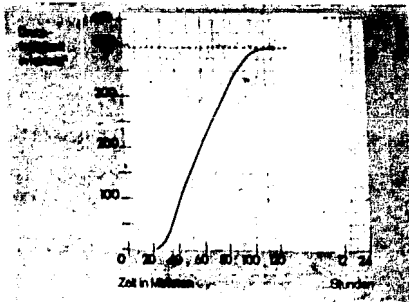


Fig. 9

Resistencia a la presión del Duralit, dependiendo del tiempo después del comienzo de la mezcla.

Druck-festigkeit in Kp/cm² -
 Studen = horas
 Zeit in minuten = tiempo en minutos.

Por ésta razón el material es muy resistente de modo que las retaras o grietas son casi invisibles.

El modo de expansión del Duralit garantiza una gran precisión del modelo. Además tiene una expansión lineal de menos del 0.0% después de 24 horas. (Fig. 10).

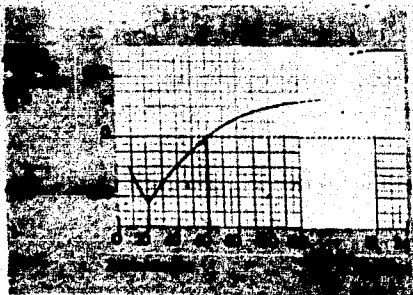


Fig. 10
Expansión de toma del Duralit, dependiendo del tiempo después del comienzo de la mezcla.

Lineare Abbinde = expansión lineal de toma en %.
Zeit in Minuten = tiempo en minutos.
Stunden = horas.

Para la realización de fundición de precisión como por ejemplo de las incrustaciones de las coronas fundidas, de elementos telos cópices, etc., se aconseja un modelo especial con muñones desmontables. El muñón desmontable es más fácil de controlar durante el modelado, sobre todo en los bordes cervicales y en los espacios proximales.

El sistema de fundición de precisión prevé modelos con muñones separados y desmontables; para ellos se usan los perno-muñones prefabricados. El sistema para poner en posición con precisión en el modelo los perno-muñones es sencillo.

Dada su forma especial se obtiene una buena fijación y una buena guía en el modelo.

Se puede hacer el montaje paralelo de los pernos en el modelo del guía-pernos del modelo.

El guía-pernos del modelo es un aparato suplementario del paralelómetro. Los perno-muñones van atornillados a las mordazas de los brazos del guía-pernos del modelo. (fig. 11).



Fig. 11
Paralelómetro con guía-pernos del modelo.

Después de dicha preparación, los muñones se desmontan del modelo todos juntos para efectuar las operaciones sucesivas.

La inserción común permite que el modelador de cera o los elementos que deben calentarse puedan ser desmontados todos juntos - sin riesgos de roturas incluso cuando los muñones son divergentes.

Después de que las piezas enceradas han sido desmontadas del modelo junto con los muñones, se quitan los muñones uno a uno de las coronas de cera.

Este paralelismo de los perno-muñones tiene una notable ventaja también cuando se deben efectuar fases sucesivas de fresado con el paralelómetro.

7.2 EJECUCION DE UN MODELO CON MUÑONES DESMONTABLES SEPARADOS.

Se llena el molde con Duralit, la masa extradura, para modelos en dos fases. Después de que se ha marcado el nivel de masa de - sendo, se marca también la posición de los perno-muñones sobre el borde exterior del modelo. (Fig. 12).



Fig. 12
Marcado del nivel de la primera masa de yeso duro y de la posición de los perno-muñones.

El modelo se fija con masa plástica en la base de posición del guía pernos del modelo y sobre la masilla para modelos del paralelómetro. La masilla se bloquea en esta posición. Después se busca la posición exacta de los perno-muñones en el aparato guía-pernos. (Fig. 13).

Para evitar el contacto directo de los perno-muñones con el modelo se fija la posición exacta por medio de la mordaza situada encima del cojinete del eje vertical. Al mismo tiempo, se puede fijar la posición horizontal de los perno-muñones, colocando por ejemplo, en la parte libre de la mordaza un lápiz, con el que se

tiene contacto con el brazo horizontal del paralelómetro. Después de haber marcado las posiciones de los perno-ruñones, se tira hacia arriba el eje vertical del paralelómetro para sacar el modelo. (Fig. 14).



Fig. 13
Colocación de los perno-ruñones en el modelo y colocación de los brazos guía.



Fig. 14
Elevación de la guía de los pernos del modelo para sacar el modelo.

Usando la masa para modelos Duralit se debe respetar la proporción de 100 g. de polvo y 22-24 cm³ de agua. Para conseguir una pasta uniforme y perfecta de polvo y agua se aconseja el uso-

de Multivas 2.

El Multivas 2 es un aparato eléctrico monobloque para mezclar, vibrar y revestir - siempre en vacío - yesos, revestimientos y masas para modelos. (Fig. 15).

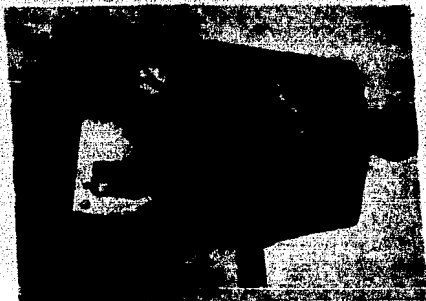


Fig. 15
Multivac 2, aparato eléctrico monobloque para mezclar, vibrar y revestir.

La evacuación en vacío de las masas durante la mezcla sirve para evitar la formación de burbujas de aire. Los modelos presentan una superficie homogénea y lisa. (Fig. 16).



Fig. 16
Influencia de los distintos métodos de mezclado en la porosidad de la masa para los modelos.

La esfera del vibrador permite el apoyo exacto del modelo para solar uniformemente las masas mezcladas.

El Duralit mezclado con Multivac 2, se vibra en el modelo donde no deberá sobrepasar el nivel señalado. Se elabora durante 5-7 minutos; quedando tiempo suficiente para fabricar varios modelos al mismo tiempo.

Después de que el modelo se ha colocado en la base con la manija de fijación se introducen los perno-muñones en la masa blanda, bajando el eje vertical del paralelómetro. La mordaza colocada en el eje indica las posiciones horizontales y verticales de los perno-muñones. De este modo los perno-muñones se colocan paralelos y en posición exacta en el modelo.

Antes de la toma de la masa se colocan los anillos de retención. Estos sirven para retener firmemente el primer y segundo estrato de la masa para los modelos. El segundo estrato de la masa para la base no debe colocarse antes del fraguado de la masa del primer estrato.

Para ello se desenroscan los perno-muñones del guía-pernos y se quita del modelo. Sobre las puntas de los perno-muñones se coloca un hilo cera para proteger a los pernos mientras se encuadra la base. (Fig. 17).

Antes de rellenar todo el modelo, es necesario pincelar la superficie seca en las proximidades de los perno-muñones con el aislante Isolit, para facilitar la posterior salida de los muñones. Se aconseja usar la misma cantidad de masa para las dos partes para evitar la alteración del modelo debido a expansión diferente.



Fig. 17
Colocación de un hilo de cera sobre las puntas libres de los perno-mañones.

Después de unos 30-60 se puede separar fácilmente el molde del modelo porque en este tiempo, el Duralit sufrirá una leve contracción. (Ver Fig. 10).

Después de que el modelo ha secado se separa con la sierra la parte de la encía del modelo, a la derecha y a la izquierda de los perno-mañones. (Fig. 18).



Fig. 18
Separación del primer estrato de la masa para modelos para liberar los muñones.

A continuación se pueden demontar los muñones, sacándolos del

modelo. La ensia que queda de los muñones debe quitarse con la -
fresa, cuidando de no dañar el borde exterior de la preparación.

Usando el modelo preparado con precisión, se puede comenzar el
modelado. (Fig. 19).

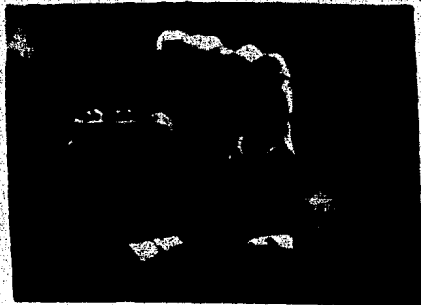


Fig. 19
Modelo definitivo de Duralit
muñones desmontables.

4. MODELADO

4.1 MATERIALES PARA MODELAR Y MODELADO DE LA CERA.

El modelo se aísla para evitar que la cera se adhiera al modelo de modo que la separación se haga rápida y completamente sin peligro de roturas o alteraciones de la precisión. Se aconseja el uso del aislante Isolit, un producto de la gama del sistema de fundición de precisión. Isolit es un aislante soluble en agua que se puede usar igualmente en la boca y en el modelo. Dado que la solución no es grasa, permite una separación perfecta entre cualquier tipo de cera y el esmalte de los dientes, la porcelana, el yeso, el yeso duro, el cemento, la resina y el metal.

El Isolit se aplica con un pincel o con la bombona spray. (Fig. 20.)



Fig. 20
Aislamiento del modelo de Duralit.

La cera usada para el modelado de las coronas, de los puentes o de las incrustaciones, etc., deberá tener características par-

ticulares cuando se quieran obtener fundiciones perfectas. Una es la cantidad de cera es insuficiente y no puede responder a todas las exigencias del modelado. Los diferentes tipos más importantes de cera son los siguientes: Láminas de cera calibradas, cera para fundiciones, hilos de cera, cera blanda para colocar bajo el modelado y finalmente una cera extradura para la técnica de fresa de. Estos tipos de cera tienen características diversas.

La cera en láminas calibradas debe ser dúctil y adaptable sin modificar el espesor durante el adaptado, y no debe romperse.

(Fig. 21).



Fig. 21
Características de la cera calibrada.

Se deberá usar de una calidad fuerte, sin tensiones; también la cera para modelar debe ser dura y fuerte, que se pueda raspar sin desmenuzarse y debe dejarse "tirar" en hilos durante el modelado.

(Fig. 22).

Los hilos de cera sirven principalmente para los bebederos de fundición con un diámetro de unos 3 mm. (ver capítulo 4.2).

Para los desahogos de aire se aconsejan los hilos de cera de un diámetro de 1 mm. (Fig. 23).



Fig. 22
Cera para modelar.



Fig. 23
Hilos de cera para los biberones de fundición.

La cera blanda se usa solamente para modelados especiales. Carece de tensiones y presenta un mínimo de contracción durante el enfriado. Esta cera es la indicada especialmente para el modelado de los inlays y de los elementos inmóviles de la técnica telescópica (metal sobre metal). Esta cera se aplica en una película fina, y se refuerza sucesivamente con cera dura. (Fig. 24).



Fig. 24.
Aplicación de una película -
sutil de cera blanda.

La cera es un material que se expande durante el calentamiento y que se encoge durante el enfriado. Cuanto más caliente la cera, mayor será la contracción durante el enfriado. (Fig. 25).

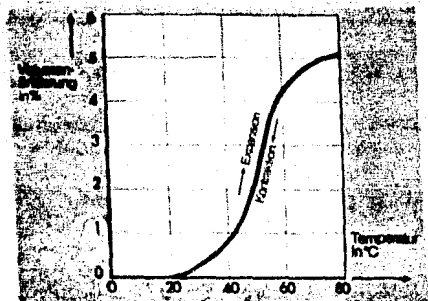


Fig. 25
Variación volumétrica de la
cera para modelar dependien-
de de la temperatura.

Volumenänderung in % = varia-
ción volumétrica en %.
Expansion = expansión.
Kontraktion = contracción
Temperatur in °C = temperatu-
ra en °C.

Por esta razón no es aconsejable licuar la cera, sino solamen-
te plastificarla para comprimirla en la cavidad. En los casos en
que se puede trabajar de este modo, son más bien limitados. En -
general se debe emplear la cera líquida para poder modelar anató-

nicamente. En estos casos deberá usarse la cera blanda ya que esta tiene un mínimo de contracción y podrá compensar la contracción de la cera normal superpuesta a la película sutil de cera blanda.

La cera blanda se aconseja particularmente para las zonas de los bordes. La cera normal no deberá estar demasiado caliente, al aplicarla sobre la cera blanda, para no licuar este estrato.

Otro modo de modelar, por ejemplo una corona fundida, es fabricando un revestimiento en cera calibrada antes de la aplicación de la cera normal.

Recientemente se usan también revestimientos plásticos que se sacan de un disco calibrado de plástico. También en este caso se puede mejorar la precisión de los bordes aplicando una pequeña cantidad de cera blanda sobre los mismos bordes.

Se debe evitar la contracción de la cera especialmente cuando se trata de modelados extensos.

Para estas construcciones se debe modelar todos los elementos uno a uno y unirlos, después de su modelado, con un poco de cera líquida.

4.2 COLOCACION DE LOS BEBEDEROS DE COLADO.

Antes de que el modelado de cera se desmante del muñón, se deberán colocar las espigas de fusión. La calidad del fundido depende de la forma, del diámetro de la inclinación y de la aplicación de los bebederos. Estas reglas han sido renovadas por la tecnología dental.

Durante el enfriado de una aleación del estado líquido a la temperatura ambiente, deben distinguirse dos fases, ambas dependiendo de la contracción volumétrica:

- a) La solidificación del fundido entre los puntos líquidos y sólidos.
- b) El enfriamiento súbito después de la primera fase hasta la temperatura ambiente.

Punto a): La llamada contracción de solidificación es la causa de porosidades. Esta contracción se compensa con una reserva adecuada.

Punto b): La contracción lineal del fundido durante el enfriado hasta la temperatura ambiente es de aproximadamente 1.6 % para la aleación con la expansión total del revestimiento. (ver capítulo 5.3).

Las siguientes reglas sirven para evitar cualquier tipo de porosidad:

Los bebederos de un diámetro de 3 mm. dan un resultado óptimo en la mayoría de los casos; el bebedero debe fijarse en el punto más grueso del objeto, la aleación líquida debe fluir siempre de

la parte más voluminosa hacia la parte más fina. (Fig. 26).

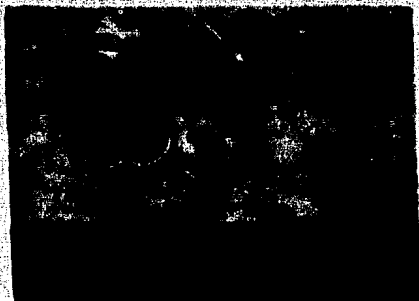


Fig. 26
Punto de colocación del bebedero en la parte más gruesa del objeto (aquí en la cúspide bucal-mesial de una corona fundida).

Vollguckkronen = corona total-fundida.

El bebedero se fija directamente al modelado sin ahogarla ni reforzarla. Cuando la espiga está ahogada se impide la alimentación del fundido con el metal a un líquido de la reserva, porque la mordaza al ser un punto más fino de el bebedero se solidificantes. En consecuencia se notan porosidades donde el bebedero ha sido colocado e incluso en el mismo fundido. (Fig. 27).

(Fig. 28).

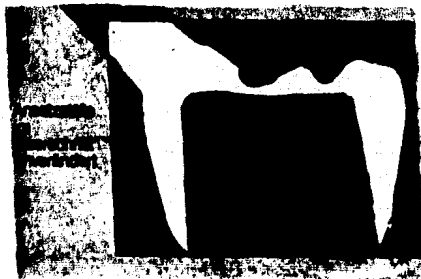
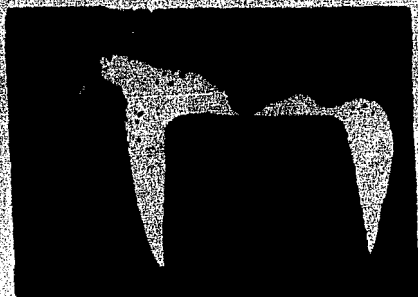


Fig. 27
Sección longitudinal buco--mesial/palatal-distal de una corona para molar en Deguler Aumento 5:1

Ansatzstelle in querschnitt - unverändert = punto de unión alterado.

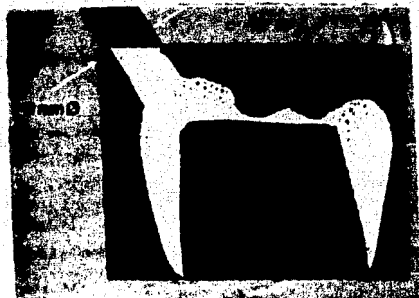
Fig. 28
 Corona para molar en Degaler
 M : Fusión defectuosa causada
 por el ahogo de el bebedero.
 Aumento 5:1.

Ansatzstelle eingeschnürt =
 punto de unión ahogado.



Con los bebederos de más de 3 mm. de grosor, en general los resultados no serán mejores. Los bebederos de menos de 3 mm. de grosor pueden ser la causa de porosidad. (Fig. 29).

Fig. 29
 Corona para molar en Degaler
 M : Fusión defectuosa causada
 por un diámetro demasiado
 pequeño de el bebedero.
 Aumento 5:1 (2 mm. ϕ).



La dirección e inclinación de el bebedero debe ser calculada de modo que la aleación líquida pueda llegar al molde sin cambiar demasiado su dirección. La inclinación más favorable de el bebedero para una corona fundida total es de 45 grados aproximadamente. (Fig. 30).

Fig. 30

Dirección de al bebedero de fundición con ángulo de 45° al plano de oclusión de una corona fundida total.

Vollguckkronen = corona fundida total.

Okklusal-Ebene = plano de oclusión.

Para objetos fundidos de perfil muy variado, (incrustaciones - MOD, puentes fundidos, etc.), se necesitan varios bebederos para estar seguros de obtener una fundición libre de porosidad.

En estos casos debe colocarse siempre un bebedero por cada elemento y siempre un bebedero donde el objeto sea más grueso.

Estas reglas sin embargo no pueden siempre llevarse a cabo. En estos casos especiales debe colocarse el bebedero en el punto más fino del objeto, para no deformar el modelo. (Fig. 31).

Otras excepciones son las piezas pequeñas, por ejemplo las incrustaciones cervicales, cuando dichas piezas tienen una medida inferior a los 3 mm. de diámetro del bebedero de fundición. En estos casos debe usarse un bebedero más fino.

También cuando un bebedero más grueso de 3 mm. no dé los resultados adecuados, hay casos en que se hace necesario un depósito esférico de 6 mm. de diámetro. Este depósito es el adecuado cuando se trata de objetos muy voluminosos como, por ejemplo, los elementos intermedios de un puente.

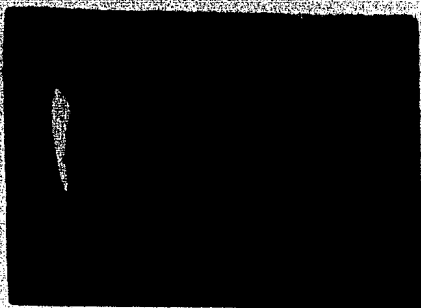


Fig. 31
Punto de conexión de el bebo
dere de fundición en la cá-
pide palatino-mesial de una -
cerena.

Verblendkrone = cerena.
Okklusal-Ebene = plano de o-
clusión.

Cuando se use el depósito, debe ponerse lo más cerca posible -
del objeto modelado; la conexión se refuerza hasta los dos ter -
cios del diámetro de este depósito. (Fig. 32).

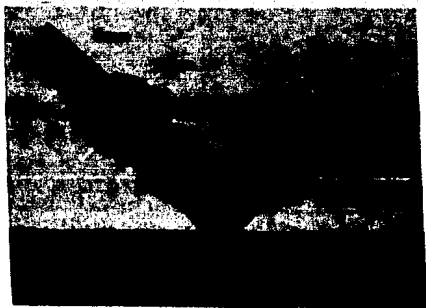


Fig. 32
Colocación de un "Alimenta -
dor" (é depósito).

Okklusal-Ebene = plane de o-
clusión.

Si la distancia entre el modelado y el depósito fuese mayor, -
el depósito perdería su eficacia.

Por lo que se refiere a los desahogos de aire, son útiles prin-
cipalmente cuando se trata de los bordes o de partes fina.

Colocando un desahogo de aire de 1 mm. de diámetro en estas partes, sirve no sólo para que salga el aire, sino principalmente es una reserva suplementaria. En general, sin embargo, se puede prescindir del desahogo de aire.

Cuando el fundido es poroso, la construcción metálica se hace estable y se corre el riesgo de roturas en las partes donde haya mucha porosidad. Además, la porosidad es a menudo la causa del descolorido.

Como material para las espigas de fundición se aconseja el uso de hiles de cera, porque los de plástico impiden la salida de la cera líquida durante el precalentamiento. Como consecuencia, la cera puede infiltrarse en el revestimiento y depositar residuos carbonizados.

5. EL REVESTIMIENTO.

5.1 PREPARACION DEL MODELO DE CERA.

Antes de sacar el modelado de cera del molde para revestirlo, se deben eliminar las tensiones internas de la cera. Estas tensiones se forman en la cera cuando se la licúa para modelarla. - Un tratamiento suplementario para quitar las tensiones es necesario principalmente cuando se trata de modelos grandes. Incluso la colocación de los bebederos puede alterar la precisión del objeto. Para eliminar todas estas tensiones, se colocan los bebederos de fundición al modelado de cera que debe permanecer en el molde. Después el conjunto (con el molde incluido), se pone al baño maría a unos 15 grados centígrados durante 10 minutos.

Después de este tratamiento térmico de la cera se deben quitar las "tensiones superficiales" de la cera, para un mejor contacto y adaptación del revestimiento sobre la cera. Como reductor de las tensiones superficiales se aconseja el Waxit. Los detergentes comunes no son aconsejables porque forman espuma, especialmente durante la colocación del revestimiento al vacío.

El Waxit se aplica con un pincel o con la bomba spray. (Fig. 33).

Los residuos de Waxit en la cera se eliminan soplando sobre el modelo, de modo que la superficie se seque; ni el Waxit, ni el revestimiento deben estar demasiado fríos para no modificar la precisión de la cera.

Tampoco debe dejarse el modelado en cera durante demasiado tiempo.

pe en el modelo.

Debe modelarse y colocar el revestimiento inmediatamente.



Fig. 33
Maxit (reductor de tensión)
en spray.

5.2 MATERIALES Y ELEMENTOS PARA EL REVESTIMIENTO.

Los cilindros son indispensables para la colocación del revestimiento para la técnica de fundición de precisión, especialmente para el sistema de vacío.

El equipo necesario además del anillo metálico está compuesto de una base de goma, saquitos de revestimiento Deguvest RFG, de la centrífuga y de la escudilla del Multivac 2 para la mezcla del revestimiento al vacío, es decir, todo lo necesario requerido para el sistema de fundición de precisión.

Los cilindros tienen cuatro dimensiones variando su capacidad del más pequeño 1 x (es decir, x3, x6, x9). Están fabricados con material de alta calidad.

Para la colocación del revestimiento se coloca el modelo de cera con el bebedero de celado sobre el cono de la base de goma del Multivac 2. La distancia entre el punto más alto del modelado y el borde superior del cilindro debe ser la más pequeña posible (3-5 mm).

Con este sistema, la pieza se enfría antes del depósito, el cual se encuentra en el centro térmico del cilindro, (ver capítulo 6). El fundido debe estar fuera del centro térmico para poder solidificarse antes que el metal del depósito. La retracción del metal líquido en el molde se compensa con el metal líquido del centro térmico. (Fig.34).

Para conseguir una expansión uniforme del revestimiento durante la toma y el precalentamiento, se recubre la pared interna del

cilindro con una hoja de amianto. Este amianto forma una zona de amortiguamiento entre el cilindro y el revestimiento y no es combustible. Sin esta zona, el revestimiento no podría dilatarse uniformemente en todas las direcciones; el fundido por tanto se encogería. No se aconseja el uso de papel normal porque es combustible. El bloque del revestimiento caería fuera del cilindro.

El amianto es absorbente, resistente y no se deshace. Una sola capa es suficiente para cubrir todo el interior del cilindro. Debe mojarse ligeramente; no mucho para no modificar la proporción polvo-agua del revestimiento.

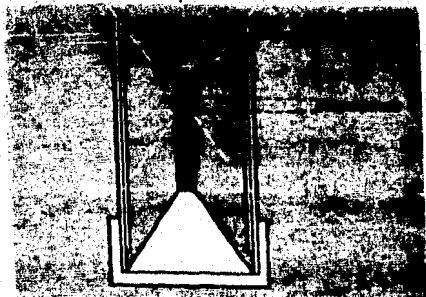


Fig. 34
Posición óptima en el cilindro de una corona total fundida.

Wärmezentrum = centro térmico

5.3 COLOCACION DEL REVESTIMIENTO, CARACTERISTICAS E INSTRUCCIONES DEL USO.

El revestimiento correspondiente al sistema de fundición de precisión es el Deguvest HFG. Es un revestimiento sin grasa, válido para todas las aleaciones nobles; responde a todas las exigencias de la moderna técnica de fundición.

Como se ha dicho en el capítulo 4.2 se debe compensar la contracción de la aleación con la expansión total del revestimiento.

El Deguvest HFG se mezcla con su líquido especial, que se suministra concentrado. Cuando más se diluye este líquido concentrado con agua destilada, menor será la expansión total. (Fig. 35). Con Deguvest HFG se puede individualizar la expansión según el caso.

Para coronas fundidas totales y objetos similares que se cementarán sobre los muñones en la boca, se prepara una solución del 75-50 %. Para incrustaciones centrales y elementos telescópicos (metal sobre metal) se usa una solución al 50-25 % ; para incrustaciones MOD se usa una solución de concentración media. Con esta variabilidad de la expansión, el odontotécnico encontrará fácilmente la solución para la expansión adecuada a sus exigencias.

Para racionalizar la operación de la colocación del revestimiento, el Deguvest HFG viene predosificado en saquitos impermeables de 60 a 180 gra.

Los saquitos corresponden a los cilindros: por ejemplo, un saquito de 60 gra. en la cantidad exacta para el cilindro 1x, un sa-

ente de 180 gra. corresponde al 3 x. (Fig. 36).

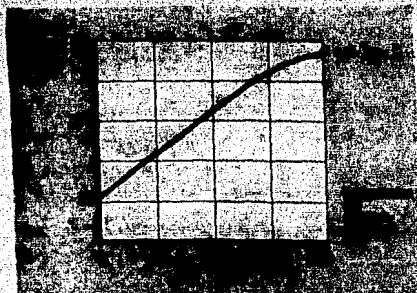


Fig. 35
Expansión total del revestimiento Deguvent HFG variable según el distinto porcentaje de dilución del líquido.

Lineare Gesamt-expansion in %
Konzentration der Anmischflüssigkeit in % = porcentaje de la dilución).

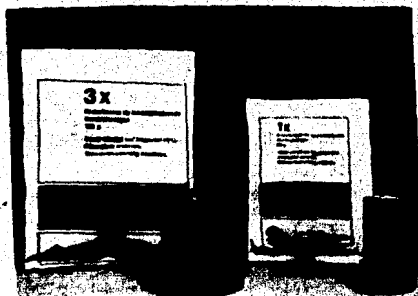


Fig. 36
Saqitos predosificados correspondientes a los cilindros 1x y 3x.

Entre los distintos sistemas de inventido, el sistema el vacío es el más funcional. Se aconseja el Multivac 2. La mezcla del revestimiento se hace siempre en la escudilla correspondiente para evitar filtraciones de aire durante la colocación en el cilindro.

Los recipientes para el vacío permiten la mezcla del revestimiento

uiente y la colocación en el cilindro en una sola operación. En el recipiente y en el cilindro se tiene el vacío porque están unidos. El revestimiento, mezclado al vacío se vierte en el cilindro al vacío, operación que da los mejores resultados porque el revestimiento cae directamente sobre el modelado en toda la superficie. Además el revestimiento se desgasifica. (Fig. 37).

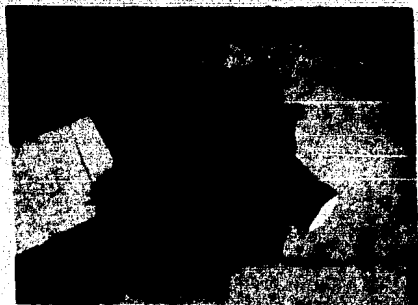


Fig. 37
Colocación del revestimiento
al vacío con Multivac 2.

El resultado: fundidos de superficie lisa, sin perlas de fundición.

6. TRATAMIENTO TÉRMICO DEL ANILLO

6.1 ELIMINACIÓN DE LA CERA.

Después de vertido el revestimiento, se debe esperar el fraguado durante 30-40 minutos; después se puede comenzar con la eliminación de la cera. No es aconsejable esperar demasiado para evitar que la cera líquida se infiltre en la superficie del revestimiento, muy porosa por estar demasiado seca; puede carbonizarse o sin quemarse completamente.

La eliminación de la cera se efectúa en un armario secador o en un horno de precalentamiento a 300 grados centígrados. Esta temperatura es inferior a la temperatura de transformación de la cristobalita contenida en casi todos los revestimientos como elemento incombustible. La gran expansión térmica de la cristobalita, que es la consecuencia de su transformación, no puede por tanto tener comienzo durante la eliminación de la cera. Con ello se evitan las grietas que se originan por una expansión demasiado rápida del revestimiento no completamente seco aún. (Fig. 38).

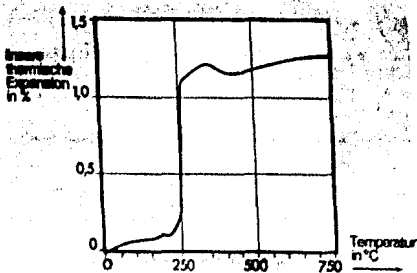


Fig. 38
Expansión lineal térmica de un revestimiento de cristobalita-yeso.

Lineare thermische expansion in %
expansión lineal térmica en %
Temperatur in °C + temperatura en °C.

La duración de la eliminación de la cera depende del tamaño del cilindro:

Cilindro 1 x 30 minutos.

Cilindro 3 x 40 minutos.

Cilindro 6 x 50 minutos.

Cilindro 9 x 60 minutos.

7. PRECALENTAMIENTO

Mientras se produce la eliminación de la cera es necesario precalentar a 300 grados centígrados en horno eléctrico provisto de pirómetro. Eliminada la cera, deben transferirse rápidamente los cilindros al horno de precalentamiento, que ya tendrá una temperatura de 300 grados centígrados, para evitar el cambio brusco de la temperatura. Se regula el pirómetro a la temperatura necesaria - que depende de la aleación usada. A continuación doy una lista de las distintas temperaturas de precalentamiento para las aleaciones más importantes:

Deguler A	700°C.	Deguler B	750°C.
Deguler C	700°C.	Deguler S	750°C.
Deguler M	700°C.	Degudent	800°C.
Deguler MO ...	700°C.	Degudent Universal	850°C.
Dualler G	700°C.		

Una vez alcanzada la temperatura deseada, los cilindros deben permanecer en el horno durante cierto tiempo, dependiendo este de las medidas de los cilindros:

Cilindro 1 x	20 minutos.
Cilindro 3 x	30 minutos.
Cilindro 6 x	45 minutos.
Cilindro 9 x	60 minutos.

Para que los fundidos den buenos resultados, el precalentamiento exacto es tan importante como la colocación de los bebederos de coladas. Los tiempos de precalentamiento arriba citados no han sido tomados al azar sino que son el resultado de investigaciones

profundas.

Cuando la temperatura de precalentamiento es demasiado baja, - por ejemplo de solo 400 °C, se forman las llamadas "porosidades de reabsorción", sobre todo en las partes voluminosas, debido a - que la aleación fundida comienza a solidificarse más rápidamente - en el bebedero que en la pieza fundida, bloqueando la alimentación a la pieza fundida.

Puede incluso suceder que la aleación líquida sea absorbida de la pieza fundida al bebedero de fundición. (Fig. 39).

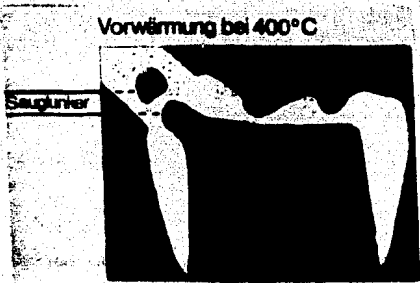


Fig. 39
 Corona para molar en Deguler
 M: fundición defectuosa pro-
 ducida por temperatura de -
 precalentamiento demasiado -
 baja. Aumento 5:1
 Vorwärmung bei 400 °C = pre-
 calentamiento a 400°C
 Sauglunker = porosidad de -
 reabsorción.

Con una temperatura de precalentamiento de 550°C, no se puede - esperar una fundición sin defectos. Con 700 °C se obtiene una, -- fundición perfecta. (Fig. 40). (Fig. 41).

Por otra parte la aleación líquida se solidifica demasiado len- te cuando la temperatura de precalentamiento es demasiado alta, - sobre todo en el interior del molde; de este modo se corre el ries- go de que la aleación, permaneciendo líquida después de la fundi-

TESIS DONADA POR D. G. B. - UNAM

39

ción, se salga del cilindro. Por esta causa se forman porosidad -
des en la superficie de la pieza fundida. (Fig. 42).

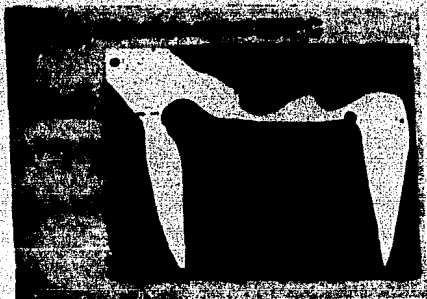


Fig. 40

Corona para molar en Deguler
M: fundición defectuosa causada por la temperatura de precalentamiento demasiado baja. Aumento 5:1

Verwärmung bei 550°C = precalentamiento a 550°C .
Sauglunker = porosidad de reabsorción.

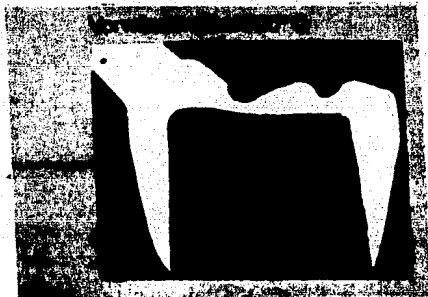


Fig. 41

Corona para molar en Deguler
M: Fundición perfecta debida a una temperatura de precalentamiento exacta. Aumento 5:1.

Verwärmung bei 700°C = precalentamiento a 700°C .

La relación entre la temperatura de precalentamiento y la solidificación de la aleación líquida en el molde se describe en el capítulo: 7.2.

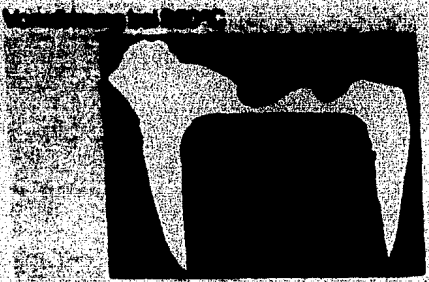


Fig. 42
 Corona para molar en Degudent
 Universal; Fundición de: es-
 tucosa causada por la tempera-
 tura demasiado alta. Aumento
 5:1

Verwärmung bei 950 °C = pre-
 calentamiento a 950 °C.

8. COLADO

3.1 FUNDICIÓN

Los preparativos para la electro-fusión con la centrifugadora T 3 6 con la ET 4 comienzan con el calentamiento de la electromufla.

En la centrifugadora ET 4 el circuito entre la electromufla y el transformador se cierra automáticamente cuando se para el brazo de la honda por medio de los contactos móviles. (Fig. 43).



Fig. 43
Centrifugador ET 4.

La electromufla se calienta en unos 20-30 minutos llevando la aguja del voltímetro del transformador a la parte verde.

Terminando el calentamiento, se aumenta la tensión llevando la aguja a la parte roja. En esta posición se calienta posteriormente la electromufla durante 5 minutos, mientras se introduce un crisol en la electromufla para que se caliente.

Las plaquetas de aleación que van a fundirse se colocan en el

ariscal una vez que este candente. Es en este momento cuando comienza el auténtico proceso de fundición.

El tiempo necesario para la fundición depende de la duración del precalentamiento de la electrosufla y de la cantidad y tipo de aleación. Cuanto más largo sea el tiempo de calentamiento de la electrosufla, más rápidamente se funde la aleación. Se aconseja, por tanto, respetar los tiempos de calentamiento antes citados.

Cuando la aleación se ha licuado, es necesario calentarla aún durante un poco de tiempo para llegar a la temperatura justa de colado que, para las aleaciones nobles dentales, debe ser de casi 50°C más alta que el punto de licuación de dicha aleación. Para el Degulor M, por ejemplo, se necesita un calentamiento suplementario de la aleación líquida de unos 30 segundos. (Fig. 44).

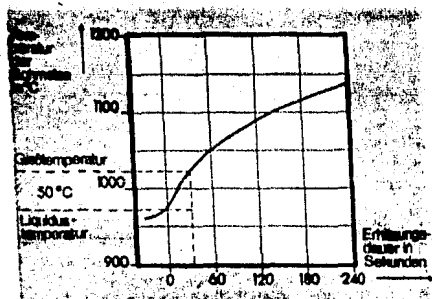


Fig. 44
Temperatura de una fundición de Degulor M dependiente de la duración del calentamiento en la electrosufla.

Temperatur der Schmelze in $^{\circ}\text{C}$.

Gießtemperatur = temperatura de fundición.

Liquidus-temperatur = temperatura del punto de licuación.

Erhitzungs-dauer in Sekunden = Duración del calentamiento en segundos.

También para las otras aleaciones del grupo Degulor, así como para el Duallor G, se aconseja un sobrecalentamiento de 30 seg.

de la aleación líquida si la fundición se ha efectuado con electro
zufra.

Cuando se funde directamente con la llama en el crisol abierto de material refractario, por ejemplo con propano-oxígeno, se llega mucho más rápidamente a la temperatura de colado. (Fig.45).

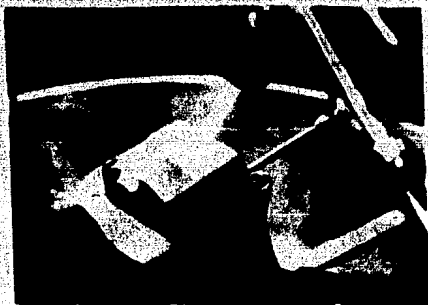


Fig. 45
Fundición con gas en el crisol abierto de material refractario.

En este caso son suficientes solo 10 segundos para las aleaciones de alto punto de fusión para las técnicas metal cerámica, Degudent y Degudent-Universal, pueden sobrecalentarse durante algo más de 10 segundos.

Un sobrecalentamiento demasiado cierto de la aleación líquida - puede disminuir la fluidez de la aleación y producir flata de fusión, debido, a que la aleación se enfría demasiado rápidamente - por debajo del punto de licuación.

9. SOLIDIFICACION

La caída de la aleación líquida en el molde ocurre en una fracción de 1 segundo después del disparo del brazo de la honda. Pero esto no implica que la fundición esté terminada, ya que la solidificación requiere un tiempo más o menos largo, dependiendo de la relación volumen-superficie del objeto.

Por ello no debe nunca pararse la rotación libre de la honda, dado que esto influiría en el proceso de solidificación produciendo defectos de fundición. Aparte los distintos metales y las distintas aleaciones se dividen en dos tipos de solidificación: la exógena y la endógena.

La solidificación exógena comienza siempre en la pared del molde vacío y se dirige hacia el interior de la aleación líquida. Los cristales que se forman, pueden ser compactos, de estructura dendrítica gruesa e fina; además hay la solidificación exógena lisa, rugosa e esponjosa. (Fig. 46).

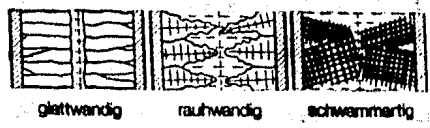


Fig. 46
Tipos de solidificación exógena de las aleaciones metálicas.
Glattwandig = liso
rauhwandig = rugoso
schwammartig = esponjoso
exogene Erstarrungstypen = tipos de solidificación exógena.

exogene Erstarrung

La solidificación endógena comienza con una formación cristalina al mismo tiempo en todos los puntos de la aleación líquida. En este caso se distingue: la solidificación endógena pegajosa, si los cristales crecen por todas partes en la aleación con la misma rapidez uniforme; sin embargo, si los cristales crecen más rápidamente en las paredes del modelo, se llama solidificación endógena con formación de una capa externa que, sin duda, es la solidificación más ventajosa para las aleaciones dentales. (Fig. 47).

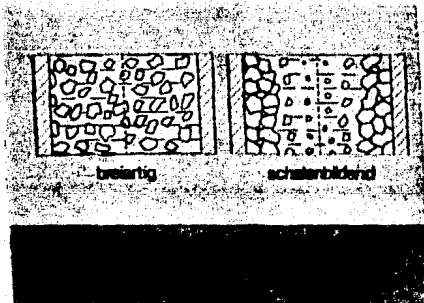


Fig. 47

Tipos de solidificación endógena de las leyes metálicas

Breiartig = pegajosa

Schalenbildend = formación de capas

Endogene Erstarrungstypen = tipos de solidificación endógena.

Al formarse esta capa externa se mantienen los volúmenes y forma del objeto fundido, y la superficie no se desfondra; al mismo tiempo se evita la formación de porosidad superficial. La formación simultánea de los cristales por todas partes de la aleación líquida garantiza también la micro estructura de dicha aleación, propiedad importante para la homogeneidad.

Las aleaciones dentales Degules M responden a este caso ideal.

Una probeta fundida de Degulor M de forma cilíndrica vacía, cortada verticalmente, muestra claramente la formación de una capa con puesta, sobre la pared del molde. (Fig. 48). El molde vacío se ha hecho de forma tal que, inmediatamente después de la fusión, - el metal residuo aún líquido se cuela saliendo del molde.



Fig. 48
Solidificación con formación
de capa del Degulor M.
Aumento 5:1

La solidificación endógena puede ser controlada claramente con un objeto fundido de Degulor M, que se mete en agua inmediatamente después de la colada, donde se ve el comienzo de la cristalización. En el interior de la aleación solidificada en el exterior granos de la estructura de algunos cristales se habrán ya formado en varios puntos de la aleación fundida, que se multiplican durante la solidificación progresiva. (Fig. 49).

La forma de solidificación más favorable de las aleaciones dentales especiales, se observa mejor, comparando las estructuras de las distintas aleaciones solidificadas bajo idénticas condiciones. Mientras el Degulor M muestra una estructura muy fina de los cris-

tales solidificados en forma compacta. (Fig. 50)

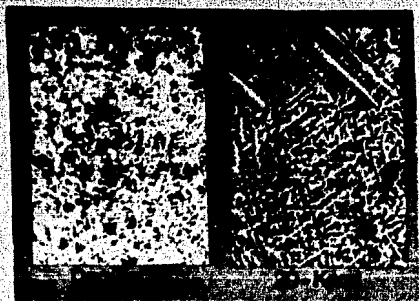


Fig. 49
Solidificación exógena del
Deguler K. Aumento 100:1.

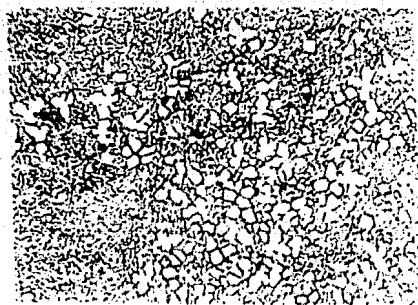


Fig. 50.
Estructura del Deguler K y -
del oro de 20 kilates solidi-
ficados bajo las mismas con-
diciones. Aumento 40:1.

Una aleación de 20 kilates muestra en su lugar una estructura dendrítica de cristales gruesos que es el resultado de una solidificación exógena esponjosa. Es evidente que la solidificación exógena favorece en grado sumo la formación de porosidad y de burbujas de retracción porque, debido a la ramificación esponjosa de las formas dendríticas, es más difícil la alimentación del objeto

fundido.

Puede por tanto influirse en el tipo de solidificación de una aleación. Una solidificación endógena, por ejemplo, puede cambiarse por medio de aditivos especiales, mientras la formación de las capas se controla con la temperatura de precalentamiento.

La relación existente entre el modo de solidificación de la aleación y la temperatura de precalentamiento del modelo ha sido explicado en el capítulo 6.2. Se ha hecho observar que la formación de las capas se realiza preferiblemente a temperatura de precalentamiento baja; está limitada sin embargo, porque en el fundido se forma porosidad de reabsorción. (Ver fig. 39 y 40). Cuanto más altos son los puntos de fusión de las aleaciones, más altas son generalmente las temperaturas de precalentamiento; y también se puede notar la formación de las capas; aleaciones de punto de fusión más alto pueden, por tanto, fundirse también en cilindros calentados a temperaturas más altas.

10. TEMPLE

Cuando la solidificación del objeto fundido en el cilindro se ha concluido, comienza el temple de la aleación con el enfriamiento progresivo. Este procedimiento, en las aleaciones dentales nobles templables, es proporcional a la velocidad de enfriamiento - que los cilindros tengan durante el enfriamiento lento al aire. - De este modo la aleación alcanza el valor máximo de dureza, sin necesidad de un tratamiento térmico suplementario.

El enfriamiento lento del cilindro al aire hasta la temperatura ambiente corresponde a una velocidad de enfriado de aproximadamente $0.5^{\circ}\text{C}/\text{seg}$. El Degulor M alcanza así una dureza Vickers de más de $220 \text{ kp}/\text{mm}^2$. (Fig. 51).

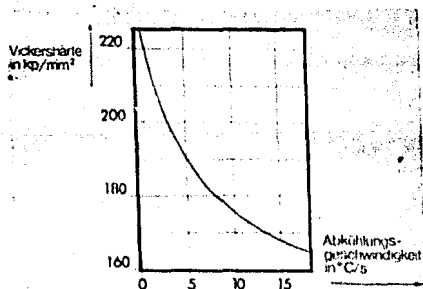


Fig. 51
Dureza Vickers de fundidos - en Degulor M, dependiendo de la velocidad de enfriado del molde de fundición.

Vickershärte in kp/mm^2 = dureza Vickers en kp/mm^2 .
Abkühlungsgeschwindigkeit in $^{\circ}\text{C}/\text{s}$ = velocidad de enfriamiento en $^{\circ}\text{C}/\text{s}$.

Durante el enfriamiento rápido del cilindro, la velocidad aumenta a más de $15^{\circ}\text{C}/\text{seg}$.; en consecuencia se alcanza a una dureza definitiva notablemente inferior.

El temple depende de la velocidad de migración de los átomos en el retículo cristalino; he aquí porqué es necesario un enfriado lento. Los átomos libres en el retículo se mueven del cristalino mixto homogéneo, que permanece estable, a las altas temperaturas que presenta una distribución estadística de diversos tipos de átomos (Fig. 52a), hacia las llamadas zonas de desmezclado coherente conectadas de forma fija a la red. En esta fase del temple la estructura de la aleación aparece aún perfectamente homogénea al microscopio metalográfico, a pesar del notable aumento de dureza. (Fig. 53). El enfriamiento lento en el cilindro de una fundición odontotécnica es determinante, por tanto, para obtener la máxima dureza final de la aleación.

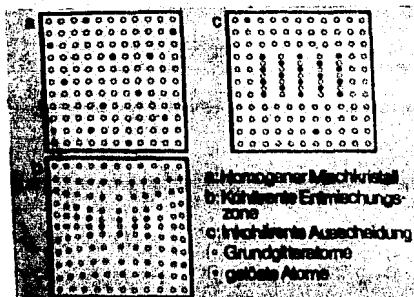


Fig. 52
Esquema de los diferentes estados de una aleación templable.

- a: Homogener Mischkristall = cristal mixto homogéneo
- b: Kohärente Entmischungszone = zona de desmezclado coherente
- c: Inkohärente Ausscheidung = separación incoherente
 - Grundgitteratome = átomos del retículo
 - gelöste Atome = átomos libres.

Lo mismo una fundición odontotécnica enfriada lentamente que otra de la misma aleación llevada a temperatura alta y después enfriada en agua, presentan estructuras homogéneas al microscopio metalográfico, aunque haya notables diferencias de dureza. (Fig.

53 54)

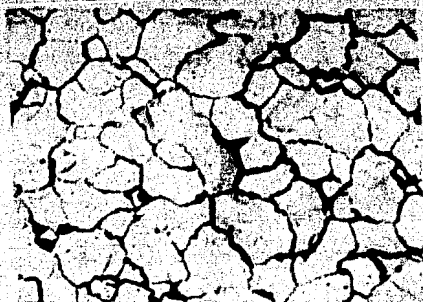


Fig. 53
Estructura de una fundición-
edentética de Deguler M3-
cilindro enfriado a tempera-
tura ambiente; dureza Vickers
260 kg/mm²; aumento 500:1



Fig. 54
Estructura de Deguler M3 deg-
templado durante 15 minutos-
a 850 °C; dureza Vickers: --
175 kg/mm²; aumento 500:1

Unicamente con un tratamiento térmico determinado se verifica, generalmente, un proceso posterior que se denomina separación incoherente (fig. 54); en esta fase, el cristal mixto se divide en dos fases distintas que pueden verse en el microscopio metalográfico.

Cuando se efectúa el tratamiento térmico se puede reconocer principalmente, con la subida del calor de templado, un aumento -

de la dureza que alcanza su valor máximo: unos 400°C . (Fig. 55). La estructura de una aleación mantenida durante 15 minutos a esta temperatura es en gran parte homogénea; sin embargo, a lo largo de los bordes de los granos puede verse las separaciones. (Fig. 56).

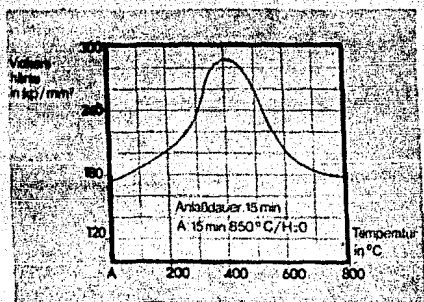


Fig. 55
Influencia de la temperatura de temple en la dureza de la aleación Degulor M.

Vickershärte in kg/mm^2 = dureza Vickers en kg/mm^2 .
Anlaufdauer: 15 min = duración del temple: 15 min
A: 15 min $850^{\circ}\text{C}/\text{H}_2\text{O}$ = A: 15 min. $850^{\circ}\text{C}/\text{H}_2\text{O}$
Temperatur in $^{\circ}\text{C}$ = temperatura en $^{\circ}\text{C}$.



Fig. 56
Estructura del Degulor I., des templeado durante 15 min. a 850°C , después templeado durante 15 min. a 400°C : dureza-Vickers $285 \text{ kg}/\text{mm}^2$.
Aumento 500:1

La disminución de dureza va acompañada de la descomposición progresiva del cristal mixto que puede observarse en la estructura de la mayor parte de las fases separadas. (Fig. 57).

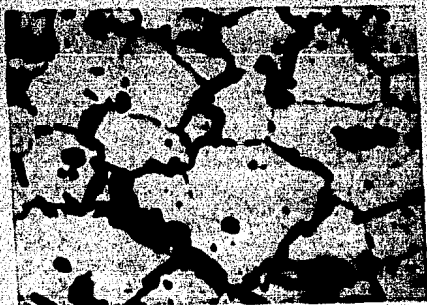


Fig. 57
Estructura del Degulor H. --
deformado durante 15 min. --
a 850 C, templado durante 1
minutos a 600 C; dureza V₁-
Ckers 200 kg/mm².
Aumento 500:1

11. PULIDO

11.1 DECAPADO Y ABRILLANTADO.

Después de sacarlo del cilindro la pieza fundida se decapa con el decapante Neacid que debe estar disuelto en agua. Con la ayuda del aparato especial decapador, la solución de Neacid puede — mantenerse a una temperatura constante de 70°C . (Fig. 58). La tapa de dicho aparato se ha construido de forma tal que evite la evaporación demasiado rápida del agua. Después del decapado, los fundidos se enjuagan con agua corriente y después se sacan con — los dedos del colador de cerámica. (Fig. 59).

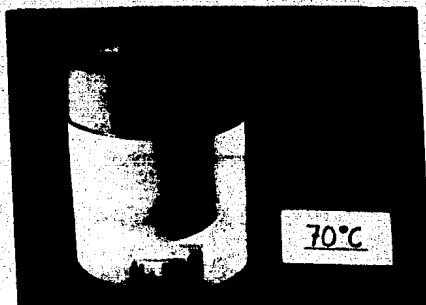
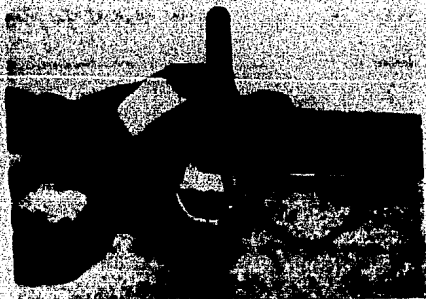


Fig. 58
Decapador eléctrico Neacid —
para el decapado de los fundidos odontotécnicos.

Después de que los bobaderos de fundición han sido quitados, el pulido se efectúa por medio de puntas de grano grueso y de grano fino y finalmente con papel esmerilado de grano 400. Este grano — corresponde a la pasta amarilla para prepulir, que sirve para hacer un alisado óptimo en los arañazos de la superficie. Para el — abrillantamiento se usa la pasta verde con un cepillo de algodón.

Fig. 59
Enjuagado de los fundidos en
el colador de cerámica del
decapador eléctrico.



12. ABRILLANTADO ELECTROLITICO.

Los objetos fundidos presentan a menudo partos que no pueden abrillantarse mecánicamente; por ejemplo: las que sujetan las coronas venter. En estos casos se pueden limpiar y abrillantar las piezas fundidas de metales nobles por medio del baño electrolítico. (Fig. 60).



Fig. 60
Aparato para el abrillanta-
miento electrolítico.

El efecto abrillantador se consigue por medio de la nivelación microscópica de la superficie que comienza de 0.01 - 0.02 mm. (Fig. 61).

Para los fundidos perfectos, el pulido puede limitarse a las paredes externas, alisando las internas.

Para efectuar la operación de abrillatamiento, el objeto se coloca en un gancho anódico y se sumerge en el abrillantador. (Fig. 62). El tratamiento posterior al baño y el último enjuague se efectúan en los recipientes correspondientes.

Deguler M - Gußoberfläche



Fig. 61
 Asperesa superficial de un fundido de Deguler M antes y después del abrillantamiento electroilítico. Aumento 300:1

Deguler M - Gußoberfläche = superficie del fundido de Deguler M

Vor dem Glänzen = antes del abrillantamiento.

Nach dem Glänzen = después del abrillantamiento.

vor dem Glänzen

nach dem Glänzen



Fig. 62
 El fundido se saca del recipiente del último enjuagado.

13. ALGUNAS DE LAS NUEVAS ALIACIONES.

NOMBRE	CARACTERISTICAS.	FORMULA.
DEGUDENT (M).	Oro-Platino. Aleación para cerámica. Dura y amarilla.	Au: 84 % Pt: 7.8 %
DEVA (M).	Oro-Paladio. Aleación para cerámica. Plata libre extradura y blanca.	Au: 48.3 % Pd: 44.3 %
PERS (ON).	Paladio-Plata. Aleación para cerámica. Extradura y blanca.	Au: 58 % Ag: 30 %
DEGULOR (C)	Oro-Platino. Aleación dura y amarilla.	Au: 74 % Pt: 2.4 %
DEGULOR (M)	Oro-Platino. Aleación extradura y amarilla.	Au: 70 % Pt: 4.4 %
DUALLOR (EU)	Oro-Paladio. Aleación extradura y amarilla.	Au: 46 % Pd: 6 %
PALLIAG (M)	Paladio-Plata. Aleación extradura, blanca.	Au: 2 % Ag: 58.5 % Pd: 27.4 %
ARGENTALLOY	Liga de Plata-Indium. Punto de Fusión = 800-740°C. Dureza Vickers = 66.	

14 BIBLIOGRAFIA.

- Degussa - Brief 38 (1966) I 2
- Degussa - Brief 39 (1968) I
- Degussa - Brief 40 (1969) II
- E. Wagner in: K. Eichner s. o. 193
- E. Wagner in: K. Eichner s. o. 260
- H. Mehring in: K. Eichner s. o. 32
- R. Schwindling in: K. Eichner, Leitfaden Zahnärztlicher Werkstoffe und ihrer Verarbeitung, Berlinische Verlagsanstalt Berlin (1967) 60
- T. Jung in: K. Eichner s. o. 333
- W. Patterson U. S. Engler, Giebere 13 (1961) 123