



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA  
EN EL TRATAMIENTO DE IMPLANTES DENTALES.**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**CIRUJANA DENTISTA**

**P R E S E N T A:**

**ERIKA AGUILAR ZAVALA**

**TUTOR: C.D. DANIEL ISAAC NAVA FLORES**

**MÉXICO, D. F.**

**2008**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

*Agradezco a la vida, porque me ha dado la oportunidad de cursar mi carrera orgullosamente, en la **Universidad Nacional Autónoma de México**. La formación que he recibido en esta institución me ha dado el carácter profesional y humano forjando mi vida en todos los aspectos.*

*Todo mi esfuerzo y mi carrera se la dedico a mi madre, **Trinidad Zavala Sánchez**, por su inmenso amor incondicional y sus tiernos consejos, quiero decirte que tú fuiste uno de los motivos para terminar mi carrera, te agradezco la vida, tu amor, la libertad y la confianza que me has dado. Mi éxito también es tu éxito.*

*A mi papá **Alberto Aguilar Ramírez**, que me ha enseñado a ser fuerte y responsable.*

*A **Tere, Estela, Lucy, Laura, Jaque, Alberto, Sergio y Porfirio**, mis hermanos, cada uno de ustedes, con su diferente forma de ser me han enseñado muchos valores y cualidades, a todos los quiero y los admiro, les agradezco su apoyo, sus buenos deseos y su cariño.*

*A **Manuel López Lorenzo**, por su amistad y su ayuda y por compartir los momentos finales de la carrera. Te deseo lo mejor.*

*Gracias a la familia de Alfredo Raya Guerrero por todos estos meses que me han dejado estar con ellos, gracias por abrirme las puertas de su casa.*

*Y de forma especial agradezco a Alfredo Raya Ríos, porque incondicionalmente has estado conmigo, de muchas formas, todos los días sentí tu amor y tu apoyo, gracias por hacerme feliz, por estar conmigo y por todo este amor.*

*A todas estas personas les dedico el siguiente trabajo.*

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>CAPÍTULO I GENERALIDADES</b>	8
1.1. Estudios de Imagenología.	9
1.2. Definición de Tomografía.	11
1.3. Tipos de Tomografía.	11
<b>CAPÍTULO II TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA</b>	13
2.1. Historia de la Tomografía Computarizada.	13
2.2. Indicaciones y Contraindicaciones.	15
2.3. Ventajas y Desventajas.	15
2.4. Funcionamiento de la Tomografía Computarizada.	16
2.5. Técnicas de Reconstrucción de Imagen.	20
<b>CAPÍTULO III PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL SOFTWARE</b>	27
3.1. Formato DICOM.	27
3.2. Analizadores de datos.	28

<b>CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO DE ESTRUCTURAS EN IMPLANTES</b>	<b>31</b>
4.1. Análisis de estructuras anatómicas en Tomografía Computarizada.	31
4.2. Clasificación de Defectos Óseos.	33
4.3. Encerado Diagnóstico.	35
4.4. Templetas Radiográficas.	36
<b>CAPÍTULO V TRANSFERENCIA DE DATOS A LA ESTEREOLITOGRAFÍA</b>	<b>40</b>
5.1. Historia de la Estereolitografía.	40
5.2. Estereolitografía.	41
5.2.1. Ventajas.	44
5.2.2. Desventajas.	45
5.3. Fabricación de Guías Quirúrgicas Estereolitográficas.	46
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>49</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>50</b>

## INTRODUCCIÓN

La rehabilitación de pacientes parcial o totalmente edéntulos con implantes oseointegrados tienen éxito a largo plazo <sup>(1)(2)(3)</sup>. El correcto posicionamiento del implante es esencial. La precisión de las imágenes radiográficas de la zona receptora potencial y la apropiada guía quirúrgica, son necesarias para colocar los implantes en una posición predeterminada.<sup>(4)</sup>

Para cada caso protésico, se debe realizar un estudio analítico de la situación del paciente y sus expectativas, los aspectos estéticos y funcionales a modificar y el resultado final al que se quiere llegar, ya que el éxito clínico a largo plazo se basa en un diagnóstico cuidadoso y elaborar un plan del tratamiento. <sup>(5)</sup>

La colocación de implantes dentales guiados por computadora, puede ser vista como una secuencia completa o una cadena de eventos. Estos eventos, incluyen el planeamiento del caso, la interpretación de los datos recibidos del escaneo de la tomografía computarizada en dos o tres dimensiones, la visualización prequirúrgica de la restauración y la transferencia de la información directamente en la boca, usando una guía quirúrgica estereolitográfica y software especializados. <sup>(6)</sup>

El proceso a seguir para obtener la información y poder realizar un plan de tratamiento adecuado es: Historia clínica completa, valoración radiológica, análisis estético, toma de fotografías, toma de impresiones de ambas arcadas para registrar los modelos de estudio, que deberán ir montados en un articulador para el análisis funcional, realizar el encerado diagnóstico y duplicarlo para obtener los templetos radiográficos.

El examen radiográfico tiene el propósito de establecer la presencia de patologías, y la valoración de los tejidos duros.<sup>(7)</sup>

Existen varias técnicas que ayudan a obtener imágenes para el diagnóstico, disponibles para el análisis preimplantológico como radiografías intraorales convencionales, películas radiográficas extraorales, y tomografías convencionales o computarizadas.<sup>(8)</sup>

Las imágenes basadas en la tomografía computarizada y la cirugía guiada, proporcionan información radiográfica como altura, ancho y densidad del hueso e información clínica, como la información del eje de orientación para obtener resultados protésicos exitosos, determinando la trayectoria, profundidad y distribución de los implantes.<sup>(9)</sup>

La tomografía computarizada ha demostrado ser una de las técnicas disponibles más precisas.<sup>(3)</sup>

Utilizar programas de computación, asociados a exploraciones radiográficas, logran entregar una información vital gracias a su disposición multiplanar. Algunas herramientas de los programas son: Marcar distancias en sentido axial y sagital, graficar la densidad de hueso, marcar el canal mandibular, realizar videos y guardar la información en discos.<sup>(10)</sup>

Con estos programas se pueden manejar imágenes tomográficas a voluntad, manipular el plan de tratamiento en forma virtual según sea conveniente y convertirlas en modelos reales, gracias al prototipo de fabricación llamado estereolitografía.

Los beneficios asociados con el plan de tratamiento de implantes guiados por computadora, perfeccionan la cirugía por el incremento de precisión, predictibilidad del caso, pocos efectos negativos, el control de riesgos,

minimiza el daño en tejidos, acorta el tiempo de trabajo, y brinda tratamientos de muy alta calidad. <sup>(6)</sup>

Agradezco al Dr. Isaac Daniel Nava Flores, por su asesoramiento, su tiempo y su conocimiento compartido.

También agradezco a la Dra. María Luisa Cervantes Espinosa, por su tiempo y organización, para el buen término de este seminario de Prótesis Dental Parcial Fija y Removible.

## CAPÍTULO I GENERALIDADES

El 8 de Noviembre de 1895, Wilhem Conrad Roentgen profesor de Física teórica en Wurzburg Baviera, descubrió una radiación desconocida capaz de atravesar la materia e impresionar una placa fotográfica, los denominó rayos X. El 22 de noviembre de 1895 obtuvo la primera imagen radiográfica, obteniéndola de la mano de su esposa, de este modo nació la *radiografía* que es un método de evaluación anatómica in vivo. <sup>(11)</sup>

El 14 de diciembre de 1895, el médico alemán Otto Walkhoff realizaba la primera radiografía dentaria y en efecto, el diente como el dedo es una estructura de fácil acceso, de delgado espesor y cuyos elementos constitutivos garantizan un contraste óptimo, este mismo principio se usa para la radiografía contemporánea.

Durante más de tres cuartos de siglo, el dispositivo básico de obtención de imágenes descrito por Roentgen fue el único medio del que disponía el radiólogo. Estaba constituido por un tubo emisor de rayos x, cuyo haz cónico atravesaba el cuerpo de estudio. El haz emergente transportador de la imagen latente provocaba una reacción en una emulsión rica en sales de plata, que una vez revelada daba lugar a imágenes negras (porción del haz no absorbido), grises (porción del haz no modulado) y blancas (porción del haz absorbido).

A partir de este dispositivo primario fueron añadiéndose a lo largo de los años modificaciones en los elementos complementarios, como películas, pantallas, y químicos para el mejoramiento de la radiografía.

## 1.1. Estudios de Imagenología.

La planeación preoperativa para la cirugía implantológica, incluye la examinación radiográfica que brinda información relacionada con la localización de estructuras anatómicas críticas y en cuanto a la calidad y cantidad de hueso disponible para la colocación del implante en áreas potenciales. <sup>(12) (13)</sup>

La radiografía dentoalveolar, provee detalles de la región a investigar como la estructura periodontal, estado endodóntico del diente establecido, el nivel de hueso en la región edéntula, las raíces residuales y las patologías. <sup>(14)</sup>

La radiografía panorámica ofrece visualizar las bases óseas maxilar y mandibular, los principales accidentes anatómicos y dimensiones a considerar en el maxilar; altura existente hasta las alturas piriformes y altura hasta el piso del seno del maxilar; en la mandíbula, altura ósea desde cresta alveolar, y altura existente hasta el canal dentario inferior. <sup>(7)</sup>

Esta radiografía de primera intención, posibilita una comparación sencilla derecha izquierda pero tiene la desventaja de magnificación vertical y horizontal, no permite en ningún caso medidas bionanatómicas confiables, debido a la forma elíptica de la curva (variable de un aparato a otro) y sobre todo de la irreproductibilidad estricta de la postura cefálica.

La ortopantomografía deberá complementarse necesariamente con otras proyecciones, aunque la incorporación de un marcador metálico de longitud predeterminada en el área de tratamiento, va a permitir una aproximación más cercana de la altura ósea disponible. <sup>(5)</sup>

A pesar de las limitaciones presentes, esta modalidad de radiografía se considera como regla inicial en la evaluación prequirúrgica radiográfica por su disponibilidad, la vista de cualquier estructura en maxilar o mandíbula y su bajo costo. <sup>(12)</sup>

La cefalografía lateral, provee excelente información respecto al perfil facial, la relación de los maxilares, muestra una sección del espesor y la forma de reborde alveolar anterior. <sup>(14) (15)</sup>

Las películas radiográficas oclusales son capaces de demostrar la arcada mandibular y maxilar, es visible en detalle la parte interna de la zona a implantar. <sup>(8)</sup>

Solo resultan útiles en implantología las radiografías ortooclusales, en las que el rayo, al ser perpendicular al plano de mordida, aporta la tercera dimensión horizontal en sentido vestíbulo lingual. El espesor del cuerpo mandibular varía, siendo menor a nivel de la cresta alveolar y del reborde basilar y mayor en la parte media del hueso, pero no se puede determinar a qué nivel del propio hueso, en sentido vertical, corresponde tal ensanchamiento.

Existe la tomografía convencional y la tomografía computarizada. La convencional también llamada radiografía de sección o radiografía por cortes, se practica con un equipo de rayos x llamado tomógrafo utilizando además películas radiográficas.

La tomografía computarizada también utiliza un equipo de rayos x reemplazándose la placa radiográfica por una serie de detectores, que transmiten la información a una computador que traduce la información captada por los detectores formando una imagen. <sup>(15)</sup>

## 1.2. Definición de Tomografía.

El término tomografía deriva del griego **tomos** que significa corte y **graphos** que corresponde a escritura, imagen o dibujo. La tomografía es un tipo de examen que permite realizar cortes del cuerpo a estudiar, estos cortes permiten reproducir estructuras prácticamente libre de superposiciones. <sup>(15)</sup>

El desarrollo de la tomografía computarizada, introdujo la posibilidad de visualizar el área desdentada prevista para la implantación en tres dimensiones, gracias al ordenador y a un programa especial del tratamiento de la imagen, (configuración en varios planos) se puede elaborar cortes en las tres dimensiones del espacio de las distintas situaciones óseas clínicas. <sup>(16)</sup>

## 1.3. Tipos de Tomografía.

De acuerdo al equipo que usan: existe la **tomografía convencional** y la **tomografía computarizada**. <sup>(15)</sup>

De acuerdo al tipo de movimientos: *lineal, circular, elíptico, hipocicloidal y espiral*. <sup>(17)</sup> Los dos tipos de tomografía, que están al alcance del radiólogo oral y maxilofacial son del tipo lineal y espiral.

El principio básico de la tomografía convencional, consiste en un movimiento sincronizado del tubo de rayos X y la película radiográfica en direcciones opuestas alrededor de un punto fijo, con este movimiento coordinado la imagen del objeto situado dentro del plano focal permanecerá en una posición fija sobre la película a lo largo del recorrido del tubo, de tal modo que se visualizará con claridad, mientras que los objetos que se sitúen por fuera del plano focal experimentarán cambios constantes de posición en la

película lo que los hará ver borrosos hasta el punto de no poder reconocerlos a causa de falta de nitidez por movimiento.

La tomografía líneal está indicada para el estudio de preimplantes y postimplantes, localización de dientes incluidos, estudio de lesiones quísticas y ubicación de cuerpos extraños.

Esta tomografía brinda la obtención de cortes sagitales y coronales de la mandíbula y el maxilar, el área de estudio se observa sin la distorsión o deformación que produce la radiografía panorámica y en los cortes transversales se observa los rebordes alveolares, la altura, el espesor óseo, el grosor de las corticales alveolares y la distancia con respecto a estructuras críticas.

Para realizar cortes sagitales el paciente se ubica, con la zona a estudiar en forma paralela al chasis y a través de una fibra óptica que posee el tomógrafo, que pasa exactamente sobre el reborde alveolar captando la imagen.

## CAPÍTULO II TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

### 2.1. Historia de la Tomografía Computarizada.

En 1972, el ingeniero británico Godfrey Hounsfield y Allen Cormack, físico de origen sudafricano de la Universidad de Tufts Massachussets en Estados Unidos, desarrollaron el primer sistema de tomografía computarizada para aplicación clínica, recibiendo el premio nobel de Medicina y Fisiología en 1979. Los primeros aparatos de tomografías computarizadas fueron instalados entre 1974 y 1976, el sistema original estaba diseñado solo para imágenes de cráneo y desde 1976 comenzaron a usarse modelos diseñados para cuerpo completo.<sup>(16)</sup>

La primera imagen anatómica que se obtuvo fue la de un cerebro humano, el tiempo estimado para obtener estas imágenes era de 50 minutos para un solo corte y mucho más tiempo para obtener una imagen con la información obtenida.

En 1987 la tomografía es usada en Odontología por Scharz, Rotman, Chafetz y Rodes quienes desarrollaron un programa específico para el estudio de la zona maxilo mandibular al que denominaron Dentascan. Este programa permite obtener imágenes de alta resolución a partir de cortes en el plano axial, realizando reconstrucciones panorámicas y transversales en milímetros, de gran contraste sin superposiciones de estructuras o distorsiones como en la radiografía convencional.

En las primeras tomografías computarizadas, la energía que alimentaba al tubo de rayos x llegaba por cables de alto voltaje, enrollados en un sistema de tambores y poleas. El tubo podía rotar 360° en una dirección y efectuar una imagen a corte para luego volver en sentido contrario y generar un

nuevo corte. A mediados de los 80s, se desarrollaron los anillos deslizantes, por lo que el sistema de poleas que sostenía los cables de alimentación se eliminó, estos anillos aportan energía continua al tubo de rayos x por lo que puede rotar sin detenerse, así se desarrollaron los aparatos tomográficos espirales o helicoidales. <sup>(15)</sup>

En 1989 se introdujo la tomografía computada helicoidal de un solo corte y poco más tarde en 1992, se introdujo la tomografía computada multicorte dual. El modelo que prevaleció definitivamente fue el de tercera generación, donde tanto el detector, como el tubo de rayos X giran en forma conjunta. El giro es continuo y en un mismo sentido, mientras que el paciente avanza a través del gantry. La diferencia entre estas técnicas está, en que en lugar de que sólo exista un solo set de detectores, ahora son múltiples, hasta 64. <sup>(17)</sup> Son los multidetectores los que permiten cortes de hasta 0.2mm prácticamente en tiempo real. Este gran avance permite estudios no invasivos, tales como endoscopias virtuales, además de diagnosticar un mayor rango de condiciones patológicas en menos tiempo. <sup>(15)</sup>

El gran impacto que tuvo en la medicina esta invención, es difícil de dimensionar y hoy en día es un método de diagnóstico que se ha internacionalizado.

En el año 2000, el position paper de la American Academy of oral and Maxillofacial Radiology anunció, “después de revisar la literatura la AAORM recomienda el uso de imágenes de corte transversal para el tratamiento de implantes”. “La información imagenológica de radiografía panorámicas, cefalometrías y películas intraorales es inadecuada para la evaluación completa, de la arquitectura del hueso de la zona a implantar”. “Esta información es mejor adquirida con tomografía, convencional o computarizada”. <sup>(9)</sup>

## 2.2. Indicaciones y Contraindicaciones.

### *Indicaciones de la tomografía computarizada:*

- En extensiones de tumores.
- Localización de cuerpos extraños en tejidos duros y blandos.
- Trauma severo de la cabeza, (*contusiones, hemorragias y fracturas*).
- Extensión de biopsias.
- Pacientes con piezas dentarias próximas a la extracción.
- Valoración en calidad y cantidad del hueso receptor de implantes. <sup>(18)</sup>

### *Contraindicaciones:*

- En pacientes psiquiátricos.
- Paciente con parkinson.
- Personas que sufran claustrofobia.

## 2.3. Ventajas y Desventajas.

### *Ventajas:*

- Elimina la superposición de imágenes.
- Se pueden distinguir diferencias entre los tejidos.
- Visualización de imágenes en los planos axial, coronal y sagital.
- Se obtienen imágenes en tercera dimensión.
- Determina la posición de la guía quirúrgica.
- Se pueden realizar mediciones directas de la imágenes.

*Desventajas:*

- Costo elevado.
- Radiación recibida. Fig. 1<sup>(26)</sup>

<b>Referencias de dosis radiológicas de las exploraciones utilizadas para comparación</b>			
	<b>Dosis (mSv)</b>	<b>Nº Equivalente de radiografías de tórax</b>	<b>Periodo equivalente de radiación natural ambiente</b>
Intraoral	0,002	0,11	1,2 días
Ortopantomografía	0,01	0,5	2,4 días
TC dental*	≤ 0,5 por maxilar	25	10 meses
TC tórax	8	400	3 años

\* Basado para una técnica de TC dental de 120 kV, < 100 mAs, grosor de corte 1 mm y factor de paso de 1-1,5, basado en Harris D et al.

Fig. 1. Tabla de Referencias de Dosis Radiológicas de la tomografía computarizada.<sup>(26)</sup>

## 2.4. Funcionamiento de la Tomografía Computarizada.

El equipo de la tomografía computarizada está formado por la mesa, donde se coloca al paciente, el gantry o unidad donde se ubica el tubo de rayos x, los detectores, la pantalla de trabajo en la cual se manipulan las imágenes y el computador en la cual se procesa la información. Fig. 2

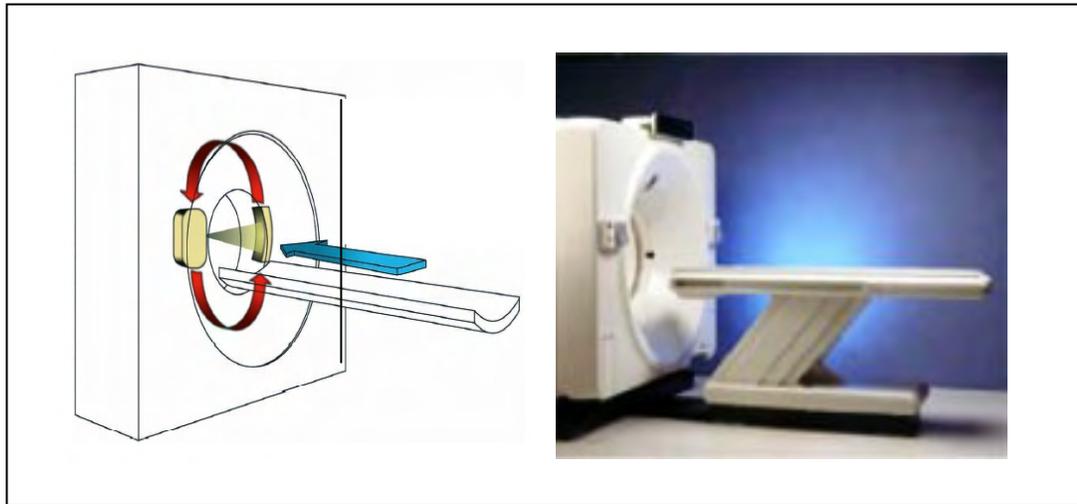


Fig. 2. (derecha) Movimiento del Gantry y la mesa, en la Tomografía computarizada de movimiento helicoidal. (Izquierda) Tomógrafo. <sup>(26)</sup>

La radiación emitida, por el equipo de la tomografía computarizada al atravesar un determinado cuerpo, pierde energía, llegando con menor intensidad a un conjunto de detectores, esto se debe a la atenuación o la absorción de la radiación del cuerpo examinado, este cuerpo está compuesto de diferentes tejidos celulares, los cuales componen a los diferentes órganos y tienen a su vez diferentes rangos de absorción y atenuación de la radiación. Estos detectores, absorben el haz de rayos x transmitido a través del paciente, generando una señal eléctrica de bajo nivel, esta señal eléctrica se relaciona directamente con la cantidad de radiación residual recibida. La electrónica asociada a los detectores toma esta señal eléctrica donde es cuantificada, amplificada y transformada en señal digital que es enviada a la memoria del computador para ser procesada. Fig. 3.

La imagen generada por la tomografía, computarizada está formada por una matriz de múltiples cuadros llamados píxel (Picture element), que corresponde a los cuadros o rectángulos que forman una imagen digital

plana o bidimensional, cuando esta imagen adquiere volumen se llama vóxel (volume element) que corresponde a un cuadrado o rectángulo tridimensional. Fig. 4.

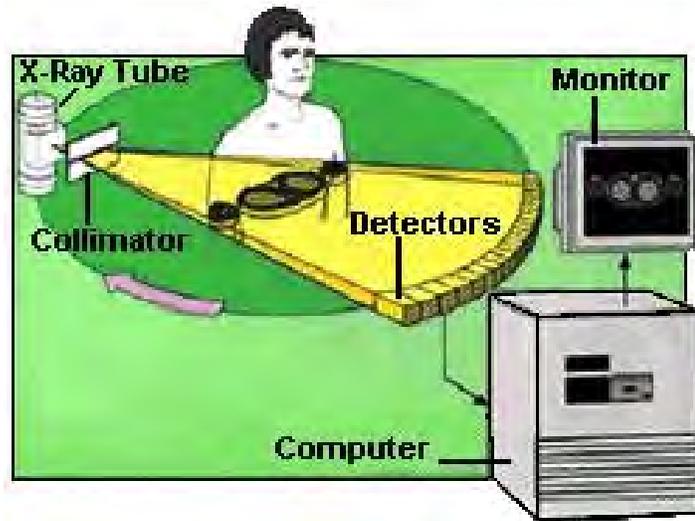


Fig. 3 Recorrido de la radiación emitida por el tubo de rayos x, atravesando el cuerpo y captados en los detectores, para llegar a la computadora.

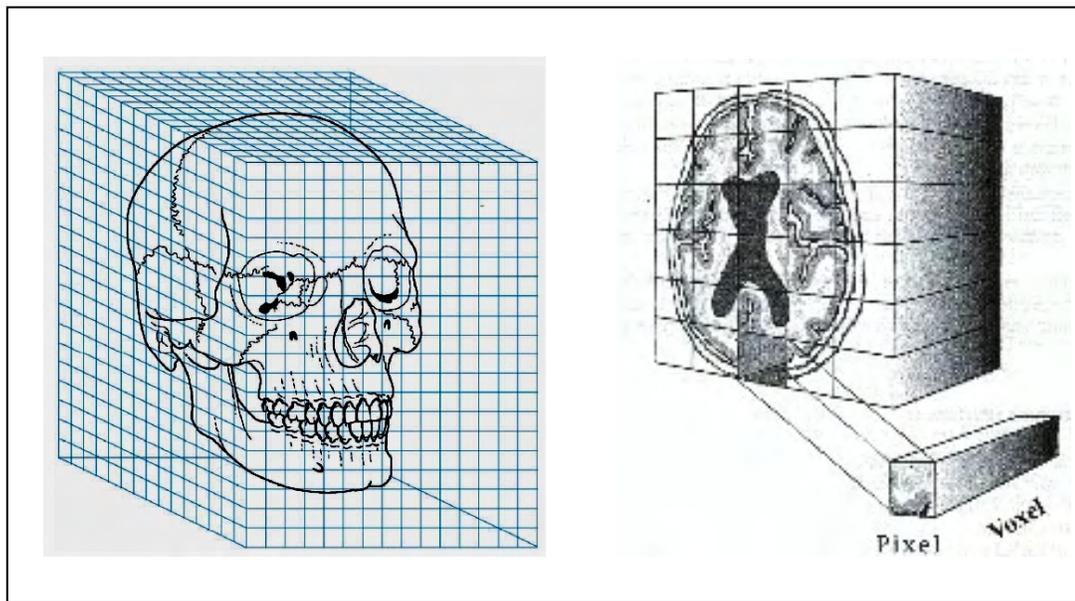


Fig. 4. Representación en cráneo de vóxel y píxel. (26)

Esta información se distribuye entre el blanco y el negro, en la imagen de la pantalla, por lo tanto, se observa una imagen con diferentes tonalidades del blanco al negro pasando por el gris, en la que cada píxel representa cuantitativamente los valores atenuados de los tejidos explorados, los valores atenuados son medidos en unidades Hounsfield (HU).

El valor de la atenuación del aire es -1000 y 0 para el agua, tomando el hueso cortical un valor de +1000. Los colores asignados son, negro para -1000, blanco para +1000 y gris para 0. Esta amplia de gama de grises se denomina escala Hounsfield. Fig. 5.

Es así como los diferentes elementos biológicos y tejidos adquieren números en la escala Hounsfield. Fig. 6.

<b>Elemento</b>	<b>Unidad Hounsfield</b>
Hueso cortical	800-1000
Calcificación	800-1000
Hueso esponjoso	100-300
Sangre coagulada	56-76
Hígado	40-65
Músculo	40-50
Riñones	40-50
Sustancia gris	36-46
Sustancia blanca	22-32
Agua	0
Grasa	-80 a -100
Aire	-1000

Fig. 5. Tabla de densidades en unidades Hounsfield. <sup>(26)</sup>

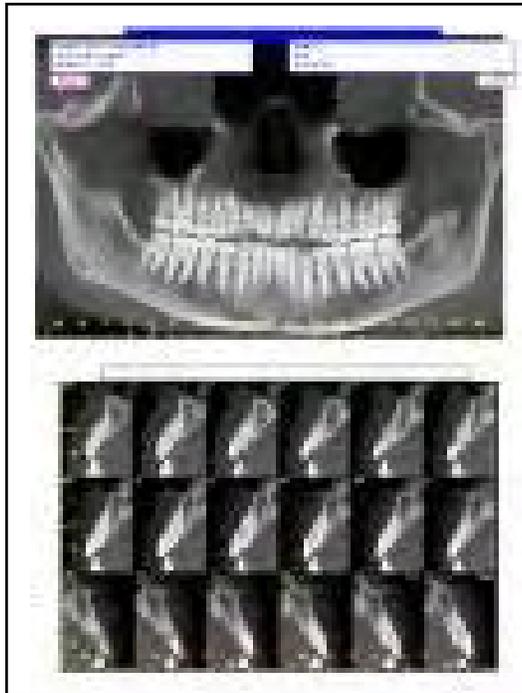


Fig. 6. Vista coronal y sagital, de las tonalidades de la escala Hounsfield <sup>(26)</sup>

## 2.5. Técnicas de Reconstrucción de Imagen.

Una vez que el equipo de Tomografía computarizada ha terminado el barrido de la zona de interés, el ordenador contiene una serie de datos que constituyen el volumen a analizar. Las diferentes maneras que tenemos para seleccionar los datos, es lo que se denominan técnicas de reconstrucción de imagen.

- a) Representación en superficie.
- b) Representación volumétrica.
- c) Proyección de máxima intensidad (MIP).
- d) Reconstrucción multiplanar (MPR).

### ***a) Representación en superficie.***

Es la primera técnica de representación tridimensional, que suele utilizarse y consigue superficies en el interior del volumen, definiendo los límites (por ejemplo la superficie del hueso cortical). El resultados son: objetos tridimensionales que no dejan ver su interior, son representados como iluminados por una fuente de luz que su puede modificar en intensidad y localización. El radiólogo, conociendo la estructura que deseamos ver, *fija los límites de valores de atenuación que la definen*, (por ejemplo, entre +40 UH y 90 UH para la piel y entre +800 UH y +1000 UH para el hueso) de manera que el ordenador solo incluiría los vóxeles que estén dentro de este rango e ignora el resto.

Esta técnica de reconstrucción, en realidad desaprovecha muchos datos (solo utiliza el 10% de la información disponible) pero tiene la ventaja de que es rápida de obtener y de procesar (podemos girar la imagen para verla desde diferentes perspectivas). Su ventaja radica en que nos permite una valoración volumétrica global de una estructura concreta, ignorando los tejidos que le rodean (es la representación que suelen emplear los programas de guías quirúrgicas para determinar en que posición y con qué orientación debemos colocar los implantes) fig. 7

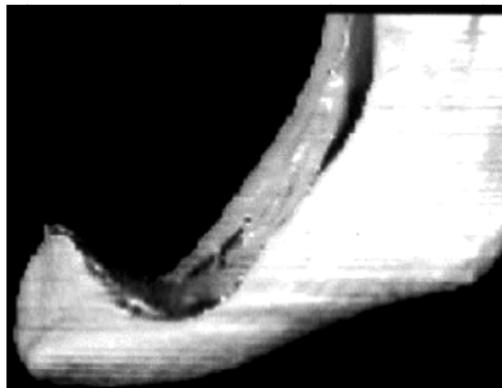


Fig. 7. Reconstrucción en Superficie <sup>(26)</sup>

***b) Representación volumétrica.***

Valora todos los datos de volumen vistos, desde una perspectiva concreta. Para diferenciar las estructuras, *el radiólogo asigna diferentes valores de opacidad*, (que quedarían representados por tonos diferentes) en función de los rangos de atenuación que definen a cada tejido.<sup>11</sup> De esta manera, podemos *diferenciar los tejidos por capas o superposiciones*, obteniendo imágenes muy realistas, útiles para analizar la relación entre las partes blandas y el hueso, especialmente indicadas en el tratamiento de las deformidades faciales.

Al analizar el ordenador varias estructuras anatómicas, se obtiene una imagen más real del paciente, pero tiene el inconveniente de que al manejar todo el volumen de datos disponible, es necesario emplear ordenadores muy potentes. Fig. 8

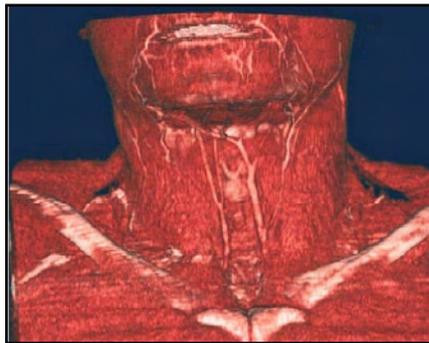


Fig. 8. Reconstrucción volumétrica con contraste intravenoso <sup>(26)</sup>

### ***c) Proyección de máxima intensidad (MIP)***

Es una forma de representación, que permite localizar una estructura anatómica concreta dentro del volumen de datos (por ejemplo, una litiasis salival). Desde una perspectiva fija, se *evalúa cada vóxel a través del volumen de datos, (atravesándolo a lo largo de una línea imaginaria desde el ojo del observador), representando sólo aquellos vóxeles que tengan el valor máximo (máxima intensidad de atenuación, de ahí su nombre).*

Esta forma de reconstrucción, genera imágenes «transparentes» que permiten analizar en el interior de las estructuras, pero solo desde la perspectiva que hemos elegido. Y en esta característica reside su principal limitación, por ejemplo, una mayor densidad (atenuación) de un osteoma podría tapar un quiste que estuviera detrás. De esta manera, el radiólogo buscará la proyección concreta que permita evitar dichas superposiciones y los enmascaramientos que provocan. Fig. 9.

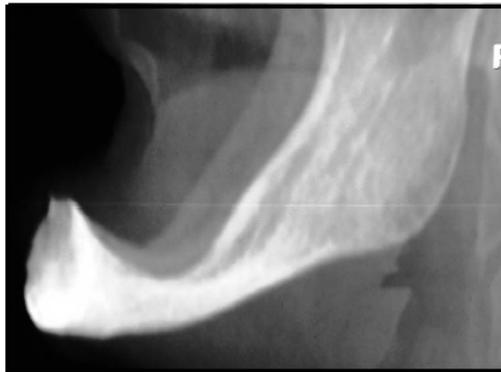


Fig. 9. Proyección de máxima intensidad <sup>(26)</sup>

#### ***d) Reconstrucción multiplanar (MPR)***

A diferencia, de los sistemas de reconstrucción previos, el radiólogo no se basa en las características de atenuación de la radiación, sino que obtiene la imagen en función de la interpretación espacial. Es decir, que traza un plano por dónde va a visualizar todo lo que hay en ese conjunto de datos. Es la técnica de representación más fácil e intuitiva, conocida como reformado o reconstrucción multiplanar (MPR). Para situar la imagen en el espacio utiliza varios planos, empleando el ordenador para «cortar» el volumen de datos innecesarios. Fig.10.

Tras eliminar el resto de vóxeles, si se corta en dirección X de la imagen, (Fig. 11) se puede ver la posición del maxilar o mandíbula en una vista axial. Si lo corta en dirección Z, se obtienen secciones sagitales, o bien, hacer cortes en dirección Y, obteniendo una visión coronal del cráneo. Fig.12.

Para orientarse espacialmente, el radiólogo comienza, tomando referencias sobre un corte sagital de la cabeza completa, (una imagen muy similar a una radiografía lateral). Esta imagen lateral de la cabeza, le permite posicionar el plano de referencia, que es una línea que constituirá la base del bloque rectangular que contendrá la estructura de interés (en el maxilar suele emplearse como referencia el paladar duro, y en inferior la base del cuerpo mandibular. Fig. 13.

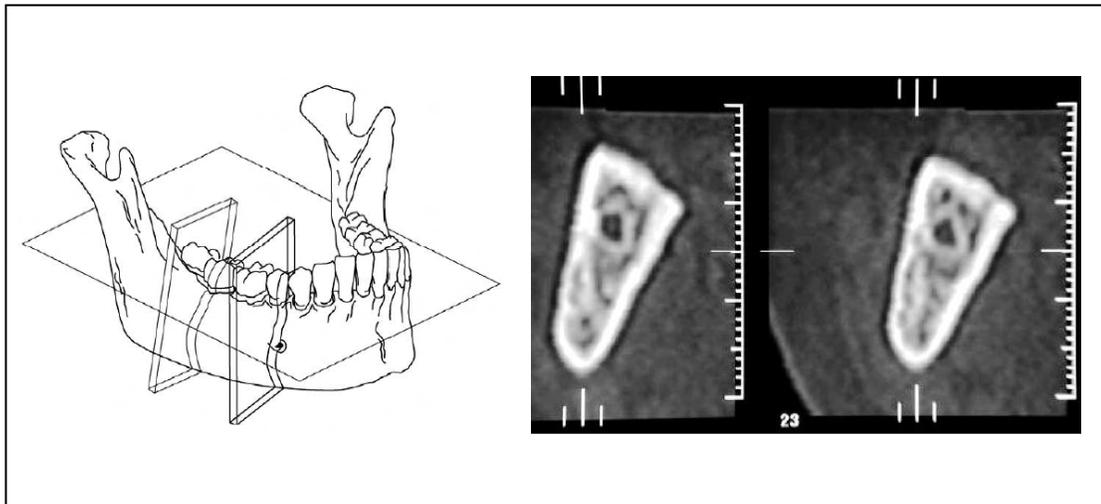


Fig. 10. Imágenes en reconstrucción multiplanar, selección del área y vista sagital. <sup>(9)</sup>

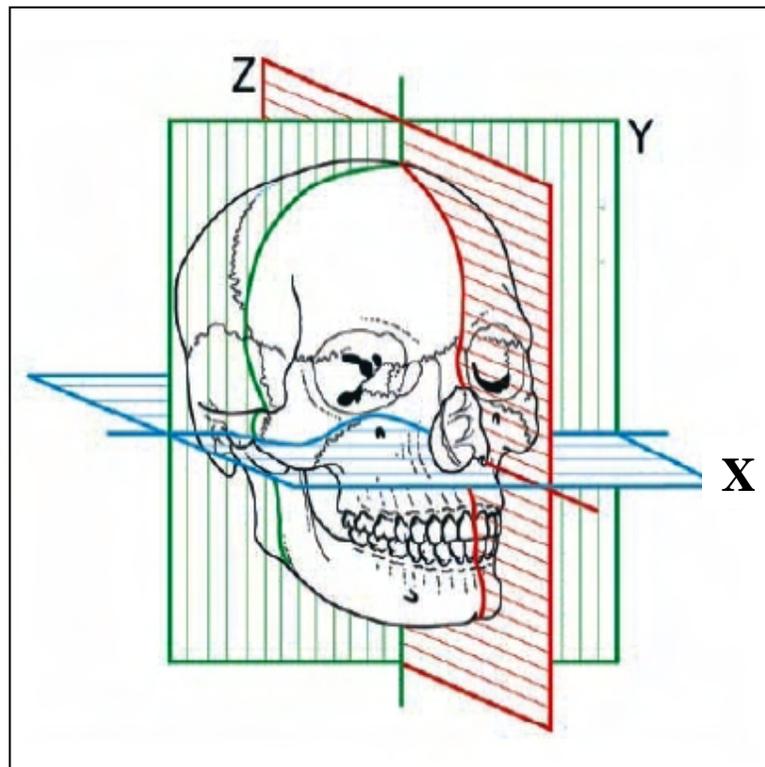


Fig. 11. Planos espaciales de referencia, (Z)sagital, (Y) coronal y Axial (X)<sup>(10)</sup>

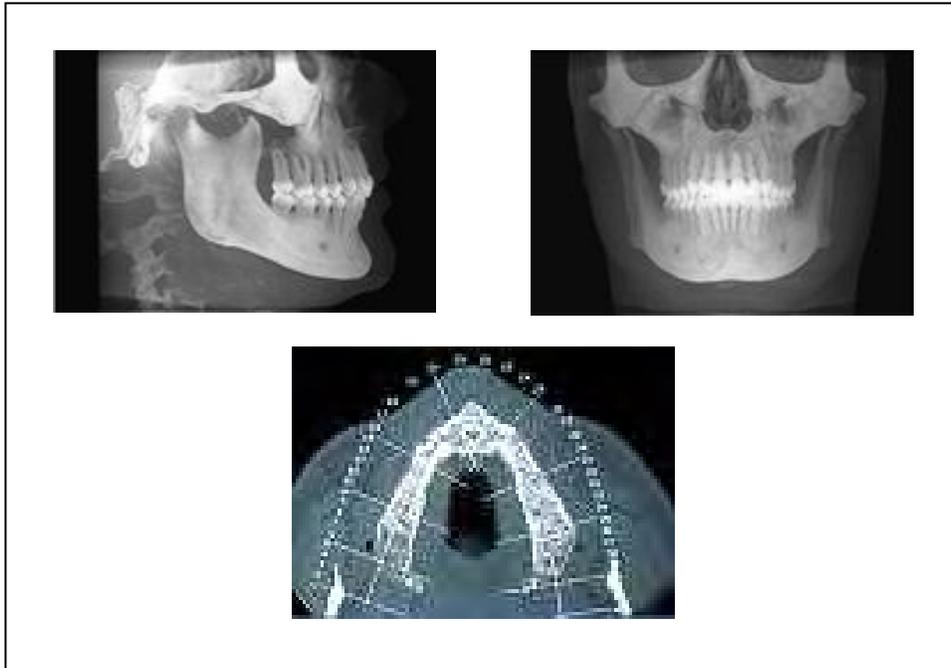


Fig. 12. Corte Sagital (sup. Der.), Vista Frontal (sup. Izq.) Vista axial (inf).<sup>(10)</sup>



Fig. 13. Corte inicial sagital de referencia, con posicionamiento del plano para maxilar y mandibular.<sup>(10)</sup>

## CAPÍTULO III PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL SOFTWARE

### 3.1. Formato DICOM.

Los archivos computacionales obtenidos en la tomografía tienen formato *DICOM*. Fig. 14

**DICOM Vista 4.5** (Digital Imaging Communication in Medicine), es un sistema de visualización y manipulación de imágenes para Tomografía Computada y Resonancia Magnética. Funciona bajo el sistema operativo Microsoft Windows, requiere un procesador Intel de última generación, con al menos 64 Megabytes de memoria RAM, tarjeta gráfica de color real y lector de CD-ROM.

#### **Principales Características del sistema DICOM:**

- Presentación de las imágenes con todos sus datos anatómicos.
- Muestra los iconos de las imágenes disponibles, permitiendo seleccionar una mediante el mouse.
- Ajuste de Ancho y Nivel de Ventana, 4 ventanas pre-programadas.
- Zoom variable.
- Exportación de imágenes a formato JPEG y BMP.
- Permite copiar imágenes al portapapeles de Windows para utilizarlas en otras aplicaciones.
- Medidas de ROI para áreas y densidad, medidas de distancia.
- Envío de imágenes por e-mail.
- Creación de páginas WEB con las imágenes del estudio.
- Anotación de comentarios con flechas indicadoras.

- Visualización de 1 o 4 imágenes en pantalla.
- Visualización dinámica de las imágenes.
- Impresión Multiformato (Impresoras de Windows o DICOM Print).

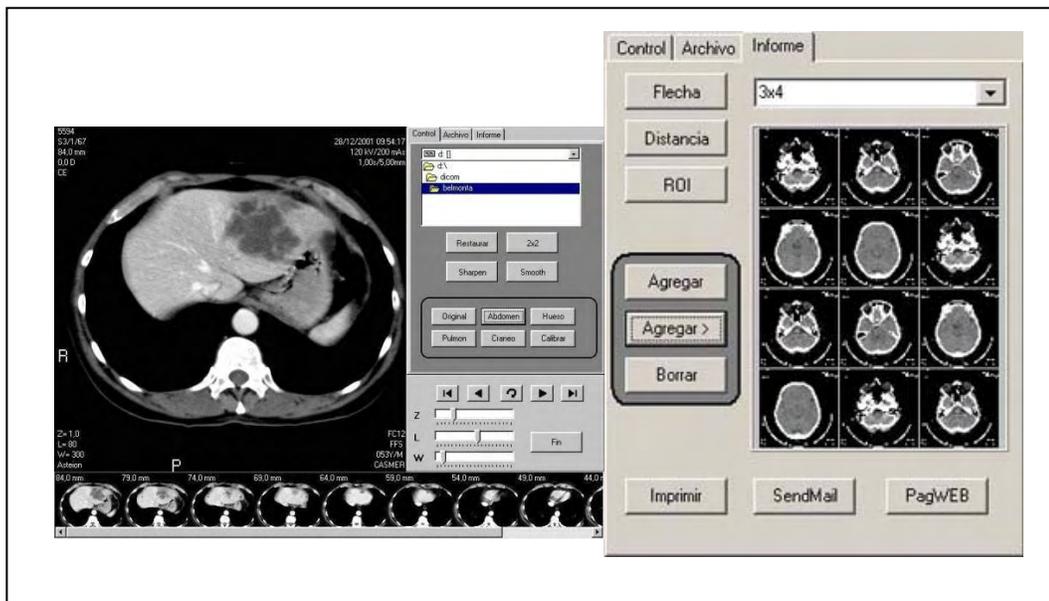


Fig.14. Representación del formato DICOM:

### 3.2. Analizadores de datos.

Los analizadores de datos, son programas de computación creados específicamente para la manipulación y reconstrucción de imágenes a partir del escaneo de la tomografía computarizada. Fig. 15

Compañías líderes en este sector; Sim/Plant de Materialise Dental, Oralim Medicin NV, Med3D GMBH, Implant Logic Systems Ltd., Táctil Technologies Inc, I dent Ltd. <sup>(9)</sup>

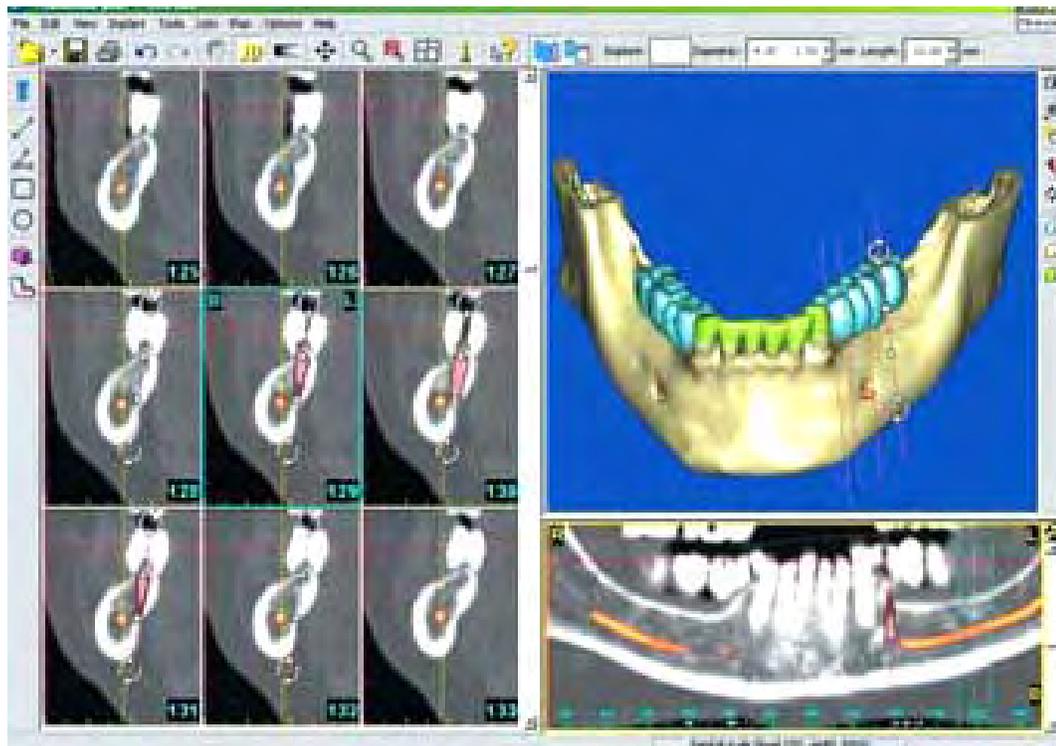


Fig. 15. Imágenes topográficas en Software, 3 ventanas, corte sagital (derecha), coronal (izquierda inf.) y 3d (izquierda sup.)

La diferencia entre estos tipos de software varía en las herramientas que se utilizan, para diferenciar las estructuras críticas, escalas milimetradas, número de ventanas.

El software Sim/Plant, permite que los implantes sean planeados en dos y tres dimensiones, y desplegando la visualización en el monitor de la computadora con cuatro ventanas.

Un corte transversal, otra vista panorámica de la reconstrucción planeada mostrando, la posición deseada de los dientes y el volumen del tejido. El

espesor de la membrana del seno y la posición definida de la altura del hueso. Otra vista oblicua frontal, muestra la posición deseada del implante en base al volumen óseo y el óptimo perfil de emergencia del implante.

Otra ventana muestra, la reconstrucción Tridimensional (3D) permitiendo visualizar la verificación de la colocación del implante y su perfil de emergencia, observando estructuras anatómicas críticas.

Cada cuadrante puede ampliarse hasta ocupar la pantalla entera. Con la habitual práctica de “botones” elegimos el lugar de trabajo, tipo de implante y orientación del mismo. El programa dispone de una “biblioteca” de implantes con todas las longitudes, diámetros y formas. Se “dibujará” el implante según el criterio del profesional, colocando el implante más adecuado, en la posición y orientación ideal. En la imagen 3D podemos ver cómo quedarían, y realizar nuevos ajustes. También están disponibles otras aplicaciones como dibujar el nervio dentario, calcular el volumen óseo necesario en una elevación de seno, detección de interferencias y análisis de densidades óseas.

## **CAPÍTULO IV DIAGNÓSTICO DE ESTRUCTURAS EN IMPLANTES**

### **4.1 Análisis de estructuras anatómicas en Tomografía Computarizada.**

El diagnóstico de estructuras en implantes es una fuente valiosa de información, las imágenes tridimensionales del hueso receptor juegan un importante papel en la planeación del complejo implante-prótesis con las estructuras anatómicas críticas. <sup>(25)</sup> Fig. 16 y 17.

- Forámenes: infraorbitario, palatino mayor, palatino menor, incisivo, mandibular, mentoniano.
- Conductos: mandibular, mentoniano, palatino, incisivo.
- Fosas: fosa canina, fosa incisiva, submandibular, sublingual.
- Cavidades: nasal y antral.
- Nervios y plexos vasculares: mandibular, palatino mayor mentoniano, infraorbitario, incisivo, lingual y bucal largo.

Hay que tener en cuenta, las variaciones anatómicas como, forámenes extras, dobles plexos vasculares, fosas más profundas de lo normal y cavidades nasales o antrales hundidas.

Existen además, estructuras de interés quirúrgico, como espina nasal anterior, proceso zigomático, proceso hamular, lámina pterigoidea lateral, lámina pterigoidea medial, reborde milohiideo, ángulo mandibular y borde anterior de la rama.

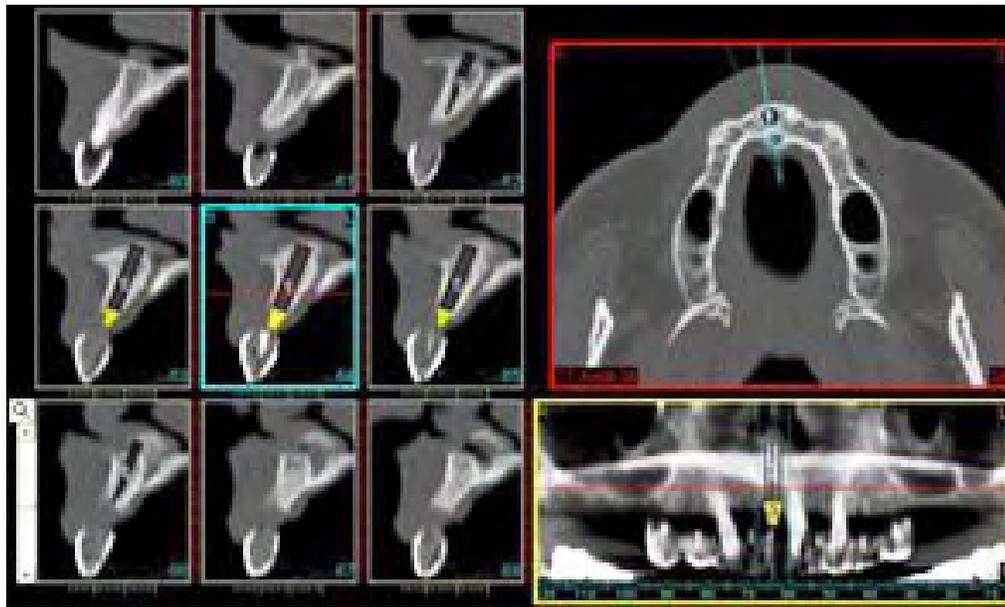


Fig. 16. Imágenes basadas en tomografía computarizada del maxilar, 3 ventanas, en corte sagital (derecha), axial (izq. Sup) y coronal (izq. Inf).<sup>(10)</sup>



Fig. 17. Imágenes basadas en tomografía computarizada, en la mandíbula con marcado y distribución de implantes y del canal dentario inferior.<sup>(10)</sup>

Siguiendo las directrices del plan de tratamiento y conocimientos obligados de anatomía, se puede realizar, la cirugía, con un riesgo muy baja de que aparezcan complicaciones inesperadas. <sup>(19)</sup>

## 4.2 Clasificación de Defectos Óseos

Desde un punto de vista biológico, la pérdida de piezas dentarias, lleva a la supresión de función.

La atrofia del reborde alveolar es un proceso crónico, progresivo e irreversible, en el que la reabsorción ósea post-extracción produce profundos cambios en la morfología y estructura del hueso alveolar, con una masiva pérdida de tejido óseo que comienza inmediatamente tras la exodoncia.

La reabsorción ósea en el maxilar se realiza de manera centrípeta y vertical, reabsorbiéndose los rebordes residuales y dirigiéndose hacia el paladar, a expensas de la pared vestibular, lo que en un primer momento nos va a condicionar el sentido de inserción de los implantes que se realiza en sentido vestibulo-craneal (de fuera hacia dentro, y de abajo hacia arriba).

Desde un punto de vista clínico, parece más cómodo clasificar los defectos óseos, según establece Seibert (1983), en tres tipos:

- **Clase I:** Defectos de anchura: habitualmente debidos a la pérdida progresiva de la pared vestibular.
- **Clase II:** Defectos de altura: suelen ir asociados a los primeros, si bien son típicos de exodoncias antiguas en las que están asociadas las pérdidas de la pared vestibular y palatina, asociadas tanto al hecho de la exodoncia como a la evolución senil.

- **Clase III:** Defectos combinados: son habituales cuando están asociados a exodoncias ya antiguas. <sup>(27)</sup>Fig. 18.



Fig. 18 Clasificación de Seibert. <sup>(27)</sup>

Así visto, es imprescindible el diagnóstico del grado de atrofia maxilar, para determinar tanto la inserción, longitud y diámetro del implante.

La magnitud de la resorción, tiene la máxima expresión en los primeros tres meses, se reduce después de seis y se alcanza una relativa estabilización entre el primer y segundo año.

### 4.3. Encerado Diagnóstico.

El encerado diagnóstico es una muestra preliminar de los resultados de la restauración final. Fig. 19

Objetivo: Diagnosticar el estado actual del paciente, en relación con:

- Perfiles maxilo-mandibular.
- Oclusión, posición del diente, guía anterior, guía posterior.
- Procesos residuales, permite decir cuando reconstruir un reborde severamente dañado.
- Permite decidir cuando usar o no prótesis fijas o removibles sobre los implantes.
- Forma y anatomía de la prótesis definitiva

El encerado diagnóstico, indica la cantidad de estructura dentaria que debe reducirse en las preparaciones (en casos de edentulismo parcial).

En caso de edentulismo total si el paciente tiene sus prótesis en óptimas condiciones funcionales y estéticas, se toma un duplicado para montar el encerado.



Fig. 19. Modelos montados mostrando el encerado diagnóstico

Las impresiones del encerado sirven para:

- La fabricación de los provisionales.
- Fabricación de templetas radiográficas.

Además motiva al paciente, al ver los resultados finales antes de comenzar el tratamiento.

### 2.3 Templetas Radiográficas.

La realización de placas diagnósticas con marcado radioopaco de las zonas implantares permiten obtener la relación exacta en el espacio, con relaciones dimensionales en tamaño natural, entre la posición de los implantes y las condiciones locales. <sup>(20)</sup>

Los templetas radiológicos permiten:

- La visualización del plan protético antes del tratamiento, en las imágenes generadas de la tomografía computarizada. Fig. 20
- Determina el curso del implante. Fig. 21
- Permite al cirujano hacer el tratamiento quirúrgico y la toma de decisiones protéticas más fácilmente. <sup>(27)</sup>

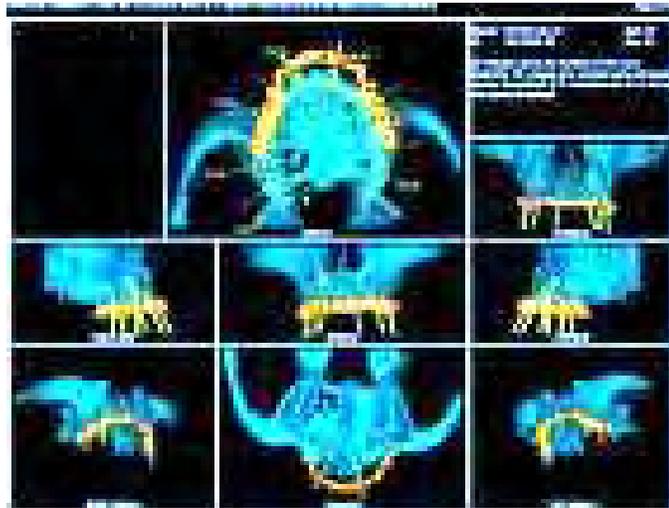


Fig. 20 Visualización de la Férula radiológica en la tomografía computarizada.

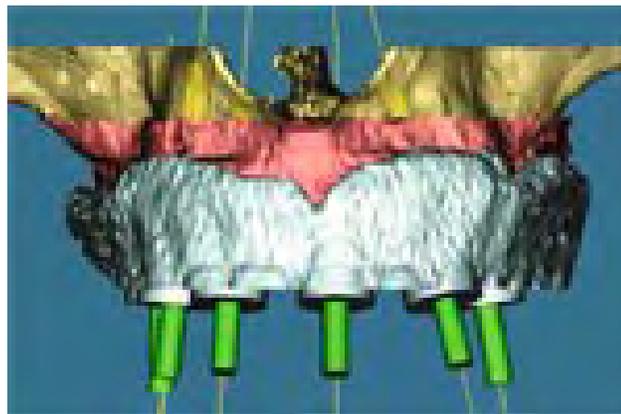


Fig. 21. Vista en reconstrucción 3d de la guía radiológica.

Los requisitos que debe reunir una férula radiológica se encuentran los siguientes:

- estabilidad para evitar la distorsión de imágenes.
- confortabilidad para el paciente.
- precisión en la colocación de los marcadores radioopacos y espolvoreado con sulfato de bario.
- ausencia de interferencias de parte de los marcadores. <sup>(14)</sup>

Un registro de mordida en silicona ayuda a estabilizarlas durante la realización del escáner, a la vez que separa levemente ambas arcadas. Su uso es fundamental en pacientes completamente edéntulos. El registro de mordida debe ser de material no radiopaco.

Preparación de la placa diagnóstica:

1. Duplicar el encerado en resina acrílica.
2. En la corona de los dientes se realizan cavidades cilíndricas con el eje más adecuado para la realización protésica
3. Estas cavidades son rellenas y espolvoreadas con material radiopaco.

Si se utilizan dientes radiopacos, la posición y dirección de los implantes es preferible indicarla mediante la perforación de un orificio de 2.8 a 3 mm de diámetro en el centro de la cara oclusal del diente o en su cíngulo y que siga el eje axial del diente a restaurar.

Se le pide al paciente que use la placa realizada durante el examen tomográfico, para poder verificar la exacta relación entre la posición de los dientes, con respecto al estrato óseo.

***Férulas Radiológicas para NobelGuide™:***

1. Fabricación en material no opaco. No se debe usar Sulfato de Bario.
2. Debe tener extensiones vestibulares que aseguren la colocación de los anchor pin.
3. Se deben colocar de 6 a 8 marcas radiopacas de entre 1 y 1.5 mm de diámetro en diferentes posiciones y alturas llenas con gutapercha.

### ***Férulas Radiológicas para Sim/Plant™:***

El sistema de planificación Siplant permite la elaboración de Férulas Quirúrgicas Estereolitográficas con soporte óseo o mucoso en función del procedimiento a realizar, cirugía mínimamente invasiva o no.

Para ello es necesario realizar un duplicado de la prótesis del paciente si la estética y oclusión son correctas. De lo contrario, hay que fabricar una férula a partir de un encerado diagnóstico válido.

La férula radiológica debe estar elaborada con dientes radiopacos en las posiciones que deseamos para los implantes.

En los casos en que se planifique realizar una férula muco-soportada, la base de resina que apoya en la encía también debe ser radiopaca para identificarla en el escáner, debe incorporar Sulfato de Bario en su composición.

## **CAPÍTULO V TRANSFERENCIA DE DATOS A LA ESTEREOLITOGRAFÍA**

### **5.1 Historia de la Estereolitografía.**

La estereolitografía tiene sus orígenes en los sistemas de Diseño Asistido por Computadora (CAD).

El primer programa de sistemas CAD data de 1963 en EUA, pero fue en 1982 cuando se consolidó el uso de diseño asistido por computadora. El programa dio un gran salto cuando pocos años después se incorporaron a éstos, los sistemas de Diseño Asistido por Computadora en Tercera Dimensión (CAD3D), dando lugar a métodos de fabricación de modelos tridimensionales por capas en diversos materiales de manera rápida y económica (Rapid Tooling).

El primer equipo de estereolitografía fue desarrollado por Charle Hull, de origen norteamericano, en el año de 1988, y en 1992 aparecen los primeros Sistemas Selectivos por Láser (SLS) e impresoras 3D. Aunque el uso de la estereolitografía tiene sus primeras aplicaciones en el diseño industrial, su probada utilidad se extiende día con día a diversas áreas del conocimiento, la ciencia y la tecnología.

La estereolitografía en México se inicia a nivel de diseño en Ingeniería en la década de los 90 y poco después en el área médica.

## 5.2. Estereolitografía.

La estereolitografía es un método rápido de prototipo que permite la fabricación de modelos anatómicamente, a partir de datos, de la tomografía computarizada y resonancia magnética. Fig. 22



Fig. 22. Estereolitografía, aspiradora y computador de datos <sup>(21)</sup>

Este proceso consiste en obtener modelos en tercera dimensión de cualquier estructura anatómica a través de un especializado sistema de cómputo, Para obtener este modelo tridimensional se requiere de un estudio tomográfico helicoidal, con cortes de 0.05mm, almacenando la información en un CD en formato *DICOM* (Digital Imaging Communication in Medicine), procesada por un programa específico de imágenes, para que el estereolitógrafo reproduzca el modelo con una fidelidad de 99%. <sup>(21)</sup>

En cirugía oral y Maxilofacial está indicada en :

- Malformaciones, incluyendo cirugía craneofacial.
- Cirugía oncológica.
- Traumatología.
- Cirugía Ortognática
- Planeación y colocación de implantes.

Uno de los materiales utilizados para la impresión en estereolitografía es el sulfato de calcio que se obtiene de dos formas natural y artificial. En forma natural se obtiene a base de un mineral conocido con el nombre de GYPSO o sulfato de calcio dihidratado.

*Proceso de fabricación de modelos en Estereolitografía con Sulfato de Calcio:*

- 1) La primera capa, baja la plataforma y la impresora toma polvo del contenedor y los extiende en el contenedor de impresión.
- 2) Después la cabeza de la impresión inyecta un sellador sobre la capa de polvo para unirlo formando la figura del modelo.
- 3) Se vuelve a tomar polvo del contenedor y así el proceso se repite capa por capa iniciando con la parte inferior del modelo hasta llegar a la parte superior y formarlo por completo.
- 4) Una vez terminado el modelo queda totalmente cubierto de polvo en el contenedor de la impresión por lo que se debe de aspirar el material restante para liberarlo,
- 5) Posteriormente se eleva el contenedor donde se formo el modelo para poder sacarlo con mayor facilidad.

- 6) Una vez afuera el modelo se limpia con una pistola de aire para quitarle el polvo restante.
- 7) Finalmente se puede infiltrar con diversas sustancias como cera, cianocrilato, poliuretano, etc., que le van a dar dureza, flexibilidad o una diversidad de características según sus necesidades. Fig.22
- 8) Todo el polvo aspirado y restante en ambos contenedores puede ser reciclado y usarse nuevamente

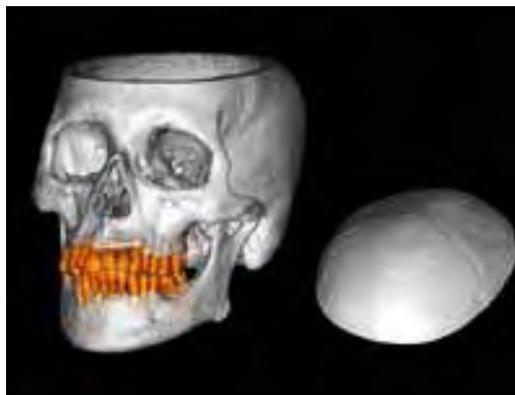


Fig. 22. Impresión del Cráneo en sulfato de Calcio

En la fabricación de modelos plásticos usando la máquina estereolitográfica, el proceso es similar al de sulfato de calcio con la diferencia que se polimeriza cada capa de polímero líquido, agregándose capas o secciones adicionales hasta que se genera un modelo final. Fig 23<sup>(3)</sup>



Fig. 23 impresión del cráneo plástica

### 5.2.1 Ventajas.

- Mejora la interpretación volumétrica de la imagen.
- Optimiza la planeación pre operatoria y permite la simulación quirúrgica realista o interactiva.
- Mejora el diseño de implantes y su medida mientras reduce el tiempo de operación y el riesgo.
- Provee a los pacientes de un claro entendimiento de su patología y las posibilidades y limitaciones de la cirugía.
- Mejora las demostraciones didácticas.
- Facilita la comunicación de equipo.
- Puede ser usado como una referencia intraoperatoria estéril. Fig. 24



Fig. 24. Vista Lateral y frontal de mandíbula estereolitográfica.

### 5.2.2. Desventajas.

Uno de los grandes problemas que tiene esta tecnología es el costo ya que un cráneo completo cuesta de 150 a 400 dólares dependiendo de su tamaño. El costo de los modelos se cobra por pulgada cúbica construida, para obtener un presupuesto es necesario mandar el archivo del modelo a imprimir para que el software calcule la medida de pulgadas cúbicas y en base al cálculo se obtiene el costo real. <sup>(21)</sup>

La estereolitografía se considera, que ofrece la mayor perfección y el mejor acabado de superficie de todas las tecnologías de prototipos. Con los años, se ha ido desarrollando una amplia gama de materiales con propiedades que imitan las de varios termoplásticos tecnológicos. Se dispone de materiales limitados que cambian de color selectivamente para aplicaciones biomédicas y otras, y se está elaborando actualmente materiales de cerámica. <sup>(21)</sup>

### 5.3. Fabricación de Guías Quirúrgicas Estereolitográficas.

Las férulas o guías quirúrgicas son estructuras de consistencia rígida que se colocan en las zonas edéntulas o en las caras oclusales de los dientes remanentes como una placa base.

Para la rehabilitación de zonas edéntulas en especial en zonas más extensas o en áreas de impacto estético, es aconsejable la utilización de placas guía quirúrgica estereolitográfica ya que la posición y orientación de los ejes de incorporación de los implantes debe ser adecuadamente evaluados y transferidos durante la intervención quirúrgica en función en la resolución protésico. <sup>(20)</sup>

La guía quirúrgica determina:

- La locación y dirección ideal de los implantes. Fig 25
- La óptima posición para los tornillos de fijación.
- También se puede usar en las fases quirúrgicas de exposición de implantes, para la localización de pilares de cicatrización. <sup>(22)</sup>



Fig. 25. Guía estereolitográfica con fijadores.

El uso de la estereolitografía para fabricar guías quirúrgicas perforadoras, brinda más precisión y eficiencia con menos molestias para el paciente.<sup>(23)</sup>

En la fabricación de guías quirúrgicas soportadas por hueso o por dientes, una imagen 3d es formada, sobre la pantalla y adaptada a la arquitectura del hueso a través de la visualización de la tomografía computarizada.<sup>(3)</sup>

La guía quirúrgica puede extenderse hasta el paladar para incrementar la estabilidad y rigidez.<sup>(6)</sup>

A causa de los artefactos de metal en las imágenes, las superficies de los dientes no pueden ser delineadas con precisión, esto hace imposible el diseño directo de la guía quirúrgica soportada por los dientes. La solución de este problema fue ideado por el fabricante, con un escaneo de las placas del paciente se obtienen datos 3d importantes sobre la imagen 3d se obtienen información geométrica detallada que ayuda a la fabricación de guías quirúrgicas (SurgiGuide).

Este protocolo permite por lo tanto la fabricación de una guía quirúrgica precisa, a pesar de la presencia de metal en la boca.

La guía quirúrgica se ordena con el fabricante y llega diez días después junto con el perfil quirúrgico basado en datos digitales del archivo. El perfil contiene todo tipo de información necesaria para el uso de la guía quirúrgica SurgiGuide en combinación con el sistema especificando qué componentes como el tipo de implanta o drills usar durante la cirugía.<sup>(6)</sup>

La precisión de la guía quirúrgica es verificada sobre los modelos anatómicos fabricados con estereolitografía. Fig. 26<sup>(3)</sup>



Fig. 26. Impresión de Modelo anatómico y Férula Estereolitográficas.

El sistema Safe System combina la dirección de la perforación con la colocación y profundidad del implante, con dispositivos reusables que se pueden combinar con las guías estereolitográficas SurgiGuide o con guías de resina acrílica tradicional. Fig 27

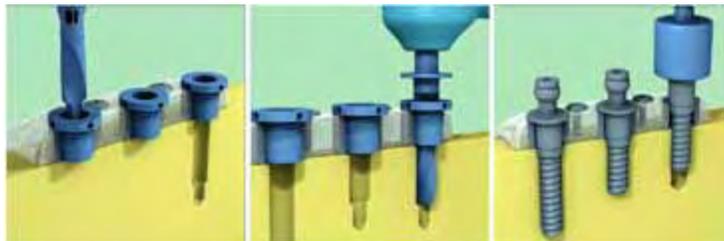


Fig. 27 Aditamentos del Sistema Safe.

Los resultados son excepcionales en la evaluación y planeación quirúrgica, directos y predecibles para la fase quirúrgica.

## CONCLUSIONES

El uso de la tomografía computarizada en el tratamiento de implantes dentales es un método de diagnóstico muy preciso, revolucionario y moderno, gracias a la tecnología computarizada se pueden evaluar la topografía ósea, las limitaciones anatómicas locales, las concavidades y las densidades. El resultado de la preparación del sitio inicial, y procedimientos como la elevación del seno puede ser visualizado sobre imágenes topográficas. Se revisa la colocación del implante, la cortical del hueso en altura y ancho, la densidad del hueso a lo largo del implante y el diseño de la restauración ideal.

Después de realizar el diagnóstico, de simular la cirugía, de escoger tipo de implante, herramientas a utilizar. Se pueden imprimir los resultados por medio de la impresión de prototipo Estereolitográfica, esta máquina tiene un rango de precisión del 99% de seguridad y tiene dos tipos de materiales el sulfato de calcio y el líquido polimérico, aunque se pretende extender hacia otro tipo de materiales como cerámicos.

La importancia de este sistema es poder brindar al paciente de una manera objetiva el tratamiento a realizar, así como aumentar su precisión; se pueden prever complicaciones, acorta el tiempo de trabajo, y brinda tratamientos de muy alta calidad

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1.-Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. Int J Oral Surg 1981;10:387-416.

2.- Adell R, Erikson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T. Long-term follow up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. Int J Oral Maxillofac Implants 1990;5:347-59.

3.- Sarment DP. Shammari KA. Kazor CE. Stereolithographic surgical templates for placement of dental implants in complex cases. The I. Journal of periodontics & Restorative dentistry. Vol 23, Num. 3 2003. pp 287- 295

4.- Murat CC, Can C. Saime S, A dual-purpose guide for optimum placement of dental implants. The journal of prosthetic dentistry 2002;88:640-643.

5.- Gutierrez J.L., Perez M.G. Integración de la implantología en la práctica odontológica. Madrid. Ed. Ergon 23-27

6.- Tardieu FB. Vrielinck L. Escolano E. Henne M. Tardieu AL. Computer-assisted implant placement: scan template, simplant, surgiguide, and safe system. The international journal of periodontics & restorative dentistry. 27-2,2007 pp 141-149

7.- Chiapasco M., Romeo E. Rehabilitación implantosoportada en casos complejos. , ed. Amolca, Pp 11-22

8.- Rothman S.L Dental applications of Computerized tomography Surgical planning for implant placement. Editorial Quintessence, 1998 P. 3-8

- 9.- Almog D.M. Computerized tomography-based imaging and surgical guidance in oral implant. The journal of oral implantology. 2006; 32,1. 14-18
- 10.-Glaria BI. Sim-plant, Programa radiológico, de planeamiento en implantología. Information & communication Technologies in Healthcare development. 2004.
- 11.- Freitas A. Radiología Odontológica. 1a edición, Ed . artes médicas. 2002 pp 4-7
- 12.- Najarro DJ. Sakakura E.C. Gulnara S.A Survey of radiographic measurement estimation in assessment of dental implant length. The Journal of oral implantology, 2007;33,4 ProQuest medical library pp 186-190
- 13- Tharanon W, Stella JP. A precise radiographic method to determine the location of the inferior alveolar canal in the posterior edentulous mandible. Implication for dental implants Part 1. technique. Int. J oral Maxillofacial Implants 1990; 5:15 pp 22-27
- 14.- Sethi A., Kaus T. Practical implant dentistry, 1a. ed. Editorial Quintessence, 2005.
- 15.- Urzúa NR. Técnicas radiográficas y Maxilofaciales. Ed. Amolca 2005, 235-289
- 16.- Spickerman H. atlas de Implantología. Barcelona, ed. Masson 2001 106-109.
- 17.- Goaz PW. Radiología oral. Principios e interpretación. Ed. Mosby doyma libros 1995.

18.- Known P.H. Laskin D.M. *Manual clínico de Cirugía oral y maxillofacial*. Ed. Amolca. 2003 47-52

19.- Rydberg J, Liang Y, Teague SD. Fundamentals of multichannel CT. *Radiol Clin N Am* 2003; 41: 465-474.

20.- Almog DM, Torrado E, Meitner SW. Fabrication of imaging and surgical guides for dental implants. *J Prosthetic Dentistry* 2001;85:504-508.)

21.- Jiménez CR. Benavides RA. La estereolitografía en la Facultad de Odontología de la UNAM. *Revista Odontológica Mexicana*. Vol. 9 num. 5 pp 1-4

22.- Bianchi A. prótesis Implantosoportadas. 1ª edición. ed Amolca 2001. 262-268.

23.- Sarment D. Sucovic P. Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int Journal oral maxillofacial implants* 2003;18 571-577

24. NDP-NET. Inter-regional Cooperation for New Product Development. *Estereolitografía*. 2006.

25.- Cranin AN. Klein M, Simona A. *Atlas de implantología oral*. Ed panamericana, España 1995.

26.- RCOE. *Tomografía computerizada: introducción a las aplicaciones dentales*. Vol. 11 tomo 3. Madrid 2006.

27.- Bowen Antolín, Antonio, Nasimi, Abdul. *Alternativas estéticas en el tratamiento implantológico del sector anterosuperior*. 2004