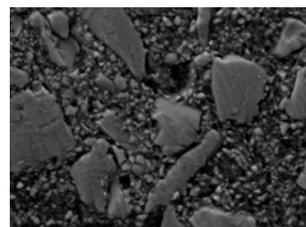
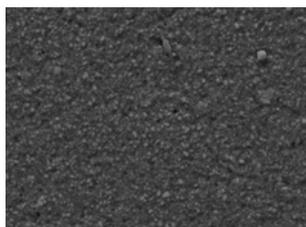
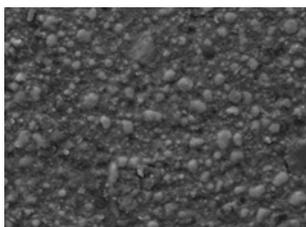
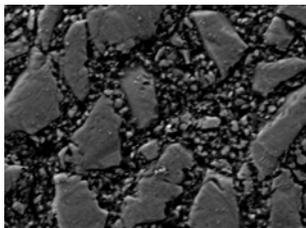
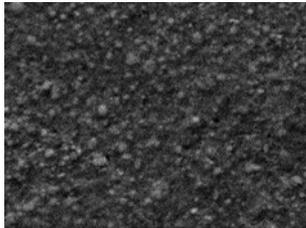
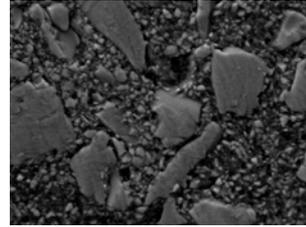
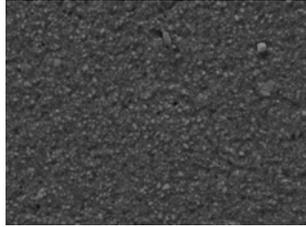
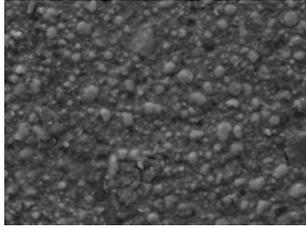




Universidad de Granada



**INFLUENCIA DE LAS
PARTÍCULAS
PREPOLIMERIZADAS EN
LA MICRODUREZA DE LAS
RESINAS COMPUESTAS
ALMACENADAS EN
MEDIO ACUOSO**

MARTINA MARGARITA NEVÁREZ RASCÓN

Granada, 2007

TESIS DOCTORAL

Los abajo firmantes informamos:

Que los trabajos efectuados en la elaboración de la Tesis Doctoral titulada: **“INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS PREPOLIMERIZADAS EN LA MICRODUREZA DE LAS RESINAS COMPUESTAS ALMACENADAS EN MEDIO ACUOSO”**, presentada por **D.ª Martina Margarita Nevárez Rascón**, han sido realizados bajo nuestra supervisión y dirección, y reúnen las condiciones académicas necesarias para optar al Título de Doctor, si así lo considera el Tribunal designado por la Universidad de Granada.

En Granada, a quince de mayo de dos mil siete.

	Fdo.: Prof. Santiago González López Profesor TITULAR DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA UNIVERSIDAD DE GRANADA
	Fdo.: Profa. Laura Ceballos García Profª. CONTRATADA DOCTOR DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS DE MADRID
	Fdo.: Prof. Erasmo Orrantia Borunda Prof. RESPONSABLE CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES AVANZADOS DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, MÉXICO

Dra. Hilda E. Esparza Ponce
 Laboratorio de Microscopia Electrónica de Barrido
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
 Chihuahua, Chih. México.

Ing. Arturo Hernández Gutiérrez
 Laboratorio de Pruebas Mecánicas.
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
 Chihuahua, Chih. México.

Dr. Mario Makita Aguilar
 Estadística
 Instituto Tecnológico de Chihuahua,
 Chihuahua, Chih. México.

Dr. Marco García
 Molimiento de las resinas
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
 Chihuahua, Chih. México.

Ing. Oscar Ayala V
 Caracterización de partícula
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
 Chihuahua, Chih. México.

MES. QBP. Dolores Rodríguez Domínguez
 Universidad Autónoma de Chihuahua.
 México.

Lic. Gabriel García García
 Informática
 Chihuahua, Chih. México.

Lo Maura Medina Nevárez
 Traducción
 Facultad de Filosofía y Letras
 Lengua Inglesa de la UACH.
 Chihuahua, Chih. México.

Ing. Luís De la torre S
 Formulación de los Composites
 Centro de Investigación en Materiales Avanzados.
 Chihuahua, Chih. México.

1. INTRODUCCIÓN	9
2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO	19
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	21
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	21
3.2. OBJETIVOS PARTICULARES	21
3.3. HIPÓTESIS	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1. PREPARACIÓN DEL COMPOSITE PREFOTOCURADO	24
4.2. INCORPORACIÓN DEL COMPOSITE PREFOTOCURADO AL CONVENCIONAL	25
4.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS 60 MUESTRAS DE COMPOSITES PARA SU ALMACENAJE.....	25
4.4. PRUEBAS DE DUREZA	26
4.4. ESTUDIO CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO	27
4.4. MÉTODOS ESTADÍSTICOS	27
5. RESULTADOS	29
5.1. RESULTADOS DE MICRODUREZA.....	30
5.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE LA MICRODUREZA.....	30
5.3. INFLUENCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LOS COMPOSITES SOBRE LA MICRODUREZA...	32
5.4. INFLUENCIA DEL MEDIO DE ALMACENAMIENTO (SECO O HÚMEDO).....	33
5.5. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE EL MEDIO DE ALMACENAMIENTO	34
5.6. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE LA MODIFICACIÓN DE LOS COMPOSITES	38
5.7. RESULTADOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO	40
5.8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ELEMENTAL.....	48
5.9. RESULTADOS DE MICROSCOPIA DESPUÉS DE UN AÑO DE ALMACENAMIENTO	49
6. DISCUSIÓN	63
6.1. DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS ELEMENTAL	73
6.2. DISCUSIÓN DE LA MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO.....	76
6.3. DISCUSIÓN DE LAS IMÁGENES MEB DE LAS MUESTRAS DESPUÉS DE 1 AÑO DE ALMACENAMIENTO	77
7. CONCLUSIONES	79
8. BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXO 1	93
ANEXO 2	103
ANEXO 3	107
ANEXO 4	113
ANEXO 5	151

◆◆◆ 1. INTRODUCCIÓN ◆◆◆

Los composites de resina son en la actualidad uno de los materiales más ampliamente usados en odontología restaurativa. La eficacia y durabilidad de estas restauraciones directas en el sector posterior de la cavidad oral, es aún controvertida. En la búsqueda de un material idóneo, se han utilizado diferentes técnicas y materiales para reforzar los composites y así mejorar sus características físicas y mecánicas. De hecho, algunos métodos de reforzamiento son aplicables a otros materiales para composites de uso médico o de ingeniería. Entre los diferentes materiales que se han utilizado para reforzar los composites están las partículas de cerámica, fibra de vidrio y composites prefotocurados. El resultado ha sido favorable en cuanto a la mejora de las propiedades, como aumento de la microdureza, resistencia a la flexión y resistencia a la fractura (Xu 2003, Yoshida *et al.*, 2002, Ruddell *et al.* 2000, Kim *et al.* 2002). Una de las alternativas para reforzar composites son las fibrillas cristalinas de cerámica, que comparadas con los composites convencionales manifiestan menos microfracturas. (Xu, *et al.*, 1999).

Otra alternativa de refuerzo para composites de resina son los filamentos mezclados manualmente con monómero de resina dental. El nivel del relleno de fibrillas da como resultado un aumento en la resistencia a la flexión y de resistencia a la fractura de composites, siempre y cuando sea mezclado al 20%. Sin embargo, en la superficie externa del composite surge un efecto no deseable, que es la rugosidad por la fusión de partículas de sílica que mejoran la retención en su matriz, pero no la textura superficial. Si el nivel de relleno se aumenta, mejoran las propiedades mecánicas. Cuando el nivel de relleno es de 74% se produce una disminución las propiedades mecánicas, además del aumento de rugosidad en la textura del composite (Xu, 2000). Otro método también utilizado es la incorporación de partículas prepolimerizadas en forma de fibras de relleno al composite convencional, dando como resultado un incremento en la resistencia al desgaste

(Ruddell *et al.*, 2000; Xu, 2003), se ha sugerido el uso de fibras como una microestructura para proveer resistencia al composite a largo término contra el ataque de agua. Por otro lado, los composites reforzados con fibra de vidrio están ganando popularidad, especialmente las fibras de vidrio silanizadas, debido a sus cualidades estéticas y a la mejora de las propiedades mecánicas, así como por su capacidad de unirse químicamente a materiales de composite de resina. Es importante resaltar que las propiedades de la interfase entre el diente y la resina son decisivas para el desempeño de los composites reforzados con fibra, dado que las fuerzas masticatorias se transfieren a través de esta interfase. La composición química de un composite tiene relación directa con el alto volumen de relleno y el incremento del estrés de polimerización, ya que se produce menos estrés de polimerización durante la colocación, cuando los composites tienen alto nivel de partículas de relleno inorgánico. (Condon *et al.*, 2000; Choi *et al.*, 2000).

Las resinas compuestas generalmente constan de una matriz orgánica polimerizable reforzada con partículas de relleno, fundamentalmente inorgánicas, y un agente de unión silano que conecta la porción orgánica y la inorgánica. La matriz resinosa contiene Bis-GMA, TEGDMA o UDMA, y el relleno está constituido normalmente por silicio amorfo, cuarzo borosilicato, cristales de litio-aluminio-silicato y, para conseguir radiopacidad, se añaden cristales con óxidos de bario, estroncio o zinc (Geurtsen, 1998; Kugel, 2000). En cuanto a las propiedades mecánicas de los polímeros reforzados con fibras, se ha especulado que tanto la plastificación de la matriz polimérica como la degradación de la unión matriz y fibra están implicadas en el proceso de envejecimiento por almacenamiento en agua. Clínicamente la fatiga mecánica se adiciona al proceso de degradación hidrolítica, que contribuye a la reducción de las propiedades mecánicas de los composites reforzados (Schütt, *et al.*, 2004). Una de las principales desventajas y causas de fracaso de un composite es el estrés por polimerización, que ocurre inevitablemente como resultado de la conversión de las moléculas de monómero en una cadena de polímero intercambiando espacios de uniones covalentes más

cortas. (Feilzer *et al.*, 1987; Derek,1998; Sano *et al.*, 1999 ; Santerre *et al.*, 1999 ; Condon *et al.*, 2000 ; Yoshida, 2002 ; Cavalcante *et al.*, 2003 ; Hayashi *et al.*, 2003). Un radical libre energético busca establecer un enlace covalente con el monómero, formando un complejo monómero-radical que prosigue la reacción o fase de propagación (MacCabe, 1988 (c)). Por tanto las propiedades mecánicas de la resina son dependientes de la formación de cadenas por medio del doble enlace de carbono. Esto quiere decir que la presencia de monómeros sin reaccionar a la fotoiniciación o polímeros con un grado de conversión bajo, puede producir efectos indeseables en las propiedades físico-mecánicas, como mayor susceptibilidad a la sorción, poca estabilidad dimensional, cambios en el color de las restauraciones y citotoxicidad (Ferracane, 1985). Hay pocos estudios que relacionan los radicales libres con el grado de dureza en los composites, pero se ha comprobado que el número relativo de radicales libres y la dureza aumentan con la intensidad y el tiempo de exposición a la luz, y por consecuencia la cara superficial siempre tendrá menor número de radicales libres y mayor dureza que la cara profunda (Menezes *et al.*, 1998). El fotocurado en las resinas compuestas es la producción de trabajo (fuerza que desplaza su punto de aplicación, en este caso desplazamiento de electrones en una reacción química) por medio de la energía radiante, se pueden deducir ciertos aspectos de importancia. Si T (Trabajo)= F (fuerza) \times D (distancia), y su unidad el joule o julio (J =Newton \times metro), para lograr la correcta polimerización de un material es necesaria cierta cantidad de julios. A su vez que debe hacerse en un tiempo compatible utilizando un dispositivo de suficiente potencia (potencia=trabajo/unidad de tiempo, y su unidad es wat o vatio, W = J/s) y esta potencia debe estar disponible en la superficie del material a polimerizar. La potencia mínima requerida para desencadenar la fotopolimerización de un modo adecuado, esta alrededor de los 300-350mW/cm² (Macchi, 2000). La polimerización de los composites de resina no es exclusiva del tiempo que dura la colocación de la restauración, sino que involucra tiempo indeterminado para completar la reacción de polimerización total (Gómez, 1995). Al retirar la fuente de luz solamente se ha llevado a cabo alrededor del 60% del proceso de polimerización, continuando entonces la reacción llamada "fase oscu-

ra” durante un periodo de varias semanas hasta la polimerización final (Ferracane, 1985).

El uso de las resinas en el campo de la odontología hace imprescindible la evolución de sistemas y técnicas para mejorar las propiedades de este tipo de materiales. Aunque se han introducido cambios en la química de los composites dentales, las desventajas continúan siendo evidentes. La contracción y el bajo factor de conversión son los principales problemas. Con el objetivo de reducir estos defectos intrínsecos se han desarrollado nuevas técnicas de polimerización para reducir el estrés inicial (Cavalcante, *et al.*, 2003), este se incrementa con el aumento de la intensidad de luz, y el aumento del grosor del mismo, además se disminuye la microdureza y el curado en su porción más profunda (Versiluis, 1998).

Existe un método indirecto para evaluación del grado relativo de polimerización de las resinas compuestas, que es la medida de microdureza (Leung, *et al.*, 1983). El

grado de polimerización o conversión de los composites fotoactivados ha sido evaluado por diversos métodos, tales como dureza, infrarrojos, rascado, microscopía óptica, análisis térmico diferencial y cambios colorimétricos (Leung, Kahan y Fan, 1984).

La dureza se puede definir como la resistencia que ofrece el material a la indentación o penetración permanente de su superficie (Craig, 1998). El método de determinación consiste en hacer penetrar bajo una cierta carga un determinado cuerpo, llamado indentador, dentro de la sustancia a estudiar, y después de que la carga cese, la profundidad de la huella es medida o calculada sobre la base de la geometría de la indentación y es expresada en una de varias escalas como Vickers, Knoop, Brinell y Rockwell. Los métodos Vickers y Knoop implican el uso de indentadores piramidales de diamante, y las mediciones se hacen con un microscopio (McCabe, 1988).

La dureza es una de las propiedades mecánicas más demostrativas del comportamiento y la durabilidad de las resinas compuestas, aunque incluye muchas otras propiedades, entre ellas la resistencia a la compresión, el límite elástico, la ductilidad y maleabilidad, resistencia a la abrasión y al corte (Phillips, 1991).

El ambiente complejo de la cavidad oral afecta la microdureza de la cara superficial de las restauraciones de composite, y su relación con la fuerza de compresión y los módulos de compresión tensil y elástico entre otras propiedades físicas y mecánicas (Okada, *et al.*, 2001).

El contacto de los composites con saliva, hormonas, proteínas enzimáticas y bacterias, además de la flora normal, promueve una degradación de la superficie de estos; que en un estudio in vitro no se podría experimentar completamente (Takayanagi, *et al.*, 1998).

Las propiedades mecánicas del composite están influenciadas no solamente por su composición química, sino además por el ambiente al que son expuestos. La microdureza de la superficie de los composites dentales puede ser significativamente afectada por el contacto con medio acuoso. El proceso de corrosión por agua y la presencia de una constante carga en la superficie son responsables de la acumulación de agua entre la interfase de la matriz de relleno, seguida por un desprendimiento interfacial, defectos superficiales, disolución del relleno y el desplazamiento del mismo. La disolución o elusión de los componentes de composites de resina pueden promover un efecto de deterioro en un período corto o largo en la interconexión polimérica del material (Martos, *et al.*, 2003). A pesar de los esfuerzos realizados, las técnicas de fotopolimerización no mejoran la susceptibilidad a la degradación hidrolítica en los composites directos o indirectos, incluso hay evidencias de la disminución de dureza después de 30 días de almacenamiento en agua (Cesar, 2001). La sorción de agua es un proceso de difusión controlada dentro de la matriz resinosa que puede conllevar a su degradación y ruptura entre la unión del relleno y la matriz (Braden y Clarke, 1984),

(Söderholm, et al., 1984). Además de producir liberación o disolución de partículas de relleno, iones y sustancias orgánicas, por ejemplo, monómeros residuales (Oyesaed y Ruyter, 1986); este fenómeno produce una disminución del peso, y se denomina solubilidad (Fan, 1985). Las resinas sufren expansión higroscópica, es decir, al absorber agua del entorno, se libera el estrés interno de la resina, con lo cuál ésta se vuelve menos compacta, produciéndose un cambio en la capacidad de ser interdentada (De la Macorra, 1999). La resistencia a la absorción de agua reduce la resistencia al desgaste. El agua absorbida por la matriz polimérica puede causar que el relleno de la matriz se desprege o incluso la degradación hidrolítica de los rellenos.

En una resina compuesta la dureza final es el resultado de la influencia de múltiples factores; unos son inherentes a la composición del material, y otros a su manipulación. En relación a los primeros hay que considerar, entre otros, el tipo de matriz orgánica, el tipo y tamaño de partículas de relleno y la cantidad de la misma en relación al volumen del material. Con respecto a la manipulación está en función directa con la habilidad y conocimiento del odontólogo (Chung, 1990).

Se ha demostrado la correlación entre la dureza y el grado de conversión o polimerización. El grado de conversión de las resinas compuestas puede ser determinado indirectamente mediante la determinación de la dureza superficial. La adquisición de dureza, cronológicamente, va seguida de la conversión de doble enlace de carbono. Las propiedades mecánicas de las resinas dependen de la formación en red que ocurre después de la fase inicial de la propagación en cadena del polímero. Por tanto, la mayoría del incremento de la dureza ocurre después que el 85% de la conversión total ha sido alcanzada. La adquisición de dureza, durante la polimerización de una obturación dental de resina, se correlaciona con el incremento del grado de conversión; sin embargo, no puede ser usado como un valor absoluto de dureza para predecir el grado de conversión en todas las resinas. Este hace referencia a cuanta polimerización (porcentaje de

monómeros que se han convertido en polímeros) ocurre en el composite (Keogh, 2001). La forma en que se mide la dureza de composites de resina es un método indirecto para evaluar el grado relativo de polimerización, cuanto más altos son los valores de dureza, indican una polimerización más extensa, y aparentemente todos los materiales poliméricos se endurecen con la edad y el pulido (Helvatjoglou, *et al.*, 1991). El grado de dureza en la superficie de un composite dental, ha sido usado en algunos estudios porque ha mostrado ser un indicador del grado de polimerización (Asmussen, 1982; Rueggeberg y Craig, 1988). La mayor parte del incremento de dureza de una superficie de resina fue encontrado dentro de el primer minuto después de la radiación, independientemente de la fuente de luz (Hanssen, 1983). Los cambios de dureza en las resinas dentales, también pueden darse bajo las siguientes circunstancias:

1. La concentración del iniciador canforoquinona (CQ) 0.25%-0.50%, aumenta los valores de microdureza.
2. Un alto grado de curado por tiempo de exposición alta logró aumentar la microdureza.
3. Tamaño de la partícula entre 0.7 y 1.4 μm , produce mejores propiedades (Krishnan, *et al.*, 1998).

Las resinas compuestas han sido clasificadas según el tamaño de las partículas de relleno y se describe de la siguiente forma:

Categoría medida de la partícula

- Megarrelleno 0.05-2 mm
- Macrorrelleno 1.0-100 μm
- Mediorrelleno 1-10 μm
- Minirrelleno 0.01-0.1 μm

→ Nanorrelleno 0.005-0.001 μm

Algunos composites que incorporan grandes cristales intercalados como protección contra el desgaste han sido denominados como megarrellenos.

Por su parte los composites híbridos combinan las propiedades físicas de los sistemas de particular más grandes y el pulido de las partículas de microrrelleno. Generalmente los composites que contienen una mezcla de medidas de partículas de relleno son llamados híbridos.

También es posible tener un rango de tipos de híbridos o lo que muchos nuevos sistemas están dirigidos hacia los híbridos minirrellenos y nuevas investigaciones están siendo dirigidas al uso de rellenos llamados “nanorrellenos”. Estas partículas son extremadamente pequeñas (siempre más pequeñas que los microrrellenos virtualmente invisibles). Su tamaño de partícula oscila por debajo del rango de longitud de donde de la luz visible por lo que no dispersan o absorben la luz visible (*Bayne et al.*, (1994).

El relleno inorgánico de las resinas compuestas está compuesto por cuarzo, sílice o vidrio. Las partículas de macrorrelleno presentan partículas con tamaños de 1 a 5 μm , mientras que las resinas de microrrelleno contienen partículas de sílice submicrónicas (0.04 μm), y las resinas híbridas pueden describirse como composites de macrorrelleno de partícula pequeña de 0.6 a 5 μm con microrrelleno de 0.04 μm , dependiendo de la marca comercial (Crispin, 1998).

Los resultados de una investigación de Cavalcante, *et al.*, (2003), concluye que los promedios de microdureza Knoop (HK) son más altos en la parte superficial de las muestras donde se fotoinicia, dando un promedio de 109.1HK, en la parte media de las muestras la microdureza disminuyó a 104.27HK, y finalmente el valor mas bajo de 97.80HK en la cara profunda. Existe una relación entre la dureza y la profundidad del fotocurado, por lo cual la profundidad de fotocurado

en una técnica en bloque no deberá ser mayor a 2mm para garantizar la polimerización hacia su interior. Una superficie dura en la cara externa, no garantiza una adecuada polimerización en su masa profunda (Yap, 2000). Sin embargo la dureza superficial (o de la superficie expuesta) por sí sola es un pobre indicador del grado de polimerización en las áreas más profundas de las resinas compuestas (Pires *et al.*, 1993).

El grado de conversión de las resinas compuestas puede ser determinado directa o indirectamente. Los métodos directos son la espectroscopía láser raman y la de infrarrojos; no obstante debido a su complejidad, costo y al tiempo que consumen no se utilizan rutinariamente (Louden *et al.*, 1993). Hay una relación negativa entre el grado de conversión y el desgaste abrasivo, y una relación positiva con la matriz del polímero, por lo que la resistencia al desgaste dependerá entonces de las cadenas de unión de los polímeros. Cuantas más cadenas cruzadas mayor resistencia a las fuerzas de abrasión. Por tanto, un curado óptimo en tiempo e intensidad puede asegurar el mayor número de cadenas cruzadas posibles (Ferracane, *et al.*, 1997).

Los composites con variación en su tiempo de fotocurado no mostraron diferencia significativa con respecto a la abrasión y atrición, mientras que los grandes desgastes se relacionaron con los materiales que contienen baja carga inorgánica de relleno. La exfoliación del relleno se presentó en aquellos con baja silanización, coincidiendo que los que tenían 100% de silanización presentaron mucho menor desgaste (Condon, *et al.*, 1997).

Una de las propiedades mecánicas más importantes de los composites para predecir el éxito a largo plazo es la resistencia al desgaste, sin olvidar que el diente también sufre desgaste, 31 μm por año (Suzuki, *et al.*, 1996).

La degradación por enzimas se ha demostrado mediante el monitoreo de los cambios en la dureza de la superficie de los composites, ya que las enzimas en

contacto con los monómeros, los alteran químicamente de manera crónica produciendo cambios que deben ser tomados en cuenta ya que afectan la biocompatibilidad y biodurabilidad, a través de un proceso de biodegradación (Santerre *et al.*, 1999).

Los composites con alto relleno en el volumen exhibieron alta fuerza flexural (120Mpa a 129Mpa), módulos de flexión (12Gpa a 15 Gpa), y dureza de (101 HKN a 117 HKN). La resistencia a la fractura fue afectada también por el volumen del relleno, pero la resistencia máxima fue de aproximadamente 55% del volumen del relleno (Kim *et al.*, 2002).

◆◆◆ 2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO ◆◆◆

La degradación hidrolítica es una de las causas principales de fracaso de los composite dental, ya que contribuye a la reducción de sus propiedades mecánicas y microdureza que es una de las propiedades más demostrativas del comportamiento y de la durabilidad de estas.

En este estudio de experimentación está encaminado a comparar la microdureza de 3 resinas compuestas de diferente marca comercial con 3 resinas convencionales modificadas, mientras son almacenadas en medio seco y húmedo a 37°C en 5 periodos de tiempo. Como el envejecimiento por almacenamiento en agua es una de las principales desventajas de este material restaurador, hemos pensado que las resinas compuestas modificadas con partículas prepolimerizadas de la misma, aumenta la microdureza y el nivel de conversión tanto en la cara superficial como en la profunda.

◆◆◆ 3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS ◆◆◆

3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la microdureza de 3 resinas compuestas comerciales con 3 resinas compuestas modificadas con partículas prepolimerizadas de la misma, conservadas en medio acuoso y seco, después de 1, 7, 30, 182 y 365 días.

3.2. OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Determinar la microdureza en la parte superficial y profunda de las resinas compuestas convencionales y modificadas.
- 2.- Determinar la influencia del medio del almacenaje (seco o húmedo) y el tiempo sobre la microdureza.
- 3.- Comparar la textura superficial de los composites convencionales y modificados con partículas prepolimerizadas.

3.3. HIPÓTESIS

La adición de resina prefotocurada en una proporción del 30% a una resina convencional aumenta la microdureza con el transcurso del tiempo tanto en medio de almacenamiento seco como en húmedo.

◆◆◆ 4. MATERIALES Y MÉTODOS ◆◆◆

Para este estudio hemos utilizado tres composites con características diferentes, todos ellos del color A2, Point 4 (Kerr), (Figura 2), Filtek Z-250 (3M-ESPE), (figura 2), y Quix fil (Dentsply-DeTrey), (Figura 3).

Tabla 1. Lugar de fabricación y lote de los materiales de resina.

COMPOSITE	FABRICANTE	LOTE	CIUDAD	ESTADO	PAIS
Point 4	Keer Corporation	29877	Orange	California	USA
Filtek Z-250	3M-ESPE	3YF	St. Paul	Minesota	USA
Quixfil	Dentsply-De Trey GmbH	0305001210	Konstanz		Alemania

Tabla 2. Características de los composites.

COM- POSI- TE	CARGA INOR- GANICA	PARTI- CULAS	COMPOSICIÓN	POLI- MERO	FOTOINI- CIADOR	FABRICANTE
Point 4	71.40%	0.4 -0.8 µm	(TEGMDA), Bario- aluminio-borosilicato	28.40%	Canforo- quinona	Keer Corpora- tion
Filtek Z-250	76%	0.1 - 3.5 µm	(UDMA), (Bis-EMA), Síli- ce-Zirconia	24%	Canforo- quinona	3M-ESPE
Quixfil	83.10%	0.8 -10 µm	(TCB), (UDMA), (Bis- EMA), (TEGMDA), Vidrio de estroncio-aluminio- sodio y Fosfo-silicato silanizado	16.60%	Canforo- quinona	Dentsply-De Trey GmbH

Se confeccionaron moldes circulares de teflón de 7 X 2mm sin fondo (figura 4), con una muesca en la parte superior para identificar la cara superficial. Se utilizaron 2 empacadores de resina para colocar los composites y se colocó una banda

matriz de acetato entre la resina y las losetas de vidrio, según la Norma Europea ISO 4049:2000 (7) (figura 5). Por cada composite se prepararon 10 muestras en forma convencional y 10 modificadas con partículas prefotocuradas. Los moldes se obturaron en un solo incremento colocando previamente una banda matriz entre el fondo del molde y la loseta de vidrio (Park et al., 2000), el composite se ataco contra en fondo del molde para evitar la formación de espacios o burbujas, una vez obturado todo el molde, se volvió a colocar otra banda de acetato en la parte superior desplazando el composite que sobraba. Se utilizo una lámpara de fotocurado de 600mW/cm² (CAULK THE Max Dentsply), (figura 12) (Macchi, 2000), y se aplicaron dos exposiciones de 40 segundos solo en la cara superficial (Albers, 1988). Posteriormente, después de una hora desde la fotopolimerización los especimenes se sacaron de sus moldes y se pulieron por ambas caras, superficial y profunda, utilizando discos de SiC de granulometría decreciente OptiDisc (Kerr Hewe, Switzerland) en húmedo con una pasta diamantada Prisma Gloss (Dentsplay Caulk USA). Así se eliminó la capa inhibida por oxígeno no polimerizada de la cara superficial y profunda. Posteriormente por cada grupo de 10 muestras de composite, 5 fueron almacenadas en medio seco a 37 grados centígrados y 5 en medio acuoso en una incubadora Shel, Lab WVR Scientific Products Modelo 1535 (figura 8).

4.1. PREPARACIÓN DEL COMPOSITE PREFOTOCURADO

Se extrajo composite de la jeringa dosificadora y se aplanó a lo largo de 7mm sobre una loseta de vidrio con un grosos de 1.5mm aproximadamente para lograr que la resina quedara dentro del diámetro de la fibra de vidrio de la lámpara de fotocurado. Después se fotopolimerizó 2 veces durante 40 segundos a una distancia de la fibra óptica de 2 mm. Se almacenó durante 24 horas a una temperatura de 25 grados centígrados en un recipiente plástico transparente cerrado. Después se sometió a molienda durante 15 minutos en un recipiente de zirconio con un Molino planetario y con 10 bolas de zirconio (Figura 6, 10 19). Posteriormente, se preparó una mezcla del 30% p/p de resina prefotocurada y 70% de

resina sin fotocurar y en un mortero con pistilo de ágata se mezcló durante 5 minutos (Condon et al., 2000), (Choi et al., 2000), (Ruddell et al., 2000) (Anexo 1, figura 7).

Después se obturaron los moldes con este composite modificado, siguiendo idéntica técnica de inserción y fotopolimerización a la descrita para el composite convencional. Después de una hora se extrajeron de los moldes y fueron pulidos tanto de la cara superficial como la profunda de igual manera que en las muestras sin modificación.

Se realizó un estudio de partícula donde se logró determinar el tiempo y el peso necesario para la molienda de los 3 materiales, homogenizando lo más posible el tamaño de partícula desde $0.5\mu\text{m}$ en un 20 a 35% y $0.9\mu\text{m}$ desde el 70 al 85% (Anexo 2).

4.2. INCORPORACIÓN COMPOSITE PREFOTOCURADO AL CONVENCIONAL

Se obtuvo un molde de teflón con resina compuesta convencional, se fotocuró 2 veces durante 40 segundos a una distancia de 2mm, se sacó del molde y se pesó utilizando una balanza analítica (Meter Toledo Mod. AX205). Posteriormente se puso en la balanza el 30% del peso total de resina prefotocurada molida y después se pesó la resina sin fotocurar hasta lograr completar el 100% del peso de una muestra. Se mezclaron la resina prefotocurada molida y la convencional de la misma marca, en un mortero con un pistilo de ágata durante 5 minutos.

4.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS 60 MUESTRAS DE COMPOSITOS PARA SU ALMACENAJE

La mitad de cada grupo se almacenó en seco y la otra mitad en húmedo, resultando un total de 12 grupos de 5 muestras (Tabla 3).

Tabla 3. Distribución de las muestras de resina en grupos.

Grupo	Material	Medio de almacenamiento	Modificación	Grupo control	Número de muestras
1	Filtek Z-250 (3M ESPE)	seco	sin	si	5
2	Filtek Z-250 (3M ESPE)	húmedo	sin	no	5
3	Filtek Z-250 (3M ESPE)	seco	con	si	5
4	Filtek Z-250 (3M ESPE)	húmedo	con	no	5
5	Point 4 (Kerr)	seco	sin	si	5
6	Point 4 (Kerr)	húmedo	sin	no	5
7	Point 4 (Kerr)	seco	con	si	5
8	Point 4 (Kerr)	húmedo	con	no	5
9	Quixfil (Densply-De Trey)	seco	sin	si	5
10	Quixfil (Densply-De Trey)	húmedo	sin	no	5
11	Quixfil (Densply-De Trey)	seco	con	si	5
12	Quixfil (Densply-De Trey)	húmedo	con	no	5

4.4. PRUEBAS DE DUREZA

Se tomaron 4 registros de microdureza en cada muestra de la cara superficial y profunda (Pires et al., 1993; Leonard, Charlton y Milton, 1999; Blankenau, Ericsson y Rueggeberg, 1999), con un microdurómetro digital Vicker (Microhardness Tester FM Future Tech) aplicando 1 kilogramo fuerza durante 10 segundos con una punta de diamante romboidea visible a 200 aumentos. Los registros se realizaron siempre en las mismas zonas, una en la parte central del espécimen y 3 de zonas periféricas. Después se almacenaron 10 muestras en medio seco y 10 al 90 % de humedad relativa en una incubadora a 37 grados centígrados (Incubado-

ra Shel Lab. VWR Scientific Products Modelo 1535 (figura 2). Se tomaron registros de dureza en 5 periodos de tiempo de: 1 día, 7 días, 30 días, 182 días y 365 días.

4.5. ESTUDIO CON MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO

Las muestras fueron recubiertas con una capa delgada de oro mediante un sistema de atomización con un Sputtering marca DENTON VACUUM modelo Desk II durante 40 segundos, obteniéndose una capa con un espesor de alrededor de 100 Å. Posteriormente fueron colocadas en un porta muestras y se introdujeron dentro de la cámara del microscopio, la cual fue evacuada para trabajar a vacío. El microscopio electrónico de barrido utilizado fue marca JOEL modelo JSM 5800LV.

De todas las muestras se escogió una de cada grupo y se tomaron imágenes a 100, 1000 y 3000 aumentos. Se insertó en cada imagen una línea que proporcionaba una distancia en micras para valorar el tamaño de partículas y grietas.

El microscopio cuenta un sistema de energía dispersiva (EPS) el cual se utilizó para realizar el análisis elemental en la superficie de cada muestra. Se utilizaron 6 moldes de teflón para obtener un molde de cada material y un molde de cada material modificado, 3 de resina sin modificar de las 3 diferentes marcas comerciales, y 3 modificadas también una de cada marca comercial, se les dio el mismo tratamiento que las muestras almacenadas, y una vez cumplido el plazo de 1 día, se llevaron al recubrimiento con oro.

4.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

Para el análisis de datos se utilizo el programa estadístico Minitab. Se aplicó un diseño experimental factorial completo de 6 niveles.

◆◆◆ 5. RESULTADOS ◆◆◆

De las cinco variables que hemos considerado en este estudio, solamente Material y Tiempo tienen influencia altamente significativa sobre la microdureza. De las 10 interacciones dobles presentaron diferencias significativas Material-Tiempo, Material-Medio, Material-Modificación, Tiempo-Medio con un valor de ($p \leq 0.000$) y Tiempo-Modificación con un valor de ($p \leq 0.05$). No se encontraron interacciones dobles que fuesen significativas, cuando se relacionaron con el factor superficie (Tabla 4). De las interacciones triples entre las variables, fueron significativas 3 de ellas (Tabla 5).

Tabla. 4 Interacciones doble con valor de P significativo.

Interacciones Dobles	P	F
Material-Tiempo	0.000	3.71
Material-Medio	0.000	20.35
Material-Modificación	0.000	32.44
Tiempo-Medio	0.000	25.43
Tiempo-Modificación	0.029	2.7

Tabla. 5 Interacciones triples con valor significativo.

Interacciones Dobles	P	F
Material-Tiempo-Medio	0.014	2.41
Material-Medio-Superficie	0.004	5.55
Medio-Superficie-Modificación	0.000	20.25

5.1. RESULTADOS DE MICRODUREZA

En lo que respecta al Material, la resina Quixfil obtuvo el promedio más alto de microdureza, seguida por el composite Filtek, y finalmente por el composite Point 4 con el promedio de microdureza más bajo (Tabla. 6).

Tabla. 6 Media de microdureza de los 3 materiales.

Material	Media de microdureza	Desviación Estándar	F
Filtek	82.158	12.36	2702.22
Point 4	54.43	7.492	2702.22
Quixfil	100.24	18.09	2702.22

5.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE LA MICRODUREZA

La variable tiempo presenta diferencias altamente significativas ($p \leq 0.001$). En términos generales la microdureza se incrementa progresivamente desde que se realizó el primer registro un día después de la fotopolimerización, hasta alcanzar la máxima dureza a los 30 días, posteriormente disminuye hasta los 183 días donde se estabiliza manteniéndose a los 365 días (Tabla. 7).

Tabla 7. Resultados de la media de microdureza en los 5 diferentes tiempos.

Media de microdureza	Tiempo	Desviación Estándar	Nº tomas de microdureza	F
76.79 HKN	1 día	24.04	480	9.95
78.35HKN	7 días	24.50	480	9.95
81.67HKN	30 días	23.81	480	9.95
78.39HKN	183 días	22.23	480	9.95
79.53HKN	365 días	20.51	480	9.95

La interacción Material-Tiempo alcanzó un valor altamente significativo. El valor promedio más alto de microdureza fue para Quixfil a los 30 días del fotocurado (101.96 ± 20 HKN), y el más bajo fue para Point 4 (53.19 ± 6.4 HKN) a los 7 días del fotocurado. El composite FilteK incrementó progresivamente su dureza desde el primer día hasta el 30 día pasando de 78.83 ± 12.8 HKN a 86.74 ± 12.6 HKN para disminuir posteriormente y estabilizarse a partir de los 183 días, con una diferencia altamente significativa ($p \leq 0.001$).

La resina Point 4 del primer al séptimo día mantuvo casi el mismo promedio de microdureza, a los 30 días alcanzó el promedio más alto de microdureza con 56.30 ± 7.59 HKN, a los 183 días no se observaron cambios significativos, después a los 365 días la microdureza disminuyó volviendo al promedio inicial con 53.25 ± 7 .

La resina Quixfil también obtuvo diferencia altamente significativa en la interacción Material- Tiempo, se mantuvo casi en el mismo promedio desde los 7 días hasta los 183 días con una media de microdureza de 101.20 ± 12.86 HKN, después a los 365 días disminuyó hasta 98.06 ± 13.19 HKN. A diferencia de Filtek y Point 4, Quixfil alcanzó su máxima dureza a los 7 días, antes que las otras dos resinas que alcanzaron su promedio más alto a los 30 días.

De acuerdo con los resultados de las interacciones analizadas anteriormente. la microdureza a través del tiempo alcanzó el promedio más alto a los 7 días para la resina Quixfil y a los 30 días para las resinas Filtek y Point 4. Sin embargo Quixfil y Point 4 a los 365 días obtuvieron promedios de microdureza casi iguales a los alcanzados el 1 día del fotocurado, mientras que Filtek a los 365 días obtuvo un promedio más alto que el inicial el primer día del fotocurado, pero más bajo que la microdureza máxima a los 30 días. (Tabla 8).

Tabla 8. Doble interacción entre las variables Materiales de resina y Tiempo ($p < 0.001$)

Material	1 día	7 días	30 días	183 días	365 días	Nº datos
Filtek	78.83 HKN S=12.78	80.15 HKN S=13.38	86.74 HKN S=12.60	80.66 HKN S=10.47	84.41 HKN S=10.64	160
Point 4	53.25 HKN S=7.89	53.19 HKN S=6.44	56.30 HKN S=7.59	56.10 HKN S=7.21	53.25 HKN S=7.61	160
Quixfil	98.30 HKN S=22.07	101.69 HKN S=19.98	101.96 HKN S=20.08	101.20 HKN S=12.86	98.06 HKN S=13.19	160

S=Desviación estándar

5.3. INFLUENCIA DE LA MODIFICACIÓN DE LOS COMPOSITES SOBRE LA MICRODUREZA

La modificación de las resinas compuesta añadiéndole un 30 % de composite prepolimerizado, no tuvo influencia estadísticamente significativa sobre los valores de microdureza ($p=0.44$) (Tabla 9). La modificación de los composites tiene un comportamiento bimodal y se aleja del comportamiento normal (Figura 5).

Tabla 9. Resultados de la media de microdureza de las resinas sin y con modificación.

Resina	Promedio de microdureza	Desviación Estándar	Nº datos
Sin modificación	78.75HKN	21.64	1200
Con modificación	79.14HKN	24.49	1200

El composite Quixfil fue el único donde la microdureza aumentó al modificar la resina, mientras que en Filtek la microdureza fue menor en la resina modificada,

por su parte Point 4 obtuvo los mismo valores de microdureza en la resina normal y modificada (Tabla 10).

Tabla. 10 Doble interacción entre las variables Materiales de resina y Modificación ($p < 0.001$).

Material	Sin modificación	Con Modificación	Número de datos
Filtek	84.19 HKN S=12.82	80.13HKN S=11.53	400
Point 4	54.76 HKN S=6.69	54.10 HKN S=8.21	400
Quixfil	97.30 HKN S=15.68	103.19 HKN S=19.79	400

S=Desviación estándar

5.4. INFLUENCIA DEL MEDIO DE ALMACENAMIENTO (SECO O HÚMEDO)

La interacción Material-Medio resulto altamente significativa ($p < 0.001$). La tabla 10 muestra que la microdureza fué más alta para la resina Quixfil almacenada en medio húmedo con 102.3 ± 18 HKN, le siguió Quixfil en medio seco 98.22 ± 17.9 HKN. Por su parte Filtek con un promedio de microdureza de 82.82 ± 13.1 HKN en seco fue más alto que Filtek en medio húmedo con 81.49 ± 11.57 HKN. La resina Point 4 alcanzo un promedio mas alto en medio seco con 56.32 ± 7.31 HKN y 52.54 ± 7.2 HKN en medio húmedo.

Finalmente la microdureza en la resina Quixfil no mostró disminución de microdureza por el almacenamiento en medio húmedo, mientras que en Filtek y Point 4 si, siendo Point 4 la resina que mostró mas afectada por la humedad (Tabla 10).

Tabla. 10 Doble interacción entre las variables Materiales de resina y Medio de almacenamiento ($p < 0.001$).

Material	Medio	Microdureza	Desviación estándar	Número de Datos
Filtek	Seco	82.82 HKN	13.09	400
Filtek	Húmedo	81.49 HKN	11.57	400
Point 4	Seco	56.32 HKN	7.31	400
Point 4	Húmedo	52.54 HKN	7.20	400
Quixfil	Seco	98.22 HKN	17.94	400
Quixfil	Húmedo	102.27 HKN	18.03	400

S=Desviación estándar

5.5. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE EL MEDIO DE ALMACENAMIENTO

La interacción Medio-Tiempo fue altamente significativa ($p < 0.001$) y muestra como las resinas almacenadas en medio húmedo obtuvieron mayor microdureza que las almacenadas en medio seco durante los primeros tres tiempos de toma de microdureza (1 día, 7 días, 30 días). De 30 a 183 días la microdureza en medio seco aumento y volvió a disminuir a los 365 días, quedando un promedio de microdureza mayor que la inicial del primer día después del fotocurado.

En medio húmedo la microdureza fue en aumento hasta los 30 días del fotocurado donde alcanzó su promedio más alto, después a los 183 días hubo una disminución considerable de microdureza desde 82.32 ± 24.3 HKN, hasta 74.4 ± 21.93 HKN. El promedio de microdureza correspondiente a 365 días presentó un aumento comparado con el anterior de los 183 días, pero fue menor que el promedio de microdureza inicial del primer día después del fotocurado.

Se observa que la microdureza fue mayor en medio seco que en húmedo. En medio seco la microdureza fue en aumento desde 1 día, 7 días, 30 días y 183 días, después disminuyó mínimamente en los últimos registros a los 365 días, pero los últimos 3 promedios en las tomas de 30, 183 y 365 días fueron muy similares (Tabla 11).

Tabla. 11 Doble interacción entre las variables Tiempo y Medio de almacenaje (p<0.001).

Medio	1 día	7 días	30 días	183 días	365 días	Nº datos
Seco	73.79 HKN S=20.57	76.63 HKN S=22.97	81.02 HKN S=23.24	82.42 HKN S=21.84	81.74 HKN S=19.80	400
Húmedo	79.80HKN S=26.77	80.06 HKN S=25.88	82.32 HKN S=24.34	74.35 HKN S=21.93	77.32 HKN S=21.01	400

S=Desviación estándar

La diferencia de microdureza en cuanto al medio de almacenamiento denota que en todos los materiales disminuyo la microdureza de las resinas almacenadas en medio húmedo excepto para Quixfil.

Comparando Filtek almacenada en seco con Filtek almacenada en húmedo vemos que el promedio de microdureza fue mayor en medio húmedo desde el inicio hasta los 30 días para obtener su promedio más alto de 86.46 ± 13 HKN, para después bajar a los 365 días hasta 80.95 ± 9.7 HKN.

Para la resina Point 4 los promedios de microdureza siempre fueron mayores en almacenamiento seco que en húmedo, alcanzando su promedio más alto en medio seco a los 365 días con 58.86 ± 6.7 HKN, mostrando la microdureza un comportamiento ascendente conforme transcurrió el tiempo; mientras que la resina almacenada en medio húmedo aumentó la microdureza hasta los 30 días con 55.36 ± 6.6 HKN que fue el promedio mas alto, después disminuyó a los 183 días y volvió a aumentar a los 365 días.

En la resina Quixfil almacenada en medio seco, la microdureza mantuvo casi el mismo promedio en las tomas de 1, 7, 30 y 365 días, a excepción de los 183 días donde mostró un aumento hasta 104.86 ± 12.3 HKN que fue el promedio más alto del almacenamiento en seco para luego, en la última toma a los 365 días, disminuir a 98.48 ± 13.32 HKN. Mientras que en el almacenamiento húmedo Quixfil obtuvo su mayor promedio en la primera toma de microdureza a 1 día del fotocurado con 105.41 ± 22.7 HKN, después disminuyó a los 7 días del fotocurado y volvió a aumentar a los 30 días con un promedio muy parecido al inicial de 105.12 ± 17.58 HKN. Los promedios de microdureza a los 7, 183 y 365 días fueron casi iguales, por lo que el comportamiento de Quixfil almacenada en húmedo fue parecido a todas las resinas almacenadas en húmedo donde su promedio más alto de microdureza fue a los 30 días.

Tabla. 12 Interacción Triple entre las variables Material-Tiempo-Medio.

Material	Medio	1 día	7 días	30 días	183 días	365 días	Nº datos
Filtek	Seco	76.11 HKN S=13.29	78.19 HKN S=14.09	87.02 HKN S=12.36	84.92 HKN S=10.55	87.87 HKN S=10.51	80
Filtek	Húmedo	81.55 HKN S=11.72	82.12 HKN S=12.42	86.46 HKN S=12.90	76.39 HKN S=8.51	80.95 HKN S=9.66	80
Point 4	Seco	54.28 HKN S=7.55	53.73 HKN S=6.60	57.24 HKN S=8.42	57.49 HKN S=5.85	58.86 HKN S=6.67	80
Point 4	Húmedo	52.22 HKN S=8.14	52.65 HKN S=6.29	55.36 HKN S=6.59	49.12 HKN S=5.93	53.35 HKN S=7.55	80
Quixfl	Seco	97.97 HKN S=18.87	98.48 HKN S=18.95	98.80 HKN S=21.96	104.86 HKN S=12.33	98.48 HKN S=13.32	80
Quixfil	Húmedo	105.41 HKN S=22.7	97.65 HKN S=20.41	105.12 HKN S=17.58	97.54 HKN S=12.39	97.65 HKN S=13.12	80

S=Desviación estándar

En esta interacción triple el valor mas alto de microdureza promedio para todas las resinas almacenadas en seco fue a los 365 días, excepto para Quixfil quien obtuvo el promedio más alto a los 183 días. En cambio en todas las resinas al-

macenadas en húmedo el promedio de microdureza más alto fue a los 30 días, seguida con disminución a los 183 y un aumento a los 365 días (Tabla 12).

La interacción triple Material-Medio-Superficie, obtuvo un valor de $p < 0.05$. El promedio más alto de microdureza para Filtek fue en almacenamiento seco en la cara superficial con 84.42 ± 13.8 HKN, mientras que en la cara profunda el promedio fue de 81.23 ± 12.1 HKN. En medio húmedo la cara superficial de la resina Filtek obtuvo un promedio de 81.57 ± 11.79 HKN casi igual a la cara profunda que obtuvo 81.42 ± 11.37 HKN.

El promedio de microdureza más alto para Point 4 fue en medio de almacenaje seco con 56.42 ± 7.7 HKN, y el más bajo para Point 4 almacenada en medio húmedo cara profunda con 52.29 ± 7.0 HKN.

En cuanto a la superficie o cara de las muestras, no hubo diferencia significativa entre los promedios tanto en almacenamiento seco como en húmedo.

El comportamiento de Quixfil fue contrario al de las demás resinas por una parte el medio de almacenamiento seco presentó promedios menores al del almacenamiento húmedo, en cuanto a la cara de la muestra en seco presentó menor microdureza en la cara superficial comparada con la profunda. Su promedio más alto fue para la resina almacenada en húmedo por su cara superficial con 103.60 ± 19.58 HKN, y el promedio más bajo en la resina Quixfil almacenada en medio seco en su cara superficial con 96.92 ± 17.38 HKN (Tabla 13).

Tabla. 13 Interacción Triple entre las variables Material-Medio-Superficie.

Material	Medio	Superficie	Microdureza	Desviación estándar	Nº datos
Filtek	Seco	Superficial	84.42 HKN	13.82	200
Filtek	Seco	Profunda	81.23 HKN	12.14	200
Filtek	Húmedo	Superficial	81.57 HKN	11.79	200
Filtek	Húmedo	Profunda	81.42 HKN	11.37	200
Point 4	Seco	Superficial	56.42 HKN	7.65	200
Point 4	Seco	Profunda	56.22 HKN	6.86	200
Point 4	Húmedo	Superficial	52.79 HKN	7.50	200
Point 4	Húmedo	Profunda	52.29 HKN	6.90	200
Quixfil	Seco	Superficial	96.92 HKN	18.43	200
Quixfil	Seco	Profunda	99.52 HKN	17.38	200
Quixfil	Húmedo	Superficial	103.60 HKN	19.58	200
Quixfil	Húmedo	Profunda	100.94 HKN	16.28	200

5.6. INFLUENCIA DEL TIEMPO SOBRE LA MODIFICACIÓN DE LOS COMPOSITES

La interacción Tiempo - Modificación obtuvo valor significativo y presenta diferencia en cuanto a la dureza inicial, donde la resina modificada a 1 día del fotocurado presentó mayor promedio que la resina sin modificar. Ambos promedios de microdureza alcanzan su valor más alto a los 30 días y terminan a los 365 días con promedios muy parecidos. Lo cual deja ver que la resina sin modificación fue en aumento hasta los 30 días, luego bajo y volvió a subir a los 365 días. Por su parte la resina modificada inició con promedio más alto que la sin modifi-

car pero tuvo disminución a los 7 días, subió a los 30 días y se estabilizó. (Tabla 14).

Tabla. 14 Doble interacción entre las variables Tiempo y Modificación ($p < 0.05$).

Modificación	1 día	7 días	30 días	183 días	365 días	Nº datos
Sin modificar	75.51 HKN S=21.83	79.39 HKN S=23.57	81.49 HKN S=21.18	77.48 HKN S=21.05	79.88 HKN S=20.07	240
Modificada	78.08HKN S=26.03	77.30 HKN S=25.40	81.85 HKN S=26.21	79.30 HKN S=23.36	79.17 HKN S=20.97	240

S=Desviación estándar

En la triple interacción Medio-Superficie-Modificación, el valor de fue significativo ($p < 0.05$). En el medio de almacenamiento seco la resina sin modificación presento un promedio mayor en la cara superficial con 80.41 ± 21.4 que en la profunda con 78.32 ± 20.2 HKN. Mientras que la resina almacenada también en seco pero con modificación obtuvo promedio mayor en la cara profunda con 79.66 ± 23.6 HKN que en la superficial con 78.09 ± 22.6 HKN.

En cuanto al medio húmedo el comportamiento de la resina sin modificación fue diferente con un promedio menor en la cara superficial con 77.29 ± 23.2 HKN que en la profunda con 78.98 ± 21.7 HKN. La resina almacenada en húmedo con modificación obtuvo promedios mayores en la cara superficial 81.35 ± 26.6 HKN que en la profunda con 77.46 ± 25 HKN.

La modificación de las resinas en medio húmedo dio un promedio mayor en la cara superficial y al contrario en las resinas modificadas almacenadas en medio seco.

En esta interacción el promedio de microdureza más alto fue para la resina con modificación en la cara superficial almacenada en medio húmedo con con 81.35

± 26.6 HKN y promedio mas bajo para la resina almacenada en medio húmedo sin modificación en su cara superficial con 77.29 ± 23.2 HKN (Tabla 15).

Tabla. 15 Interacción Triple entre las variables Medio-Superficie-Modificación.

Medio	Superficie	Modificación	Microdureza	Desviación estándar	Nº datos
Seco	Superficial	Sin	80.41 HKN	21.38	300
Seco	Profunda	Sin	78.32 HKN	20.16	300
Seco	Superficial	Con	78.09HKN	22.55	300
Seco	Profunda	Con	79.66HKN	23.57	300
Húmedo	Superficial	Sin	77.29 HKN	23.21	300
Húmedo	Profunda	Sin	78.98 HKN	21.68	300
Húmedo	Superficial	Con	81.35 HKN	26.58	300
Húmedo	Profunda	Con	77.46 HKN	25.00	300

5.7. RESULTADOS DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO

Las imágenes de microscopia electrónica de barrido de la resina Quixfil sin modificación a 3000 X, muestra la superficie del espécimen con 2 tamaños principales de partículas, las mas pequeñas son desde .5 hasta 2 micras y las partículas de mayor tamaño van de 4 micras hasta 12 micras. La forma de las partículas es alargada y rectangular, y se encuentran flotando en la matriz orgánica que se observa de color oscuro. Algunas partículas de mayor tamaño presentan pequeñas grietas (Figura 10). Las imágenes de Quixfil con modificación presenta una forma y tamaño de partículas semejante a la imagen anterior de Quixfil sin modificación, la diferencia es que hay mayor cantidad de partículas pequeñas y menor cantidad de matriz orgánica (Figura 11). En la imagen de Filtek sin modificación a

3000 X, observamos que el tamaño de partícula es principalmente de 2 a 5 micras, la forma de estas es circular y cuadrangular, también vemos la presencia de algunos poros en la matriz orgánica (Figura 12). La imagen del espécimen Filtek con modificación, presenta similitud en la forma y tamaño de las partículas y solamente muestra mayor número de partículas pequeñas (Figura 13). La imagen MEB de Point 4 sin modificación a 3000X, presenta partículas de tamaño promedio desde .2 hasta 1 micra y algunas mayores de 1 micra. Se observan pequeños poros menores de 1 micra (Figura 14). En la superficie del espécimen Point 4 con modificación se observa mayor cantidad de partículas si comparamos con Point 4 sin modificación, también observamos poros y grietas marcadas a lo largo de la imagen que sugieren la dirección del pulido. En esta imagen donde las partículas son más pequeñas podemos apreciar una textura irregular en la resina Point 4 con modificación (Figura 15).

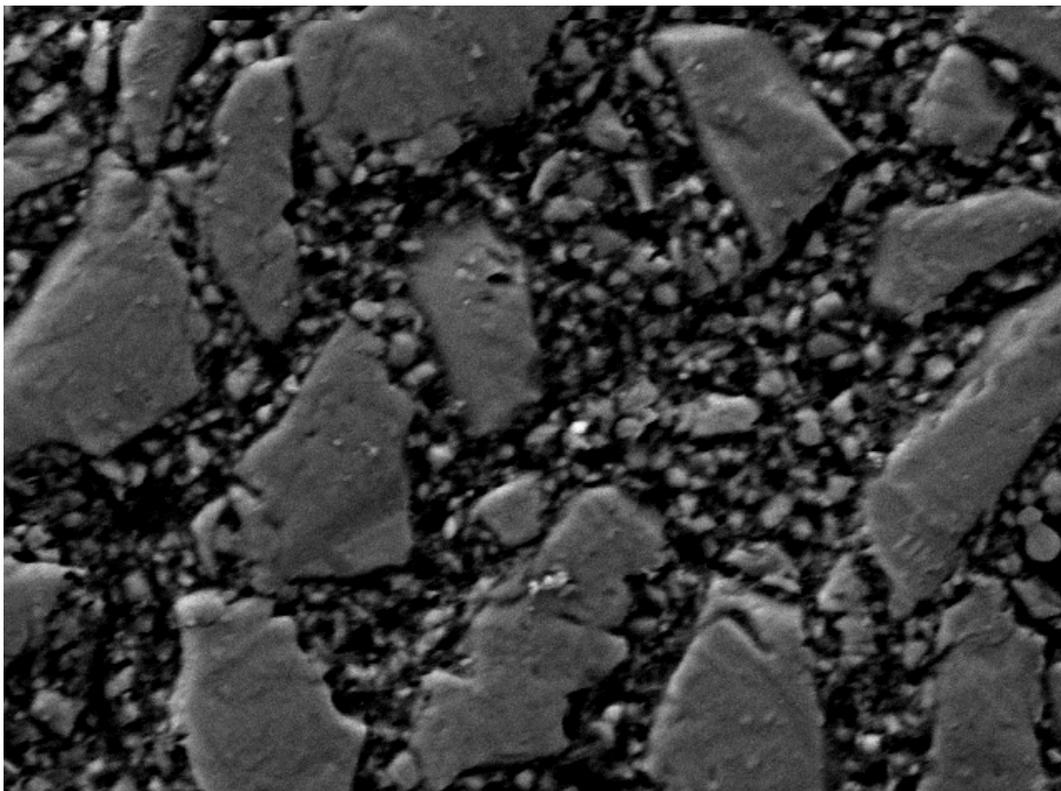


Figura 10. Quixfil sin modificación a 3000x.

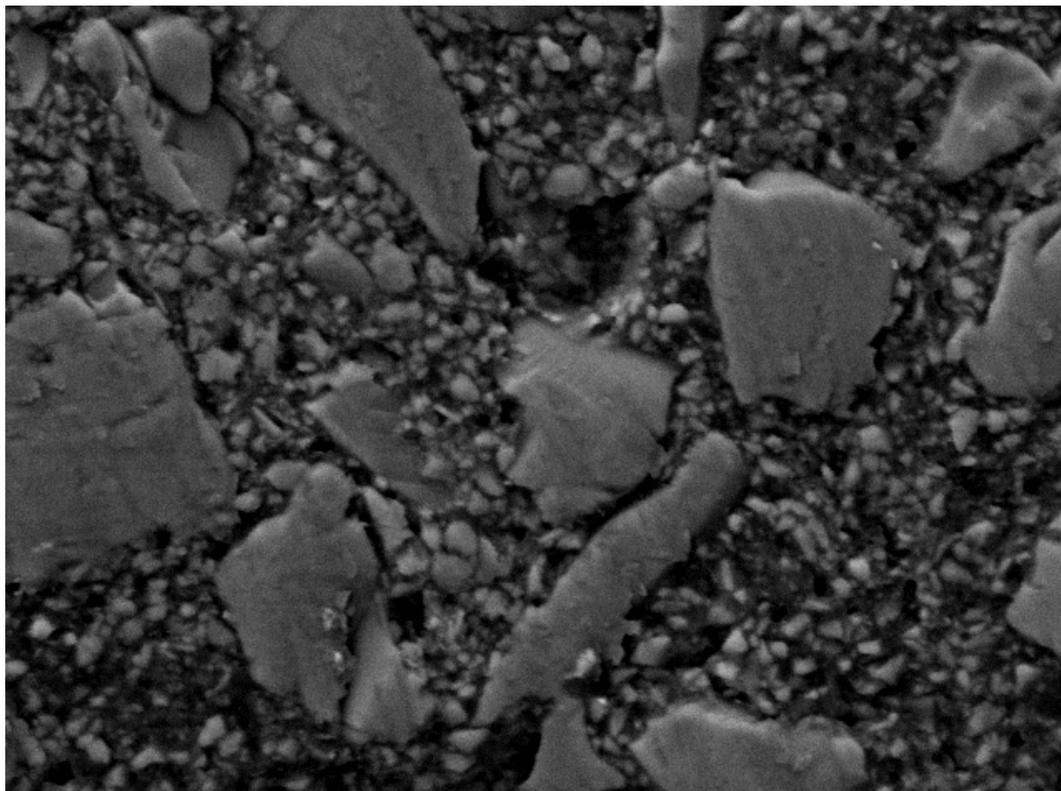


Figura 11. Quixfil con modificación a 3000x.

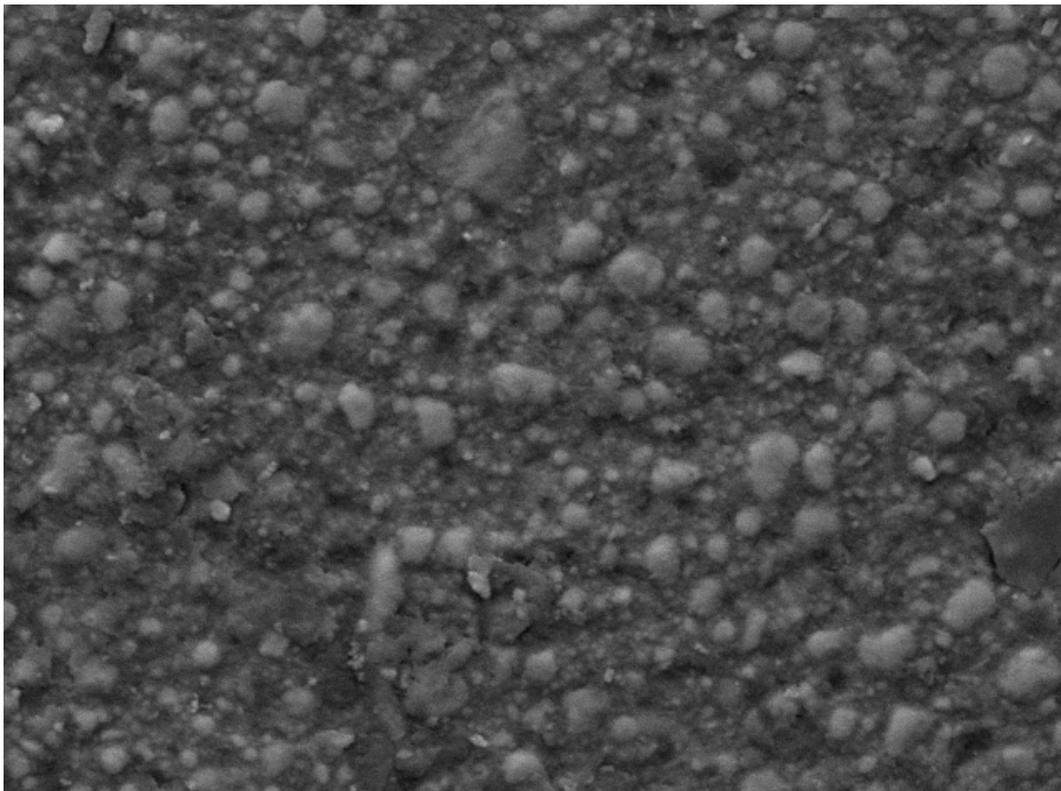


Figura 12. Filtek sin modificación a 3000x.

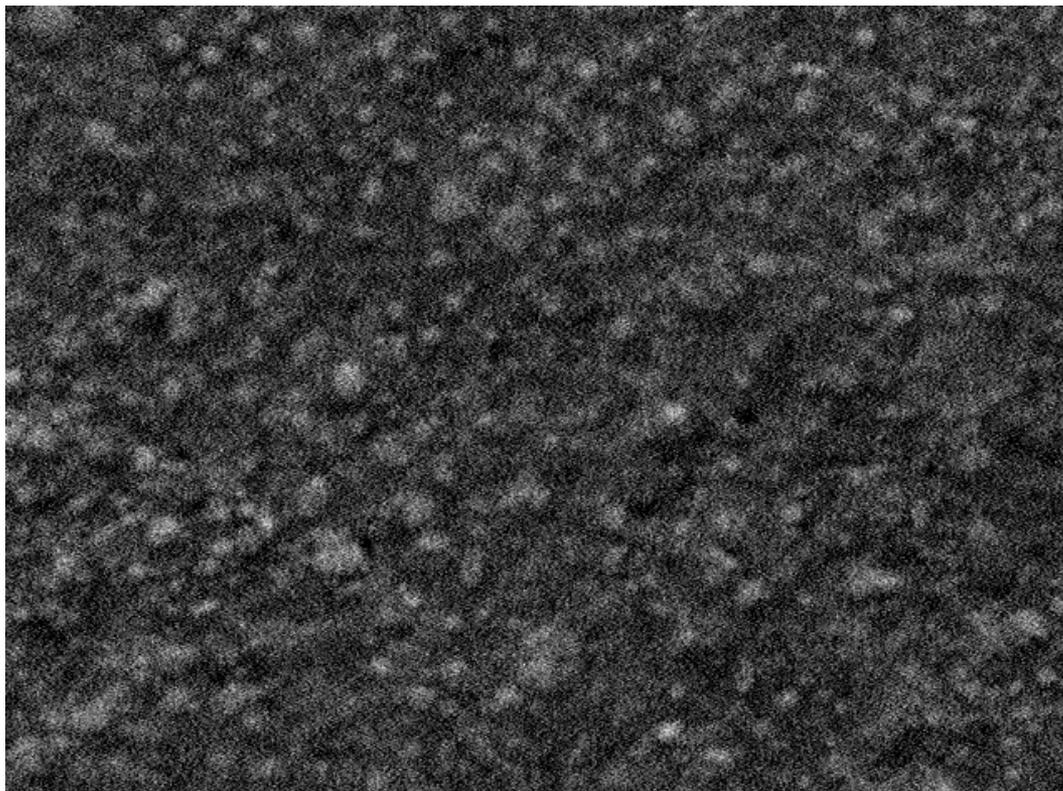


Figura 13. Filtek con modificación a 3000x.

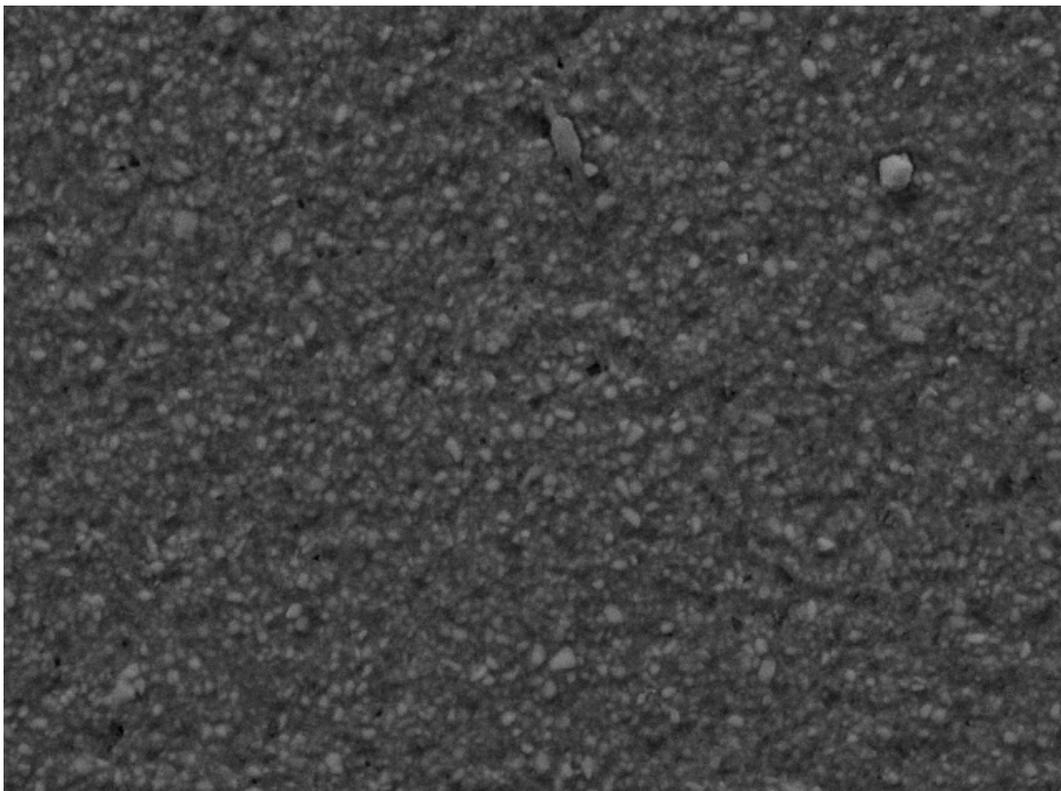


Figura 14. Point sin modificación a 3000x.

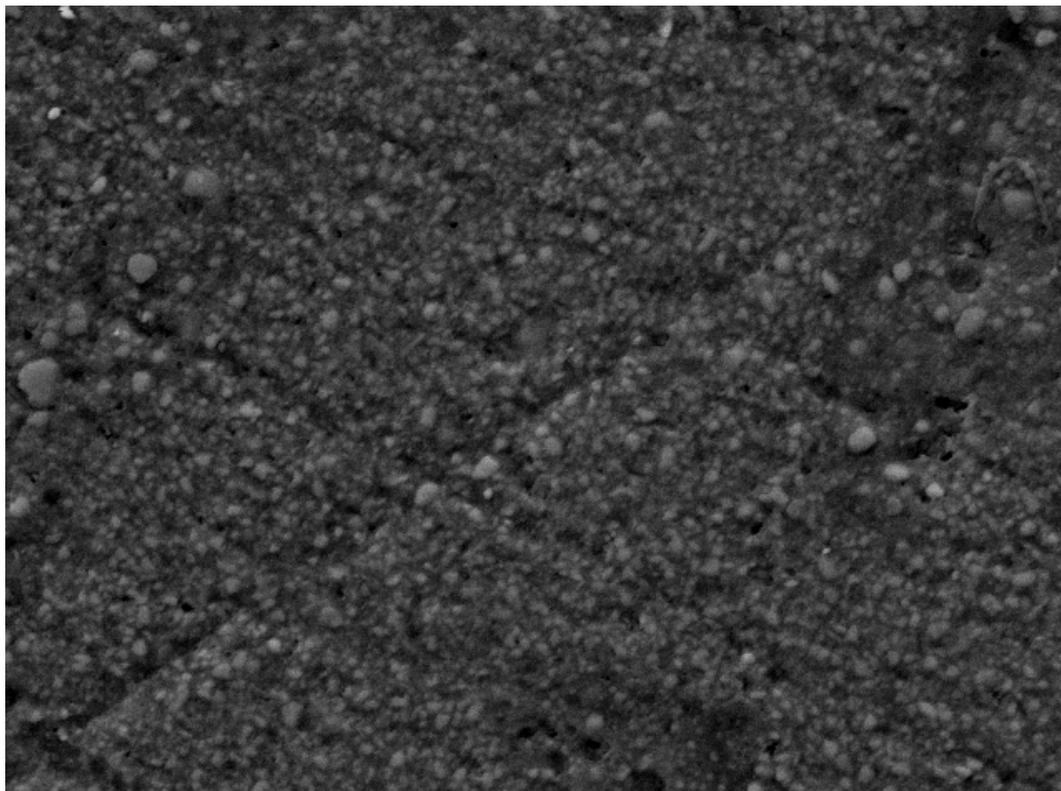


Figura 15. Point con modificación a 3000x.

5.8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS ELEMENTAL

El análisis elemental muestra, que comparando la composición química de todos los elementos de las resinas convencionales y modificadas, hubo algunos cambios en cuanto al porcentaje de algunos elementos, incluso algunos de estos desaparecieron en las resinas modificadas (Tabla 22).

Tabla 22 Análisis elemental de las 3 resinas con y sin modificación.

MATERIAL	Carbono (C)	Oxígeno (O)	Sodio (Na)	Aluminio (Al)	Silicio (Si)	Zirconio (Zr)	Titanio (Ti)
Filtek sin modificación	38.38	47.07	0.51	0.49	9	4.56	0
Filtek con modificación	31.36	53.09	0.42	0.7	10.08	4.36	0
Point 4 sin modificación	35.73	54.05	0.35	1.65	7.81	0	0.42
Point 4 con modificación	33.23	53.86	0.27	1.25	9.05	2.01	0.35
Quix fill sin modificación	33.52	40.77	1.56	4.95	5.28	0	0
Quix fill con modificación	32.36	38.71	1.81	6.1	8.16	0	0

Si se compara la resina Point 4 sin y con modificación podemos observar que la resina sin modificar no presenta Zr. Los elementos que disminuyen al modificar la resina son: C, O, Na, Al y Ti, este último solo lo encontramos en la resina Point 4. Los elementos que se encuentran en mayor porcentaje al modificar la resina son: Si y Zr, aunque el Zr no se encontró en la resina Point 4 sin modificar. En las resinas Filtek y Quixfil no aparece el Ti. Algunos elementos disminuyen al modificar la resina como: C, Na, y Zr. Mientras que otros elementos se encuentran en

mayor porcentaje al modificar la resina, como: O, Al y Si. En la resina Quixfil los elementos Zr y Ti no aparecen en ninguna de las 2 resinas. Se observa que los elementos C y O disminuyen su porcentaje al modificar la resina, y los elementos que aumentan su porcentaje al modificar la resina son: Na, Al y Si. (Anexo 2). En la figura 16 se observa la pantalla de la computadora con la imagen de la grafica con el análisis elemental de la resina Filtek.

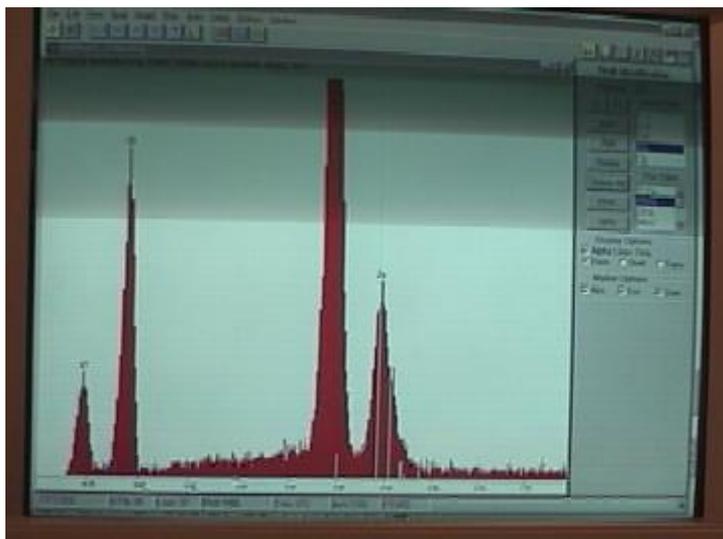


Figura 16. Pantalla del microscopio con la composición química de la resina compuesta Filtek Z250.

5.9. RESULTADOS DE MICROSCOPIA DESPUÉS DE UN AÑO DE ALMACENAMIENTO

El examen de MEB, de los controles de Quixfil almacenada en seco revela cambios en la textura de la superficie de los especímenes después de 1 año de almacenamiento. Observamos grietas entre las partículas más grandes y su matriz orgánica, además de poros y proyección de las partículas de mayor tamaño. (Figura 17).

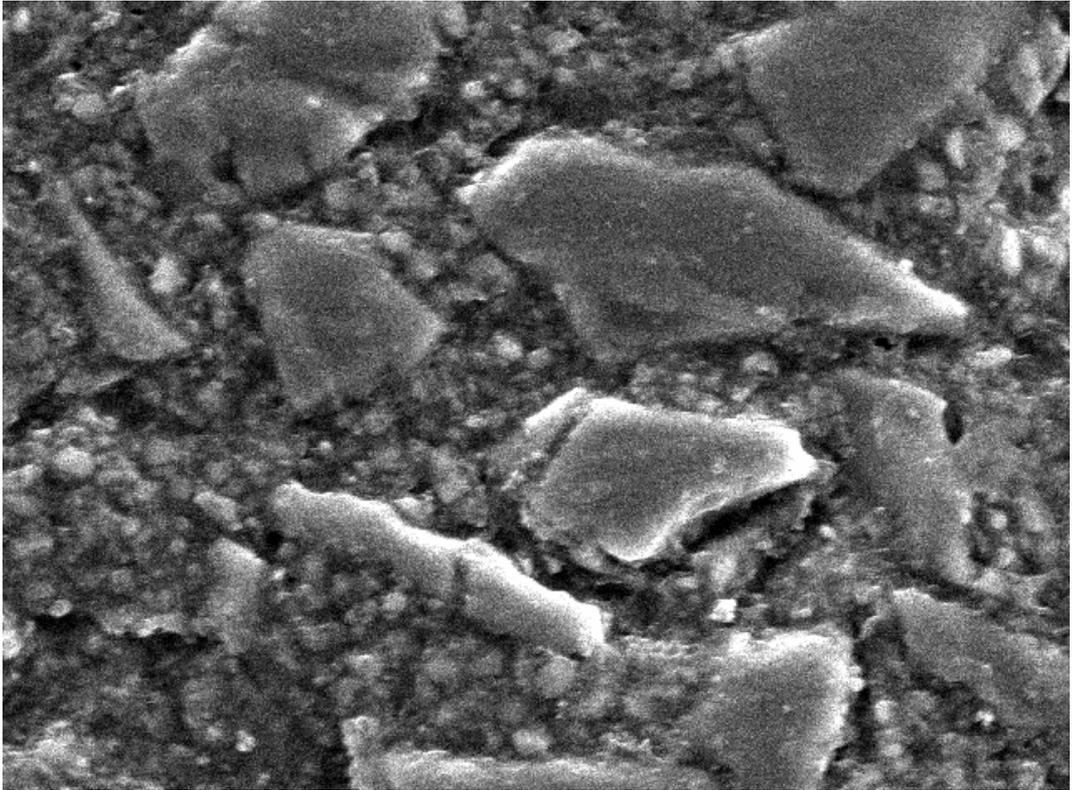


Figura 17. Quixfil sin modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

La resina Quixfil con modificación pero también almacenada en seco, muestra mayor cantidad de partículas y también mayor proyección de estas. Se aprecia también una superficie irregular con menor número de partículas de mayor tamaño y también proyección de ellas (Figura 18).

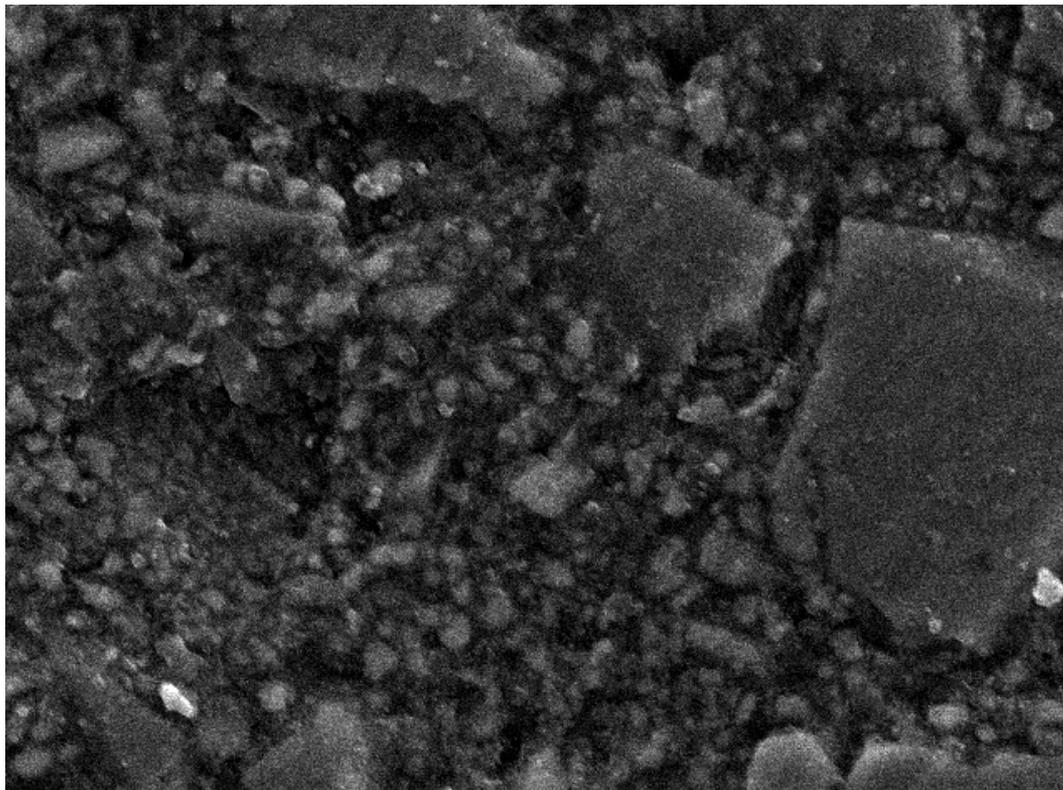


Figura 18. Quixfil con modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

La imagen MEB de Quixfil almacenada en medio húmedo con modificación, muestra que tanto entre las partículas de mayor tamaño como en el resto, hay espacios vacíos y casi vemos que algunas partículas están sobrepuestas sin matriz orgánica entre ellas. Los espacios vacíos son mas anchos, profundos y mas frecuentes que en las muestras anteriores (Figura 19).

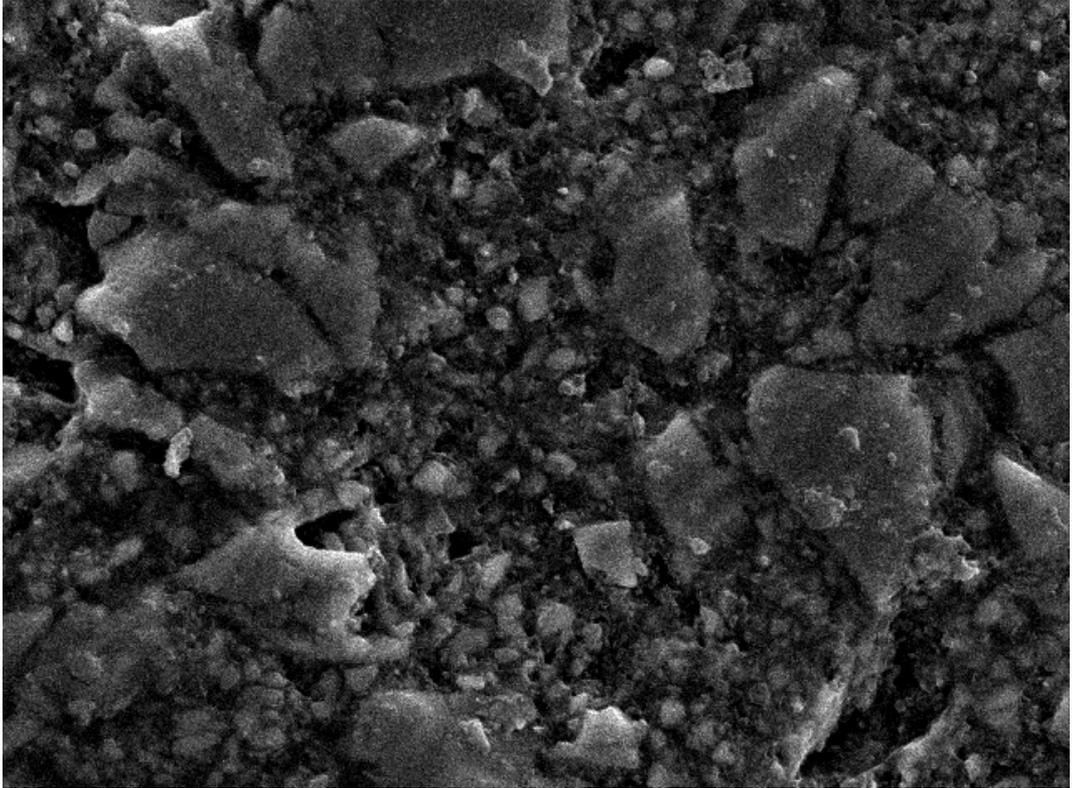


Figura 19. Quixfil sin modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

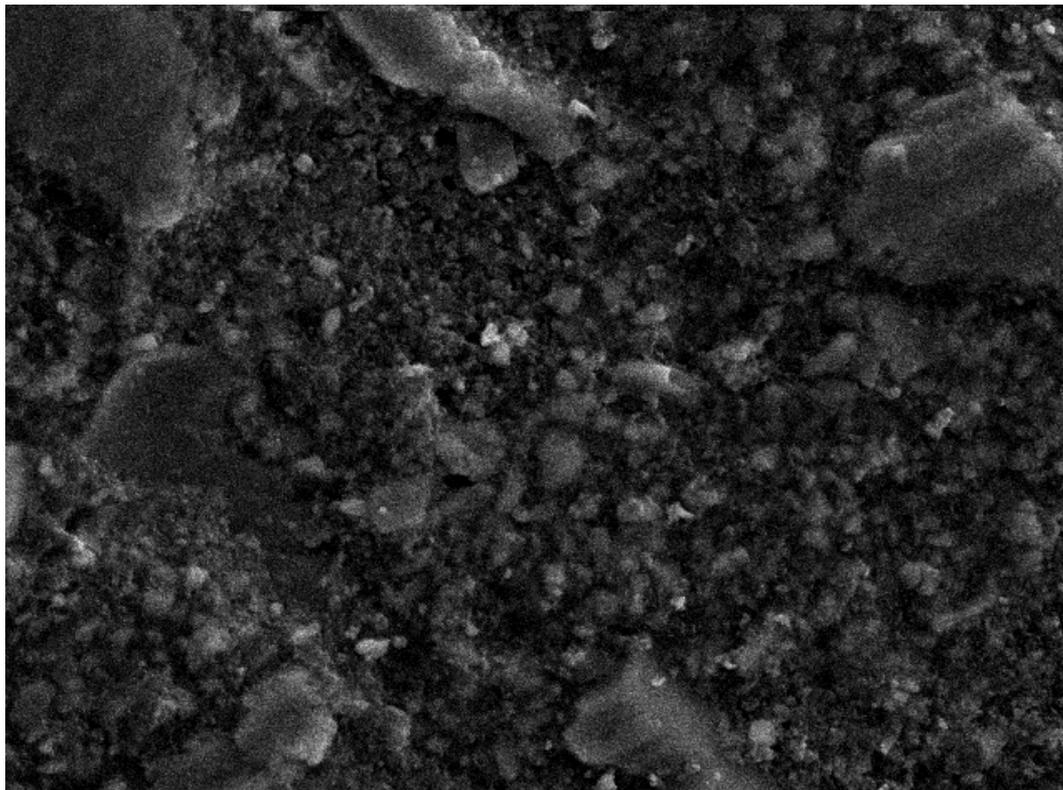


Figura 20. Quixfil con modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

Los resultados MEB de la resina Filtek sin modificación después de un año de almacenamiento en seco, muestra similitud con la imagen MEB de Filtek sin modificación, observamos mayor cantidad de poros y proyección de partículas (Figura 21).

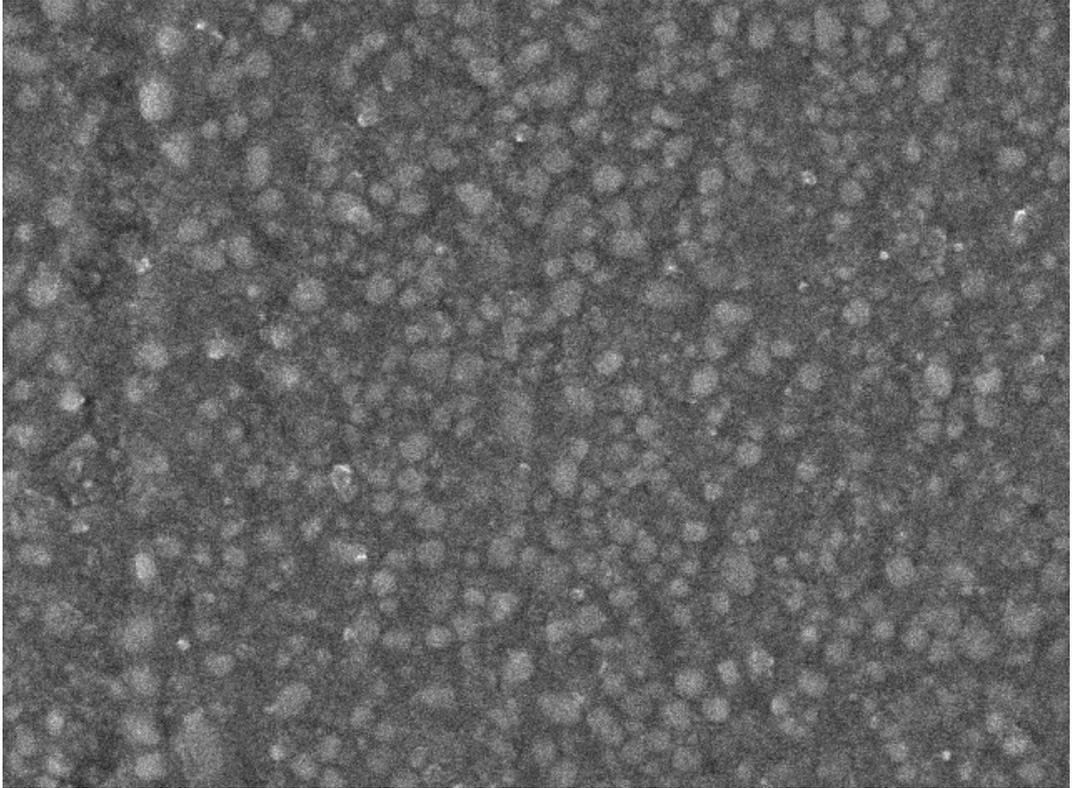


Figura 21. Filtek sin modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

Comparando a Filtek sin y con modificación almacenadas en seco, vemos mayor cantidad de poros y de mayor tamaño, así como grietas y proyección de partículas, especialmente las de mayor tamaño (Figura 22).

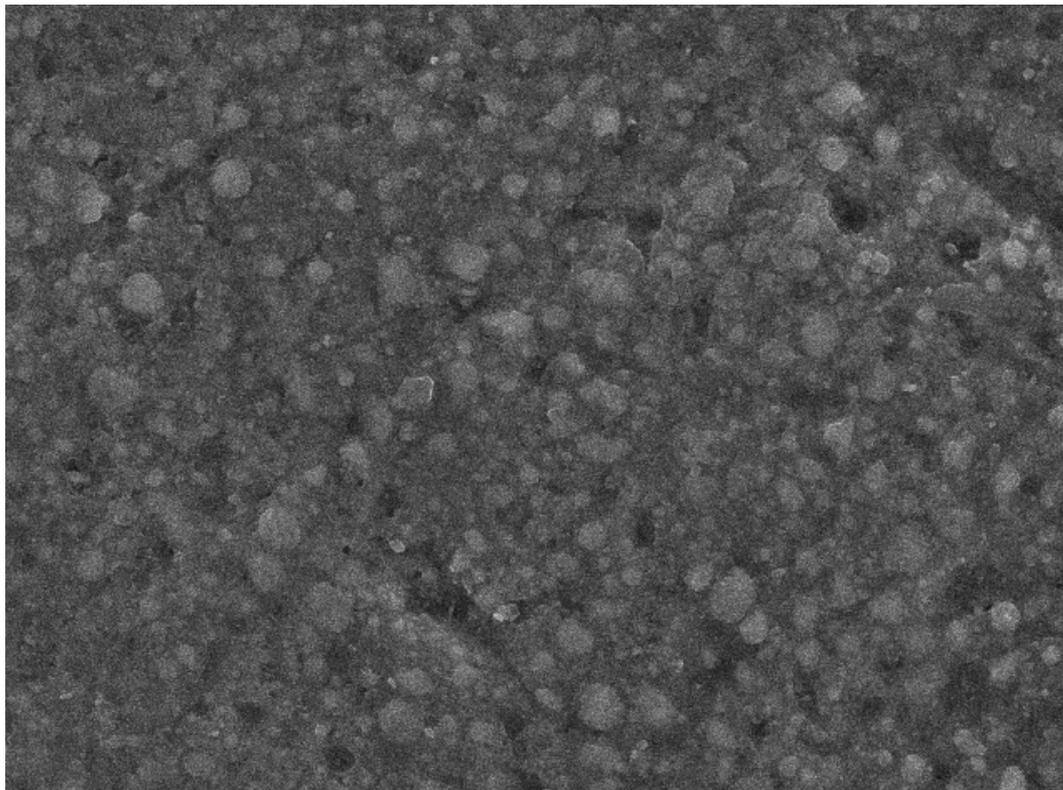


Figura 22. Filtek con modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

En la imagen MEB de Filtek sin modificación almacenada en medio húmedo, observamos grietas de mayor tamaño y así como poros y una superficie irregular. La proyección de partículas es mayor que en las imágenes anteriores de Filtek (Figura 23).

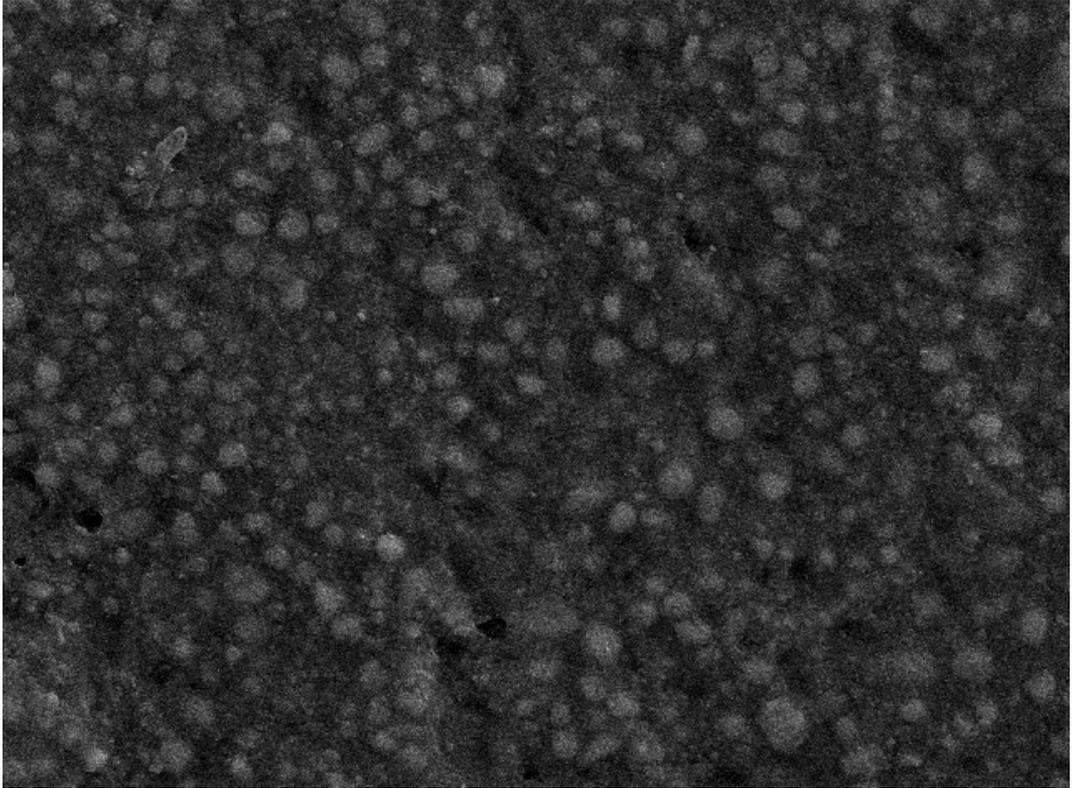


Figura 23. Filtek sin modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

En la imagen de Filtek con modificación almacenada en húmedo, observamos mayor cantidad de partículas pequeñas, poros, proyección de partículas y algunos espacios vacíos que dan la apariencia de exfoliación de partículas (Figura 24).

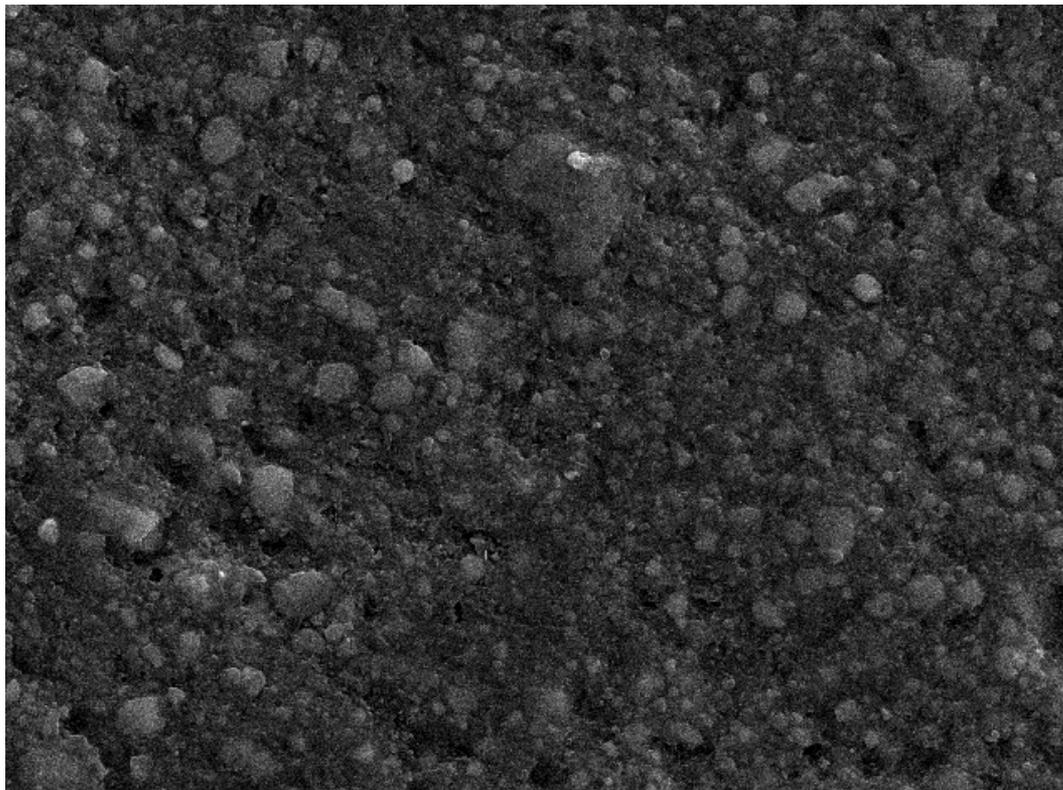


Figura 24. Filtek con modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

La imagen MEB a 3000X de Point 4 sin modificación después de un año de almacenamiento en seco, muestra grietas amplias, poros y la superficie es irregular, también se observa proyección de partículas y exfoliación de las mismas (Figura 25)

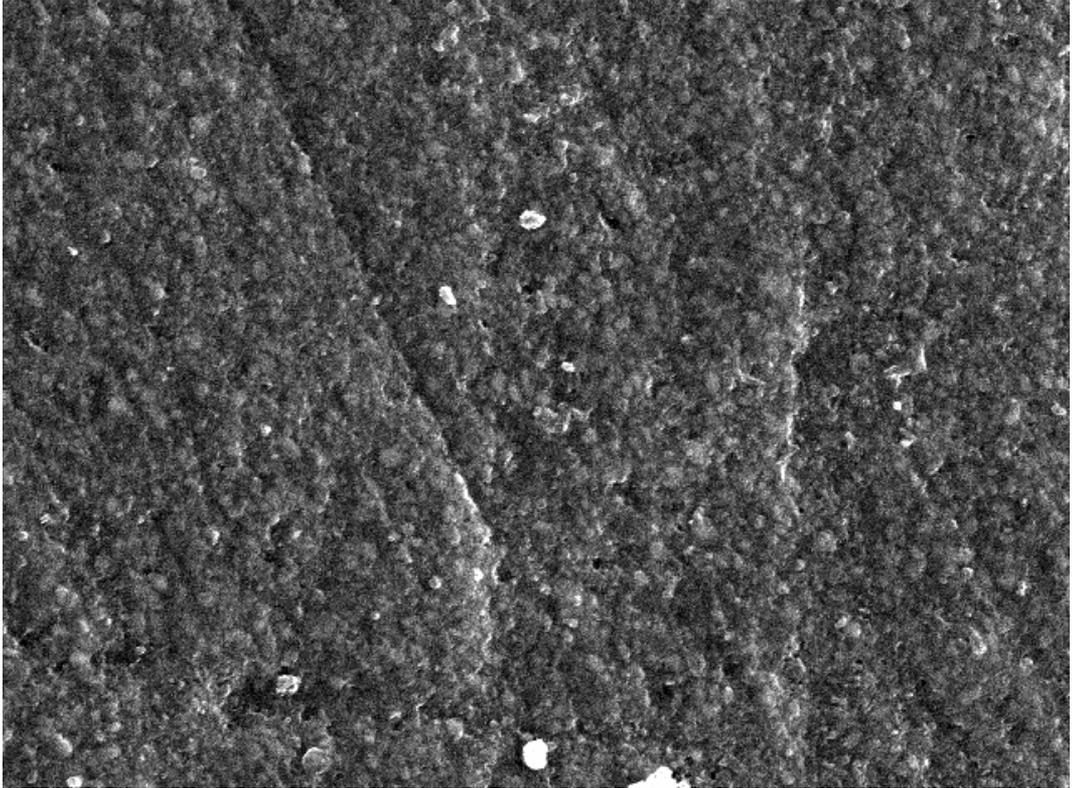


Figura 25. Point 4 sin modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

La imagen de Point 4 con modificación después de 1 año de almacenamiento en seco, muestra grietas y poros que dan la apariencia de ser espacios ocupados por partículas exfoliadas, se observan grietas en menor cantidad y también menor número de espacios vacíos, comparada con la imagen anterior de Point 4 sin modificación (Figura 26).

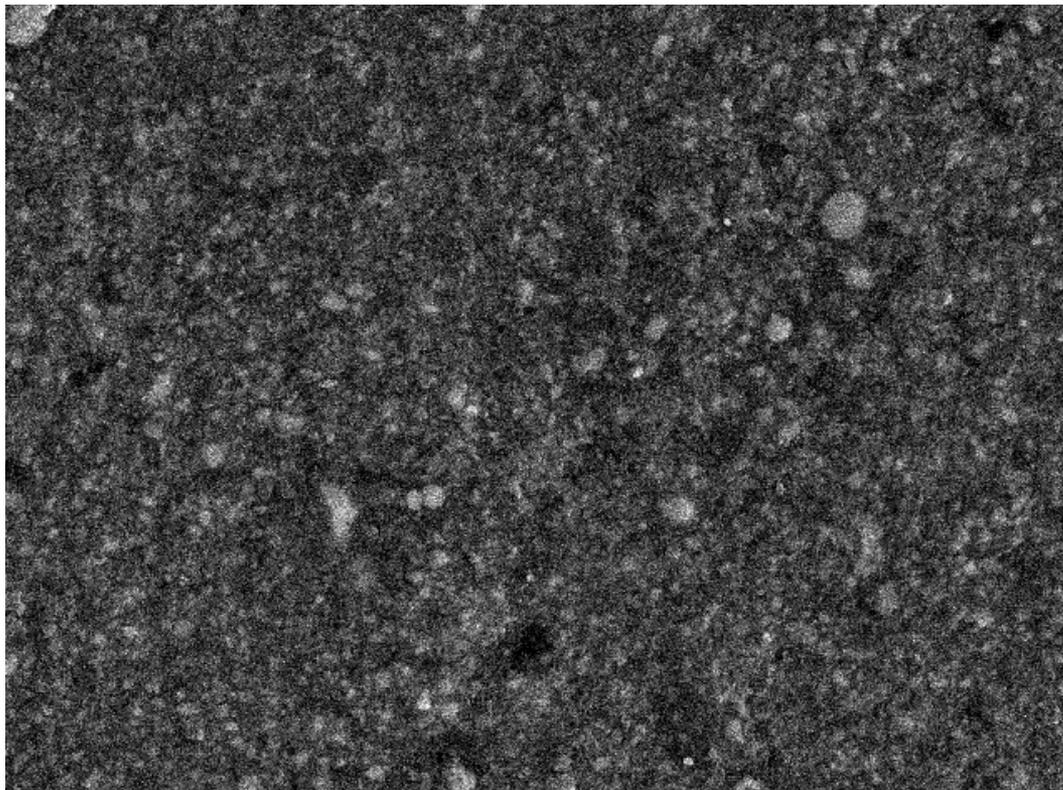


Figura 26. Point 4 con modificación a 3000 X, almacenada en medio seco.

La imagen MEB de Point 4 sin modificación almacenada en medio húmedo, presenta partículas exfoliadas sobre la superficie y poros que corresponden a ellas, la superficie es irregular (Figura 27)

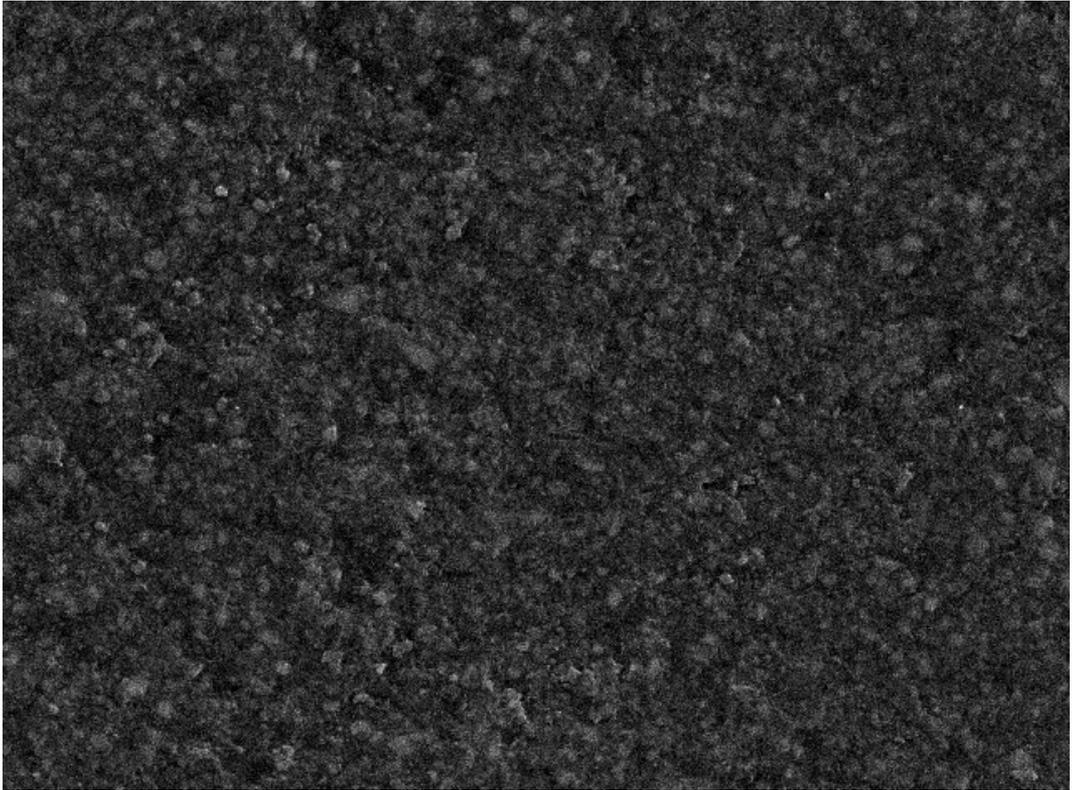


Figura 27. Point 4 sin modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

La imagen MEB de Point 4 con modificación después de 1 año de almacenamiento en medio húmedo, presenta grietas amplias y proyección de partículas y menor espacio entre las partículas y la matriz orgánica, en comparación con la imagen anterior, se observan pocas diferencias (Figura 28)

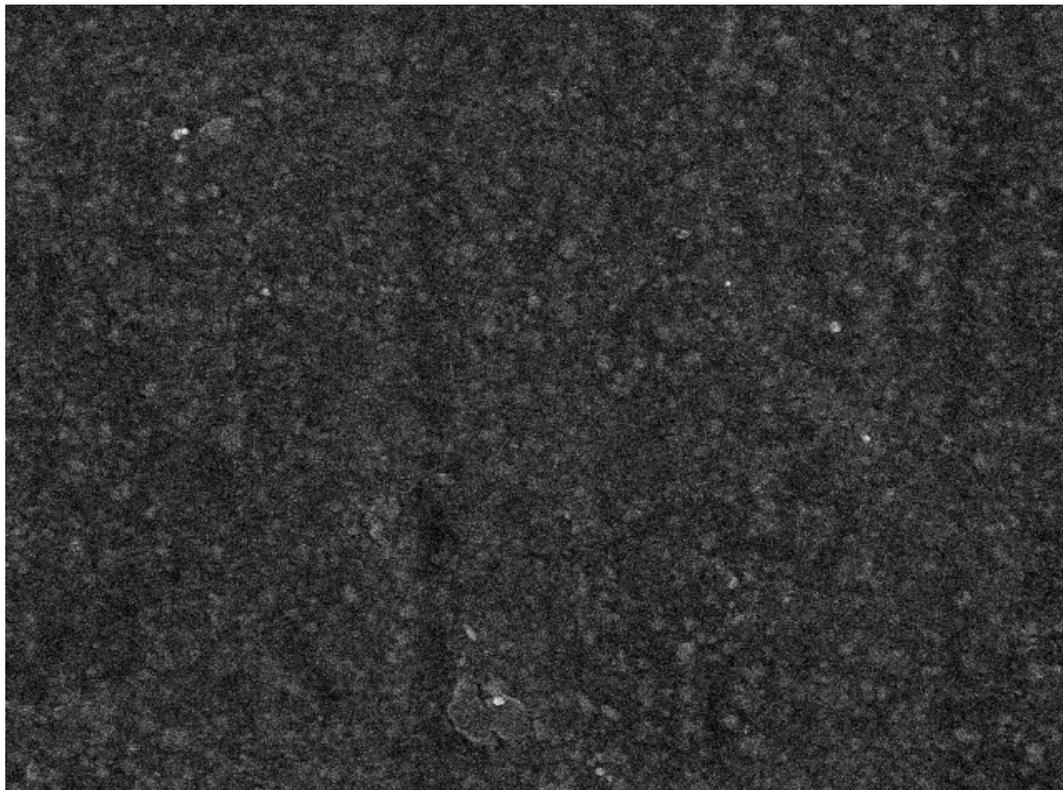


Figura 28. Point 4 con modificación a 3000 X, almacenada en medio húmedo.

◆◆◆ 6. DISCUSIÓN ◆◆◆

La dureza final de una resina compuesta es el resultado de la influencia de múltiples factores, como la composición química, la matriz orgánica y el tipo y tamaño de partículas de relleno (Chung, 1990). La dimensión de las partículas de relleno y química de los tres composites probados, representaron diferencias substanciales entre los materiales. La variable material obtuvo alta significancia estadística, y los valores de microdureza fueron directamente proporcionales al tamaño de partícula (Krishnan, et al., 1998). Quixfil con un tamaño de partícula que oscila entre .8 - 10 μm obtuvo el mayor promedio de microdureza, mientras que Filtek con partículas de .01 -3.5 μm fue el segundo mas alto y Point 4 con partículas que oscilan entre .4 - .8 μm obtuvo la microdureza mas baja. Los composites de macrorrelleno presentan partículas con tamaños de 1 a 5 μm , mientras que las resinas de microrrelleno contienen partículas de sílice submicrónicas (0.04 μm). Las resinas híbridas pueden describirse como composites de macrorrelleno con un tamaño de partícula de 0.6 a 5 μm , además de un contenido de microrrelleno de 0.04 μm , dependiendo de la marca comercial (Crispin, 1998). Se ha comprobado que el grado de polimerización de las resinas compuestas varía según el tamaño de la partícula de relleno inorgánico y el efecto del tamaño del sílice es importante en cuanto a la polimerización, es decir la cantidad de luz emitida por la lámpara disminuye al incrementar el diámetro de la partícula de sílice, reduciéndose así la dureza de manera muy significativa (Fujita et al., 1999). Los resultados del análisis elemental coinciden con los resultados de Fujita et al.,1999. De las 3 resinas, con y sin modificación, el porcentaje de sílice fue mayor en las resinas modificadas; Filtek obtuvo el promedio más alto de las 3 resinas, seguida por Point 4, finalmente Quixfil, que obtuvo la mayor dureza y el menor porcentaje de sílice. Estos resultados respecto al contenido de sílice y el tamaño de las partículas de relleno, son parte de los factores que influyeron para que cada material consiguiera la microdureza suficiente. Por su parte, las partículas de relleno tienden a dispersar la luz, especialmente las partículas de relleno

mas pequeñas (0.01-1 μm) siendo estas las que provocan la mayor dispersión luminosa, debido a que sus tamaños son similares a las longitudes de onda emitidas por las lámparas de polimerización: Caughman, Rueggeberg y Curtis, 1995. Como es el caso de Point 4, todas sus partículas están dentro del rango de similitud con la longitud de onda de la lámpara de polimerización, por lo que se obtuvo mayor microdureza en las resinas Filtek y Quixfil. La polimerización de los composites de resina conlleva un tiempo indeterminado para terminar la reacción de polimerización total (Gómez, 1995). La fotoiniciación representa solo el 60% del proceso de polimerización, continuando entonces la reacción llamada “fase oscura” durante un periodo de varias semanas hasta alcanzar la polimerización final (Ferracane, 1985). Nuestros resultados indican que el factor tiempo es altamente significativo, el promedio de microdureza de los 3 composites de resina después de 30 días del fotocurado, alcanzó su dureza máxima, con un aumento gradual desde el primer día hasta los 30 días de almacenamiento. La disminución de microdureza promedio después de los 30 días del fotocurado se puede explicar por la degradación hidrolítica que ocurre al cabo de 30 días de almacenamiento en agua, que es inevitable, aún en las resinas elaboradas con técnica indirecta (Cesar, 2001). Se ha demostrado que la microdureza es un indicador fidedigno y muy sensible del grado de polimerización de las resinas compuestas (Asmussen, 1982; Ferracane, 1985; Rueggeberg y Craig, 1988; Peutzfeld, 1994). Nuestros resultados muestran que la microdureza de las resinas agrupadas (únicamente por marca comercial), alcanza su mayor valor a los 30 días del fotocurado coincidiendo con Watts y Grant 1986. Después de los 30 días hubo una disminución de microdureza en el resultando de la cuarta medición (a los 183 días) y a los 365 días de nuevo disminuyó; excepto para Filtek, que fue la excepción ya que a los 365 días presentó un aumento de microdureza, mayor incluso que su promedio inicial (Cesar, 2001). En cuanto a la disminución de microdureza a los 183 días de almacenamiento acuoso podemos decir que se debe al fenómeno de expansión higroscópica, es decir que, al absorber agua del entorno, se libera el estrés interno de la resina, con lo cual ésta se vuelve menos compacta, produciéndose un cambio en la capacidad de ser indentada (De la

Macorra, 1999). Éste fenómeno de expansión higroscópica está relacionado con los resultados de la microdureza promedio de cada marca comercial, ya que la mitad de las resinas de cada marca comercial fueron almacenadas en medio húmedo. En la última medida de microdureza a los 365 días del fotocurado, las resinas Point 4 y Quixfil presentaron una disminución en el promedio de microdureza, mientras que Filtek aumentó de nuevo. Este fenómeno puede ser atribuido a la composición química de cada resina (Chung, 1990). Cuando se estudiaron las variables materiales y medio de almacenamiento, los resultados de Filtek y Point 4 almacenadas en medio húmedo fueron acordes con otros autores, que afirman que el fenómeno de expansión higroscópica de los composites provoca cambios en la resistencia a ser indentados (De la Macorra, 1999), por lo que todos los especímenes almacenados en medio acuoso mostraron un importante descenso en la microdureza, excepto para Quixfil, que mostró un comportamiento contrario (con promedio de microdureza más alto para las resinas almacenadas en medio húmedo). Estos resultados pueden estar relacionados con la cantidad de carga inorgánica y el tamaño de partícula (Dewald y Ferracane 1987). Al igual que el tamaño de partícula, la carga inorgánica fue directamente proporcional a la dureza. El refuerzo de los composites de resina ha dado como resultado una mejoría en algunas propiedades físicas (Ruddell et al., 2000). En el resultado de la resina Quixfil respecto a la modificación con partículas prefotocuradas de la misma, muestra mayor promedio de microdureza en la resina modificada comparada con la no modificada, que puede atribuirse a la cantidad de carga inorgánica. La disminución de la dureza en los especímenes mantenidos en humedad es más manifiesta en los composites de micro-relleno, gracias al alto contenido de matriz orgánica responsable de la absorción del agua (Dewald y Ferracane 1987). La microdureza de Filtek y Point 4 disminuyó con modificación. Aunque el tamaño de partícula fue el mismo después de modificar la resina, por lo cual el efecto de la dispersión por similitud del tamaño de partícula (con la longitud de onda de las lámparas de polimerización) fue más pronunciado en las resinas con mayor número de partículas en este rango de tamaño (Caughman, Rueggeberg y Curtis, 1995). La polimerización de los composites involucra un

tiempo indeterminado para completar la reacción de polimerización total (Gómez, 1995). En el medio de almacenamiento seco, la dureza aumentó aún después de los 30 días, en la medición a los 183 días de almacenamiento y a los 365 días presento una disminución, lo cual era de esperarse en una resina que completa su conversión polimérica, teniendo en cuenta que la microdureza es un método indirecto para evaluar el grado relativo de polimerización de las resinas compuestas (Leung et al., 1983). Después de su promedio más alto de microdureza, observamos una disminución que podemos atribuir al proceso de deterioro o envejecimiento. La apariencia de color de los composites dentales está relacionada con la rugosidad de la superficie y procedimientos de pulido, además del ambiente húmedo y la degradación química (Uchida et al., 1998). Por su parte, las resinas almacenadas en medio húmedo obtuvieron su mayor microdureza a los 30 días. Éste resultado concuerda con otros autores evidenciando la degradación hidrolítica (Martos et al., 2003; De la Macorra, 1999). En este estudio observamos que los composites de resina, a pesar de presentar ya una disminución de microdureza después de alcanzar sus valores mas altos, a los 365 días vuelve a mostrar aumento de microdureza, de acuerdo con Schulze quien demostró que los composites muestran un incremento de microdureza significativo después de un tratamiento de envejecimiento acelerado por exposición de luz y humedad (Schulze et al., 2003). A pesar del envejecimiento de la resina y el medio acuoso, la microdureza aumenta, y está relacionado con el hecho de que todos los materiales poliméricos endurecen con la edad por la conversión polimérica a través del tiempo (Helvatjoglou, et al., 1991). Los resultados de la doble interacción Modificación-Tiempo, muestran que al modificar las resinas con partículas prefotocuradas se logró aumentar la dureza solo inicialmente, pues tanto la resina modificada como la no modificada alcanzan la mayor microdureza a los 30 días y en la dureza final se muestran promedios sin diferencias significativas (Cesar, 2005). En cuanto a la carga inorgánica, fue proporcional a la microdureza donde Quixfil que presento mayor promedio con un 83%, seguido de Filtek con 76%, y Point 4 con 71%. Es mejor dentro de lo posible, para un material restaurativo de resina compuesta, una cantidad máxima de relleno inorgánico y una cantidad mínima

de matriz orgánica polimerizable en cadenas (Phillips, 1996). Por lo anterior, se explica que Quixfil tiene menor cantidad de matriz orgánica, que está sujeta a mayores cambios de microdureza durante los primeros 30 días, y que adquirió su máxima dureza antes que las demás resinas, cuando fue almacenada en medio húmedo (y a partir de los 30 días disminuyó y se estabilizó). Los materiales de composite se caracterizan por absorción de agua (Braden et al., 1976) lo que conlleva cambios sobre las propiedades físicas de la superficie; estos, a su vez logran estabilizarse en una semana (Swartz, et al., 1982) o 30 días (Fan, et al., 1985). Normalmente los cambios ocasionan una disminución de la microdureza. En cuanto al medio de almacenamiento seco, el promedio de microdureza más alto no fue a los 30 días del fotocurado, como en el almacenamiento húmedo, sino a los 365 días para Filtek y Point 4, y a los 183 días para Quixfil. El incremento de dureza en los composites ha sido observado cuando se encuentra en seco y a una temperatura de 37°C (Greener, et al., 1984). La reacción de la resina depende del incremento de la temperatura (Wu, 1983). En algunos casos se puede observar aumento de la microdureza en la superficie de las resinas, que se debe a que persiste una concentración de radicales libres, aún después de la irradiación de luz (Ledwith, 1977). La relación entre el grado de conversión y microdureza de la resina puede ser una correlación lineal (Asmussen, 1982; Ferracane, 1985). También es importante destacar que todos los materiales presentaron diferentes tamaños de partícula, en éste caso la dureza fue proporcional al tamaño de partícula en cada material. El promedio de microdureza más alto de Filtek y Point 4, fue cuando la resina se almacenó en medio seco; obteniendo su promedio más alto a los 365 días de almacenamiento, mientras que los especímenes en medio húmedo alcanzaron su mayor microdureza a los 30 días del fotocurado. Después decreció el promedio causado por el contacto de la resina con humedad. Para Quixfil almacenada en medio seco, el promedio más alto fue a los 183 días, mientras que en medio húmedo la microdureza más alta fue antes de los 30 días de almacenamiento, lo cual indica que la humedad impidió que la microdureza aumentara conforme transcurrió el tiempo (Cesar, 2001). En la interacción triple Material-Medio-Superficie, el promedio de microdureza fue mayor

en medio seco para las resinas Filtek y Point 4, y lo contrario para Quixfil. La dureza decreciente de los especímenes húmedos es por la cantidad de matriz orgánica responsable de la absorción del agua en los composites de resina (Dewald y Ferracane, 1987) En cuanto a la cara de las muestras, con respecto al medio de almacenamiento, vemos que la cara superficial de los especímenes tuvo mayor microdureza que la profunda, pero los promedios entre ambas caras fueron similares excepto para Filtek en medio seco, que obtuvo mayor diferencia entre la microdureza de la cara superficial, comparada con la profunda. El grado de polimerización varía, al tener en cuenta la superficie expuesta a la fotoiniciación, debido a que en la zona superficial, un número suficiente de fotones, está disponible para iniciar la polimerización, incluso con una reducida radiación luminosa. Por el contrario, en las caras más profundas una adecuada radiación es más importante, ya que el composite de la superficie expuesta causa dispersión y absorción de fotones, lo cual afecta adversamente al grado de polimerización, que va disminuyendo internamente desde la superficie expuesta. A diferencia de las demás resinas, los especímenes de Quixfil almacenados en medio seco fueron la excepción, con un mayor promedio de dureza por su cara profunda, efecto de la composición y distribución de los tamaños de relleno, que son factores importantes en la dureza (Ferracane y Condon 1992), así como el menor contenido orgánico y la baja absorción de agua (Dietschi et al., 1994).

En éste estudio las resinas modificadas tienen resultados de microdureza diferentes a las resinas convencionales. Algunos autores han comprobado que la dureza de un composite fotopolimerizable es mayor en ambiente seco que en medio húmedo, ya sea agua destilada, solución buffer o alcohol. (Asmussen y Peutzfeldt, 2001), como es el caso de las resinas convencionales sin modificación. La cara superficial mostró mayor microdureza que la profunda (Murdock et al., 2001). Se observa también, en el composite convencional, que cuando fue almacenado en medio húmedo, disminuyó la microdureza de la cara superficial (Marthos et al., 2003). El promedio de microdureza para las resinas modificadas mostró un comportamiento diferente al de las convencionales, en medio seco se

observó disminución de la dureza superficial y aumento de la profunda, y en medio húmedo no obedece a la influencia de la degradación hidrolítica sobre la microdureza, descrito por Martos, ya que la microdureza de la cara superficial aumentó, incluso fue el promedio más alto de ésta interacción. El aumento de microdureza es efecto de la diferencia que hay en la cantidad de contenido orgánico en las resinas modificadas, siendo menor en éstas. Cuanto mayor carga de relleno inorgánico tiene un composite, más fácilmente se polimeriza. Por tanto, una cantidad de luz determinada, polimerizará de modo más completo un macrorrelleno o un híbrido fuertemente cargado, que un composite de microrrelleno (Crispin, 1998). Siendo diferente el comportamiento de los composites convencionales con respecto a las variables, medio de almacenamiento, superficie de fotocurado y modificación de la resina, es importante hablar de la dureza efectiva. Diversos autores han hablado de la dureza superficial y de la dureza efectiva, ya que la dureza superficial ha mostrado por sí sola ser un pobre indicador del grado de polimerización en las áreas más profundas de una resina compuesta (Pires et al., 1993; Rueggeberg y Jordan, 1993; Fowler, Swartz y Moore, 2004; Myers, Caugman y Rueggeber, 1994; O'Brien, 1997; Poulos y Stynern, 1997; Blankenau, Erickson y Rueggeberg, 1999; Leonard, Charlton y Hilton, 1999). Podemos generalizar que cuanto mayor fue el contenido orgánico, menor fue la microdureza en medio húmedo, debido a que la matriz orgánica es la responsable de la absorción de agua en los composites de resina (Dietschi et al., 1994), por lo que Point 4 fue el composite con menor la microdureza en medio húmedo. En Filtek la mayoría de sus promedios fueron mayores en medio húmedo que en seco, a excepción de la resina almacenada en seco sin modificación. Por último, en Quixfil, todos los promedios de microdureza fueron mayores para las resinas almacenadas en medio húmedo. La modificación de la resina ocasiona una mayor microdureza en Quixfil pero no de Filtek y Point 4. El efecto del tamaño de partícula se relaciona con éste fenómeno, donde las partículas de Point 4 y Filtek están en un rango de tamaño que se relaciona con el efecto de la dispersión de luz por similitud del tamaño de partícula con la longitud de onda de las lámpara de polimerización, y fue más pronunciado en las resinas con mayor número de par-

tículas en este rango de tamaño (Caughman, Rueggeberg y Curtis, 1995). En cuanto a la superficie, se vio reforzada la cara superficial de casi todos los composites almacenados en medio húmedo con modificación, o al menos no disminuyó más que la cara profunda, como el caso de Point 4; de éste fenómeno son responsables el tamaño de partícula y la cantidad de contenido orgánico, ya explicados anteriormente.

En nuestro estudio, el promedio de microdureza de Quixfil, que cuenta con menor contenido de matriz orgánica, comparada con las otras 2 resinas, presento promedios de microdureza mas altos en húmedo que en seco, siendo la microdureza mas alta al inicio, en la cara superficial a 1 día del fotocurado, y en la cara profunda a 7 y 30 días, pero aunque decreció la microdureza, los promedios fueron mas altos que los conseguidos en los especimenes almacenados en medio seco; en este estudio el grado de conversión no fue medido, pero en el caso de Quixfil, podemos atribuir su promedio de microdureza alto, por múltiples factores y añadimos también, un mayor grado de conversión (Ferracane y Condon 1992). Por otro lado después de alcanzar los promedios más altos de microdureza, las superficies de los especimenes almacenados en húmedo sufrieron una reducción de dureza, lo cual indica que a los 30 días también hubo degradación hidrolítica al igual que todas las resinas probadas en este estudio (Cesar, 2001), (Martos et al., 2003). La cara superficial de los especimenes, tuvo mayor promedio de microdureza que la cara profunda en las resinas Filtek y Point 4. De la cara superficial el grado de polimerización va disminuyendo internamente desde la superficie expuesta (Murdock et al., 2001), (Zahra, Abate y Macchi, 2001). Un hallazgo encontrado en las superficies de resinas almacenadas en medio seco, es que el promedio de microdureza mayor fue encontrado entre 183 y 365 días (cara superficial), y demuestro un endurecimiento progresivo por la continua polimerización después del fotocurado inicial, este incremento es como resultado de la vida prolongada de los radicales incrustados en la estructura de interconexión (Helvatjoglou et al., 1991). En cuanto a las superficies en el fotocurado, en las resinas modificadas Filtek y Point 4, almacenadas en medio de húmedo, la

modificación solo proporciono un promedio de dureza mayor en la cara superficial, comparada con los especímenes sin modificación también almacenados en medio húmedo, y respecto a la cara profunda hubo una disminución. Mientras que en Quixfil la microdureza fue mayor en todas las comparaciones de las resinas modificadas contra las no modificadas. Las diferencias encontradas en los especímenes de Quixfil, se puede atribuir a la cantidad mayor de carga inorgánica que se relaciona con los altos valores de dureza, pero también es importante la composición y distribución de los tamaños de relleno (Ferracane y Condon 1992). Uno de los rasgos generales en las resinas almacenadas en medio húmedo, fue que ninguna resina logro tener un promedio de microdureza mayor después de los 30 días (Cesar, 2001). De acuerdo con otros investigadores la dureza decreciente a través del tiempo en especímenes húmedos es debido a la absorción de agua y puede afectar los materiales del composite de resina disminuyendo su resistencia al desgaste y puede causar desprendimiento de la matriz de relleno e incluso degradación hidrolítica de los rellenos (Helvatjoglou et al., 1991). Las diferencias entre los 3 materiales con respecto a la sorción, pueden explicarse por su contenido de matriz resinosa. Filtek contiene resinas basadas en Uretano dimetacrilato (UDMA) y bisfenol-A-dimetacrilato etoxilato (Bis-EMA), siendo el UDMA más soluble en agua (Pearson y Longman, 1989). Point 4 solo contiene trietilglicol-di metacrilato (TEGDMA) como diluyente, cuya solubilidad es mayor que los anteriores (Sarkar, 2000), y se caracteriza por que crea la red polimérica más densa y flexible, pero también la que más cantidad de agua absorbe (Sideridou et al., 2003). Casi siempre es utilizado como diluyente para UDMA y Bis-EMA, que es el más viscoso.

Por ultimo Quixfil contiene los 3 TEGDMA, UDMA y Bis-EMA, se relaciona con algunos estudios que han tratado de desarrollar materiales con mejoras en el curado y en las propiedades, mediante la incorporación de diferentes monómeros a las resinas compuestas dentales, así como la elaboración e incorporación de otros nuevos monómeros (Peutzfeldt, 1997). Tomando en cuenta que la resina modificada contiene un porcentaje de composite fotocurado en forma indire-

cta, se considera que hubo un mejoramiento respecto al grado de conversión obtenido por el uso de de una fotoactivación previa del 30% del peso de la resina, por lo cual es comparable con los resultados de estudios de composites indirectos (Touati y Aidan, 1997), (Chalifoux, 1998). Algunas muestras de resina tuvieron una disminución de microdureza a los 183 días del fotocurado, las que no presentaron esta disminución fueron: la resina Point 4 con modificación, Filtek con modificación, y Quixfil sin y con modificación, todas ellas almacenada en medio seco (por su cara superficial). En éste caso la modificación actuó como composite indirecto, provisto de mejores características (Chalifoux, 1998). El porcentaje de relleno de los composites estudiados se incrementa al ser modificados, además, en los materiales activados por luz, la intensidad lumínica es mayor en las capas superficiales del material. La elevada viscosidad de la pasta retrasa la difusión de los radicales libres activados desde las capas superficiales a las capas inferiores no activadas y, en consecuencia, el material que no se activa inicialmente puede tardar un tiempo considerable en polimerizar o puede no hacerlo nunca. (MacCabe, 1988). Por eso en las caras profundas de las resinas la microdureza fue menor y menor todavía cuando se almaceno en medio húmedo. El grado de polimerización o conversión hace referencia a cuanta polimerización (porcentaje de monómeros que se han convertido en polímeros) ocurre en el composite (Keogh, 2001). La reacción con luz es la que tiene lugar cuando la luz está incidiendo y atravesando la resina. La reacción oscura es la polimerización que comienza inmediatamente después de que se apaga la luz. Esta reacción por tanto, no depende de la presencia de la luz y continua por lo menos durante 24 horas incluso en total oscuridad (Albers, 1988). Esta reacción se vio interrumpida por el contacto con humedad, a los 30 días en algunos casos y en otros desde 1 día del fotocurado.

En general, en cuanto al medio de almacenamiento, observamos que Filtek y Point 4 alcanzaron promedios de microdureza mayores en medio seco que en medio húmedo. Mientras que en la resina Quixfil fue mayor la microdureza en las resinas almacenadas en medio húmedo. La modificación de la resina Filtek alma-

cenada en medio seco, no dio resultados favorables a la modificación. Ya que la unión entre 2 composites es reparativa, la unión química es poco fiable por los escasos radicales libres presentes, y las partículas prepolimerizadas es el composite mas antiguo, donde la silanización podría ofrecer una alternativa por aumentar la unión entre el composite nuevo y el mas antiguo. Esto también tiene que ver con la disminución de microdureza que sufrieron todos los composites prefotocurados (Swift et al., 1992).

En el medio húmedo la resina modificada obtuvo un promedio de microdureza más alto por su cara superficial, que la resina sin modificación, en cambio para la cara profunda de las resina sin modificar, el promedio fue más alto que la resina con modificación (Keogh, 2001).

6.1. DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS ELEMENTAL

Todas las resinas compuestas utilizadas en este estudio difieren en las proporciones de sus componentes. Al comparar estos productos mediante el análisis elemental, los principales componentes encontrados son 7 elementos: C, O, Na, Al, Si, Zr y Ti. Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones, destacando de forma mayoritaria el dióxido de silicio, así como los borosilicatos y aluminosilicatos de litio. Muchos composites reemplazan parcialmente el cuarzo por partículas de materiales pesados, como el bario, estroncio, zinc, aluminio o zirconio, que son radiopacos. En la actualidad se buscan materiales, como el metafosfato de calcio, que tengan una dureza menor que los vidrios de modo que sean menos abrasivos con el diente antagonista (Xu, 1999). Al hablar de el contenido de C, que es el responsable de la formación de doble enlace para la formación de cadenas poliméricas, vemos que en las resinas modificadas disminuyo la cantidad de este, debido a que en la superficie expuesta al fotocurado, que fue en la que medimos los elementos presentes, se observó un menor contenido de C, por lo cual la microdureza en las resinas modificadas alcanzaron su valores más altos

antes que las resinas sin modificar, debido a que ya un 30% de esta fue tratada con luz, molida y mezclada con resina convencional. Algunos estudios han sugerido que las propiedades de los materiales resinosos están asociados con la cantidad de doble enlace remanente en el polímero después de la polimerización (Wilder et al., 1981). La capacidad de formar doble enlace en cada material esta relacionado con la cantidad de C disponible, ya que si comparamos los resultados de dureza entre las resinas sin y con modificación, se observa que en todas el porcentaje de C fue mayor en la resina sin modificación, lo podemos relacionar con el porcentaje de material orgánico y la capacidad de seguir formando cadenas con doble enlace de C, que respecto a la microdureza, observamos que las resinas en medio húmedo no continuaron su polimerización oscura en medio húmedo consiguiendo el promedio mas alto de microdureza desde 7 días, y en otras hasta los 30 días. Quixfil obtuvo el promedio de microdureza más alto entre las 3 marcas comerciales, también obtuvo el menor porcentaje de carbono dando los promedios más altos de microdureza, casi en todos los especímenes almacenados en medio húmedo, dicho promedio de microdureza fue alcanzado antes de los 30 días.

Si el enlace doble reaccionara con oxígeno o con inhibidor, a mayor cantidad de inhibidor, la cantidad de enlaces dobles remanentes se incrementa, aunque también es concebible que el incremento de enlaces dobles convertidos hayan reaccionado con el oxígeno o el inhibidor, afectando a la cantidad remanente de enlaces dobles en polímeros de resina restaurativa (Asmussen 1982). Por lo cual la reducción del porcentaje de conversión de monómero en polímero, reduce los valores de microdureza de la superficie. Las burbujas de aire visible a través de la microdureza provee de una evaluación de la resistencia de el composite a la fuerza compresiva, las variaciones en la micro estructura podría resultar en una anomalía de los valores de dureza (Schulze et al., 2003). Por lo tanto los promedios de oxígeno (O) en cada resina, representa poros o espacios en la superficie. Encontramos que quien mayor porcentaje obtuvo fue Point 4 que a su vez fue el que obtuvo la menor microdureza, seguido por filtek y finalmente Quixfil presen-

to el promedio más bajo de O en su superficie externa, este dato coincide con la microdureza encontrada, por lo que a mayor contenido de oxígeno la microdureza fue menor. En Filtek a diferencia de las demás resinas, observamos mayor contenido de oxígeno, cuando estuvo modificada la resina. El promedio de Na estuvo en mayor porcentaje en Quixfil, y más en Quixfil con modificación, le siguió Filtek y finalmente Point 4. En las resinas modificadas de Filtek, fue mayor el contenido de Na, comparada con las no modificadas, mientras que en Point 4 y Quixfil el mayor porcentaje fue encontrado en la resina sin modificación. El contenido de Aluminio se relaciona con la degradación hidrolítica, en este estudio se presentó con mayor porcentaje en Quixfil seguido de Point 4 y finalmente en Filtek. Efectivamente en la resina Quixfil se obtuvo el porcentaje más alto de aluminio, cuando fue almacenada en medio húmedo inició su descenso en el promedio de microdureza a partir de 1 día del fotocurado en la cara superficial de las resinas almacenadas en medio húmedo, y por la cara profunda a los 7 días (sin modificación) y 30 días (con modificación). En cuanto a la modificación de la resina, Filtek y Quixfil resultaron con un mayor porcentaje de aluminio en las resinas modificadas, mientras que en Point 4, el porcentaje de aluminio fue menor en la resina con modificación. Filtek contiene mayor cantidad de relleno inorgánico que Point 4, pero según el análisis elemental realizado en este estudio Point 4 contiene mayor cantidad de Aluminio que Filtek. El contenido de iones metálicos en las partículas de relleno aumenta la degradación hidrolítica, ya que eleva las partículas de relleno que tiene iones metálicos en su composición (Söderholm, 1983).

El silicio es el elemento más abundante en la naturaleza, pero no se encuentra nunca en estado libre. El silicio combinado con el oxígeno, forma el dióxido de silicio (López Álvarez, 1987). El porcentaje mayor de contenido de Si fue para Filtek, seguido de Point 4 y Finalmente Quixfil, encontrándose más concentrado en la resina con modificación que la sin modificar. El agente de unión entre la resina orgánica y el relleno, posee una molécula con grupos silánicos en el extremo (unión iónica con SiO_2), y grupos metacrilatos en el otro extremo (unión

covalente con la resina), (Goldstein, 2002). El Zirconio (Zr), lo encontramos en mayor porcentaje en la resina Filtek, seguida por Point 4 con modificación, y Quixfil no presento ningún porcentaje de Zr. La introducción de rellenos de titanio con plata-estaño-cobre tienen potencial en los composites para proveer incremento en la fuerza mecánica y radiopacidad (Jandt et al., 2002). En el análisis elemental el titanio no fue encontrado en Filtek ni en Quixfil, y en Point 4 se encontró en pequeños porcentajes, siendo menor el de la resina modificada (Figura 16).

6.2. DISCUSIÓN DE LA MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BARRIDO

En las imágenes en MEB, se observó que la resina con partículas de menor tamaño (micro relleno), presenta el relleno uniformemente embebido en la matriz de resina, lo que hace fácil el pulido y un alto brillo. Point 4, quien presento menor cantidad de partículas y menor promedio de microdureza, incluso cuando estuvo modificada al 30 % con partículas prepolimerizadas de la misma. Su contenido de relleno comparativamente fue el más bajo. No presentó diferencias entre las imágenes de las resinas con y sin modificación (Figuras 10-15). En cuando a las imágenes MEB de la resina Quixfil, la diferencia entre la imagen de la resina con y sin modificación a 3000 X, fue la cantidad de partículas en la matriz orgánica, siendo mas saturada la matriz orgánica con partículas de macro y micro relleno en la resina con modificación (Figuras 10 y 11). Las imágenes MEB de Filtek muestran poca diferencia entre sí, la resina con modificación presenta mayor cantidad de poros, pero también mayor cantidad de partículas embebidas en la matriz, se conserva la forma y el tamaño de las partículas en la resina modificada, no solo en la resina Filtek, sino en todas (Figuras 12 y 13). En las imágenes MEB de Point 4, observamos que en la resina modificada hay mayor cantidad de partículas, algunas de ellas exfoliadas, también la cantidad de poros es mayor y se observan surcos que abarcan casi el ancho de la imagen, que sugieren las marcas de pulido (Figuras 14 y 15).

6.3. DISCUSIÓN DE LAS IMÁGENES MEB DE LAS MUESTRAS, DESPUES DE 1 AÑO DE ALMACENAMIENTO

Podemos generalizar en cuanto a los resultados de las 3 resinas, en las imágenes MEB de las muestras de resina con y sin modificación tomadas a 1 día del fotocurado, presentan 3 diferencias esencialmente: la primera es la cantidad mayor de partículas en la resina con modificación, y la segunda por consecuencia es la menor cantidad de matriz orgánica, y mayor cantidad de poros, mientras que la resina sin modificación presenta una superficie mas regular (Figura 10-15).

Si comparamos las imágenes MEB de las resinas almacenadas en medio seco (sin modificación) después de un año, observamos que presenta proyección de partículas, grietas, poros y menor cantidad de matriz orgánica. La imagen MEB de las resinas con modificación después de un año de almacenamiento en seco, presenta además de la proyección de partículas, exfoliación de partículas de macrorrelleno, por lo que aparenta tener menor numero de estas (Figuras 18, 22 y 26). Las resinas con menor deterioro, fueron las almacenadas un año en seco, de estas se encontró todavía menor deterioro en las resinas sin modificación que en las modificadas (Figuras 17, 21 y 25). El mayor deterioro fue encontrado en las resinas con modificación tanto en seco como en húmedo y aun mayor en almacenamiento húmedo, donde se observan grietas, exfoliación de partículas y proyección del resto, con espacios vacíos que aparentan haber sido ocupados por las partículas de mayor tamaño (Figuras 20, 24 y 28). Lo podemos atribuir a que la unión química entre 2 composites es reparativa, y poco fiable y tiene que ver con el deterioro que sufrió el composite con partículas prefotocuradas (Swift et al., 1992). Además de acuerdo con otros autores las resinas sufren deterioro después de ser almacenadas en medio húmedo (Cesar, 2001; Marthos et al., 2003).

◆◆◆ 7. CONCLUSIONES ◆◆◆

1. El promedio de microdureza fue mayor para Quixfil seguido por Filtek y por último para Point 4. Estos valores corresponden al porcentaje de relleno inorgánico y el tamaño de partícula, siendo mayor la microdureza cuanto mayor fue el contenido inorgánico y el tamaño de partícula.
2. La modificación tuvo efectos diferentes en las 3 resinas. En Filtek y Point 4 disminuyó la microdureza, mientras que en Quixfil logró aumentarla.
3. En el medio de almacenamiento húmedo las muestras de resinas alcanzaron su mayor promedio de microdureza a los 30 días. En medio seco la microdureza se incrementó progresivamente hasta los 183 o 365 días.
4. La cara superficial de las resinas puede aumentar la microdureza aun después de 30 días y en algunos casos hasta los 365 días de almacenamiento. En cambio, la cara profunda de las muestras no consiguió aumentar su microdureza después de 30 días de almacenamiento (excepto para Quixfil almacenada en seco).
5. La modificación de las resinas ayudó a aumentar la microdureza durante los 2 primeros periodos (1 y 7 días), pero no consiguió evi-

tar el efecto de reblandecimiento por humedad sobre la superficie de las resinas, después de los 30 días de almacenamiento.

8. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Albers HF. Sistemas de resinas: química del composite en Odontología estética. Selección y colocación de materiales. (1988);1ª ed. Barcelona. Ed. Labor: 37-50.
- 2 Asmussen E, Peutzfeldt A. Influence of pulse delay curing on softening of polymer structures. Journal of Dental Research. (2001);80(6):1570-73.
- 3 Asmussen E. Restorative resins: hardness and strength vs. quantity of remaining double bonds. Journal of Dental Research.(1982);90:484-489.
- 4 Baggis YH, Rueggeberg FA. The effect of post-cure heating on residual, unreacted monomer in a commercial resin composite. Dental Materials. (1999);16:244-247.
- 5 Bayne SC, Heymann HO, Swift Jr. Update on dental composite restorations. Journal of American Dental Association. (1994);125: 687-701.
- 6 Blankenau R, Erickson RL, Rueggeberg F. New light curing options for composite resin restorations. Compendium. (1999);20(2):122-35.
- 7 Braden M, Causton BE, Clark RI. Difusión of water in composite filling materials. Journal of dental Research. (1976);55:730-732.
- 8 Braden M, Clarke RL. Water absorption characteristics of dental microfine composite filling materials. Biomaterials (1984);5:369-72.

- 9 Caughman WF, Rueggeberg FA, Curtis JW. Jr. Clinical guidelines for photo-curing restorative resins. *Journal of the America Dental Association.* (1995);126:1280-86.
- 10 Caughman WF, Rueggeberg FA, Hackman ST. Effect of composite type and curing on conversion values at 2mm depth. *Journal of Dental Research.* 80 (Special Issue): (2001);253 (Abstract 1740).
- 11 Cavalcante LMA, Peris AR, Amaral CM, Ambrosano GMB, Pimenta LAF. Influence of Polymerization Technique on Microleakage and Microhardness of Resin Composite Restorations. *Operative Dentistry.* (2003);28(2):200-206.
- 12 Cesar PF, Miranda WG Jr, Braga RR. Influencia of shade and storage time on the flexural Strength, flessural modulus, and hardness of composites used for indirect restorations. *Journal Prosthetic Dentistry.* (2001);86(3):289-96.
- 13 Chalifoux PR. Treatment considerations for posterior laboratory-fabricated composite resin restorations. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* (1998);10:969-78; quiz 980.
- 14 Choi KK, Condon JR, Ferracane JL. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *Journal of Dental Research.* 2000;79(3):812-817.
- 15 Chung KH. The relationship between composition and properties of posterior resin composites. *Journal of Dental Research.* (1990);69:852-856.
- 16 Condon JR, Ferracane JL. Assessing the effect of composite formulation en el stress de polymerization. *Journal of America Dental Association.* (2000);131:497-503.

- 17 Condon JR, Ferracane JL. In vitro wear of composite with varied cure, filler level, and filler treatment. *Journal Dental Research*. (1997);76(7):1405-1419.
- 18 Craig RG. Propiedades ópticas, térmicas y eléctricas en Materiales dentales restauradores. 7ª ed. Buenos Aires. Ed. Mundi: (1988);41-9.
- 19 Crispin BJ. Materiales restauradores estéticos en bases prácticas en la odontología estética. 1ª ed. Barcelona. Ed. Masson: (1998);51-61.
- 20 Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer A. The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *Journal of Dental Research*. (1984);63:1396-9.
- 21 De la Macorra JC. La contracción de polimerización de los Materiales restauradores a base de resinas compuestas. *Odontología Conservadora*. (1999);2(1):24-35.
- 22 De Wald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluation depth of cure of light-activated composites. *Journal of Dental Research*. (1987);66:727-30.
- 23 Denyer R, y Shaw D.J. Cure evaluation of visible light composites by Knoop hardness measurement. *Journal of Dental Research*. 61 1982; (Special issue): (Abstract 833).
- 24 Derek WJ. Dental Composite Biomaterials. *Journal of Canadian Dental Association*. (1998);64:732-4.
- 25 DeWald JP, Ferracane JL. A comparison of four modes of evaluating depth of cure of light-activated composites. *Journal of Dental Research*. (1987);66:727-30.

- 26 Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental Materials*. (1994);10:353-62.
- 27 Fan PL, Edhl A, Leung RL, Standford JW. Alternative interpretations of water sorption values of composites resins. *Journal Dental Research*. (1985);64:78-80.
- 28 Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CI. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *Journal of Dental Research*. (1987);66(11):1636-1639.
- 29 Ferracane JL. Current trends in Dental Composites. *Critical Reviews in Oral biology and Medicine*. (1995);6(4):302-318.
- 30 Ferracane JL, Condon JR, Rate of elution of leachable components from composite. *Dental Materials*. (1990);6:282-7
- 31 Ferracane JL, Mitchem JC, Condon AR, Todd R. Wear and marginal breakdown of composites with various degrees of cure. *Journal of Dental Research*. (1997);76(8):1508-1518.
- 32 Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dental Materials*. (1985);1:11-14.
- 33 Ferracane JL. Elution of leachable components from composites. *Journal of Oral Rehabilitation*. (1994);21:441-52.
- 34 Fowler CS, Swartz ML, Moore BK. "Efficacy testing of visible-lightcuring units". *Operative. Dental*. (1994);19:47-52.

- 35 Fujita K, Ikemi T, Nishiyama N, y Nemoto K. Effect of silica size on polymerization conversión of resin composite. *Journal of Dental Research*. (1999);78 (Special issue): 234(Abstract 1027).
- 36 Geurtsen W. Substancesreleased from dental resin composites and glass ionómero cements. *European Journal of Oral Scice* (1998);106:687-95.
- 37 Goldstein RE. Sistemas adhesives de los composites. En: Goldstein RE. *Odontología estética vol I*. Barcelona: stm Editores; 2002. p. 289-352.
- 38 Gómez I, López G, Llamas R, Jiménez A. Microdureza superficial de resinas compuestas híbridas de partícula ultrapequeña. *Revista Europea de Odonto-Estomatología*. (1995);7(3):33-38.
- 39 Greener EH, Greener CS, Moser JB. The hardness of composites as a function of temperature. *Journal of Oral Rehabilitation*. (1984);11:335-340.
- 40 Hansen EK. After-polymerization of visible light activated resins: surface hardness vs. Light source. *Scand Journal Dental Research*. (1983);91:406-10.
- 41 Hayashi M, Wilson NHF, Watts DC. Quality of Marginal Adaptation Evaluation of Posterior Composites in Clinical Trials. *Journal of Dental Research*. (2003);82(1):59-63.
- 42 Helvatjoglou MA, Papadogianis Y, Koliniotou EK, Kubias S. Surface hardness of Light-cured and self-cured composite. *Journal of Prosthetic*. (1991);65(2)215-20.
- 43 Jandt KD, Jasser AM, Ateeq K, Vowles RW, Allen Gc. Mechanical properties and radiopacity of experimental glass-silica-metal hybrid composites. *Dental Materials* (2002);18(6):429-35.

- 44 Keogh TP. Polimerización iniciada mediante luz: claros y oscuros de las nuevas técnicas. Ideas y Trabajos Odontoestomatológicos. (2001); 2(1):29-37.
- 45 Keogh TP. Polimerización iniciada mediante luz: claros y oscuros de las nuevas técnicas. Ideas y Trabajos Odontoestomatológicos. (2001); 2(1):29-37.
- 46 Kim KH, Okuno O. The effect of filler loading and morphology on the mechanical properties of contemporary composites. Journal of Prosthetic Dentistry. (2002);87:642-649.
- 47 Krishnan K, Yamane V. Effect of initiator concentration, exposure time and particle size of the filler upon the mechanical properties of a light-curing radiopaque dental composite. Journal of Oral Rehabilitation. (1998);25;747-751.
- 48 Kugel G. Direct and indirect adhesive restorative materials: A review. Journal of American Dental Association. (2000);13:35D-40D.
- 49 Ledwith A. Photoinitiation of polymerization. Pure and applied chemistry. (1977):149:431-441.
- 50 Leonard DL, Charlton DG, Hilton TJ. Effect of curing-tip diameter on the accuracy of dental radiometers. Operative Dentistry. (1999);24:31-7.
- 51 Leung R., Kahn RL, Fan PL. Comparación of depth of polymerization evaluation methods for photo-activated composites. Journal of Dental Research. (1984);63:292 (Abstract 1095).
- 52 Leung RL, Fan PL, Johnston W. Post irradiation polymerization of visible-light activated composite resins. Journal of Dental Research. (1983);62:363-365.

- 53 López Álvarez JL. Cerámica en Técnicas de laboratorio en prótesis fija. 1ª Madrid. Ed. Gráficas Martacolor: (1987);235-60.
- 54 Louden JD, Roberts TA. Cure profiles of light cured dental composites by Raman spectroscopy. *Journal of Raman Spectroscopy*. (1983);14:365-370.
- 55 Loza MA, Rueggeberg FA, Cughman WF, Schuster GS, Lefebvre CA, Gardner FM. Effect of heating delay on conversion and strength of a post-cured resin composite. *Journal of Dental Research*. (1998);77(2):426-232.
- 56 Macchi RL. Unidades para fotopolimerización en Materiales dentales. 3a ed. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana: (2000);97-102.
- 57 Martos J, Rodo PW, De E Suita LA. Hydrolytic degradation of composite resin: effects son the microhardness. *Materials Research*. (2003);6(4):599-604
- 58 Mc Cabe JF. Polimeros sintéticos” en Anderson. Materiales de aplicación dental. 1ª ed. Barcelona. Ed Salvat: (1988);77-83.
- 59 Menezes MA, Muench A. Dureza Knoop de resinas compostas em funcao do número relative de radicais livres*- *Revista Odontologia da Universidade de Sao Paulo*. (1998);12(3):281-285.
- 60 Murdock CM, Latta MA. Barkmeier WW. Hammersfahr PD, Wang. Barcol hardness vs direct degree of conversión measurement by FTIR. *Journal of Dental Research*. (2001);80 (Special Issue):110 (Abstract 035).
- 61 Myers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *Journal Prosthodontic*. (1994);3(3):149-57.

- 62 Norma Europea. (2000). Materiales de obturación, restauración y sellado a base de polímeros. (ISO 4049:2000). CEN COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN SECRETARIA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 b-1050 Bruxelles.
- 63 O'Brien WJ. "Polimeric Restorative Materials" en *Dental Materials and Their Selection*. 2o ed. Chicago. Ed. Quintessence Publishing Co, Inc. (1997);97-113.
- 64 Okada K, Tosaki S, Hirota K, Hume WR. Surface hardness change of restorative filling materials stored in saliva. *Dental Materials*. (2001);17:34-39.
- 65 Ortegren U, Anderson F, Elgh U, Terselius B, Karlsson S. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. *Journal of Dental Research*. (2001);29:35-41.
- 66 Oysaed H, Ruyter IE. Composites for use in posterior teeth: mechanical properties tested under dry and wet conditions. *Journal of Biomedical Materials Research*. (1986);20:261-71.
- 67 Park SH, Krejci I, LKutz F. Hardness of celluloid strip-finished or polished composite surfaces with time. *Journal Prosthetic Dentistry* (2000);83(6):660-63.
- 68 Pearson GJ, Longman CM. Water sorption and solubility of resin-based materials following inadequate polymerization by a visible-light curing system. *Journal of Oral Rehabilitation*. (1989);16:57-61.
- 69 Peutzfeld A. Correlation between recordings obtained with a light-intensity tester and degree of conversion of a light-curing resin. *Scand. Journal of Dental Research*. (1994);102:73-75.
- 70 Phillips RW. Composite Resin System (comments) *Annals Academy of Medicine*. (1996);15(3):438.

- 71 Phillips RW. Physical properties of dental materials. En: Skinner science of Dental materials. 9th Ed, Philadelphia. WB Saunders Co. (1991);42-44.
- 72 Pires J.A, Cvitko E, Denehy GE, y Swift EJ, Jr. "Effects of curing tip distance on light intensity and composite resin microhardness". Quintessence Int.(1993);24:517-21.
- 73 Poulos JG. Y Stynern DL.Curing lights: Changes in intensity output with use over time. General Dentistry. (1997);1:70-3.
- 74 Ruddell DE. Maloney MM. Thompson JY, Effect of novel filler particles on the mechanical and wear properties of dental composites. Dental Materials. (2002);18:72-80.
- 75 Rueggeberg FA, Craig RG. Correlation of parameters used to estimate monomer conversion in a light-cured composite". Journal of Dental Research. (1988);67:932-37.
- 76 Rueggeberg FA, Jordan DM. Effect of light-tip distance on polymerization of resin composite. Int. Journal Prosthodontic. (1993);6:364-70.
- 77 Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. Journal of Dental Research. (1999);78(4):906-913.
- 78 Santerre JP, Shajii L, Tsang H. Biodegradation of commercial dental composites by cholesterol esterase. Journal of Dental. Research. (1999);78(8):1459-1471.
- 79 Sarkar NK. Internal corrosion in dental composite wear: Its significance and simulation. Journal Biomedical Materials Research. (2000);53:371-80.

- 80 Shulze KA, Marshall SJ, Gansky SA, Marshall GW. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. *Dental Materials*. (2003);19:612-619.
- 81 Shütt A. Bürki G. Schwaller P. Michler J. Cattani-Lorente. Vallitu P. Bouil-laguet S. Mechanical Properties of Fibre-Reinforced Dental Composites subjected to Hydrothermal and Mechanical Ageing. *European Cells and Materials*. (2004);7(2);55-56.
- 82 Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Bio-materials* (2003);24:655-65.
- 83 Soderholm KJ, Zigan M, Ragan M et al. Hydrolytic degradation of dental composites. *Journal Dental Research*. (1984);63:1248-54.
- 84 Soderholm KJ. Leaking of fillers in dental composites. *Journal Dental Research*. (1983);62:126-30.
- 85 Suzuki S, Suzuki SH, Cox CF. Evaluating the antagonistic wear of restora-tive materials when placed against human enamel. *Journal America Dental Asso-ciation*. (1996);127(1):74-80.
- 86 Swartz ML, Moore BK, Phillips RW, Rhodes BF. Direct restorative resions. A comparative study. *Journal Prosthetic Dent*. 1982;47:163-170.
- 87 Swift EJ, LeValley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. *Dental Materials*.1992; 8:362-365.
- 88 Takayanagi A, Yamanaka S. Mystery world of saliva. *Japan Dentist Journal*. (1998);50(5):409-19.

- 89 Touati B, Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *Journal Esthetic Dental*. 1997; 9:108-18.
- 90 Uchida H, Vaidyanathan J, Viswanadhan T, Vaidyanathan TK. Color stability of dental composites as a function of shade. *Journal Prosthetic Dental*. 1998 Apr;79(4):372-7.
- 91 VACA, MJ et al. Sorción y solubilidad de materiales formulados con resina. *Av.Odontoestomatol*, Madrid, v.19, n.6, 2003. Disponible em: <http://www.scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000600004&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 10 Abr 2007. Pré-publicação.
- 92 Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Do Dental Composites Always Shrink Toward the Light? *Journal of Dental Research*. (1998);77(6):1435-1445.
- 93 Watts DC, Amer OM, Combre EC. Surface hardness development in light-cured composites. *Dental Materials*. (1987);3:265-269.
- 94 Watts DC, Macnaughton V, Grant AA. Surface hardness development in light-cured composites. *Journal of Dental Research*. (1986);14:169-174.
- 95 Wilder AD, May KN and Leinfelder KF. Two-year clinical study of UV-polymerized composites in posterior teeth. *Journal of Dental Research*. (1981);60 Spec. Issue A: Abstr. No.1096.
- 96 Wu W. Postcuring of dental restorative resin. *Journal Dental Research*. (1983); AADR Abstract No.1048:285.

- 97 Xu HHK, Martin T., Antonucci JM, Eichmiller FC. Ceramic whisker reinforcement of dental resin composites. *Journal of Dental Research*.(1999);78(2):706-712.
- 98 Xu HHK. Dental composite resins containing silica-fused ceramic single-crystalline whiskers with various filler levels. *Journal of Dental Research*. (1999);78(7):1304-11
- 99 Xu HHK. Long-term Water-aging of Whisker-reinforced Polymer-Matrix Composites. *Journal Dental Research*. (2003);82(1):48-52.
- 100 Xu HHK. Whisker-reinforced heat-cured dental resin composites: Effects of filler Level and heat-cure temperature and time. *Journal of Dental Research*. (2000);79(6):1392-1402.
- 101 Yap AUJ. Effectiveness of Polymerization in Composite Restoratives Claiming Bulk Placement: Impact of Cavity Depth and Exposure Time. *Operative Dentistry*. (2000);25:113-120.
- 102 Yoshida K. Shirai K. Nakayama Y. Itoh M. Improved filler-matrix coupling in resin composites. *Journal Dental Research*. (2002);81:270-274.
- 103 Zahra VN, Abate PF, Macchi RL. Resin barcol hardness after photocuring with different amounts of energy. *Journal of Dental Research*. (2001);80(4):954 (Abstract 113).

◆◆◆ ANEXO 1 ◆◆◆

FOTOGRAFÍAS DE MATERIALES Y EQUIPOS



Figura 2. Filtek Z-250 de (3M-ESPE), presentación en jeringa.



Figura 3. Resina Quixfil (Destsply-DeTrey), presentación en compules.



Figura 4. Moldes circulares de teflón de 8 X 2 sin fondo con muesca en la parte superior.



Figura 5. Loleta de vidrio banda celuloide, empacador de resina y espátula de cemento.



Figura 6. Contenedor de Zirconio.



Figura 7. Mortero y pistilo de agata.



Figura 8. 10 bolas de oxido de zirconia.



Figura 9. Bolas de oxido de zirconia de 9.96mm de diámetro.



Figura 10. Discos de SiC de 3 medidas (medio, fino y extrafino) Marca OptiDisc General Kit Kerr.Hewe.



Figura 11. Lámpara de fotodurado de 600mW/cm² (CAULK the Max Denstply).



Figura 12. Incubadora Shel, Lab. VWR Scientific Products Modelo 1535.

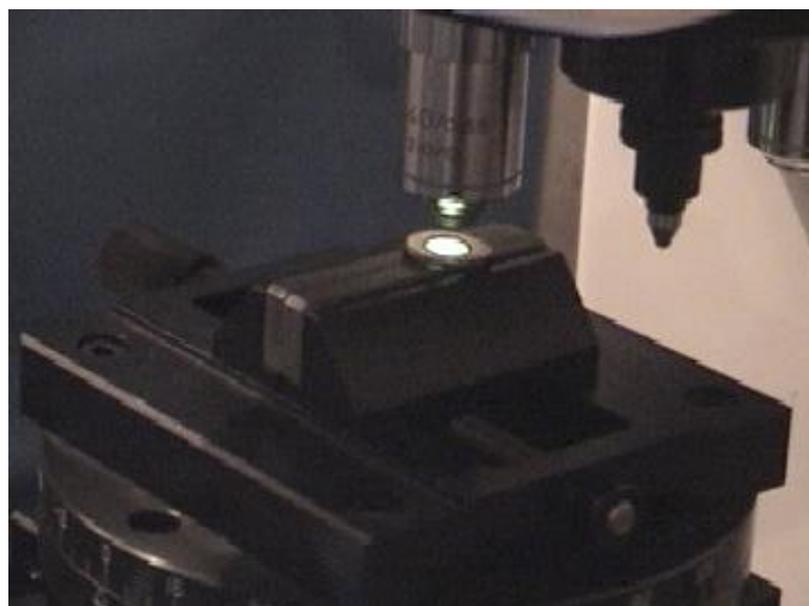


Figura 13. Microdurómetro digital Vicker Microhardness Tester FM Future Tech.



Figura 14. Balanza analítica Mettler Toledo Mod. AX205.



Figura 15. Sistema de atomización catódica marca DENTON VACUUM modelo DESK II.



Figura 16. Recubridora de Metales SPUTTERING, Marca DENTON VACUUM, Modelo DESK II.



Figura 17. Pantallas del microscopio electrónico de barrido JEOL modelo JSM 5800 LV.



Figura 18. Molino planetario.



Figura 19. Higroscopio Termo-higro.

◆ ◆ ◆ ANEXO 2 ◆ ◆ ◆

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE PARTÍCULA DE LAS 3 RESINAS

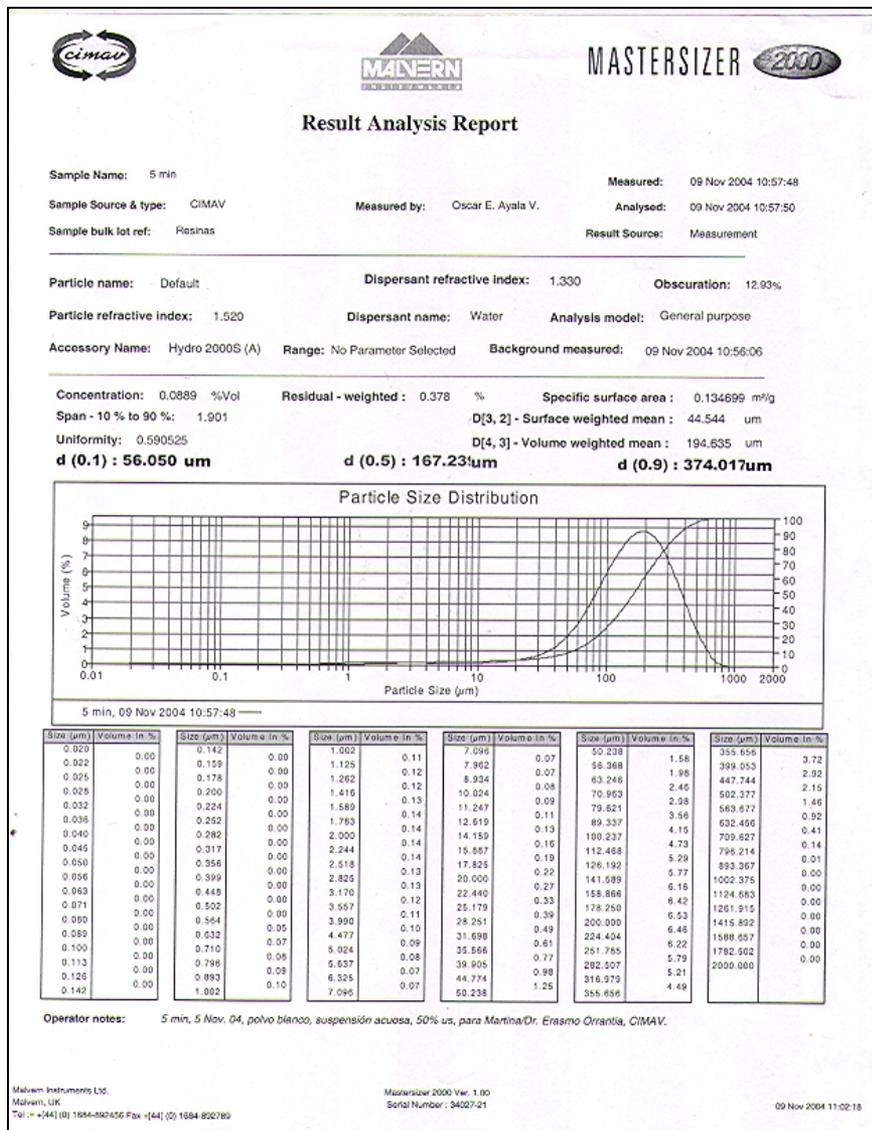


Figura 1. Resumen de los estudios de partícula de las 3 resinas.

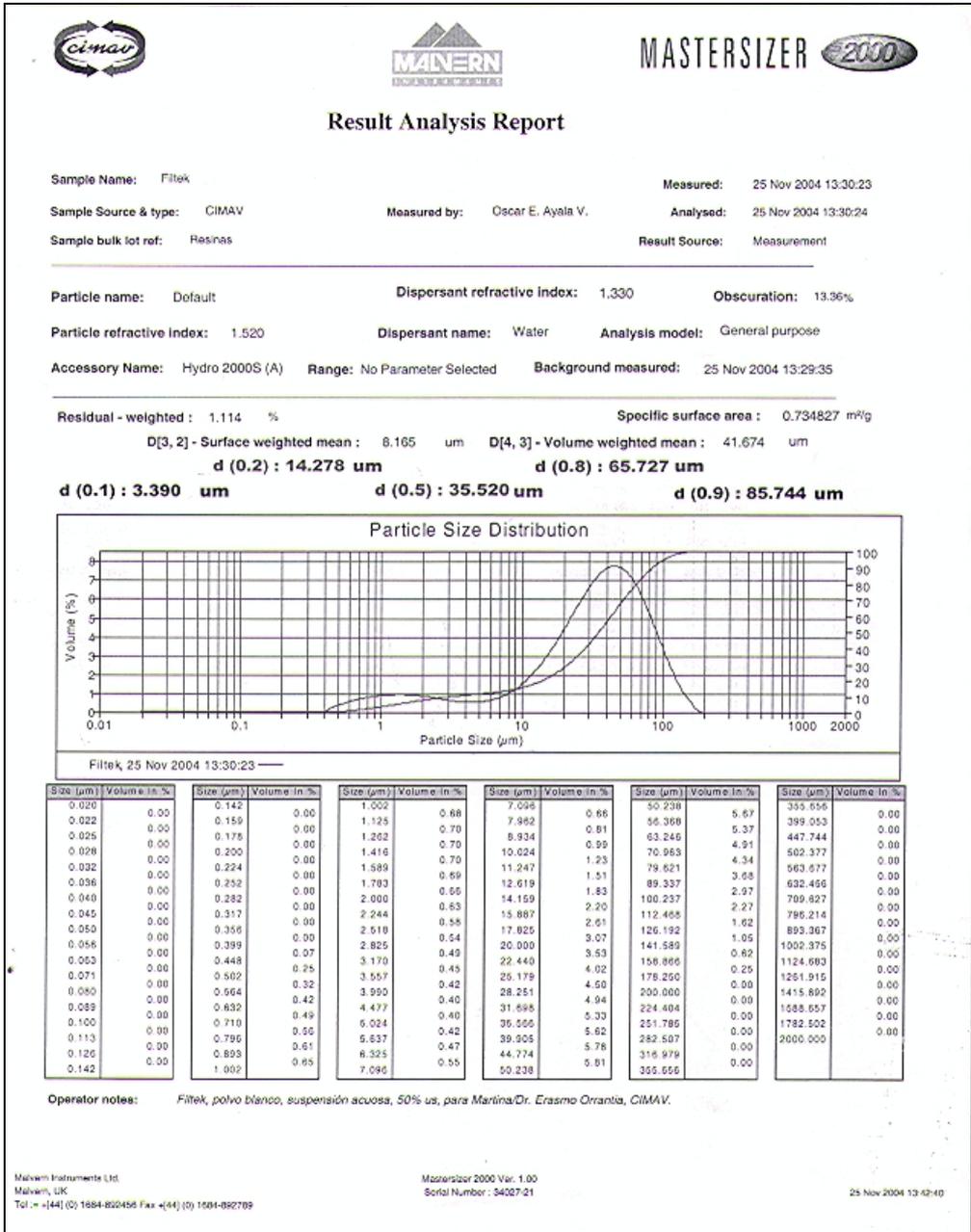


Figura 2. Estudio de partícula para la resina Filtek.

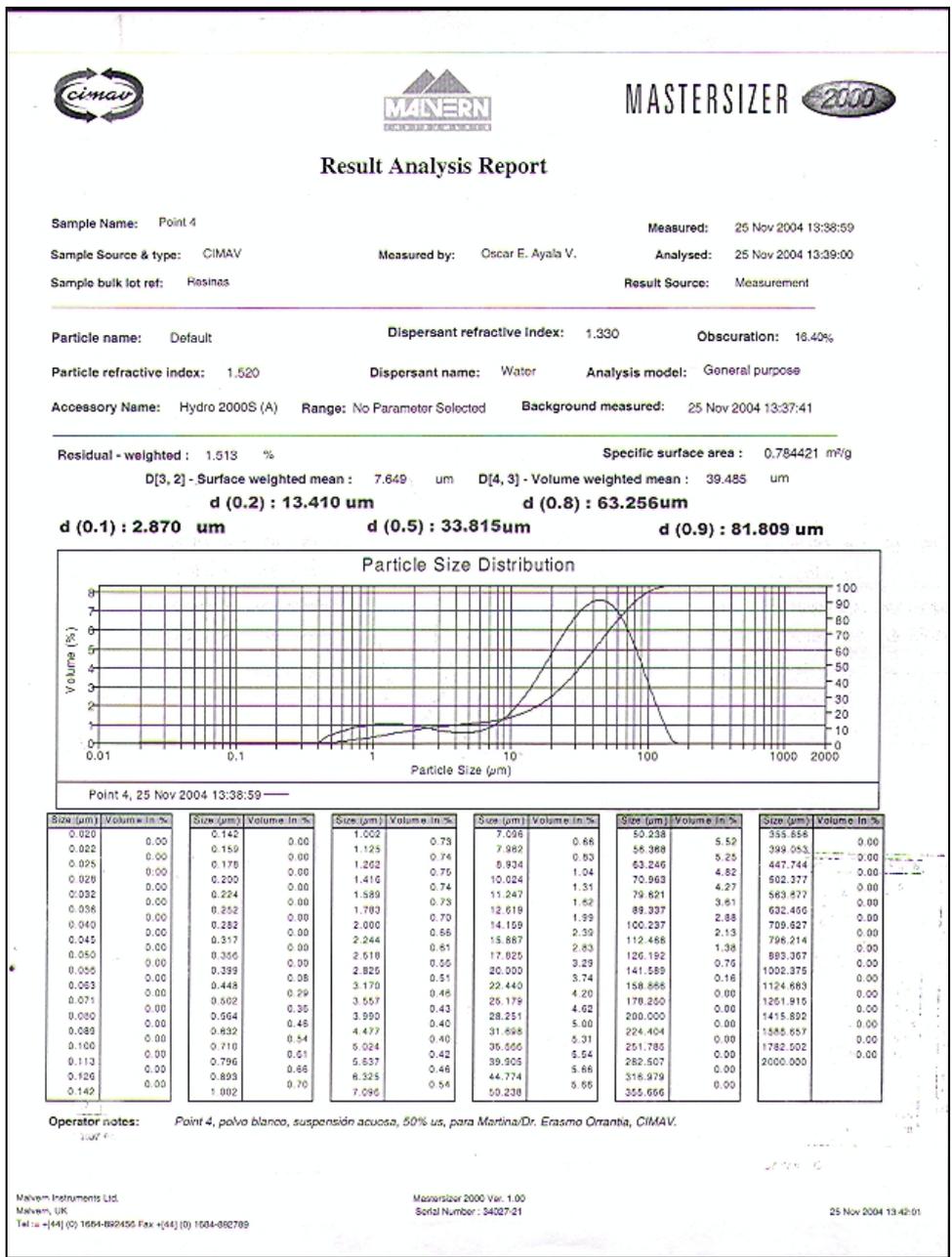


Figura 3. Estudio de partícula para la resina Point 4.

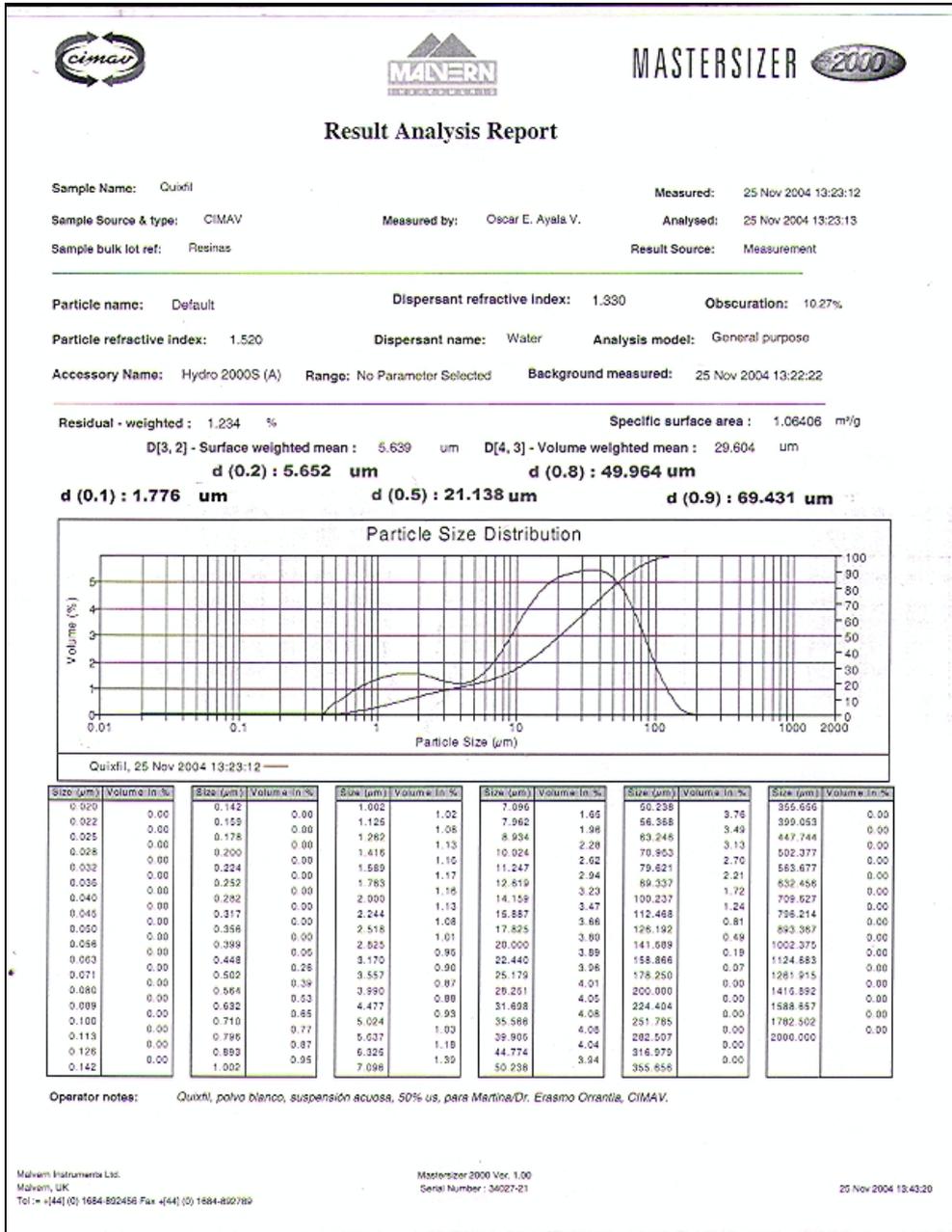


Figura 4. Estudio de partícula para la resina Quixfil.

◆ ◆ ◆ ANEXO 3 ◆ ◆ ◆

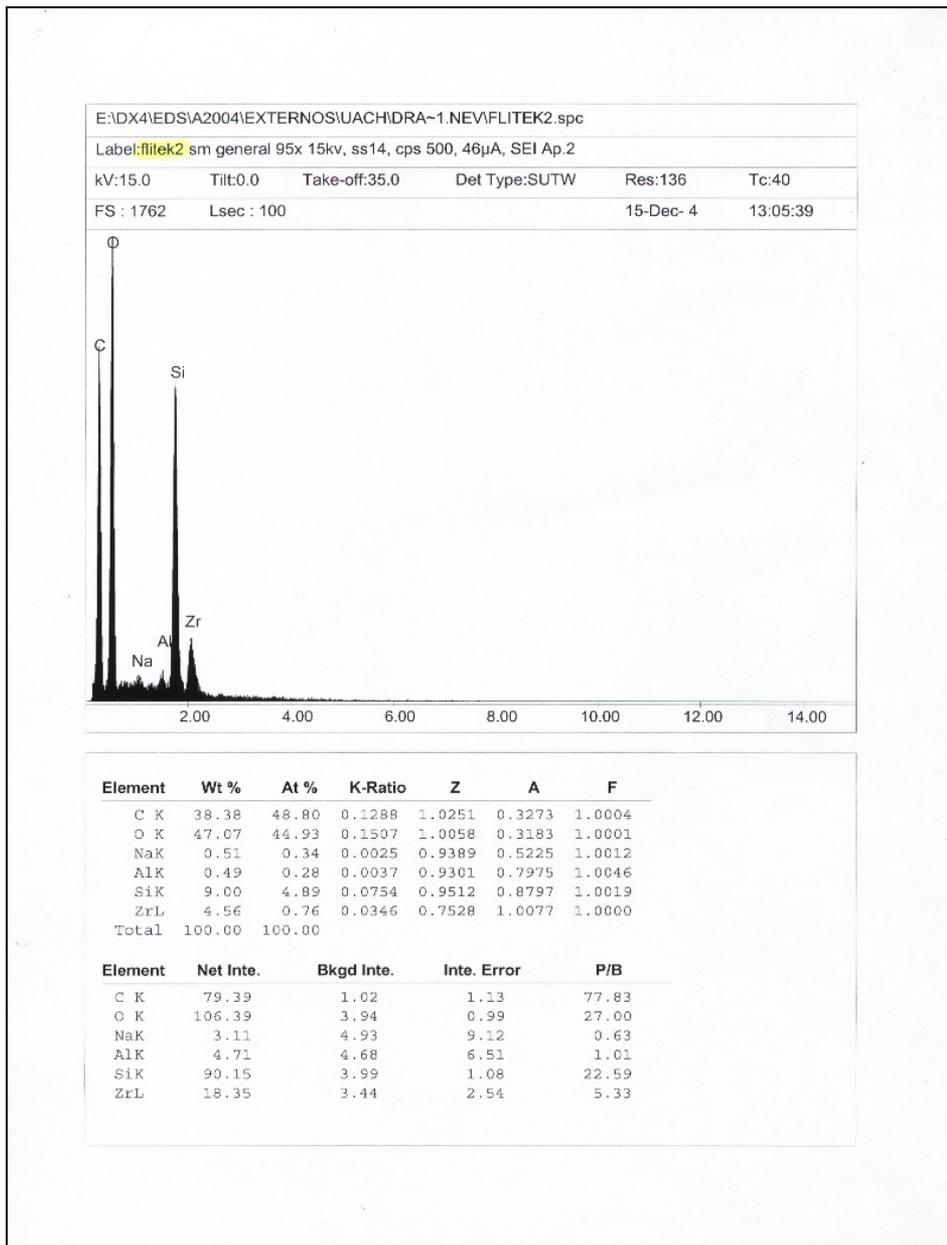


Figura 1. Resina Filtek sin modificación.

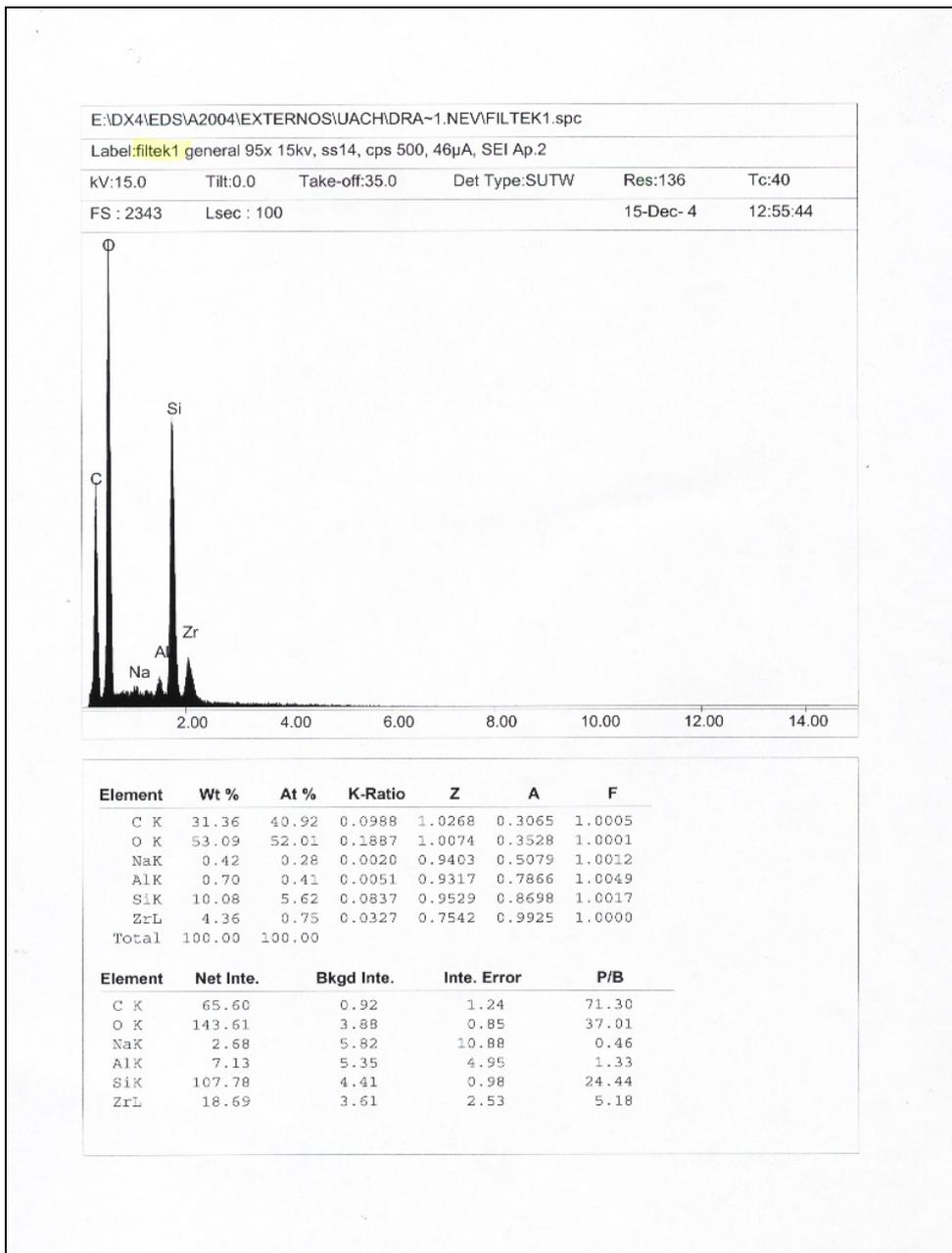


Figura 2. Resina Filtek con modificación.

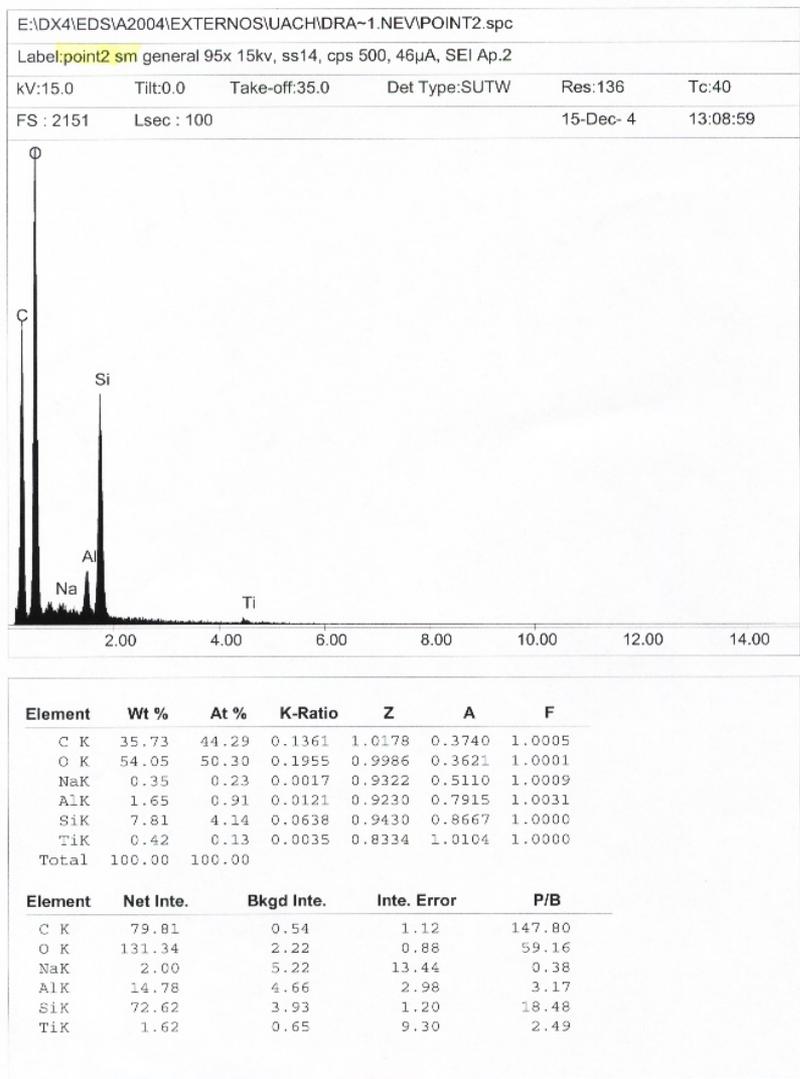


Figura 3. Resina Point 4 sin modificación.

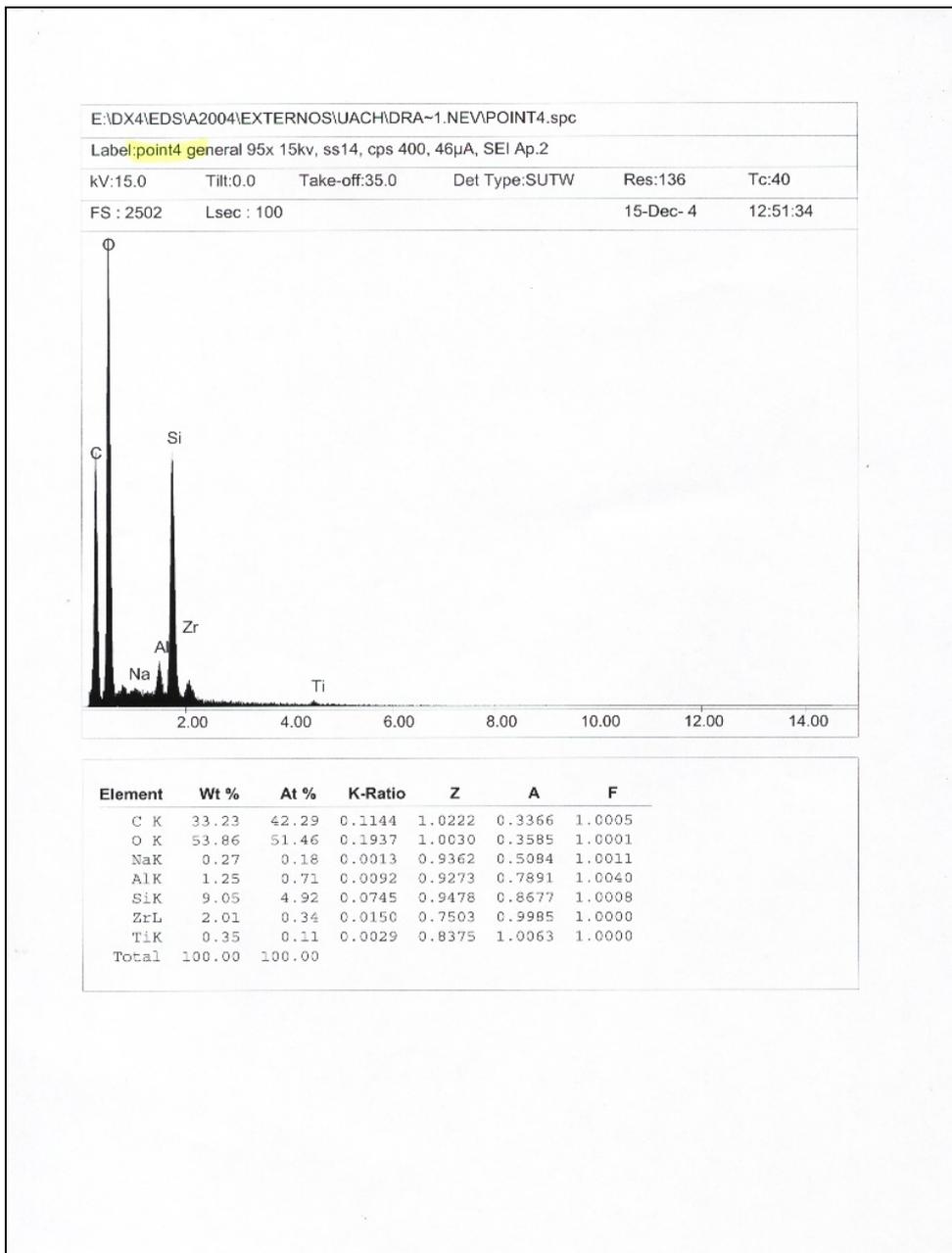


Figura 4. Resina Point 4 con modificación.

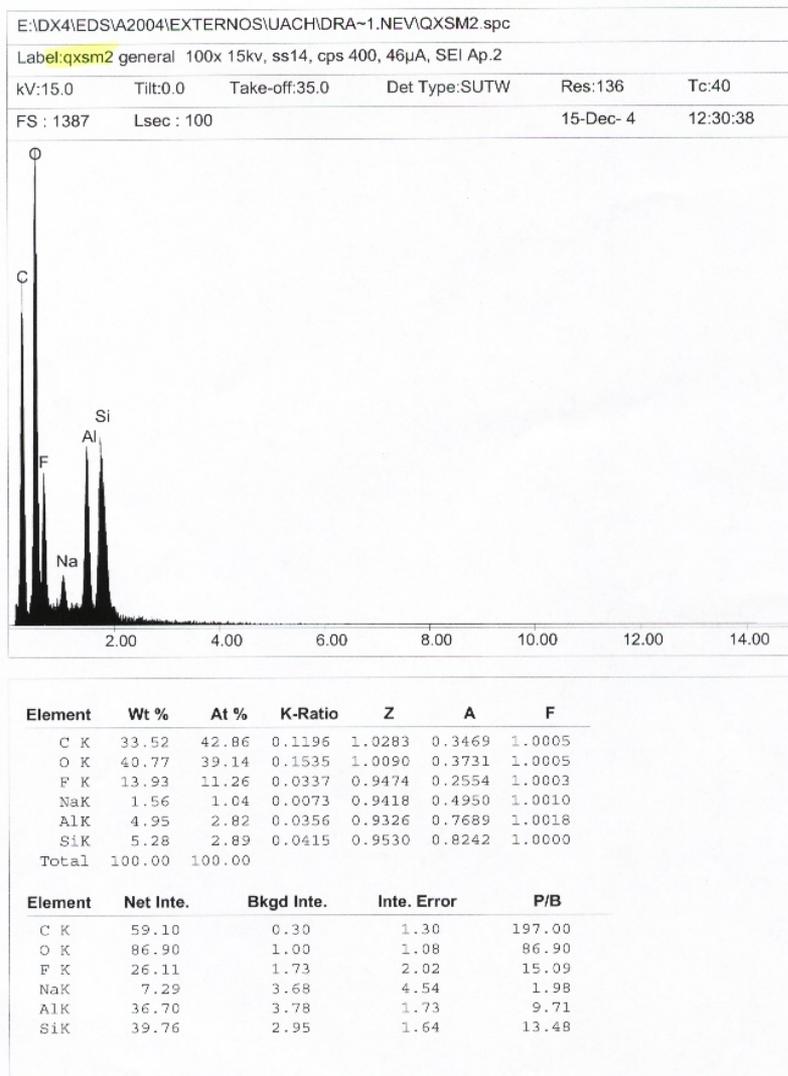


Figura 5. Resina Quixfil sin modificación.

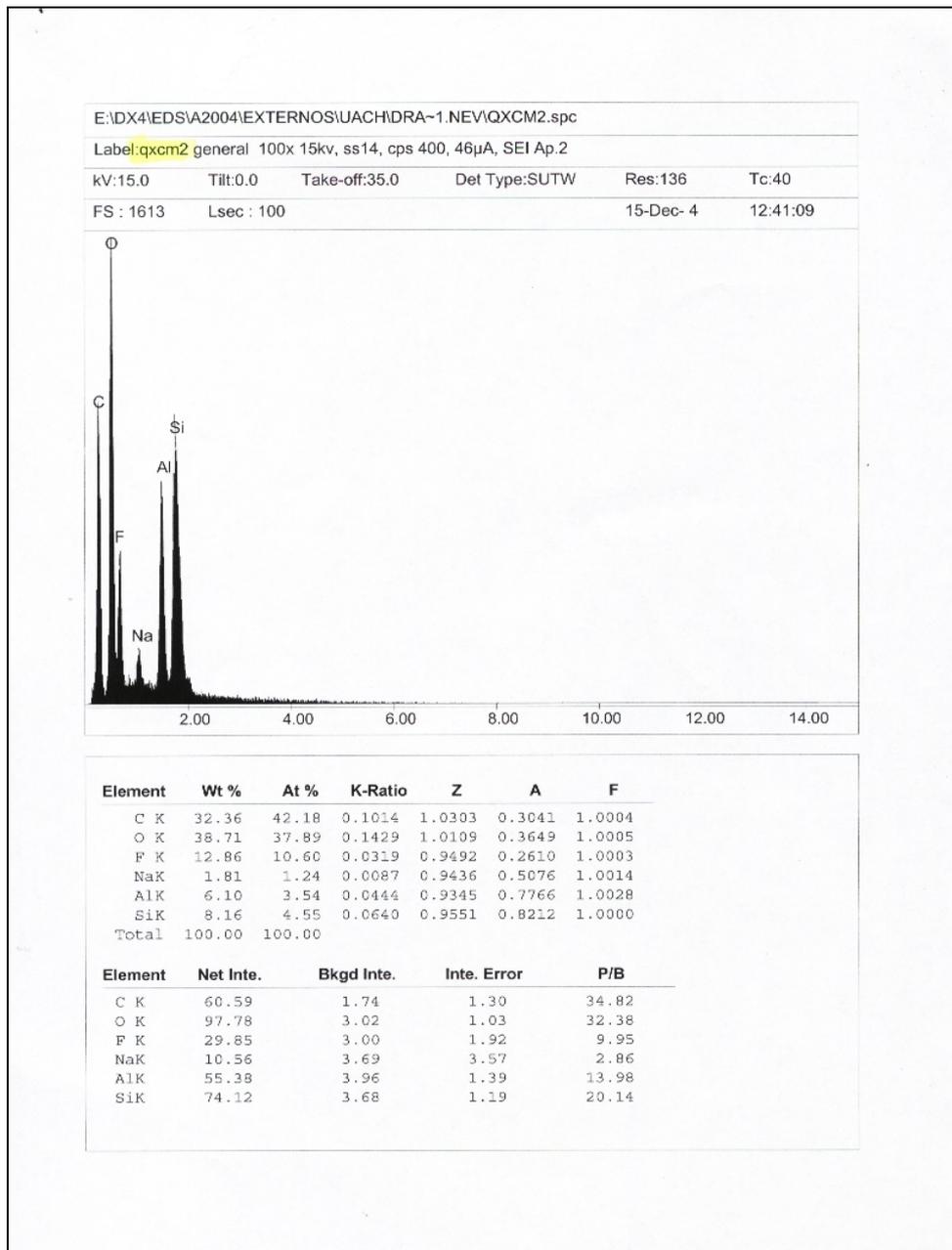


Figura 6. Resina Quixfil con modificación.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS

General Linear Model: Microdureza versus Material, Tiempo, ...

Factor	Type	Levels	Values
Material	fixed	3	Filtek, Point 4, QuixFil
Tiempo	fixed	5	1 Día, 183 Días, 30 Días, 365 Días, 7 Días
Medio	fixed	2	Húmedo, Seco
Superficie	fixed	2	Profunda, Superficial
Modificación	fixed	2	Con Modificación, Sin Modificación

Analysis of Variance for Microdureza, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Material	2	852000	852000	426000	2415.24	0.000
Tiempo	4	6271	6271	1568	8.89	0.000
Medio	1	75	75	75	0.42	0.515
Superficie	1	278	278	278	1.58	0.209
Modificación	1	91	91	91	0.51	0.473
Error	2390	421549	421549	176		
Total	2399	1280263				

S = 13.2808 R-Sq = 67.07% R-Sq(adj) = 66.95%

Unusual Observations for Microdureza

Obs	Microdureza	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
7	42.000	79.648	0.857	-37.648	-2.84 R
9	126.800	80.329	0.857	46.471	3.51 R

13	48.300	79.648	0.857	-31.348	-2.37 R
16	48.500	79.648	0.857	-31.148	-2.35 R
37	112.900	79.648	0.857	33.252	2.51 R
65	46.900	79.977	0.857	-33.077	-2.50 R
73	108.100	79.977	0.857	28.123	2.12 R
81	110.000	81.881	0.857	28.119	2.12 R
82	111.000	81.881	0.857	29.119	2.20 R
84	127.900	81.881	0.857	46.019	3.47 R
91	52.600	81.881	0.857	-29.281	-2.21 R
94	116.300	81.200	0.857	35.100	2.65 R
180	116.500	85.206	0.857	31.294	2.36 R
211	48.200	84.853	0.857	-36.653	-2.77 R
225	48.800	84.853	0.857	-36.053	-2.72 R
250	54.100	81.923	0.857	-27.823	-2.10 R
256	49.900	81.242	0.857	-31.342	-2.36 R
276	115.800	81.923	0.857	33.877	2.56 R
292	48.600	81.571	0.857	-32.971	-2.49 R
385	45.200	82.710	0.857	-37.510	-2.83 R
470	107.100	79.684	0.857	27.416	2.07 R
482	53.500	82.270	0.857	-28.770	-2.17 R
506	54.900	82.270	0.857	-27.370	-2.07 R
533	50.900	81.236	0.857	-30.336	-2.29 R
535	51.400	81.236	0.857	-29.836	-2.25 R
536	49.200	81.236	0.857	-32.036	-2.42 R
543	46.200	81.236	0.857	-35.036	-2.64 R
585	55.900	85.595	0.857	-29.695	-2.24 R
593	57.400	85.595	0.857	-28.195	-2.13 R
594	55.200	85.595	0.857	-30.395	-2.29 R
614	111.900	84.561	0.857	27.339	2.06 R
748	111.700	83.452	0.857	28.248	2.13 R
805	79.100	51.920	0.857	27.180	2.05 R
1261	82.800	51.956	0.857	30.844	2.33 R
1603	62.500	98.416	0.857	-35.916	-2.71 R
1605	67.800	97.735	0.857	-29.935	-2.26 R
1606	65.700	97.735	0.857	-32.035	-2.42 R
1610	69.300	98.416	0.857	-29.116	-2.20 R

1621	65.600	97.735	0.857	-32.135	-2.42 R
1622	54.300	97.735	0.857	-43.435	-3.28 R
1623	62.900	97.735	0.857	-34.835	-2.63 R
1624	62.500	97.735	0.857	-35.235	-2.66 R
1642	156.000	98.063	0.857	57.937	4.37 R
1643	126.800	98.063	0.857	28.737	2.17 R
1669	66.900	97.382	0.857	-30.482	-2.30 R
1670	68.800	97.382	0.857	-28.582	-2.16 R
1706	126.700	99.968	0.857	26.732	2.02 R
1708	128.700	99.968	0.857	28.732	2.17 R
1710	59.400	99.287	0.857	-39.887	-3.01 R
1711	62.000	99.287	0.857	-37.287	-2.81 R
1715	73.000	99.968	0.857	-26.968	-2.03 R
1724	63.200	99.616	0.857	-36.416	-2.75 R
1729	67.100	99.616	0.857	-32.516	-2.45 R
1743	130.000	98.934	0.857	31.066	2.34 R
1744	128.000	98.934	0.857	29.066	2.19 R
1747	128.100	99.616	0.857	28.484	2.15 R
1748	130.300	99.616	0.857	30.684	2.32 R
1755	131.900	99.616	0.857	32.284	2.44 R
1766	72.500	102.612	0.857	-30.112	-2.27 R
1782	65.000	102.612	0.857	-37.612	-2.84 R
1788	144.200	103.293	0.857	40.907	3.09 R
1793	71.900	103.293	0.857	-31.393	-2.37 R
1842	127.800	100.010	0.857	27.790	2.10 R
1928	128.700	100.468	0.857	28.232	2.13 R
1932	72.800	101.150	0.857	-28.350	-2.14 R
1967	73.400	100.116	0.857	-26.716	-2.02 R
1971	59.700	100.797	0.857	-41.097	-3.10 R
1972	64.800	100.797	0.857	-35.997	-2.72 R
1988	68.800	100.797	0.857	-31.997	-2.41 R
2004	45.300	98.805	0.857	-53.505	-4.04 R
2018	69.100	98.805	0.857	-29.705	-2.24 R
2033	151.800	98.805	0.857	52.995	4.00 R
2038	64.200	98.124	0.857	-33.924	-2.56 R
2041	126.400	98.452	0.857	27.948	2.11 R

2042	71.100	98.452	0.857	-27.352	-2.06 R
2044	185.400	98.452	0.857	86.948	6.56 R
2046	129.300	97.771	0.857	31.529	2.38 R
2057	144.400	98.452	0.857	45.948	3.47 R
2060	178.700	98.452	0.857	80.248	6.05 R
2061	130.700	97.771	0.857	32.929	2.48 R
2068	131.800	98.452	0.857	33.348	2.52 R
2077	162.800	97.771	0.857	65.029	4.91 R
2078	142.200	97.771	0.857	44.429	3.35 R
2087	53.400	99.676	0.857	-46.276	-3.49 R
2089	147.200	100.357	0.857	46.843	3.53 R
2091	69.000	100.357	0.857	-31.357	-2.37 R
2093	129.400	99.676	0.857	29.724	2.24 R
2097	59.700	100.357	0.857	-40.657	-3.07 R
2113	72.900	100.357	0.857	-27.457	-2.07 R
2117	127.700	99.676	0.857	28.024	2.11 R
2123	148.300	100.004	0.857	48.296	3.64 R
2135	54.000	99.323	0.857	-45.323	-3.42 R
2138	132.600	100.004	0.857	32.596	2.46 R
2144	131.400	99.323	0.857	32.077	2.42 R
2146	132.100	100.004	0.857	32.096	2.42 R
2149	71.600	99.323	0.857	-27.723	-2.09 R
2150	61.900	99.323	0.857	-37.423	-2.82 R
2153	134.600	100.004	0.857	34.596	2.61 R
2154	131.800	100.004	0.857	31.796	2.40 R
2156	135.800	100.004	0.857	35.796	2.70 R
2157	134.500	99.323	0.857	35.177	2.65 R
2159	126.800	99.323	0.857	27.477	2.07 R
2167	60.500	103.001	0.857	-42.501	-3.21 R
2169	203.800	103.682	0.857	100.118	7.55 R
2171	60.600	103.682	0.857	-43.082	-3.25 R
2173	130.800	103.001	0.857	27.799	2.10 R
2174	145.900	103.001	0.857	42.899	3.24 R
2177	71.900	103.682	0.857	-31.782	-2.40 R
2180	72.100	103.682	0.857	-31.582	-2.38 R
2183	72.800	103.001	0.857	-30.201	-2.28 R

2193	73.300	103.682	0.857	-30.382	-2.29 R
2197	142.500	103.001	0.857	39.499	2.98 R
2205	131.900	102.648	0.857	29.252	2.21 R
2206	153.100	102.648	0.857	50.452	3.81 R
2207	68.300	102.648	0.857	-34.348	-2.59 R
2209	157.000	103.329	0.857	53.671	4.05 R
2219	66.000	103.329	0.857	-37.329	-2.82 R
2234	143.200	103.329	0.857	39.871	3.01 R
2235	58.400	103.329	0.857	-44.929	-3.39 R
2239	60.100	102.648	0.857	-42.548	-3.21 R
2247	127.400	99.718	0.857	27.682	2.09 R
2292	71.500	100.046	0.857	-28.546	-2.15 R
2300	130.500	100.046	0.857	30.454	2.30 R
2319	130.700	99.365	0.857	31.335	2.36 R
2323	73.800	101.538	0.857	-27.738	-2.09 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

General Linear Model: Microdureza versus Material, Tiempo, ...

Factor	Type	Levels	Values
Material	fixed	3	Filtek, Point 4, QuixFil
Tiempo	fixed	5	1 Día, 183 Días, 30 Días, 365 Días, 7 Días
Medio	fixed	2	Húmedo, Seco
Superficie	fixed	2	Profunda, Superficial
Modificación	fixed	2	Con Modificación, Sin Modificación

Analysis of Variance for Microdureza, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS
Material	2	851999.5	851999.5	425999.8
Tiempo	4	6271.3	6271.3	1567.8
Medio	1	74.7	74.7	74.7
Superficie	1	278.3	278.3	278.3

Modificación	1	90.8	90.8	90.8
Material*Tiempo	8	4682.7	4682.7	585.3
Material*Medio	2	6416.3	6416.3	3208.1
Material*Superficie	2	302.3	302.3	151.1
Material*Modificación	2	10229.4	10229.4	5114.7
Tiempo*Medio	4	16038.9	16038.9	4009.7
Tiempo*Superficie	4	348.9	348.9	87.2
Tiempo*Modificación	4	1703.7	1703.7	425.9
Medio*Superficie	1	106.8	106.8	106.8
Medio*Modificación	1	463.0	463.0	463.0
Superficie*Modificación	1	140.3	140.3	140.3
Material*Tiempo*Medio	8	3044.8	3044.8	380.6
Material*Tiempo*Superficie	8	2124.0	2124.0	265.5
Material*Medio*Superficie	2	1750.1	1750.1	875.1
Material*Tiempo*Modificación	8	796.9	796.9	99.6
Material*Medio*Modificación	2	267.8	267.8	133.9
Material*Superficie*Modificación	2	810.1	810.1	405.1
Tiempo*Medio*Superficie	4	902.4	902.4	225.6
Tiempo*Medio*Modificación	4	635.4	635.4	158.8
Tiempo*Superficie*Modificación	4	1089.7	1089.7	272.4
Medio*Superficie*Modificación	1	3192.7	3192.7	3192.7
Material*Tiempo*Medio*Superficie	8	1812.1	1812.1	226.5
Material*Tiempo*Medio*Modificación	8	1060.4	1060.4	132.6
Material*Tiempo*Superficie*	8	797.4	797.4	99.7
Modificación				
Material*Medio*Superficie*	2	1860.2	1860.2	930.1
Modificación				
Tiempo*Medio*Superficie*Modificación	4	687.1	687.1	171.8
Material*Tiempo*Medio*Superficie*	8	848.3	848.3	106.0
Modificación				
Error	2280	359437.0	359437.0	157.6
Total	2399	1280263.2		
Source		F	P	
Material		2702.22	0.000	
Tiempo		9.95	0.000	

Medio	0.47	0.491
Superficie	1.77	0.184
Modificación	0.58	0.448
Material*Tiempo	3.71	0.000
Material*Medio	20.35	0.000
Material*Superficie	0.96	0.384
Material*Modificación	32.44	0.000
Tiempo*Medio	25.43	0.000
Tiempo*Superficie	0.55	0.697
Tiempo*Modificación	2.70	0.029
Medio*Superficie	0.68	0.411
Medio*Modificación	2.94	0.087
Superficie*Modificación	0.89	0.346
Material*Tiempo*Medio	2.41	0.014
Material*Tiempo*Superficie	1.68	0.097
Material*Medio*Superficie	5.55	0.004
Material*Tiempo*Modificación	0.63	0.752
Material*Medio*Modificación	0.85	0.428
Material*Superficie*Modificación	2.57	0.077
Tiempo*Medio*Superficie	1.43	0.221
Tiempo*Medio*Modificación	1.01	0.402
Tiempo*Superficie*Modificación	1.73	0.141
Medio*Superficie*Modificación	20.25	0.000
Material*Tiempo*Medio*Superficie	1.44	0.176
Material*Tiempo*Medio*Modificación	0.84	0.567
Material*Tiempo*Superficie* Modificación	0.63	0.751
Material*Medio*Superficie* Modificación	5.90	0.003
Tiempo*Medio*Superficie*Modificación	1.09	0.360
Material*Tiempo*Medio*Superficie* Modificación	0.67	0.716
Error		
Total		

S = 12.5558 R-Sq = 71.92% R-Sq(adj) = 70.46%

Least Squares Means for Microdureza

Material	Mean	SE Mean
Filtek	82.16	0.4439
Point 4	54.43	0.4439
QuixFil	100.24	0.4439
Tiempo		
1 Día	76.79	0.5731
183 Días	78.39	0.5731
30 Días	81.67	0.5731
365 Días	79.53	0.5731
7 Días	78.35	0.5731
Medio		
Húmedo	78.77	0.3625
Seco	79.12	0.3625
Superficie		
Profunda	78.60	0.3625
Superficial	79.28	0.3625
Modificación		
Con Modificación	79.14	0.3625
Sin Modificación	78.75	0.3625
Material*Tiempo		
Filtek 1 Día	78.83	0.9926
Filtek 183 Días	80.66	0.9926
Filtek 30 Días	86.74	0.9926
Filtek 365 Días	84.41	0.9926
Filtek 7 Días	80.15	0.9926
Point 4 1 Día	53.25	0.9926
Point 4 183 Días	53.30	0.9926
Point 4 30 Días	56.30	0.9926
Point 4 365 Días	56.10	0.9926
Point 4 7 Días	53.19	0.9926
QuixFil 1 Día	98.30	0.9926

QuixFil	183 Días	101.20	0.9926
QuixFil	30 Días	101.96	0.9926
QuixFil	365 Días	98.06	0.9926
QuixFil	7 Días	101.69	0.9926
Material*Medio			
Filtek	Húmedo	81.49	0.6278
Filtek	Seco	82.82	0.6278
Point 4	Húmedo	52.54	0.6278
Point 4	Seco	56.32	0.6278
QuixFil	Húmedo	102.27	0.6278
QuixFil	Seco	98.22	0.6278
Material*Superficie			
Filtek	Profunda	81.32	0.6278
Filtek	Superficial	82.99	0.6278
Point 4	Profunda	54.26	0.6278
Point 4	Superficial	54.61	0.6278
QuixFil	Profunda	100.23	0.6278
QuixFil	Superficial	100.26	0.6278
Material*Modificación			
Filtek	Con Modificación	80.13	0.6278
Filtek	Sin Modificación	84.19	0.6278
Point 4	Con Modificación	54.10	0.6278
Point 4	Sin Modificación	54.76	0.6278
QuixFil	Con Modificación	103.19	0.6278
QuixFil	Sin Modificación	97.30	0.6278
Tiempo*Medio			
1 Día	Húmedo	79.80	0.8105
1 Día	Seco	73.79	0.8105
183 Días	Húmedo	74.35	0.8105
183 Días	Seco	82.42	0.8105
30 Días	Húmedo	82.32	0.8105
30 Días	Seco	81.02	0.8105
365 Días	Húmedo	77.32	0.8105
365 Días	Seco	81.74	0.8105
7 Días	Húmedo	80.06	0.8105
7 Días	Seco	76.63	0.8105

Tiempo*Superficie			
1 Día	Profunda	75.86	0.8105
1 Día	Superficial	77.73	0.8105
183 Días	Profunda	78.01	0.8105
183 Días	Superficial	78.76	0.8105
30 Días	Profunda	81.91	0.8105
30 Días	Superficial	81.43	0.8105
365 Días	Profunda	79.33	0.8105
365 Días	Superficial	79.73	0.8105
7 Días	Profunda	77.91	0.8105
7 Días	Superficial	78.78	0.8105
Tiempo*Modificación			
1 Día	Con Modificación	78.08	0.8105
1 Día	Sin Modificación	75.51	0.8105
183 Días	Con Modificación	79.30	0.8105
183 Días	Sin Modificación	77.48	0.8105
30 Días	Con Modificación	81.85	0.8105
30 Días	Sin Modificación	81.49	0.8105
365 Días	Con Modificación	79.17	0.8105
365 Días	Sin Modificación	79.88	0.8105
7 Días	Con Modificación	77.30	0.8105
7 Días	Sin Modificación	79.39	0.8105
Medio*Superficie			
Húmedo	Profunda	78.22	0.5126
Húmedo	Superficial	79.32	0.5126
Seco	Profunda	78.99	0.5126
Seco	Superficial	79.25	0.5126
Medio*Modificación			
Húmedo	Con Modificación	79.40	0.5126
Húmedo	Sin Modificación	78.13	0.5126
Seco	Con Modificación	78.88	0.5126
Seco	Sin Modificación	79.37	0.5126
Superficie*Modificación			
Profunda	Con Modificación	78.56	0.5126
Profunda	Sin Modificación	78.65	0.5126
Superficial	Con Modificación	79.72	0.5126

Superficial Sin Modificación			78.85	0.5126
Material*Tiempo*Medio				
Filtek	1 Día	Húmedo	81.55	1.4038
Filtek	1 Día	Seco	76.11	1.4038
Filtek	183 Días	Húmedo	76.39	1.4038
Filtek	183 Días	Seco	84.92	1.4038
Filtek	30 Días	Húmedo	86.46	1.4038
Filtek	30 Días	Seco	87.02	1.4038
Filtek	365 Días	Húmedo	80.95	1.4038
Filtek	365 Días	Seco	87.87	1.4038
Filtek	7 Días	Húmedo	82.12	1.4038
Filtek	7 Días	Seco	78.19	1.4038
Point 4	1 Día	Húmedo	52.22	1.4038
Point 4	1 Día	Seco	54.28	1.4038
Point 4	183 Días	Húmedo	49.12	1.4038
Point 4	183 Días	Seco	57.49	1.4038
Point 4	30 Días	Húmedo	55.36	1.4038
Point 4	30 Días	Seco	57.24	1.4038
Point 4	365 Días	Húmedo	53.35	1.4038
Point 4	365 Días	Seco	58.86	1.4038
Point 4	7 Días	Húmedo	52.65	1.4038
Point 4	7 Días	Seco	53.73	1.4038
QuixFil	1 Día	Húmedo	105.62	1.4038
QuixFil	1 Día	Seco	90.98	1.4038
QuixFil	183 Días	Húmedo	97.54	1.4038
QuixFil	183 Días	Seco	104.86	1.4038
QuixFil	30 Días	Húmedo	105.12	1.4038
QuixFil	30 Días	Seco	98.80	1.4038
QuixFil	365 Días	Húmedo	97.65	1.4038
QuixFil	365 Días	Seco	98.48	1.4038
QuixFil	7 Días	Húmedo	105.41	1.4038
QuixFil	7 Días	Seco	97.97	1.4038
Material*Tiempo*Superficie				
Filtek	1 Día	Profunda	77.51	1.4038
Filtek	1 Día	Superficial	80.15	1.4038
Filtek	183 Días	Profunda	80.44	1.4038

Filtek	183 Días	Superficial	80.87	1.4038
Filtek	30 Días	Profunda	87.54	1.4038
Filtek	30 Días	Superficial	85.94	1.4038
Filtek	365 Días	Profunda	82.47	1.4038
Filtek	365 Días	Superficial	86.36	1.4038
Filtek	7 Días	Profunda	78.67	1.4038
Filtek	7 Días	Superficial	81.64	1.4038
Point 4	1 Día	Profunda	53.13	1.4038
Point 4	1 Día	Superficial	53.37	1.4038
Point 4	183 Días	Profunda	52.51	1.4038
Point 4	183 Días	Superficial	54.09	1.4038
Point 4	30 Días	Profunda	56.35	1.4038
Point 4	30 Días	Superficial	56.26	1.4038
Point 4	365 Días	Profunda	55.10	1.4038
Point 4	365 Días	Superficial	57.10	1.4038
Point 4	7 Días	Profunda	54.17	1.4038
Point 4	7 Días	Superficial	52.20	1.4038
QuixFil	1 Día	Profunda	96.92	1.4038
QuixFil	1 Día	Superficial	99.68	1.4038
QuixFil	183 Días	Profunda	101.08	1.4038
QuixFil	183 Días	Superficial	101.32	1.4038
QuixFil	30 Días	Profunda	101.85	1.4038
QuixFil	30 Días	Superficial	102.08	1.4038
QuixFil	365 Días	Profunda	100.41	1.4038
QuixFil	365 Días	Superficial	95.72	1.4038
QuixFil	7 Días	Profunda	100.90	1.4038
QuixFil	7 Días	Superficial	102.49	1.4038
Material*Medio*Superficie				
Filtek	Húmedo	Profunda	81.42	0.8878
Filtek	Húmedo	Superficial	81.57	0.8878
Filtek	Seco	Profunda	81.23	0.8878
Filtek	Seco	Superficial	84.42	0.8878
Point 4	Húmedo	Profunda	52.29	0.8878
Point 4	Húmedo	Superficial	52.79	0.8878
Point 4	Seco	Profunda	56.22	0.8878
Point 4	Seco	Superficial	56.42	0.8878

QuixFil	Húmedo	Profunda	100.94	0.8878
QuixFil	Húmedo	Superficial	103.60	0.8878
QuixFil	Seco	Profunda	99.52	0.8878
QuixFil	Seco	Superficial	96.92	0.8878
Material*Tiempo*Modificación				
Filtek	1 Día	Con Modificación	77.95	1.4038
Filtek	1 Día	Sin Modificación	79.70	1.4038
Filtek	183 Días	Con Modificación	79.72	1.4038
Filtek	183 Días	Sin Modificación	81.59	1.4038
Filtek	30 Días	Con Modificación	84.17	1.4038
Filtek	30 Días	Sin Modificación	89.32	1.4038
Filtek	365 Días	Con Modificación	81.97	1.4038
Filtek	365 Días	Sin Modificación	86.85	1.4038
Filtek	7 Días	Con Modificación	76.83	1.4038
Filtek	7 Días	Sin Modificación	83.48	1.4038
Point 4	1 Día	Con Modificación	53.01	1.4038
Point 4	1 Día	Sin Modificación	53.49	1.4038
Point 4	183 Días	Con Modificación	53.64	1.4038
Point 4	183 Días	Sin Modificación	52.97	1.4038
Point 4	30 Días	Con Modificación	55.89	1.4038
Point 4	30 Días	Sin Modificación	56.72	1.4038
Point 4	365 Días	Con Modificación	55.29	1.4038
Point 4	365 Días	Sin Modificación	56.92	1.4038
Point 4	7 Días	Con Modificación	52.67	1.4038
Point 4	7 Días	Sin Modificación	53.71	1.4038
QuixFil	1 Día	Con Modificación	103.28	1.4038
QuixFil	1 Día	Sin Modificación	93.33	1.4038
QuixFil	183 Días	Con Modificación	104.53	1.4038
QuixFil	183 Días	Sin Modificación	97.87	1.4038
QuixFil	30 Días	Con Modificación	105.49	1.4038
QuixFil	30 Días	Sin Modificación	98.44	1.4038
QuixFil	365 Días	Con Modificación	100.26	1.4038
QuixFil	365 Días	Sin Modificación	95.87	1.4038
QuixFil	7 Días	Con Modificación	102.39	1.4038
QuixFil	7 Días	Sin Modificación	100.99	1.4038
Material*Medio*Modificación				

Filtek	Húmedo	Con Modificación	80.38	0.8878
Filtek	Húmedo	Sin Modificación	82.61	0.8878
Filtek	Seco	Con Modificación	79.88	0.8878
Filtek	Seco	Sin Modificación	85.76	0.8878
Point 4	Húmedo	Con Modificación	52.41	0.8878
Point 4	Húmedo	Sin Modificación	52.67	0.8878
Point 4	Seco	Con Modificación	55.79	0.8878
Point 4	Seco	Sin Modificación	56.85	0.8878
QuixFil	Húmedo	Con Modificación	105.42	0.8878
QuixFil	Húmedo	Sin Modificación	99.12	0.8878
QuixFil	Seco	Con Modificación	100.96	0.8878
QuixFil	Seco	Sin Modificación	95.48	0.8878
Material*Superficie*Modificación				
Filtek	Profunda	Con Modificación	78.47	0.8878
Filtek	Profunda	Sin Modificación	84.18	0.8878
Filtek	Superficial	Con Modificación	81.79	0.8878
Filtek	Superficial	Sin Modificación	84.20	0.8878
Point 4	Profunda	Con Modificación	53.47	0.8878
Point 4	Profunda	Sin Modificación	55.04	0.8878
Point 4	Superficial	Con Modificación	54.73	0.8878
Point 4	Superficial	Sin Modificación	54.49	0.8878
QuixFil	Profunda	Con Modificación	103.73	0.8878
QuixFil	Profunda	Sin Modificación	96.74	0.8878
QuixFil	Superficial	Con Modificación	102.65	0.8878
QuixFil	Superficial	Sin Modificación	97.86	0.8878
Tiempo*Medio*Superficie				
1 Día	Húmedo	Profunda	78.66	1.1462
1 Día	Húmedo	Superficial	80.94	1.1462
1 Día	Seco	Profunda	73.05	1.1462
1 Día	Seco	Superficial	74.52	1.1462
183 Días	Húmedo	Profunda	74.55	1.1462
183 Días	Húmedo	Superficial	74.15	1.1462
183 Días	Seco	Profunda	81.47	1.1462
183 Días	Seco	Superficial	83.38	1.1462
30 Días	Húmedo	Profunda	82.24	1.1462
30 Días	Húmedo	Superficial	82.39	1.1462

30 Días	Seco	Profunda	81.58	1.1462
30 Días	Seco	Superficial	80.46	1.1462
365 Días	Húmedo	Profunda	77.27	1.1462
365 Días	Húmedo	Superficial	77.36	1.1462
365 Días	Seco	Profunda	81.38	1.1462
365 Días	Seco	Superficial	82.09	1.1462
7 Días	Húmedo	Profunda	78.36	1.1462
7 Días	Húmedo	Superficial	81.76	1.1462
7 Días	Seco	Profunda	77.46	1.1462
7 Días	Seco	Superficial	75.80	1.1462
Tiempo*Medio*Modificación				
1 Día	Húmedo	Con Modificación	81.45	1.1462
1 Día	Húmedo	Sin Modificación	78.14	1.1462
1 Día	Seco	Con Modificación	74.71	1.1462
1 Día	Seco	Sin Modificación	72.87	1.1462
183 Días	Húmedo	Con Modificación	74.98	1.1462
183 Días	Húmedo	Sin Modificación	73.72	1.1462
183 Días	Seco	Con Modificación	83.61	1.1462
183 Días	Seco	Sin Modificación	81.24	1.1462
30 Días	Húmedo	Con Modificación	82.81	1.1462
30 Días	Húmedo	Sin Modificación	81.82	1.1462
30 Días	Seco	Con Modificación	80.89	1.1462
30 Días	Seco	Sin Modificación	81.16	1.1462
365 Días	Húmedo	Con Modificación	77.43	1.1462
365 Días	Húmedo	Sin Modificación	77.21	1.1462
365 Días	Seco	Con Modificación	80.92	1.1462
365 Días	Seco	Sin Modificación	82.56	1.1462
7 Días	Húmedo	Con Modificación	80.34	1.1462
7 Días	Húmedo	Sin Modificación	79.78	1.1462
7 Días	Seco	Con Modificación	74.26	1.1462
7 Días	Seco	Sin Modificación	79.01	1.1462
Tiempo*Superficie*Modificación				
1 Día	Profunda	Con Modificación	77.53	1.1462
1 Día	Profunda	Sin Modificación	74.18	1.1462
1 Día	Superficial	Con Modificación	78.63	1.1462
1 Día	Superficial	Sin Modificación	76.83	1.1462

183 Días Profunda	Con Modificación	78.42	1.1462
183 Días Profunda	Sin Modificación	77.60	1.1462
183 Días Superficial	Con Modificación	80.17	1.1462
183 Días Superficial	Sin Modificación	77.36	1.1462
30 Días Profunda	Con Modificación	82.68	1.1462
30 Días Profunda	Sin Modificación	81.15	1.1462
30 Días Superficial	Con Modificación	81.02	1.1462
30 Días Superficial	Sin Modificación	81.83	1.1462
365 Días Profunda	Con Modificación	77.68	1.1462
365 Días Profunda	Sin Modificación	80.97	1.1462
365 Días Superficial	Con Modificación	80.66	1.1462
365 Días Superficial	Sin Modificación	78.79	1.1462
7 Días Profunda	Con Modificación	76.47	1.1462
7 Días Profunda	Sin Modificación	79.36	1.1462
7 Días Superficial	Con Modificación	78.12	1.1462
7 Días Superficial	Sin Modificación	79.43	1.1462
Medio*Superficie*Modificación			
Húmedo Profunda	Con Modificación	77.46	0.7249
Húmedo Profunda	Sin Modificación	78.98	0.7249
Húmedo Superficial	Con Modificación	81.35	0.7249
Húmedo Superficial	Sin Modificación	77.29	0.7249
Seco Profunda	Con Modificación	79.66	0.7249
Seco Profunda	Sin Modificación	78.32	0.7249
Seco Superficial	Con Modificación	78.09	0.7249
Seco Superficial	Sin Modificación	80.41	0.7249
Material*Tiempo*Medio*Superficie			
Filtek 1 Día	Húmedo Profunda	82.39	1.9852
Filtek 1 Día	Húmedo Superficial	80.71	1.9852
Filtek 1 Día	Seco Profunda	72.63	1.9852
Filtek 1 Día	Seco Superficial	79.58	1.9852
Filtek 183 Días	Húmedo Profunda	77.88	1.9852
Filtek 183 Días	Húmedo Superficial	74.90	1.9852
Filtek 183 Días	Seco Profunda	83.00	1.9852
Filtek 183 Días	Seco Superficial	86.85	1.9852
Filtek 30 Días	Húmedo Profunda	88.09	1.9852
Filtek 30 Días	Húmedo Superficial	84.83	1.9852

Filtek	30 Días	Seco	Profunda	86.99	1.9852
Filtek	30 Días	Seco	Superficial	87.05	1.9852
Filtek	365 Días	Húmedo	Profunda	79.48	1.9852
Filtek	365 Días	Húmedo	Superficial	82.43	1.9852
Filtek	365 Días	Seco	Profunda	85.45	1.9852
Filtek	365 Días	Seco	Superficial	90.29	1.9852
Filtek	7 Días	Húmedo	Profunda	79.27	1.9852
Filtek	7 Días	Húmedo	Superficial	84.97	1.9852
Filtek	7 Días	Seco	Profunda	78.07	1.9852
Filtek	7 Días	Seco	Superficial	78.31	1.9852
Point 4	1 Día	Húmedo	Profunda	52.66	1.9852
Point 4	1 Día	Húmedo	Superficial	51.79	1.9852
Point 4	1 Día	Seco	Profunda	53.61	1.9852
Point 4	1 Día	Seco	Superficial	54.95	1.9852
Point 4	183 Días	Húmedo	Profunda	48.86	1.9852
Point 4	183 Días	Húmedo	Superficial	49.38	1.9852
Point 4	183 Días	Seco	Profunda	56.17	1.9852
Point 4	183 Días	Seco	Superficial	58.81	1.9852
Point 4	30 Días	Húmedo	Profunda	54.69	1.9852
Point 4	30 Días	Húmedo	Superficial	56.04	1.9852
Point 4	30 Días	Seco	Profunda	58.01	1.9852
Point 4	30 Días	Seco	Superficial	56.47	1.9852
Point 4	365 Días	Húmedo	Profunda	51.97	1.9852
Point 4	365 Días	Húmedo	Superficial	54.73	1.9852
Point 4	365 Días	Seco	Profunda	58.24	1.9852
Point 4	365 Días	Seco	Superficial	59.48	1.9852
Point 4	7 Días	Húmedo	Profunda	53.27	1.9852
Point 4	7 Días	Húmedo	Superficial	52.02	1.9852
Point 4	7 Días	Seco	Profunda	55.08	1.9852
Point 4	7 Días	Seco	Superficial	52.39	1.9852
QuixFil	1 Día	Húmedo	Profunda	100.92	1.9852
QuixFil	1 Día	Húmedo	Superficial	110.32	1.9852
QuixFil	1 Día	Seco	Profunda	92.93	1.9852
QuixFil	1 Día	Seco	Superficial	89.04	1.9852
QuixFil	183 Días	Húmedo	Profunda	96.91	1.9852
QuixFil	183 Días	Húmedo	Superficial	98.16	1.9852

QuixFil	183 Días	Seco	Profunda	105.24	1.9852
QuixFil	183 Días	Seco	Superficial	104.49	1.9852
QuixFil	30 Días	Húmedo	Profunda	103.95	1.9852
QuixFil	30 Días	Húmedo	Superficial	106.30	1.9852
QuixFil	30 Días	Seco	Profunda	99.75	1.9852
QuixFil	30 Días	Seco	Superficial	97.85	1.9852
QuixFil	365 Días	Húmedo	Profunda	100.36	1.9852
QuixFil	365 Días	Húmedo	Superficial	94.94	1.9852
QuixFil	365 Días	Seco	Profunda	100.46	1.9852
QuixFil	365 Días	Seco	Superficial	96.50	1.9852
QuixFil	7 Días	Húmedo	Profunda	102.55	1.9852
QuixFil	7 Días	Húmedo	Superficial	108.28	1.9852
QuixFil	7 Días	Seco	Profunda	99.25	1.9852
QuixFil	7 Días	Seco	Superficial	96.69	1.9852
Material*Tiempo*Medio*Modificación					
Filtek	1 Día	Húmedo	Con Modificación	81.75	1.9852
Filtek	1 Día	Húmedo	Sin Modificación	81.35	1.9852
Filtek	1 Día	Seco	Con Modificación	74.15	1.9852
Filtek	1 Día	Seco	Sin Modificación	78.06	1.9852
Filtek	183 Días	Húmedo	Con Modificación	74.90	1.9852
Filtek	183 Días	Húmedo	Sin Modificación	77.88	1.9852
Filtek	183 Días	Seco	Con Modificación	84.55	1.9852
Filtek	183 Días	Seco	Sin Modificación	85.30	1.9852
Filtek	30 Días	Húmedo	Con Modificación	85.66	1.9852
Filtek	30 Días	Húmedo	Sin Modificación	87.26	1.9852
Filtek	30 Días	Seco	Con Modificación	82.67	1.9852
Filtek	30 Días	Seco	Sin Modificación	91.37	1.9852
Filtek	365 Días	Húmedo	Con Modificación	78.84	1.9852
Filtek	365 Días	Húmedo	Sin Modificación	83.06	1.9852
Filtek	365 Días	Seco	Con Modificación	85.10	1.9852
Filtek	365 Días	Seco	Sin Modificación	90.64	1.9852
Filtek	7 Días	Húmedo	Con Modificación	80.73	1.9852
Filtek	7 Días	Húmedo	Sin Modificación	83.51	1.9852
Filtek	7 Días	Seco	Con Modificación	72.92	1.9852
Filtek	7 Días	Seco	Sin Modificación	83.45	1.9852
Point 4	1 Día	Húmedo	Con Modificación	51.97	1.9852

Point 4	1 Día	Húmedo	Sin Modificación	52.47	1.9852
Point 4	1 Día	Seco	Con Modificación	54.04	1.9852
Point 4	1 Día	Seco	Sin Modificación	54.51	1.9852
Point 4	183 Días	Húmedo	Con Modificación	48.58	1.9852
Point 4	183 Días	Húmedo	Sin Modificación	49.66	1.9852
Point 4	183 Días	Seco	Con Modificación	58.69	1.9852
Point 4	183 Días	Seco	Sin Modificación	56.28	1.9852
Point 4	30 Días	Húmedo	Con Modificación	55.51	1.9852
Point 4	30 Días	Húmedo	Sin Modificación	55.22	1.9852
Point 4	30 Días	Seco	Con Modificación	56.28	1.9852
Point 4	30 Días	Seco	Sin Modificación	58.21	1.9852
Point 4	365 Días	Húmedo	Con Modificación	53.34	1.9852
Point 4	365 Días	Húmedo	Sin Modificación	53.35	1.9852
Point 4	365 Días	Seco	Con Modificación	57.23	1.9852
Point 4	365 Días	Seco	Sin Modificación	60.49	1.9852
Point 4	7 Días	Húmedo	Con Modificación	52.64	1.9852
Point 4	7 Días	Húmedo	Sin Modificación	52.65	1.9852
Point 4	7 Días	Seco	Con Modificación	52.71	1.9852
Point 4	7 Días	Seco	Sin Modificación	54.76	1.9852
QuixFil	1 Día	Húmedo	Con Modificación	110.63	1.9852
QuixFil	1 Día	Húmedo	Sin Modificación	100.61	1.9852
QuixFil	1 Día	Seco	Con Modificación	95.92	1.9852
QuixFil	1 Día	Seco	Sin Modificación	86.05	1.9852
QuixFil	183 Días	Húmedo	Con Modificación	101.47	1.9852
QuixFil	183 Días	Húmedo	Sin Modificación	93.61	1.9852
QuixFil	183 Días	Seco	Con Modificación	107.60	1.9852
QuixFil	183 Días	Seco	Sin Modificación	102.13	1.9852
QuixFil	30 Días	Húmedo	Con Modificación	107.26	1.9852
QuixFil	30 Días	Húmedo	Sin Modificación	102.99	1.9852
QuixFil	30 Días	Seco	Con Modificación	103.71	1.9852
QuixFil	30 Días	Seco	Sin Modificación	93.89	1.9852
QuixFil	365 Días	Húmedo	Con Modificación	100.10	1.9852
QuixFil	365 Días	Húmedo	Sin Modificación	95.20	1.9852
QuixFil	365 Días	Seco	Con Modificación	100.41	1.9852
QuixFil	365 Días	Seco	Sin Modificación	96.54	1.9852
QuixFil	7 Días	Húmedo	Con Modificación	107.65	1.9852

QuixFil	7 Días	Húmedo	Sin Modificación	103.18	1.9852
QuixFil	7 Días	Seco	Con Modificación	97.14	1.9852
QuixFil	7 Días	Seco	Sin Modificación	98.81	1.9852
Material*Tiempo*Superficie*Modificación					
Filtek	1 Día	Profunda	Con Modificación	76.23	1.9852
Filtek	1 Día	Profunda	Sin Modificación	78.79	1.9852
Filtek	1 Día	Superficial	Con Modificación	79.67	1.9852
Filtek	1 Día	Superficial	Sin Modificación	80.62	1.9852
Filtek	183 Días	Profunda	Con Modificación	78.43	1.9852
Filtek	183 Días	Profunda	Sin Modificación	82.45	1.9852
Filtek	183 Días	Superficial	Con Modificación	81.02	1.9852
Filtek	183 Días	Superficial	Sin Modificación	80.73	1.9852
Filtek	30 Días	Profunda	Con Modificación	84.20	1.9852
Filtek	30 Días	Profunda	Sin Modificación	90.88	1.9852
Filtek	30 Días	Superficial	Con Modificación	84.13	1.9852
Filtek	30 Días	Superficial	Sin Modificación	87.75	1.9852
Filtek	365 Días	Profunda	Con Modificación	78.83	1.9852
Filtek	365 Días	Profunda	Sin Modificación	86.10	1.9852
Filtek	365 Días	Superficial	Con Modificación	85.11	1.9852
Filtek	365 Días	Superficial	Sin Modificación	87.60	1.9852
Filtek	7 Días	Profunda	Con Modificación	74.66	1.9852
Filtek	7 Días	Profunda	Sin Modificación	82.68	1.9852
Filtek	7 Días	Superficial	Con Modificación	79.00	1.9852
Filtek	7 Días	Superficial	Sin Modificación	84.28	1.9852
Point 4	1 Día	Profunda	Con Modificación	52.36	1.9852
Point 4	1 Día	Profunda	Sin Modificación	53.90	1.9852
Point 4	1 Día	Superficial	Con Modificación	53.65	1.9852
Point 4	1 Día	Superficial	Sin Modificación	53.08	1.9852
Point 4	183 Días	Profunda	Con Modificación	51.87	1.9852
Point 4	183 Días	Profunda	Sin Modificación	53.16	1.9852
Point 4	183 Días	Superficial	Con Modificación	55.41	1.9852
Point 4	183 Días	Superficial	Sin Modificación	52.78	1.9852
Point 4	30 Días	Profunda	Con Modificación	56.53	1.9852
Point 4	30 Días	Profunda	Sin Modificación	56.18	1.9852
Point 4	30 Días	Superficial	Con Modificación	55.25	1.9852
Point 4	30 Días	Superficial	Sin Modificación	57.26	1.9852

Point 4	365 Días	Profunda	Con Modificación	52.88	1.9852
Point 4	365 Días	Profunda	Sin Modificación	57.33	1.9852
Point 4	365 Días	Superficial	Con Modificación	57.70	1.9852
Point 4	365 Días	Superficial	Sin Modificación	56.51	1.9852
Point 4	7 Días	Profunda	Con Modificación	53.73	1.9852
Point 4	7 Días	Profunda	Sin Modificación	54.62	1.9852
Point 4	7 Días	Superficial	Con Modificación	51.62	1.9852
Point 4	7 Días	Superficial	Sin Modificación	52.79	1.9852
QuixFil	1 Día	Profunda	Con Modificación	103.99	1.9852
QuixFil	1 Día	Profunda	Sin Modificación	89.86	1.9852
QuixFil	1 Día	Superficial	Con Modificación	102.57	1.9852
QuixFil	1 Día	Superficial	Sin Modificación	96.79	1.9852
QuixFil	183 Días	Profunda	Con Modificación	104.98	1.9852
QuixFil	183 Días	Profunda	Sin Modificación	97.18	1.9852
QuixFil	183 Días	Superficial	Con Modificación	104.09	1.9852
QuixFil	183 Días	Superficial	Sin Modificación	98.56	1.9852
QuixFil	30 Días	Profunda	Con Modificación	107.30	1.9852
QuixFil	30 Días	Profunda	Sin Modificación	96.39	1.9852
QuixFil	30 Días	Superficial	Con Modificación	103.67	1.9852
QuixFil	30 Días	Superficial	Sin Modificación	100.49	1.9852
QuixFil	365 Días	Profunda	Con Modificación	101.33	1.9852
QuixFil	365 Días	Profunda	Sin Modificación	99.49	1.9852
QuixFil	365 Días	Superficial	Con Modificación	99.18	1.9852
QuixFil	365 Días	Superficial	Sin Modificación	92.25	1.9852
QuixFil	7 Días	Profunda	Con Modificación	101.04	1.9852
QuixFil	7 Días	Profunda	Sin Modificación	100.76	1.9852
QuixFil	7 Días	Superficial	Con Modificación	103.75	1.9852
QuixFil	7 Días	Superficial	Sin Modificación	101.23	1.9852
Material*Medio*Superficie*Modificación					
Filtek	Húmedo	Profunda	Con Modificación	77.48	1.2556
Filtek	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	85.36	1.2556
Filtek	Húmedo	Superficial	Con Modificación	83.27	1.2556
Filtek	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	79.86	1.2556
Filtek	Seco	Profunda	Con Modificación	79.46	1.2556
Filtek	Seco	Profunda	Sin Modificación	83.00	1.2556
Filtek	Seco	Superficial	Con Modificación	80.30	1.2556

Filtek	Seco	Superficial	Sin Modificación	88.53	1.2556
Point 4	Húmedo	Profunda	Con Modificación	51.77	1.2556
Point 4	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	52.81	1.2556
Point 4	Húmedo	Superficial	Con Modificación	53.05	1.2556
Point 4	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	52.53	1.2556
Point 4	Seco	Profunda	Con Modificación	55.18	1.2556
Point 4	Seco	Profunda	Sin Modificación	57.26	1.2556
Point 4	Seco	Superficial	Con Modificación	56.40	1.2556
Point 4	Seco	Superficial	Sin Modificación	56.44	1.2556
QuixFil	Húmedo	Profunda	Con Modificación	103.12	1.2556
QuixFil	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	98.76	1.2556
QuixFil	Húmedo	Superficial	Con Modificación	107.72	1.2556
QuixFil	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	99.48	1.2556
QuixFil	Seco	Profunda	Con Modificación	104.34	1.2556
QuixFil	Seco	Profunda	Sin Modificación	94.71	1.2556
QuixFil	Seco	Superficial	Con Modificación	97.58	1.2556
QuixFil	Seco	Superficial	Sin Modificación	96.25	1.2556
Tiempo*Medio*Superficie*Modificación					
1 Día	Húmedo	Profunda	Con Modificación	80.31	1.6209
1 Día	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	77.00	1.6209
1 Día	Húmedo	Superficial	Con Modificación	82.59	1.6209
1 Día	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	79.29	1.6209
1 Día	Seco	Profunda	Con Modificación	74.74	1.6209
1 Día	Seco	Profunda	Sin Modificación	71.37	1.6209
1 Día	Seco	Superficial	Con Modificación	74.67	1.6209
1 Día	Seco	Superficial	Sin Modificación	74.38	1.6209
183 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	74.00	1.6209
183 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	75.10	1.6209
183 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	75.96	1.6209
183 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	72.33	1.6209
183 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	82.84	1.6209
183 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	80.09	1.6209
183 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	84.38	1.6209
183 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	82.38	1.6209
30 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	81.53	1.6209
30 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	82.95	1.6209

30 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	84.09	1.6209	
30 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	80.70	1.6209	
30 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	83.82	1.6209	
30 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	79.35	1.6209	
30 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	77.95	1.6209	
30 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	82.97	1.6209	
365 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	74.77	1.6209	
365 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	79.77	1.6209	
365 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	80.09	1.6209	
365 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	74.64	1.6209	
365 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	80.59	1.6209	
365 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	82.18	1.6209	
365 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	81.24	1.6209	
365 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	82.94	1.6209	
7 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	76.66	1.6209	
7 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	80.07	1.6209	
7 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	84.02	1.6209	
7 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	79.49	1.6209	
7 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	76.29	1.6209	
7 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	78.64	1.6209	
7 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	72.22	1.6209	
7 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	79.37	1.6209	
Material*Tiempo*Medio*Superficie*Modificación						
Filtek	1 Día	Húmedo	Profunda	Con Modificación	81.29	2.8076
Filtek	1 Día	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	83.49	2.8076
Filtek	1 Día	Húmedo	Superficial	Con Modificación	82.21	2.8076
Filtek	1 Día	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	79.21	2.8076
Filtek	1 Día	Seco	Profunda	Con Modificación	71.18	2.8076
Filtek	1 Día	Seco	Profunda	Sin Modificación	74.08	2.8076
Filtek	1 Día	Seco	Superficial	Con Modificación	77.13	2.8076
Filtek	1 Día	Seco	Superficial	Sin Modificación	82.03	2.8076
Filtek	183 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	73.31	2.8076
Filtek	183 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	82.46	2.8076
Filtek	183 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	76.49	2.8076
Filtek	183 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	73.31	2.8076
Filtek	183 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	83.55	2.8076

Filtek	183 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	82.45	2.8076
Filtek	183 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	85.55	2.8076
Filtek	183 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	88.15	2.8076
Filtek	30 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	84.14	2.8076
Filtek	30 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	92.04	2.8076
Filtek	30 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	87.19	2.8076
Filtek	30 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	82.48	2.8076
Filtek	30 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	84.26	2.8076
Filtek	30 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	89.71	2.8076
Filtek	30 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	81.08	2.8076
Filtek	30 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	93.03	2.8076
Filtek	365 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	73.52	2.8076
Filtek	365 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	85.45	2.8076
Filtek	365 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	84.17	2.8076
Filtek	365 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	80.68	2.8076
Filtek	365 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	84.15	2.8076
Filtek	365 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	86.75	2.8076
Filtek	365 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	86.05	2.8076
Filtek	365 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	94.53	2.8076
Filtek	7 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	75.17	2.8076
Filtek	7 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	83.38	2.8076
Filtek	7 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	86.30	2.8076
Filtek	7 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	83.65	2.8076
Filtek	7 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	74.15	2.8076
Filtek	7 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	81.99	2.8076
Filtek	7 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	71.70	2.8076
Filtek	7 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	84.91	2.8076
Point 4	1 Día	Húmedo	Profunda	Con Modificación	53.79	2.8076
Point 4	1 Día	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	51.53	2.8076
Point 4	1 Día	Húmedo	Superficial	Con Modificación	50.16	2.8076
Point 4	1 Día	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	53.42	2.8076
Point 4	1 Día	Seco	Profunda	Con Modificación	50.93	2.8076
Point 4	1 Día	Seco	Profunda	Sin Modificación	56.28	2.8076
Point 4	1 Día	Seco	Superficial	Con Modificación	57.15	2.8076
Point 4	1 Día	Seco	Superficial	Sin Modificación	52.75	2.8076
Point 4	183 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	47.54	2.8076

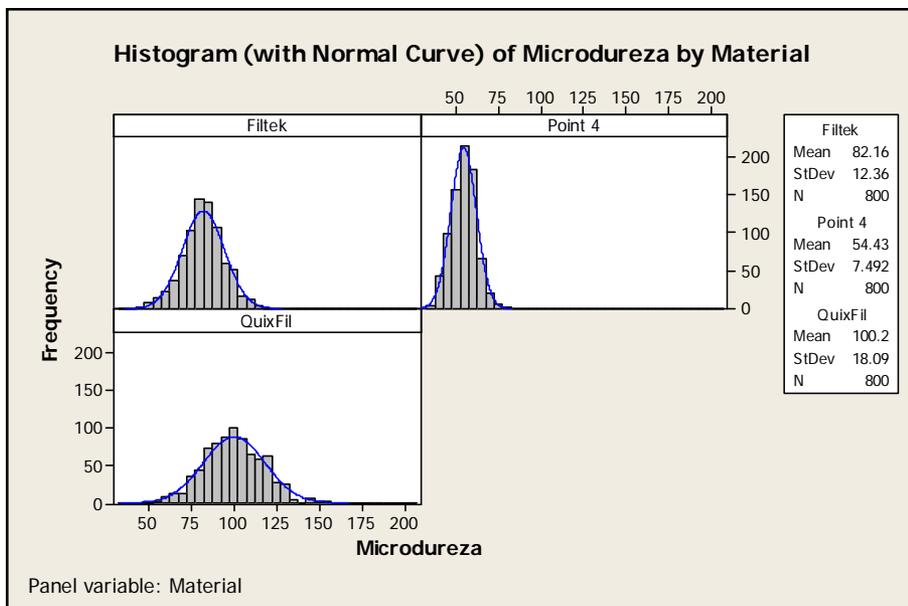
Point 4	183 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	50.18	2.8076
Point 4	183 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	49.63	2.8076
Point 4	183 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	49.14	2.8076
Point 4	183 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	56.20	2.8076
Point 4	183 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	56.14	2.8076
Point 4	183 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	61.19	2.8076
Point 4	183 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	56.43	2.8076
Point 4	30 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	54.39	2.8076
Point 4	30 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	54.99	2.8076
Point 4	30 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	56.62	2.8076
Point 4	30 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	55.46	2.8076
Point 4	30 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	58.67	2.8076
Point 4	30 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	57.36	2.8076
Point 4	30 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	53.89	2.8076
Point 4	30 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	59.06	2.8076
Point 4	365 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	50.47	2.8076
Point 4	365 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	53.47	2.8076
Point 4	365 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	56.22	2.8076
Point 4	365 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	53.24	2.8076
Point 4	365 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	55.29	2.8076
Point 4	365 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	61.20	2.8076
Point 4	365 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	59.18	2.8076
Point 4	365 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	59.78	2.8076
Point 4	7 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	52.65	2.8076
Point 4	7 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	53.89	2.8076
Point 4	7 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	52.62	2.8076
Point 4	7 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	51.41	2.8076
Point 4	7 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	54.81	2.8076
Point 4	7 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	55.35	2.8076
Point 4	7 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	50.61	2.8076
Point 4	7 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	54.17	2.8076
QuixFil	1 Día	Húmedo	Profunda	Con Modificación	105.86	2.8076
QuixFil	1 Día	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	95.98	2.8076
QuixFil	1 Día	Húmedo	Superficial	Con Modificación	115.40	2.8076
QuixFil	1 Día	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	105.23	2.8076
QuixFil	1 Día	Seco	Profunda	Con Modificación	102.11	2.8076

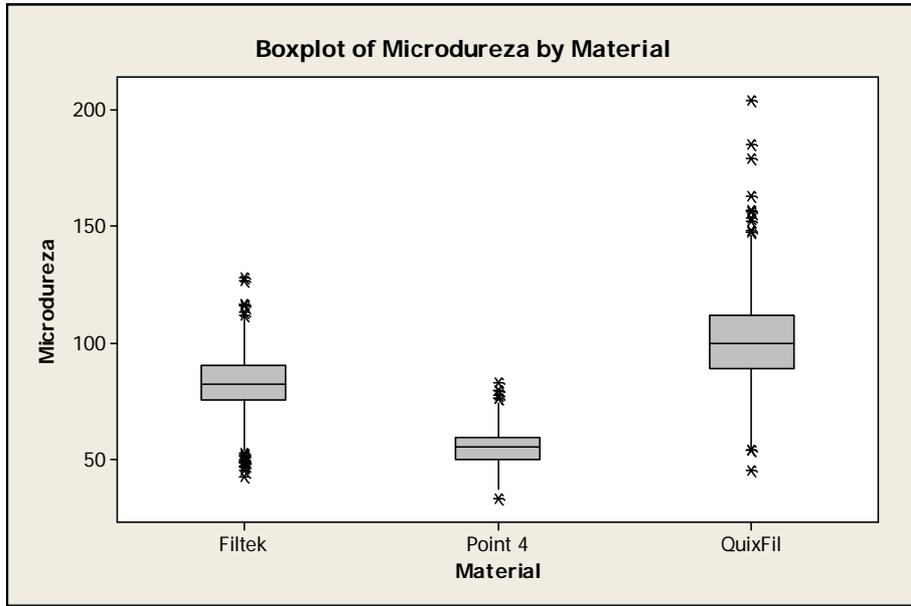
QuixFil	1 Día	Seco	Profunda	Sin Modificación	83.74	2.8076
QuixFil	1 Día	Seco	Superficial	Con Modificación	89.73	2.8076
QuixFil	1 Día	Seco	Superficial	Sin Modificación	88.35	2.8076
QuixFil	183 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	101.16	2.8076
QuixFil	183 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	92.66	2.8076
QuixFil	183 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	101.77	2.8076
QuixFil	183 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	94.56	2.8076
QuixFil	183 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	108.79	2.8076
QuixFil	183 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	101.69	2.8076
QuixFil	183 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	106.41	2.8076
QuixFil	183 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	102.56	2.8076
QuixFil	30 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	106.07	2.8076
QuixFil	30 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	101.82	2.8076
QuixFil	30 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	108.44	2.8076
QuixFil	30 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	104.16	2.8076
QuixFil	30 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	108.53	2.8076
QuixFil	30 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	90.96	2.8076
QuixFil	30 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	98.89	2.8076
QuixFil	30 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	96.81	2.8076
QuixFil	365 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	100.33	2.8076
QuixFil	365 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	100.40	2.8076
QuixFil	365 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	99.87	2.8076
QuixFil	365 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	90.00	2.8076
QuixFil	365 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	102.33	2.8076
QuixFil	365 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	98.58	2.8076
QuixFil	365 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	98.50	2.8076
QuixFil	365 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	94.51	2.8076
QuixFil	7 Días	Húmedo	Profunda	Con Modificación	102.15	2.8076
QuixFil	7 Días	Húmedo	Profunda	Sin Modificación	102.94	2.8076
QuixFil	7 Días	Húmedo	Superficial	Con Modificación	113.14	2.8076
QuixFil	7 Días	Húmedo	Superficial	Sin Modificación	103.42	2.8076
QuixFil	7 Días	Seco	Profunda	Con Modificación	99.92	2.8076
QuixFil	7 Días	Seco	Profunda	Sin Modificación	98.58	2.8076
QuixFil	7 Días	Seco	Superficial	Con Modificación	94.35	2.8076
QuixFil	7 Días	Seco	Superficial	Sin Modificación	99.03	2.8076

Descriptive Statistics: Microdureza

Variable	Material	Total				
		Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance
Sum						
Microdureza	Filtek	800	82.158	0.437	12.360	152.777
	Point 4	800	54.430	0.265	7.492	56.128
	QuixFil	800	100.24	0.639	18.09	327.09

Variable	Material	Minimum	Median	Maximum
Microdureza	Filtek	42.000	82.300	127.900
	Point 4	33.000	54.900	82.800
	QuixFil	45.30	99.65	203.80



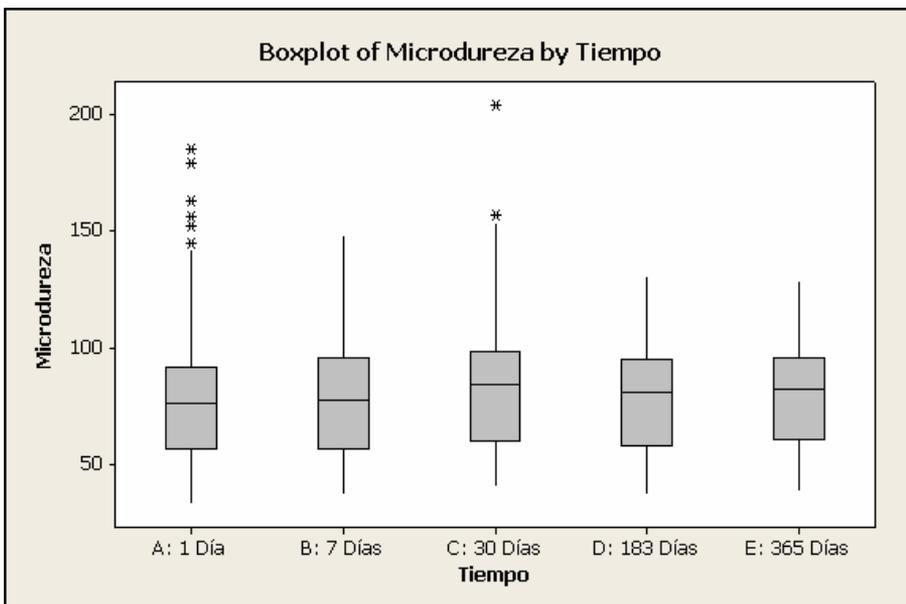
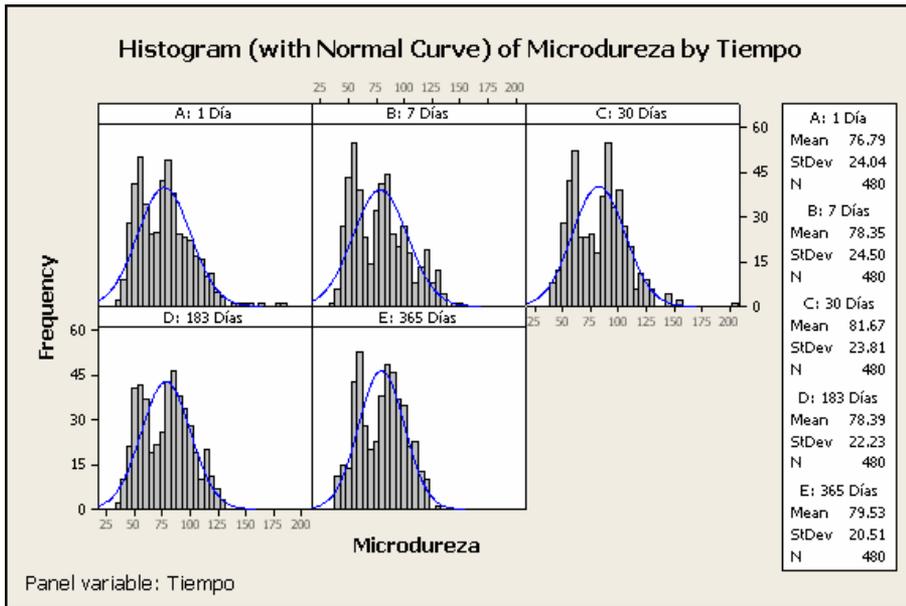


Descriptive Statistics: Microdureza

Variable	Tiempo	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance
Sum						
Microdureza	1 Día	480	76.79	1.10	24.04	577.69
	183 Días	480	78.39	1.01	22.23	494.27
	30 Días	480	81.67	1.09	23.81	566.74
	365 Días	480	79.526	0.936	20.509	420.619
	7 Días	480	78.35	1.12	24.50	600.38

Variable	Tiempo	Minimum	Median	Maximum
Microdureza	1 Día	33.00	75.90	185.40

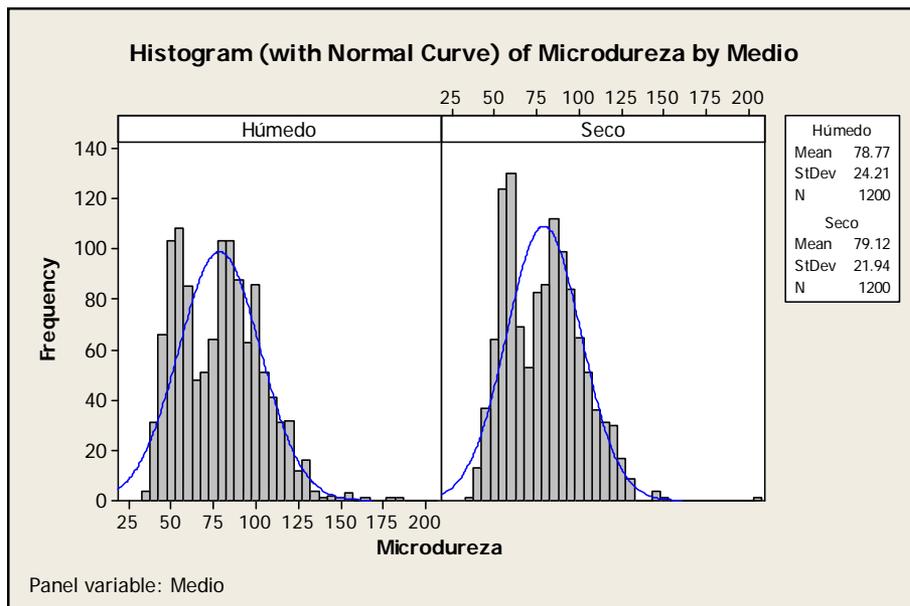
183 Días	37.20	80.50	130.70
30 Días	40.00	83.75	203.80

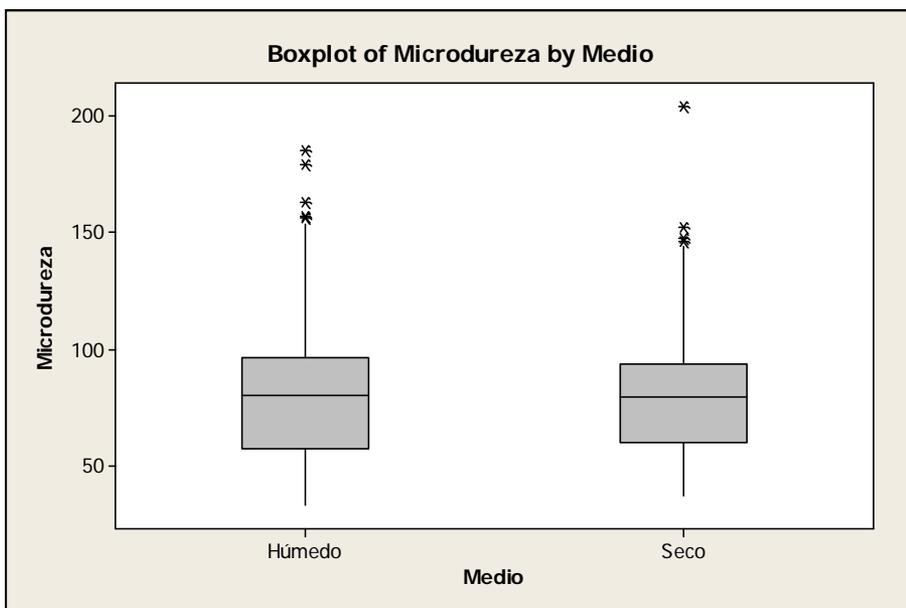


Descriptive Statistics: Microdureza

Variable	Medio	Total					Sum
		Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance	
Microdureza	Húmedo	1200	78.768	0.699	24.211	586.171	94521.600
	Seco	1200	79.121	0.633	21.944	481.542	94944.900

Variable	Medio	Minimum	Median	Maximum
Microdureza	Húmedo	33.000	79.750	185.400
	Seco	36.800	79.100	203.800

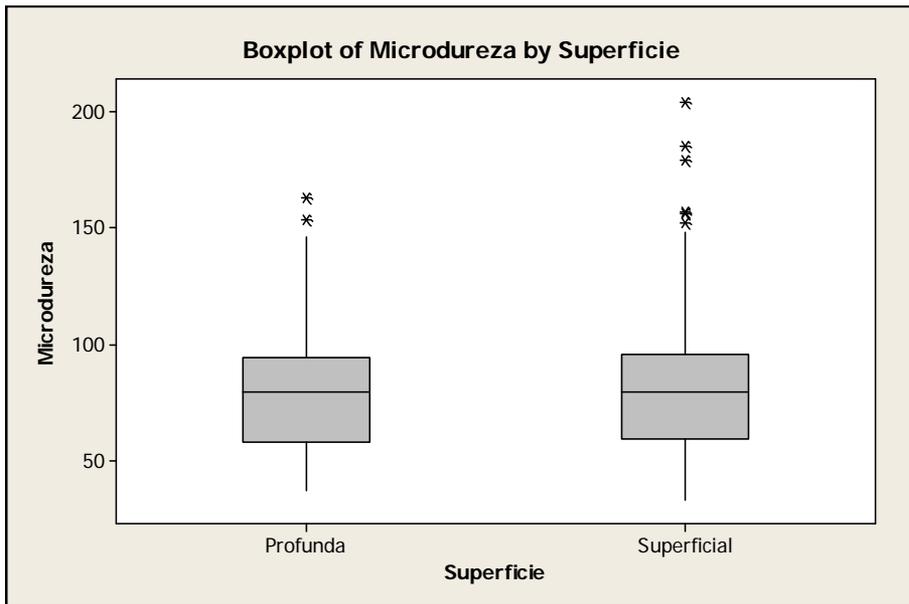
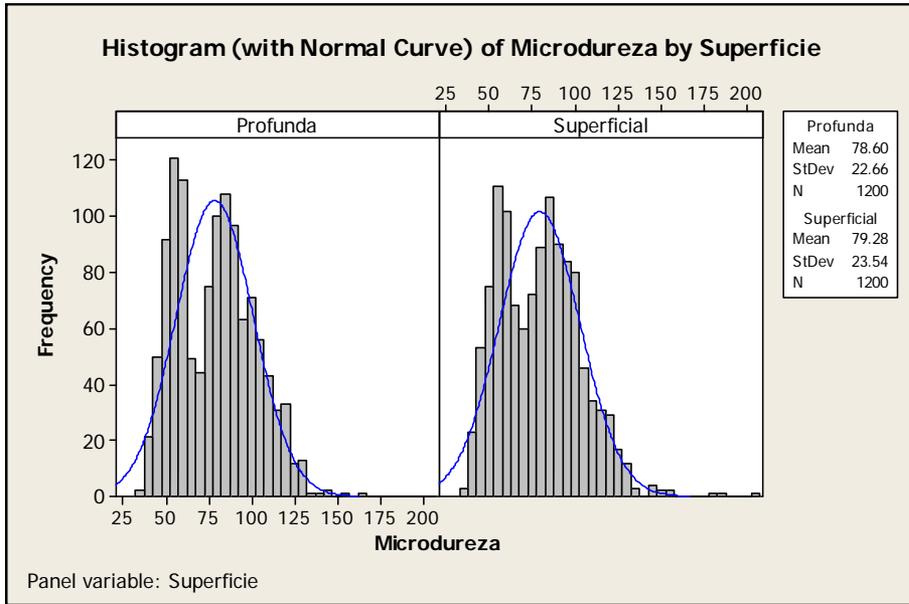




Descriptive Statistics: Microdureza

Variable	Superficie	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance
Sum						
Microdureza	Profunda	1200	78.604	0.654	22.660	513.478
	Superficial	1200	79.285	0.680	23.539	554.066
						95141.900

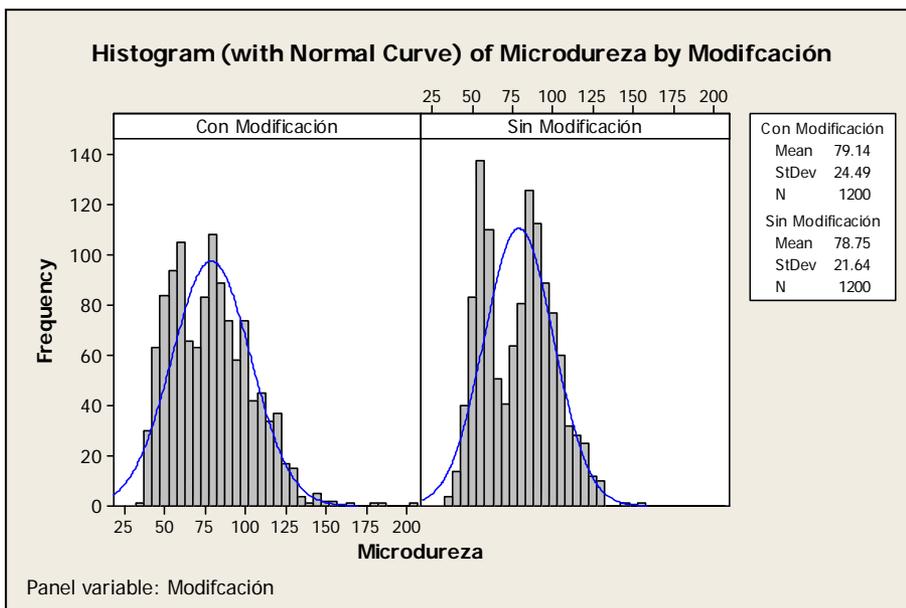
Variable	Superficie	Minimum	Median	Maximum
Microdureza	Profunda	37.200	79.350	162.800
	Superficial	33.000	79.650	203.800

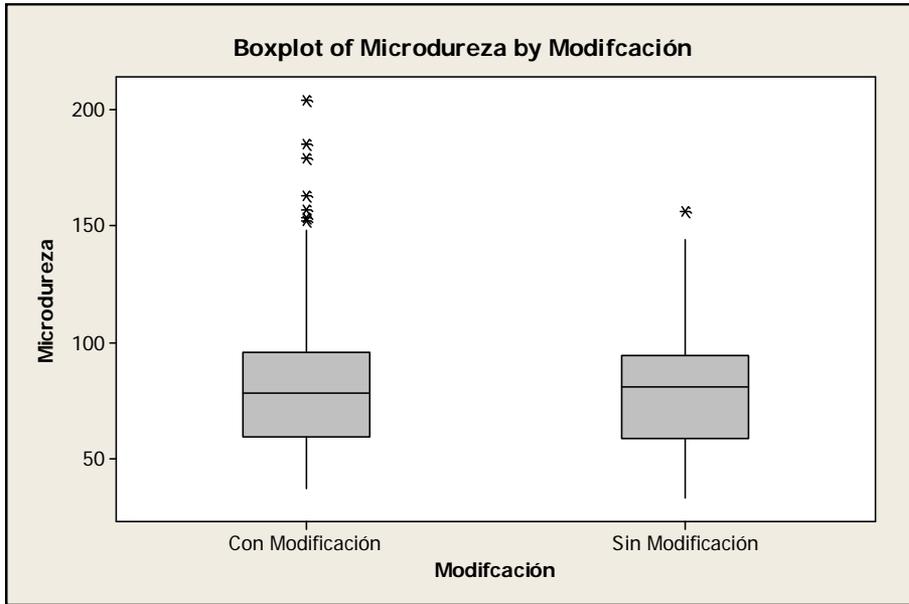


Descriptive Statistics: Microdureza

Variable	Modificación	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance
Microdureza	Con Modificación	1200	79.139	0.707	24.485	599.525
	Sin Modificación	1200	78.750	0.625	21.637	468.176

Variable	Modificación	Sum	Minimum	Median	Maximum
Microdureza	Con Modificación	94966.600	36.800	78.200	203.800
	Sin Modificación	94499.900	33.000	80.850	156.000





General Linear Model: Microdureza versus Material; Tiempo (falta 1 toma)

Factor	Type	Levels	Values
Material	fixed	3	F; P; Q
Tiempo	fixed	4	1; 2; 3; 4
Medio	fixed	2	1; 2
Superficie	fixed	2	1; 2
Modificación	fixed	2	1; 2

Analysis of Variance for Microdureza, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Material	2	707737	707737	353868	1857.38	0.000
Tiempo	3	6068	6068	2023	10.62	0.000
Medio	1	212	212	212	1.11	0.292
Superficie	1	271	271	271	1.42	0.233
Modificación	1	211	211	211	1.11	0.293
Error	1911	364085	364085	191		

Total 1919 1078583

S = 13.8029 R-Sq = 66.24% R-Sq(adj) = 66.10%

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	78.7989	0.3150	250.15	0.000
Material				
F	2.7961	0.4455	6.28	0.000
P	-24.7873	0.4455	-55.64	0.000
Tiempo				
1	-2.0057	0.5456	-3.68	0.000
2	-0.4536	0.5456	-0.83	0.406
3	2.8711	0.5456	5.26	0.000
Medio				
1	-0.3320	0.3150	-1.05	0.292
Superficie				
1	0.3757	0.3150	1.19	0.233
Modificación				
1	-0.3317	0.3150	-1.05	0.293

Unusual Observations for Microdureza

Obs	Microdureza	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
7	42.000	78.550	0.945	-36.550	-2.65 R
9	126.800	79.301	0.945	47.499	3.45 R
13	48.300	78.550	0.945	-30.250	-2.20 R
16	48.500	78.550	0.945	-30.050	-2.18 R
37	112.900	78.550	0.945	34.350	2.49 R
65	46.900	79.965	0.945	-33.065	-2.40 R
73	108.100	79.965	0.945	28.135	2.04 R
81	110.000	80.853	0.945	29.147	2.12 R
82	111.000	80.853	0.945	30.147	2.19 R
84	127.900	80.853	0.945	47.047	3.42 R
91	52.600	80.853	0.945	-28.253	-2.05 R
94	116.300	80.102	0.945	36.198	2.63 R
180	116.500	84.178	0.945	32.322	2.35 R
211	48.200	84.842	0.945	-36.642	-2.66 R
225	48.800	84.842	0.945	-36.042	-2.62 R
256	49.900	80.144	0.945	-30.244	-2.20 R
276	115.800	80.895	0.945	34.905	2.53 R
292	48.600	81.559	0.945	-32.959	-2.39 R
402	53.500	81.517	0.945	-28.017	-2.03 R
453	50.900	81.429	0.945	-30.529	-2.22 R
455	51.400	81.429	0.945	-30.029	-2.18 R
456	49.200	81.429	0.945	-32.229	-2.34 R
463	46.200	81.429	0.945	-35.229	-2.56 R
505	55.900	84.842	0.945	-28.942	-2.10 R
514	55.200	84.842	0.945	-29.642	-2.15 R
645	79.100	50.966	0.945	28.134	2.04 R
1021	82.800	52.294	0.945	30.506	2.22 R
1283	62.500	98.496	0.945	-35.996	-2.61 R
1285	67.800	97.745	0.945	-29.945	-2.17 R
1286	65.700	97.745	0.945	-32.045	-2.33 R
1290	69.300	98.496	0.945	-29.196	-2.12 R
1301	65.600	97.745	0.945	-32.145	-2.33 R
1302	54.300	97.745	0.945	-43.445	-3.15 R

1303	62.900	97.745	0.945	-34.845	-2.53 R
1304	62.500	97.745	0.945	-35.245	-2.56 R
1322	156.000	99.160	0.945	56.840	4.13 R
1323	126.800	99.160	0.945	27.640	2.01 R
1349	66.900	98.409	0.945	-31.509	-2.29 R
1350	68.800	98.409	0.945	-29.609	-2.15 R
1388	128.700	100.048	0.945	28.652	2.08 R
1390	59.400	99.297	0.945	-39.897	-2.90 R
1391	62.000	99.297	0.945	-37.297	-2.71 R
1404	63.200	100.712	0.945	-37.512	-2.72 R
1409	67.100	100.712	0.945	-33.612	-2.44 R
1423	130.000	99.961	0.945	30.039	2.18 R
1424	128.000	99.961	0.945	28.039	2.04 R
1428	130.300	100.712	0.945	29.588	2.15 R
1435	131.900	100.712	0.945	31.188	2.26 R
1446	72.500	102.622	0.945	-30.122	-2.19 R
1462	65.000	102.622	0.945	-37.622	-2.73 R
1468	144.200	103.373	0.945	40.827	2.96 R
1473	71.900	103.373	0.945	-31.473	-2.29 R
1522	127.800	100.090	0.945	27.710	2.01 R
1604	45.300	99.160	0.945	-53.860	-3.91 R
1618	69.100	99.160	0.945	-30.060	-2.18 R
1633	151.800	99.160	0.945	52.640	3.82 R
1638	64.200	98.408	0.945	-34.208	-2.48 R
1642	71.100	99.824	0.945	-28.724	-2.09 R
1644	185.400	99.824	0.945	85.576	6.21 R
1646	129.300	99.072	0.945	30.228	2.20 R
1657	144.400	99.824	0.945	44.576	3.24 R
1660	178.700	99.824	0.945	78.876	5.73 R
1661	130.700	99.072	0.945	31.628	2.30 R
1668	131.800	99.824	0.945	31.976	2.32 R
1677	162.800	99.072	0.945	63.728	4.63 R
1678	142.200	99.072	0.945	43.128	3.13 R
1687	53.400	99.960	0.945	-46.560	-3.38 R
1689	147.200	100.712	0.945	46.488	3.38 R
1691	69.000	100.712	0.945	-31.712	-2.30 R

1693	129.400	99.960	0.945	29.440	2.14 R
1697	59.700	100.712	0.945	-41.012	-2.98 R
1713	72.900	100.712	0.945	-27.812	-2.02 R
1717	127.700	99.960	0.945	27.740	2.01 R
1723	148.300	101.376	0.945	46.924	3.41 R
1735	54.000	100.624	0.945	-46.624	-3.39 R
1738	132.600	101.376	0.945	31.224	2.27 R
1744	131.400	100.624	0.945	30.776	2.23 R
1746	132.100	101.376	0.945	30.724	2.23 R
1749	71.600	100.624	0.945	-29.024	-2.11 R
1750	61.900	100.624	0.945	-38.724	-2.81 R
1753	134.600	101.376	0.945	33.224	2.41 R
1754	131.800	101.376	0.945	30.424	2.21 R
1756	135.800	101.376	0.945	34.424	2.50 R
1757	134.500	100.624	0.945	33.876	2.46 R
1767	60.500	103.285	0.945	-42.785	-3.11 R
1769	203.800	104.037	0.945	99.763	7.24 R
1771	60.600	104.037	0.945	-43.437	-3.15 R
1774	145.900	103.285	0.945	42.615	3.09 R
1777	71.900	104.037	0.945	-32.137	-2.33 R
1780	72.100	104.037	0.945	-31.937	-2.32 R
1783	72.800	103.285	0.945	-30.485	-2.21 R
1793	73.300	104.037	0.945	-30.737	-2.23 R
1797	142.500	103.285	0.945	39.215	2.85 R
1805	131.900	103.949	0.945	27.951	2.03 R
1806	153.100	103.949	0.945	49.151	3.57 R
1807	68.300	103.949	0.945	-35.649	-2.59 R
1809	157.000	104.701	0.945	52.299	3.80 R
1819	66.000	104.701	0.945	-38.701	-2.81 R
1834	143.200	104.701	0.945	38.499	2.80 R
1835	58.400	104.701	0.945	-46.301	-3.36 R
1839	60.100	103.949	0.945	-43.849	-3.18 R
1892	71.500	101.418	0.945	-29.918	-2.17 R
1900	130.500	101.418	0.945	29.082	2.11 R
1919	130.700	100.666	0.945	30.034	2.18 R

R denotes an observation with a large standardized residual.

ANÁLISIS PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN QUÍMICA

31 de Octubre de 2003

Dr. Erasmo Orrantia B.

ESTIMADO Dr. Orrantia:

Por este medio se le reporta a usted los resultados de los análisis realizados a 3 muestras: **Quixfill, Filtek, Point 4**. El análisis consistió en determinar la composición química de las muestras, para lo cual se emplearon las técnicas de espectroscopía de infrarrojo y análisis termogravimétrico.

En las figuras se muestran los espectros obtenidos de las muestras ya curadas, Quix fill, Filtek, Point 4. En general, la señal del espectro del polímero es muy débil con respecto a la carga, por lo que es notorio que ésta se encuentra en muy alta proporción. De acuerdo a las bandas que presenta la carga, se trata en todos los casos de óxido de silicio. Las bandas de absorción que corresponden al polímero presenta, para todas las muestras, una correlación relativamente alta con el polimetil metacrilato, por lo que se trata de un tipo de acrílico.

De acuerdo con literatura, se encontró que las muestras están formuladas de los siguientes componentes:

PRODUCTO	COMPONENTES
Quix fill	Etoxilato bisfenol-A- dimethacrilate (Bis-EMA) Uretane resin (UDMA) Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA) Trimethylolpropane trimethacrylate (TCB)
Point 4	Uncured Methacrylate Ester Monomers* (TEGDMA) Urethane dimethacrylate (UDMA)
Filtek	Etoxilated bisfenol-A-dimethacrilate (Bis-EMA)

*No se encontró información mas detallada para esta muestra.

En la figura 1 se muestra uno de los espectros donde se detalla los posibles enlaces responsables de las absorciones para cada región. Como los espectros de todas las muestras son muy semejantes, esto puede aplicarse a las demás muestras.

Para poder comparar las muestras entre si fue necesario separar el polímero de la carga, lo cual solo fue posible (solo parcialmente) con las muestras sin curar. Para hacer esto se lavaron las muestras con acetona y posteriormente se analizó por espectroscopía de infrarrojo el material extraído.

En los espectros obtenidos se puede observar que no presentan diferencias, lo que indica que, si no se trata de la misma sustancia, el polímero correspondiente a cada muestra tiene los mismos grupos que los demás. Esto quiere decir que en todas las muestras, el polímero constituyente es un acrílico con otros grupos funcionales que pueden tener diferente ordenamiento en la estructura y tal vez diferente proporción, lo que puede influir en diferencias no muy significativas en sus propiedades físicas, pero que químicamente son idénticos para la técnica de espectroscopía de infrarrojo, lo que dificulta diferenciarlos entre sí.

De acuerdo a los análisis termogravimétricos, la proporción, del polímero y de la carga, es diferente para cada una de las muestras, siendo sus valores los siguientes:

MUESTRA	POLÍMERO	CARGA INORGÁNICA
Quixfill	16.9	83.1
Filtek	24.0	76.0
Point 4	28.6	71.4

Para todas las muestras la carga es sílice. Se observa además que el comportamiento de descomposición del material orgánico es diferente en cuanto a la proporción, pero no los rangos de temperatura, lo que apoya la suposición de que la proporción de los componentes orgánicos es diferente para cada una de las muestras.

ATENTAMENTE

Ing. Luis De la Torre S.

DIVISIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA DE LOS MATERIALES

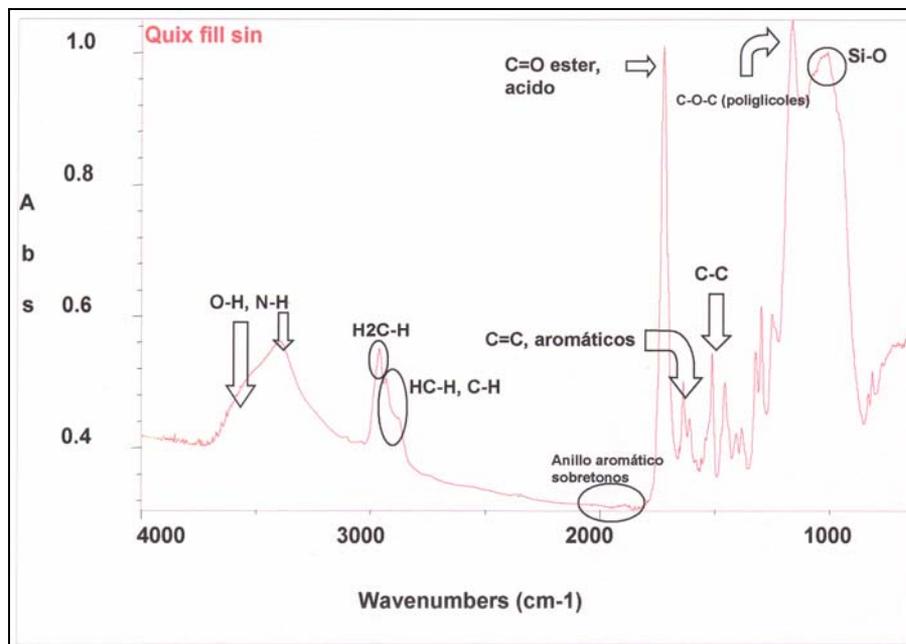


Figura 1. Espectro de Quixfil.

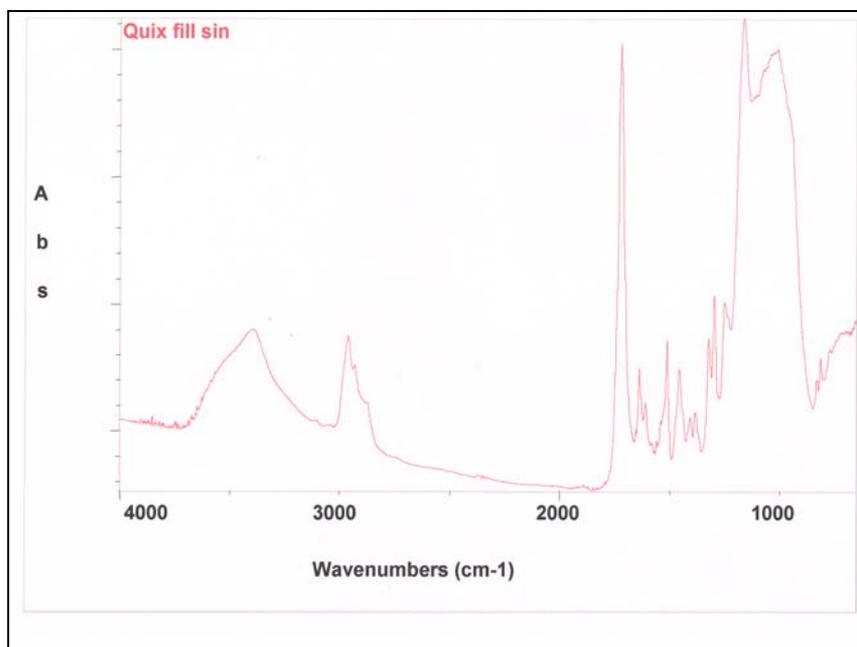


Figura 2. Espectro de Quixfil sin nomenclatura.

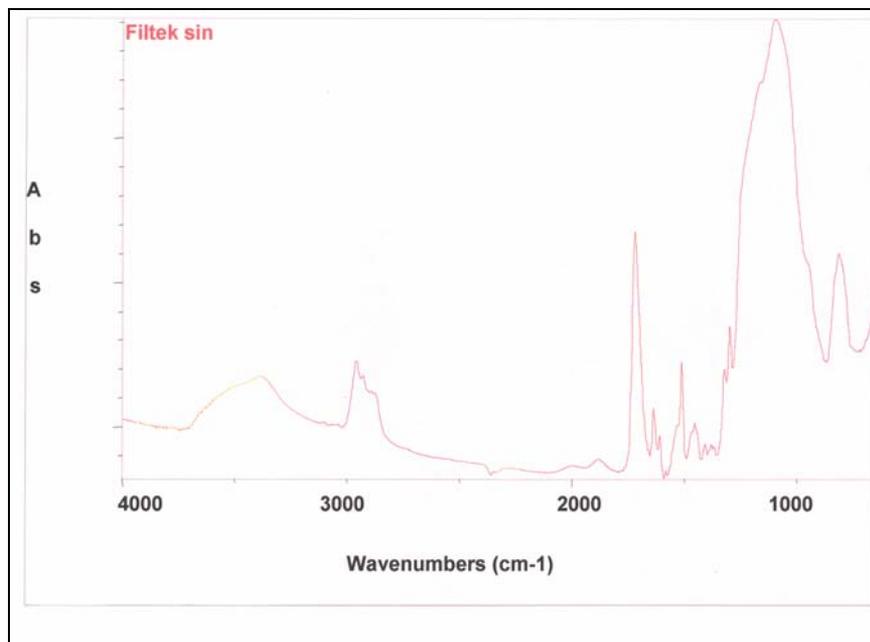


Figura 3. Espectro de Filtek sin nomenclatura.

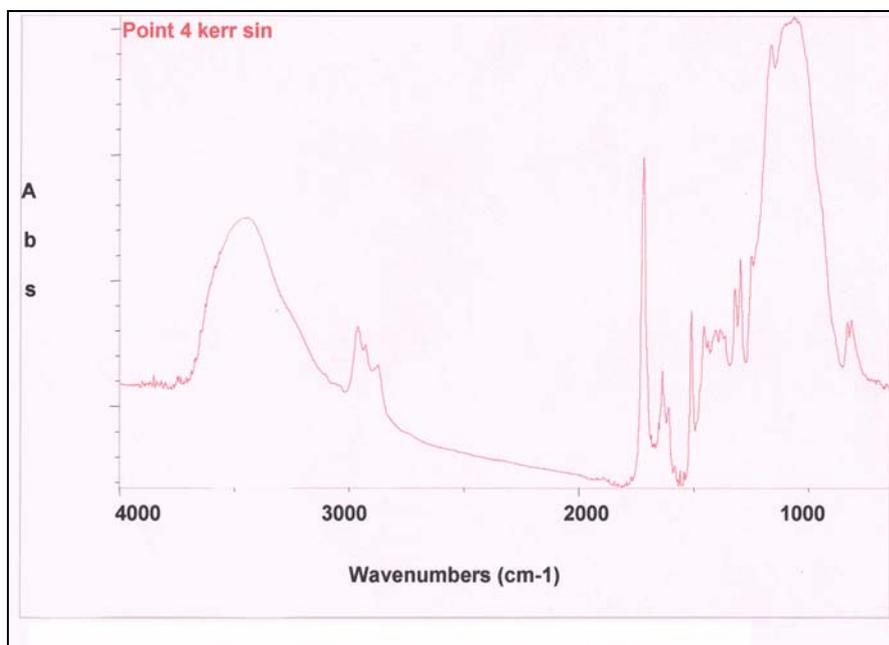


Figura 4. Espectro de Point 4 sin nomenclatura.