REVISIÓN DE LITERATURA

¿ARENAR O NO ARENAR? UNA DECISIÓN CLÍNICA BASADA EN LA EVIDENCIA

Autor

Carolina Toro Moreno

Odontóloga - estudiante posgrado Rehabilitación Oral CES

Asesor(es)

Sebastián Muñoz Zapata

Rehabilitador Oral, Jefe Posgrado Rehabilitación Oral CES

Mateo Posada Castaño

Rehabilitador Oral, docente Posgrado Rehabilitación Oral CES

Sabaneta

Universidad CES

Facultad de Odontología

2025

INTRODUCCIÓN

Actualmente, gracias a las técnicas adhesivas, es posible trabajar de manera más conservadora, preservando una mayor cantidad de estructura dental mediante preparaciones mínimamente invasivas. Sin embargo, para que la odontología restauradora adhesiva sea predecible y exitosa, es indispensable seguir un protocolo clínico riguroso que debe aplicarse con precisión. En este contexto, la adecuada limpieza de los tejidos dentales adquiere especial relevancia, ya que permite eliminar contaminantes como bacterias, restos de materiales restauradores, saliva y otros residuos, además de aumentar la energía superficial del sustrato.

Es aquí donde cobra importancia el arenado, una técnica de tratamiento de superficie que se ha utilizado durante más de cuatro décadas no solo para la limpieza de sustratos dentales, sino también como parte del protocolo de acondicionamiento y preparación de diferentes sustratos.

No obstante, el arenado continúa siendo un tema controvertido, principalmente por la falta de estandarización en sus parámetros clínicos. Por ello, esta revisión tiene como objetivo analizar el impacto del arenado sobre los tejidos y materiales dentales, evaluando cómo modifica su topografía e influye en los niveles de adhesión.

PALABRAS CLAVE

Air blasting, sandblasting, arenado, airborne particle abrasion, óxido de aluminio, abrasión por aire, tratamiento de superficie, energía superficial, adhesión, barrillo dentinario, protocolos clínicos adhesivos, métodos de acondicionamiento, preparaciones mínimamente invasivas.

PREGUNTA PICO

P: tejidos del diente (esmalte y dentina), materiales dentales (resinas, circonio, disilicato de litio) y aditamentos de titanio sobre implantes.

I: con tratamiento de superficie con arenado, teniendo en cuenta diferentes parámetros.

C: dientes o materiales restauradores no tratados con este tratamiento de superficie.

O: efectividad de la intervención en cuanto a fuerza de la unión adhesiva.

¿Puede el arenado con diferentes parámetros brindar consecuencias positivas o negativas en los niveles de adhesión en los diferentes tejidos dentales y materiales restauradores?

OBJETIVOS

1. Describir el mecanismo de acción del arenado.

2. Reconocer los distintos tipos de partículas utilizadas en el procedimiento de arenado, sus tamaños, características físicas y las indicaciones clínicas asociadas a cada una.
3. Revisar los diferentes métodos y dispositivos utilizados para realizar el arenado.
4. Analizar si el arenado es un proceso que ayude a la adhesión en diferentes tipos de sustratos, tanto tejidos dentales como materiales de restauración.
5. Identificar son las consecuencias o beneficios del proceso del arenado.

MARCO TEÓRICO

El arenado, conocido en el glosario de términos prostodónticos como abrasión por aire o abrasión con partículas de aire es el proceso de alterar la superficie de un material mediante el uso de partículas abrasivas impulsadas por aire comprimido u otros gases[18]. Está definición es aceptada para el año 2005, 2017 y 2023.

Es un método mecánico y no rotatorio que mediante energía cinética causada por la proyección de partículas abrasivas a alta velocidad y presión, corta, limpia, prepara y modifica tejidos dentales y materiales restauradores[5].

Este concepto fue introducido en la odontología en 1940 por el Dr. Robert Black, quien desarrolló un dispositivo llamado Air-Dent air abrasion unit de la marca S. S. White que permitía preparar las cavidades sin utilizar turbinas y brindar mayor comodidad[4]. Con la odontología adhesiva en los años 80-90 y los desarrollos del

Dr. Tim Rainey este método se impulsó[3]. Desde entonces, el arenado ha sido progresivamente incorporado en protocolos clínicos adhesivos.

1. Indicaciones:

- Eliminar contaminantes y aumentar la energía superficial de diferentes tejidos y materiales.
- Remover manchas superficiales.
- Preparar la estructura dental para recibir un material indirecto.
- Acondicionar un material para la cementación adhesiva[3].
- Remoción de caries superficiales en fosas y fisuras[5].

2. Contraindicaciones:

Principalmente: asmáticos, alérgicos al polvo, EPOC, sitios de extracción o cirugía recientes[3]. ¿Cómo se protege? Aislamiento absoluto, gafas para el operador y el paciente, eyector en función, protección con teflón o matrices para los dientes adyacentes[1,15].

3. Tipos de partículas:

Existen diferentes partículas para generar abrasión por aire, la partícula se debe escoger según el efecto que se quiera alcanzar.

Para uso intraoral:

- **Bicarbonato de sodio**: útil para profilaxis supragingival y remoción de manchas[5]. No se recomienda subgingival porque genera mayor pérdida de la estructura dental[9].
- **Glicina**: abrasividad baja, utilizadas en terapia periodontal no quirúrgica y para tratamientos de hipersensibilidad. Ejemplo: el Clinpro de 3M[13].
- **Fosfosilicato de calcio y sodio y carbonato de calcio**: usados para terapia periodontal por baja abrasividad.

Para uso intra y extraoral:

- **Óxido de aluminio (Al_2O_3):** abrasivo más utilizado intraoralmente.

  Disponible en diferentes tamaños de partículas (granulometrías) que van entre 27 y 250 micras, el tamaño de uso depende de la acción buscada y la superficie tratada.
- **Partículas tratadas con silano y vidríos bioactivos**: abrasión + un efecto químico. Son más biocompatibles pero tienen un problema: su fragilidad, porque al entrar en contacto con los tejidos se fracturan (eficacia de corte no muy buena)[3]**.**

Para uso extraoral:

- **Óxido de silicio o silicato de aluminio**: tratamientos en laboratorio.
- **Perlas de vidrio**: para cerámicas debido a que su geometría es esférica y más suave[1].

En esta revisión nos concentraremos en las partículas de óxido de aluminio, las más usadas para abrasión intraoral por su capacidad de corte, naturaleza no tóxica, estabilidad química, disponibilidad en el medio, economía y poca afinidad con el agua[10].

4. Mecanismo de acción:

El arenado actúa haciendo abrasión mecánica, es decir, la remoción controlada de una delgada capa superficial del sustrato.

El mecanismo de acción es energía cinética: cuando un objeto es lanzado hacia otro a alta velocidad y presión, en el momento del impacto la energía es transferida del objeto lanzado al impactado. Cuando el objeto lanzado es más duro que el objeto impactado, la consecuencia es la remoción o corte de una parte del objeto impactado[3]. La dureza Vickers de las partículas de óxido de aluminio es de aproximadamente 1200kg/mm2, mientras que la dureza Vickers de la dentina es de 57-60kg/mm2, por lo cual al impactar oxido de aluminio sobre la dentina, este genera un efecto de corte.

5. Dispositivos para realizar el arenado:

Se pueden clasificar según:

- Arenado seco o arenado húmedo:
    - Arenado seco: MicroEtcher II de Danville y el Etchmaster.

    - Húmedo: encontramos el Aquacare, el Rondoflex, etc.
- Modo de conexión:
    - Conexión a la unidad y de acá derivan el aire y agua; Rondoflex o Bioclear Blaster.
    - Unidad autónoma: Prepstart H2O y el Aquacare.
- Aplicación clínica:
    - Unidades de arenado: utilizados para preparación de tejidos y materiales; Prepstart de Danville, Rondoflex de KaVo, Aquacare.
    - Aeropulidores: equipos pequeños y portátiles, usan partículas de menor abrasividad no aptas para modificar materiales o tejidos de alta dureza pero si para la remoción de placa o manchas; Airflow de EMS, ProphyJet de Dentsply, el Prophyflex, Cavijet.
    - Arenadores de laboratorio: altas presiones para materiales en entorno de laboratorio, como la remoción de revestimientos o limpiar los residuos del fresado[7]; Zhermack Micro Blaster, Bego Korostar.

6. Factores para tener en cuenta al elegir un arenador:

- Tamaño y tipo de partícula compatible.
- Control de la presión de trabajo.
- Tipo de sistema, si es seco o húmedo.
- Precisión de la salida del aire con la partícula.
- Facilidad de recarga.

7. Factores que influyen el protocolo clínico del arenado:

a. *Tamaño de las partículas:*

Tamaño en micras: a menor tamaño, tienen menos masa por ende alcanzan mayor velocidad.

- 20-30 micras: son ideales para la preparación de cavidades, no afectan la estructura del esmalte ni los túbulos dentinarios, garantizando una superficie irregular.
- 50 micras: preparación de cerámicas y limpieza de restauraciones.
- 90-110 micras: uso recomendado es en el laboratorio.
    - Las partículas mayores a 90 micras generan microfracturas en el esmalte o una exposición excesiva de los túbulos dentinarios, lo que puede comprometer los niveles de adhesión.
- >150 micras: abrasividad es excesiva por lo que no es recomendado clínicamente.

Entre más grande el tamaño de las partículas, aumenta la energía cinética por lo que aumenta la eficacia del corte[3] y los resultados encontrados en los estudios en cuanto a adhesión son mixtos[59].

b. *Presión del aire:*

Fuera con la cual la partícula se impacta a la superficie. Está se mide en Bar (medición europea de presión) o PSI (libras por pulgada cuadrada, Estados Unidos), 1 bar es aproximadamente 14.5 psi; esto se mide con manómetro. A mayor presión, mayor energía cinética producida, ya que la partícula incide con mayor velocidad[10].

A mayor tamaño de la partícula y mayor presión generada, será mayor el estrés que recibe el diente por ende es mayor el corte. Se debe optar por partículas pequeñas a presiones bajas cuando queremos remover menos estructura en el impacto[16].
Ideal un dispositivo que permita regularla, ya que cada material requiere de una presión específica:

- Pascal Magne en su libro de odontología Restauradora, propone que para limpieza y acondicionamiento una presión menor a 4 bares es ideal[1].

Si no se puede regular la presión porque el equipo no lo permite, las recomendaciones serían:

1. Aumentar la distancia de la aplicación, reduciendo el impacto directo.
2. Disminuir tiempo de aplicación.
3. Utilizar el diámetro menor de partícula.
4. Utilizar simultáneamente la jeringa triple con agua para atenuar el impacto.
5. Evaluación visual del arenado: el arenado que produce un chorro fuerte que rebota suele estar arriba de los 3 bares.

c. *Duración o tiempo de aplicación:*

El tiempo debe ser controlado, corto y dependiente del sustrato a utilizar, para no generar ningún tipo de daño o generar un defecto de la superficie efectiva.

Según la literatura los tiempos recomendados son:

- Según Bester et. Al: para la dentina un tiempo de aplicación de 5 segundos es suficiente, tiempos más prolongados pueden colapsar u obliterar los túbulos[19].
- Según Yamada et. Al en 1994, los tiempos largos y prolongados de arenado pueden obstruir los túbulos dentinarios.

d. *Distancia:*

La distancia determina la energía cinética con la cual impactan las partículas sobre el sustrato dando la morfología final. La distancia es inversamente proporcional al corte, a mayor distancia, mayor eficacia del corte. Esto se relaciona a la energía cinética, cuando la distancia es corta, la partícula no alcanza su velocidad máxima, por ende impacta con menor energía cinética, produciendo menor corte. Pero, una distancia excesiva mayor a 15mm, el flujo de partículas se dispersa y la energía disminuye.

e. *Ángulo:*

Del ángulo también depende la energía con la cual las partículas impactan[10].

- Ángulo de 90° - perpendicular: impacto es directo por lo que la abrasión es mayor[10]. Se debe hacer únicamente en superficies de alta dureza como el esmalte, el circonio o metales.
- Ángulo de 60° - oblicuo: energía cinética menor por lo que la abrasión es más superficial, es recomendada para la dentina.
- Los ángulos menores a 45° reducen la efectividad del arenado.
    - Santos Pinto et. Al, concluyen que a 45° se produce mayor amplitud de corte (por dispersión de las partículas), pero a 80° se producen cortes más profundos porque la impactación es directa[22].
    - Madan et. Al, recomiendan que en el circonio los ángulos de 90° aumentan la microrretención, por ende la adhesión será mejor, pero cuando la presión y el tiempo son altos, con esa angulación se aumenta el riesgo de microfisuras[23].

La elección del ángulo depende del objetivo clínico[22].

f. Tasa de flujo de polvo:

Al accionar el dispositivo, sale una corriente de aire comprimido al reservorio del polvo, el aire y las partículas se mezclan y luego salen por la boquilla.

En un estudio de Banerjee et. Al, encuentran que cuando el reservorio está muy lleno, al límite, el aire comprimido que entra es menor, por lo que se puede bloquear la salida. Por el contrario, cuando el reservorio está vacío, entra mucho aire pero

hay pocas partículas, por ende la mezcla que sale por la boquilla tiene menor poder abrasivo y de corte (ya que hay menos cantidad de partículas golpeando la superficie por segundo)[6].

8. Indicaciones según los diferentes sustratos:

a) Esmalte:

Tiene tres fines principalmente: limpiar la superficie, generar microretenciones y aumentar la energía superficial.

- Un estudio de Rodrigues et. Al en el cual compararon tres tratamientos de superficie sobre el esmalte: grabado convencional con ácido OF al 37%, arenar + grabado convencional, y solo arenar encontraron → niveles de adhesión de: solo grabado convencional 12.5MPa, arenado + grabado 12.6MPa (sin diferencia estadísticamente significativa) y solo arenado 0.3MPa, concluyendo que el arenado es un complemento dentro del protocolo, más no un sustituto[24].
- En otro estudio realizado por Frankenberg et. Al, muestran que el arenado produce una superficie microtexturizada y limpia, pero con un patrón diferente al que se produce con el ácido, por ende es un buen complemento antes del grabado[25]. Es indispensable después de arenar el esmalte, la limpieza con ácido, debido a que el arenado deja una capa de residuo, la cual puede interferir con la capa adhesiva.

Parámetro	Recomendación
Tipo de partícula	Óxido de aluminio
Tamaño de la partícula	≤30–50 µm
Presión de aire	2-3 bares
Tiempo de aplicación	5-10 segundos
Distancia de aplicación	5-10mm
Ángulo de incidencia	90°

Esmalte aprismático:

Es un esmalte sin contenido inorgánico, con un espesor variable de 20 a 250 micras y la forma más simple de eliminarlo ya que la adhesión se puede ver afectada es con un método mecánico: arenado con partículas de 27-50 micras, a 1 bar de presión, durante 5 segundos (el grabado ácido de forma óptima desmineralizada 20 a 30 micras por lo que resulta ideal el arenado).

b) Dentina:

La adhesión es mucho menos predecible que la adhesión al esmalte porque su composición es más heterogénea (componente mayor de tejido orgánico y agua). Además, al cortar la dentina, se genera un residuo llamado smear layer, que tiene microorganismos, dentina, fragmentos de restauración previa si existe, partículas

de HAp, fibras de colágeno desnaturalizadas, etc.; y reduce la permeabilidad hasta en un 86%, alcanzando espesores de 0.5-5.5 micras. Esta se debe tratar porque el éxito del protocolo adhesivo se da en la capacidad que tendrá el adhesivo de interactuar con está capa (se debe eliminar o modificar para facilitar la permeabilidad de los monómeros) y se hace mediante técnicas químicas o mecánicas[20].

Los sistemas de grabado total o grabado-lavado, se ven menos afectados por la presencia del smear layer, ya que el ácido ortofosfórico disuelve está capa por completo, generando buena permeabilidad de los monómeros. Los sistemas de autograbado, necesitan modificarla, para lograr la infiltración de los monómeros del adhesivo[20]. Uno de los métodos propuestos para hacerlo es el arenado, ya que se logra remover de forma parcial y obtener una capa hibrida estable y gruesa.

Controversia:

1. Aunque muchos autores reportan que el arenado ayuda a reducir la capa de barrillo dentinario, otros reportan que el arenado crea una capa de barrillo dentinario más compacta y densa, que puede obliterar los túbulos dentinarios.
2. Falta de consenso en la literatura: no hay estandarización de parámetros. Todos los estudios analizan parámetros diferentes. Por lo que establecer conclusiones es muy difícil ya que se obtienen resultados diferentes según los parámetros.

3. Algunos autores reportan la formación de clusters de óxido de aluminio después del arenado, los cuales interfieren con la adhesión y son difíciles de eliminar con agua, obliterando los túbulos.

Dentina normal para restauración directa:

Después de quitar una amalgama o una resina y nos encontramos con un sustrato de dentina -sana-, el arenado con óxido de aluminio resulta beneficioso por[7]:

- Limpieza y observación: nos permite limpiar y evaluar si ya removimos toda la restauración existente y visualizar posibles cracks.
- Tratamiento de smear layer, en casos de sistemas autograbado ya que se mejora el potencial de infiltración del primer, por lo que se mejoran los niveles de adhesión[62].
- Hace las preparaciones más irregulares, aumentando el área de contacto del adhesivo, aumenta la energía superficial y aumenta la humectabilidad[20].
- Suaviza las partes agudas[64].

En un revisión sistemática con meta-análisis de V. P. Lima et. Al, encuentran que el arenado con parámetros adecuados no tiene ningún efecto negativo en la adhesión. Por el contrario, con partículas menores a 30 micras a menos de 5 bares de presión, aumenta la fuerza adhesiva[27].

Dentina normal para restauración indirecta:

Restauraciones indirectas: selle dentinal inmediato por los más de 21 beneficios reportados por Pascal Magne[1]. Analizar si el IDS se hará con autograbado o con grabado total.

Dentro de estos pasos la dentina se debe acondicionar. Inicialmente se propone cuando se vaya a hacer con grabado total, hacer microtextura con fresas de diamante que aunque genera una capa de barrillo dentinario está será eliminada con el grabado total; para autograbado, se recomienda el acondicionado con fresas de carburo que producen una capa de barrillo dentinario más delgado ya que este sistema de adhesivos no funcionan bien en presencia de capas de barrillo dentinario muy gruesas. Actualmente, se recomienda que este acondicionamiento puede ser realizado con arenado en casos de autograbado. Para grabado total, no es necesario realizar el acondicionamiento.

En otro estudio realizado por Santos et. Al, analizan diferentes tipos de tratamientos de la dentina previo a la cementación definitiva, donde encuentran los mayores valores de resistencia al corte en MPa para el grupo tratado con oxido de aluminio de 50 micras, por 10 segundos, a 87psi, a una distancia de 15mm[61].

Acondicionamiento del selle dentinal inmediato para recibir la restauración final:

Al momento de quitar el provisional, el día de la cementación de la restauración definitiva y antes del grabado en esmalte o grabado total, se debe arenar con el

propósito de eliminar contaminantes como cemento provisional y dejar la superficie de IDS lista para el agente cementante.

Beneficios del arenado del IDS:

- Aumentar energía superficial y humectabilidad.
- Aumentar el área total de adhesión (al haber microrrugosidades aumenta el área de contacto).

Estudios como el de Szerszen et. Al, concluyen que el arenado previo a la cementación de restauraciones definitivas, es un método de acondicionamiento recomendado en los protocolos de cementación adhesiva. Otros como Mine et. Al, reportan que el arenado es un método de limpieza mucho más efectivo que otros métodos mecánicos o la limpieza con piedra pómez ya que se aumentan los niveles de adhesión. Con la piedra pómez, también se ha encontrado mayor posibilidad de fallas adhesivas en la interfaz dentina-adhesivo[63].

Dentina esclerótica:

En situaciones de lesiones cervicales no cariosas o caries, y consiste en una dentina intertubular hipermineralizada donde los túbulos están ocluidos por cristales de withlockita y no es fácil hacer una capa hibrida porque hay mayor resistencia al ácido. Los niveles de fuerza de unión son significativamente más bajos que a la dentina sana.

Parámetro	Recomendación
Tipo de partícula	Óxido de aluminio
Tamaño de la partícula	≤30–50 µm
Presión de aire	1-2 bar
Tiempo de aplicación	5 segundos
Distancia de aplicación	10mm
Ángulo de incidencia	60°

c) Resinas:

Reparación de resinas directas:

La literatura recomienda incluir el arenado puesto que este mejora significativamente la adhesión entre la resina vieja y la resina nueva. Las resinas antiguas pierden la capa inhibida de oxígeno y no tienen la misma capacidad de adhesión química que una resina nueva, por lo que se debe promover la retención micromecánica[34, 35]. El arenado elimina de forma parcial la matriz de resina, generando una superficie rugosa que es ideal por su patrón irregular, con picos de diferentes alturas y dimensiones[34].

- Según un estudio de Batista et. Al, el arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 micras o menos, generan una mayor fuerza de unión entre las resinas directas. Mucho mayor que únicamente el uso de ácido ortofosfórico

o la preparación de la superficie con fresas, en pruebas de resistencia al corte[34].

- Elsaca et. al, compararon más de 9 métodos diferentes de acondicionamiento de resinas antiguas, entre ellos estaba el arenado seco y el húmedo, con y sin la aplicación de silano, donde encontraron que los grupos que incluían el arenado, demostraban los valores de resistencia al corte más altos[35].

Dentro del protocolo clínico como el de Lechte et. Al y Burrer et. al, recomiendan: aislamiento, arenar con partículas de óxido de aluminio de 30-50 micras, a 1-2 bares de presión, a 10-15 mm de distancia por 5 segundos con angulación de 90°, luego limpiar y enjuagar con agua, secar, grabar con ácido, aplicar silano, aplicar adhesivo y finalmente poner la resina nueva[36,37.]

Parámetro	**Recomendación**
Tipo de partícula	Óxido de aluminio
Tamaño de la partícula	≤30–50 µm
Presión de aire	1-2 bares
Tiempo de aplicación	5 segundos
Distancia de aplicación	10-15mm
Ángulo de incidencia	90°

d) Indirectas:

Cerámicas con matriz resinosa:

Encontramos Lava Ultimate, una resina reforzada que ha adquirido popularidad por sus características mecánicas, su fácil reparación y maquinabilidad. Buscan una combinación de cerámica que es el material ideal para restaurar el esmalte y el módulo elástico de las resinas para reemplazar la dentina; aunque tienen baja resistencia flexural tienen buena dispersión de fuerzas.

En su protocolo de cementación, está indicado una abrasión del intaglio de la superficie generada por arenado, la aplicación de un silano y adhesivo[55]. El arenado, brindará aumento del área de superficie, aumento de la energía superficial y limpieza.

e) Cerámicas:

- *Hibridas:*

Las cerámicas hibridas como la Vita Enamic que son cerámica infiltrada con polímeros, la cual es susceptible al grabado ácido no se recomienda el arenado.

- *Feldespato:*

El uso del arenado como método de tratamiento no se recomienda, ya que disminuye la resistencia flexural de la cerámica y aumenta de forma significativa las microfracturas internas cuando se evalúa con SEM[39].

- *Disilicato de litio:*

El arenado tampoco es recomendado y se ha encontrado que el arenado puede dañar la estructura de esta cerámica vítrea[48]. La impactación, crea microfisuras superficiales y puntos de tensión, causando disminución de la resistencia flexural y tenacidad a la fractura.

- *Circonio:*

Es un paso fundamental dentro del proceso de adhesión, porque es una cerámica policristalina sin fase vítrea, sobre la cual el ácido fluorhídrico no tiene ningún efecto para generar retenciones micromecánicas entonces se necesita un método que genere rugosidades de superficie para el entrecruzamiento mecánico y una activación química[45]. Se realizan estudios donde han utilizado ácido fluorhídrico en concentraciones superiores al 30%, grabado caliente con metanol y ácidos experimentales, sin embargo el arenado con partículas de óxido de aluminio es el método de acondicionamiento con más evidencia en la literatura y más efectivo a largo plazo. En estudios como el de Kern et. Al, encuentran que la única forma para que una restauración en circonio tenga una adhesión duradera es el arenado[47].

- El protocolo publicado por Blatz et. Al: arenado con partículas de 50 micras, menor de 2 bares de presión, distancia de 10mm por 10-15 segundos[46].
    - Debe ser controlado porque aunque este no contiene una fase vítrea, si tiene una estructura cristalina tetragonal la cual ante un estrés mecánico producido por la presión alta, puede inducir a una transformación de fase tetragonal a fase monoclínica, la cual es menos estable, produce microcracks y reduce la resistencia a la fractura del material[45]. Además, recomiendan evitar el arenado excesivo porque una superficie exageradamente rugosa puede interferir con el asentamiento preciso de la restauración.
- Otros estudios comparan el uso de arenado, arenado + primer y solo primer, encuentran valores adhesivos: los mayores para arenado + primer, luego primer y por último solo arenado, siendo los últimos dos, mucho menores y con diferencia estadísticamente significativa frente a el uso de arenado + primer[50].

Importante:

1. Markus Blatz et. Al, mencionan la importancia de aplicar el primer inmediatamente se arene y hacer la cementación en ese momento, porque se puede contaminar fácilmente lo que disminuye la energía superficial del sustrato, por ende los valores adhesivos disminuyen.
2. El método de descontaminación más efectivo después del try-in, es el arenado. Puede ser por saliva (fosfatos salivares forman uniones iónicas con el circonio), sangre y aire, por esto, entre más tiempo pase del arenado y la

aplicación del primer para hacer la cementación, mayor contaminación y los valores adhesivos serán menores. El arenado + aplicación del primer, no se debe delegar y se debe hacer rápidamente.

3. El arenado debería realizarse solo una vez. Si se repite, procurar que no se realice más de 2 veces, para no afectar la integridad. Si por algún motivo se arena y se contamina, utilizar agentes limpiadores como Ivoclean. Para autores, como Zhang et. Al con más de dos arenados, por debilitamiento estructural, la restauración debería repetirse[48].
    - Ningún agente limpiador supera el APA en cuanto a eficacia de limpieza.
    - Independiente del tipo de cemento, autoadhesivo o convencional, se recomienda el APA.

Parámetro	**Recomendación**
Tamaño de partícula	30–50 µm
Tipo de partícula	Óxido de aluminio
Presión del aire	1.5–2.5 bar
Distancia	10 mm
Tiempo de exposición	10 segundos
Ángulo de incidencia[49]	90°

f) Pilares de implante:

- *Titanio:*

Para que las coronas de circonio tengan una buena retención, es importante establecer una buena unión/adhesión entre el circonio, el cemento y la base de titanio. Teniendo en cuenta: el tipo de cemento, factores que promuevan la unión química, el tamaño del gap de cementación, el área de superficie y la rugosidad del pilar para el entrecruzamiento mecánico[51].

Pilares con rugosidades:

Independientemente del tipo de cemento utilizado, los niveles de resistencia a fuerzas de desalojo disminuyen de forma considerable, por motivos como: aplanamiento de las retenciones originales, alumina residual en la interface y aumento del microgap entre la restauración y la base de titanio.

El espacio para el cemento, suele ser de 13 micras a nivel de las crestas y 50 micras en los canales, con el arenado, el espacio a nivel de las crestas aumenta a 27-40 micras y en los canales a 55-58 micras[54].

El grosor ideal de la capa de cemento es de 40-100 micras, debe ser delgada ya que es un medio de unión y no un relleno estructural. Una capa más gruesa absorbe más las cargas en vez de transmitirlas y fallar más rápido. Además, el circonio y el titanio son materiales rígidos, el cemento es un material blando (4-10GPa), y la

rigidez de una capa depende de su espesor, si se duplica la capa del cemento, se divide a la mitad su rigidez, es decir, una capa delgada es más rígida.

También, las capas de cemento delgadas se polimerizan de forma más homogénea ya que en capas gruesas quedan sitios con menor contracción, donde este se degrada más rápido y pueden quedar poros, los cuales ante cargas repetidas, actúan como iniciadores de grietas.

Por último, al quedar más espacio para el cemento aumentan las fuerzas de desalojo, porque el cemento se comportara como una capa blanda que se deforma más fácilmente, está deformación o aumento de micromovimientos facilita el desalojo de la restauración del TiBase. Algo que es importante y que se debe tener en cuenta: es la detección de micromovimientos entre la base de titanio y la restauración, la cual no es visible al ojo y que se va dando ante la carga cíclica cuando no hay una buena unión. Aunque muchas veces las coronas siguen unidas al pilar puede ser por retencion física y fricción pero pueden haber micromovimientos entre ellos y esto representa la falla inicial de la interfaz adhesiva.

Pilares maquinados sin rugosidades:

En los pilares maquinados por el contrario se ha encontrado que los tratamientos mecánicos como el arenado, aumentan el área de superficie y por ende las fuerzas de retencion y la estabilidad de unión[52].

En estos casos, el arenado no aumenta de manera tan significativa el espacio del cemento, ya que al ser una superficie lisa el arenado logra eliminar de 1 a 3 micras de espesor en promedio; el volumen total y el diámetro no disminuyen de forma significativa. Se generan micro-retenciones mecánicas sin alterar la macrogeometría.

Aspectos a tener en cuenta: el espacio del cemento debe ser lo más pequeño posible, por esto lo recomendado es arenar con presiones bajas y partículas de tamaño pequeño y arenar únicamente las superficies adhesivas, nunca las conexiones.

Parámetro	**Recomendación**
Tamaño de partícula	30–50 µm
Tipo de partícula	Óxido de aluminio
Presión del aire	2bar
Distancia	10 mm
Tiempo de exposición	10 segundos
Ángulo de incidencia	90° perpendicular

Fundamental: seguir las instrucciones del fabricante[54].

Straumann explica en cuales de sus Variobase hay que realizar arenado y cuáles no.

- Variobase clásico: no recomendado.

- Variobase XC: no recomendado.
- Variobase C: recomendado.

CONCLUSIONES

1. El arenado sobre diferentes sustratos (esmalte, dentina, resinas, cerámicas y titanio) ha demostrado aumentar de manera considerable los niveles de adhesión.
2. Se deben respetar los parámetros del arenado indicados para cada sustrato, reconociendo los problemas que pueden surgir cuando no se respetan.
3. El arenado hace parte de un protocolo, es un proceso interconectado a otros, que por sí solo no dará beneficios en el éxito total de una restauración.

BIBLIOGRAFÍA

1. Magne, P., & Belser, U. (2021). Biomimetic Restorative Dentistry (2nd ed.). Quintessence Publishing Co., Inc.
2. Rainey J. T. (2002). Air abrasion: an emerging standard of care in conservative operative dentistry. Dental clinics of North America, 46(2), 185–v.
3. Hegde, V. S., & Khatavkar, R. A. (2010). A new dimension to conservative dentistry: Air abrasion. *Journal of conservative dentistry : JCD*, *13*(1), 4–8.
4. Black R. B. (1950). Airbrasive: some fundamentals. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *41*(6), 701–710.
5. Banerjee, A., & Watson, T. F. (2002). Air abrasion: its uses and abuses. *Dental update*, *29*(7), 340–346.

6. Banerjee, A., Uddin, M., Paolinelis, G., & Watson, T. F. (2008). An investigation of the effect of powder reservoir volume on the consistency of alumina powder flow rates in dental air-abrasion devices. *Journal of dentistry*, *36*(3), 224–227.
7. Huang, C. T., Kim, J., Arce, C., & Lawson, N. C. (2019). Intraoral Air Abrasion: A Review of Devices, Materials, Evidence, and Clinical Applications in Restorative Dentistry. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, *40*(8), 508–514.
8. Chinelatti, M. A., Andreolli do Amaral, T. H., Borsatto, M. C., Palma-Dibb, R. G., & Corona, S. A. M. (2007). Adhesive interfaces of enamel and dentin prepared by air-abrasion at different distances. Applied Surface Science, 253(11), p. 4866-4871.
9. Bühler, J., Amato, M., Weiger, R., & Walter, C. (2016). A systematic review on the effects of air polishing devices on oral tissues. *International journal of dental hygiene*, *14*(1), 15–28.
10. Eram A, Vinay KR R, K N Ch, Keni LG, Shetty DD, Zuber M, Kumar S, S P. Air-Abrasion in Dentistry: A Short Review of the Materials and Performance Parameters. *J Biomed Phys Eng*. 2024;14(1):99-110.
11. Antunes, L. A., Pedro, R. L., Vieira, A. S., & Maia, L. C. (2008). Effectiveness of high speed instrument and air abrasion on different dental substrates. *Brazilian oral research*, *22*(3), 235–241.
12. Nordbo H, Leirskar J, Von Der Fehr FR. Saucer-shaped cavity preparations for posterior approximal resin composite restoration: observations up to 10 years. Quintessence Int. 1998;29(1):5-11.

13. Graumann, S. J., Sensat, M. L., & Stoltenberg, J. L. (2013). Air polishing: a review of current literature. *Journal of dental hygiene : JDH*, *87*(4), 173–180.
14. Coskun, M. E., Akar, T., & Tugut, F. (2018). Airborne-particle abrasion; searching the right parameter. *Journal of dental sciences*, *13*(4), 293–300.
15. Milly, H., Austin, R. S., Thompson, I., & Banerjee, A. (2014). In vitro effect of air-abrasion operating parameters on dynamic cutting characteristics of alumina and bio-active glass powders. *Operative dentistry*, *39*(1), 81–89.
16. Namlimhemnatee, T., Padmaraj, N. H., Chethan, K. N., Shetty, S., Eram, A., Shetty, N., Bamrungwong, J., & Keni, L. G. (2024) Investigating dental structure response to air abrasion: A finite element analysis. Materials Research Express.
17. Motisuki, C., Monti Lima, L., Emi Sanabe, M., Jacques, P., & Santos-Pinto, L. (2006). Evaluation of the microtensile bond strength of composite resin restoration in dentin prepared with different sizes of aluminum oxide particles, using the air abrasion system. *Minerva stomatologica*, *55*(11-12), 611–618.
18. The Glossary of Prosthodontic Terms: Tenth Edition. (2023). The Journal of prosthetic dentistry, 117(5S), e1–e105.
19. Bester, S. P., de Wet, F. A., Nel, J. C., & Driessen, C. H. (1995). The effect of airborne particle abrasion on the dentin smear layer and dentin: an in vitro investigation. *The International journal of prosthodontics*, *8*(1), 46–50.
20. Almeida, G., Marques, J. A., Van Meerbeek, B., Ramos, J. C., & Falacho, R. I. (2024). *Particle abrasion as a pre-bonding dentin surface treatment: A scoping review. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 36*(5), 746–760.

21. Graham-CR, et al. (2011). *The characterization of dentin defects produced by air polishing with sodium bicarbonate and glycine powders at 45° and varying distances.* Clinical Oral Investigations, 15(5), 673–681.
22. Santos-Pinto, L., Peruchi, C., Marker, V. A., & Cordeiro, R. C. (2001). *Effect of handpiece nozzle angle and tip diameter on cutting efficiency of an air-abrasion system.* American Journal of Dentistry, 14(6), 397–401. PMID: 11949801
23. Madan, C., & Örtengren, U. (2013). *Effect of nozzle angle, distance, and time on airborne silica coating of zirconia.*Journal of Prosthetic Dentistry, 109(4), 267–274.
24. Rodrigues JA, de Oliveira AF, Duarte DA, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Evaluation of shear bond strength of adhesive systems to enamel pretreated with air-abrasion. *J Adhes Dent*. 2005;7(4):331–336.
25. Frankenberger R, Krämer N, Lohbauer U, Petschelt A. Adhesive luting of indirect restorations. *Am J Dent*. 2000;13(Spec No):60D–76D.
26. Nikaido T, Takagaki T, Chen JH, Tsubota K, Tagami J. Effect of air-abrasion on enamel and dentin bond strengths of self-etching adhesives. *Am J Dent*. 2003;16(2):113–117.
27. Lima, V. P., Soares, K., Caldeira, V. S., Faria-E-Silva, A. L., Loomans, B., & Moraes, R. R. (2021). Airborne-particle Abrasion and Dentin Bonding: Systematic Review and Meta-analysis. *Operative dentistry*, *46*(1), E21–E33.
28. Peumans, M., Politano, G., & Van Meerbeek, B. (2020). Treatment of noncarious cervical lesions: when, why, and how. *The international journal of esthetic dentistry*, *15*(1), 16–42.

29. Mavriqi, L., Valente, F., Sinjari, B., Trubiani, O., Caputi, S., & Traini, T. (2021). Water-Airborne-Particle Abrasion as a Pre-Treatment to Improve Bioadhesion and Bond Strength of Glass-Ceramic Restorations: From In Vitro Study to 15-Year Survival Rate. *Materials (Basel, Switzerland)*, *14*(17), 4966.
30. Sinjari, B., Santilli, M., D'Addazio, G., Rexhepi, I., Gigante, A., Caputi, S., & Traini, T. (2020). Influence of Dentine Pre-Treatment by Sandblasting with Aluminum Oxide in Adhesive Restorations. An In Vitro Study. *Materials (Basel, Switzerland)*, *13*(13), 3026.
31. Murray, P. E., Smith, A. J., Windsor, L. J., & Mjör, I. A. (2003). Remaining dentine thickness and human pulp responses. *International endodontic journal*, *36*(1), 33–43.
32. Batista, G. R., Kamozaki, M. B., Gutierrez, N. C., Caneppele, T. M., & Rocha Gomes Torres, C. (2015). Effects of Different Surface Treatments on Composite Repairs. *The journal of adhesive dentistry*, *17*(5), 421–426.
33. Elsaca, N., Pardo-Díaz, C., Atria, P. J., Jorquera, G., Turbino, M. L., & Sampaio, C. S. (2023). Repair Bond Strength of Aged Composite Resins Using Different Surface Treatment Protocols. *The International journal of periodontics & restorative dentistry*, *43*(1), e53–e60.
34. Lechte, C.; Hohmann, E.; Wiegand, A.; Kanzow, P. Effect of Different Working Settings of Sandblasting on Resin Composite Repair Bond Strength. *Materials* **2025**, *18*,313.
35. Burrer, P.; Costermani, A.; Par, M.; Attin, T.; Tauböck, T.T. Effect of Varying Working Distances between Sandblasting Device and Composite Substrate Surface on the Repair Bond Strength. *Materials* **2021**, *14*,1621.

36. Lee, J., Kim, H., & Park, S. (2023). The effect of sandblasting duration on the bond durability of dual-cure adhesive cement to CAD/CAM resin restoratives. *Journal of Prosthetic Dentistry, 130*(5), 612–619.
37. Şenol, M., Gürbüz, A., & Oyar, P. (2025). Bond strength of conventional resin-based adhesive cement and self-adhesive resin cement to CAD-CAM restorative materials. *BMC Oral Health, 25*, Article 527.
38. Takahashi, N., Kurokawa, H., Wakamatsu, K., Hirokane, E., Takamizawa, T., Miyazaki, M., & Kitahara, N. (2022). Bonding ability of resin cements to different types of CAD/CAM composite blocks. *Dental Materials Journal, 41*(1), 78–85.
39. Barrionuevo, M. E. A., Ventrera, V., & Carrazco, M. E. (2014). *Tratamiento de superficie de las restauraciones de porcelana feldespática y su implicancia en la propagación de las fallas estructurales propias del material*. Revista de la Facultad de Odontología, 8(2), 8–11.
40. Hoffmann, M., Schmeiser, F., Donmez, M. B., Meinen, J., & Stawarczyk, B. (2024). Surface Modification of Feldspathic Ceramic Used for Minimally Invasive Restorations: Effect of Airborne Particle Type on the Surface Properties and Biaxial Flexural Strength. *Materials (Basel, Switzerland)*, *17*(15), 3777.
41. Moravej-Salehi, E., Moravej-Salehi, E., & Valian, A. (2016). Surface topography and bond strengths of feldspathic porcelain prepared using various sandblasting pressures. *Journal of investigative and clinical dentistry*, *7*(4), 347–354.
42. Menees, T. S., Lawson, N. C., Beck, P. R., & Burgess, J. O. (2014). Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. *The Journal of prosthetic dentistry*, *112*(5), 1164–1170.

43. Roulet, J. F., Söderholm, K. J., & Longmate, J. (1995). Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. *Journal of dental research*, *74*(1), 381–387.

44. Ozcan, M., & Vallittu, P. K. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, *19*(8), 725–731.

45. Thompson, J. Y., Stoner, B. R., Piascik, J. R., & Smith, R. (2011). Adhesion/cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now?. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*, *27*(1), 71–82.

46. Blatz, M. B., Alvarez, M., Sawyer, K., & Brindis, M. (2016). How to Bond Zirconia: The APC Concept. *Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995)*, *37*(9), 611–618.

47. Kern M, Wegner SM. Bonding to zirconia ceramic: adhesión methods and their durability. Dent Mater. 1998;14(1):64-71.

48. Blatz, M. B., Conejo, J., Alammar, A., & Ayub, J. (2022). Current Protocols for Resin-Bonded Dental Ceramics. *Dental clinics of North America*, *66*(4), 603–625.

49. Kim, H. K., & Ahn, B. (2021). Effect of Al_2O_3Sandblasting Particle Size on the Surface Topography and Residual Compressive Stresses of Three Different Dental Zirconia Grades. *Materials (Basel, Switzerland)*, *14*(3), 610.

50. Xiong, Y., Zhao, P., Jin, C., Wang, J., Arola, D., & Gao, S. (2021). Effect of Airborne-Particle Abrasion Protocols and MDP-based Primer on the Bond

Strength of Highly Translucent Zirconia. *The journal of adhesive dentistry*, *23*(5), 437–446.

51. Linkevicius, T., Caplikas, A., Dumbryte, I., Linkeviciene, L., & Svediene, O. (2019). Retention of zirconia copings over smooth and airborne-particle-abraded titanium bases with different resin cements. *The Journal of prosthetic dentistry*, *121*(6), 949–954.
52. PITTA, Joao. Effect of sandblasting a titanium base abutment on the bonding stability and retention forces of hybrid abutment crowns after artificial aging. Master of advanced Studies, 2019.
53. Fonseca, R. G., Haneda, I. G., Almeida-Júnior, A. A., de Oliveira Abi-Rached, F., & Adabo, G. L. (2012). Efficacy of air-abrasion technique and additional surface treatment at titanium/resin cement interface. *The journal of adhesive dentistry*, *14*(5), 453–459.
54. Arce, C., Lawson, N. C., Liu, P. R., Lin, C. P., & Givan, D. A. (2018). Retentive Force of Zirconia Implant Crowns on Titanium Bases Following Different Surface Treatments. *The International journal of oral & maxillofacial implants*, *33*(3), 530–535.
55. Duarte, S., Jr, & Phark, J. H. (2025). Advances in Dental Restorations: A Comprehensive Review of Machinable and 3D-Printed Ceramic-Reinforced Composites. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al.]*, *37*(1), 257–276.
56. Sismanoglu, S., Yildirim-Bilmez, Z., Erten-Taysi, A., & Ercal, P. (2020). Influence of different surface treatments and universal adhesives on the repair of CAD-

CAM composite resins: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, *124*(2), 238.e1–238.e9.

57. Van Meerbeek, B., De Munck, J., Mattar, D., Van Landuyt, K., & Lambrechts, P. (2003). Microtensile bond strengths of an etch&rinse and self-etch adhesive to enamel and dentin as a function of surface treatment. *Operative dentistry*, *28*(5), 647–660.
58. Mine, A., Nikaido, T., Matsumoto, M., Takagaki, T., Ishida, M., Ban, S., Yamanaka, A., Takaishi, M., Yumitate, M., Hagino, R., Van Meerbeek, B., & Yatani, H. (2021). Status of decontamination methods after using dentin adhesion inhibitors on indirect restorations: An integrative review of 19 publications. *The Japanese dental science review*, *57*, 147–153.
59. Kui, A., Buduru, S., Labuneț, A., Sava, S., Pop, D., Bara, I., & Negucioiu, M. (2024). Air Particle Abrasion in Dentistry: An Overview of Effects on Dentin Adhesion and Bond Strength. *Dentistry journal*, *13*(1), 16.
60. C. F. Rafael, V. Quinelato, C. S. Morsch, G. DeDeus, and C. M. Reis, “Morphological analysis of dentin surface after condi- tioning with two different methods: Chemical and mechanical,” *Journal of Contemporary Dental Practice*, vol. 17, no. 1, pp. 58–62, 2016.
61. Santos, M. J., Bapoo, H., Rizkalla, A. S., & Santos, G. C. (2011). Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Operative dentistry*, *36*(5), 512–520.
62. Chaves, P., Giannini, M., & Ambrosano, G. M. (2002). Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *The journal of adhesive dentistry*, *4*(3), 191–196.

63. Santos, J. V. D. N., Almeida, H. N., Diniz, L. B. N., Nogueira, M. A., Junior, J. F. S., Özcan, M., & de Assunção E Souza, R. O. (2025). Effectiveness of dentin cleaning using air abrasion with aluminum oxide particles on the bond strength of resin-based cements: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, *161*, 105950. Advance online publication.
64. Laurell, K. A., & Hess, J. A. (1995). Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*, *26*(2), 139–144.