

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

# DETERMINACION DEL GRADO DE-DESHIDRATACION DEL YESO EN EL CEMENTO



FAG. DE QUIMICA

# TESIS MANCOMUNADA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Q U I M I C O
P R E S E N T A N :
MARIA LUISA TRUJILLO SABINO
JUAN CARLOS SANCHEZ GUZMAN





# UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

# DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

## CONTENIDO

•	Capítulo pági	página	
ı.	INTRODUCCION	1	
II	GENERALIDADES	3	
111	PARTE EXPERIMENTAL		
	3.1 Materiales	20	
	3.2 Método	20	
	3.3 Análisis Químico	21	
-	3.4 Análisis Termogravimétrico	22	
	3.5 Calorimetria Diferencial de Barrido	22	
IV	RESULTADOS		
	4.1 Análisis Químico	25	
	4.2 Determinación de curva estandard de dihidrato.	27	
	4.3 Determinación de curva estandard de hemidrato.	51	
	4.4 Determinación del grado de deshidratación del		
	yeso en el cemento	71	
<b>v</b>	CONCLUSIONES	72	
VI	BIBLIOGRAFIA	.74	

# CAPITULO I

El yeso es un mineral cuya composición química es un sulfato de calcio dihidratado, siendo éste uno de los componentes del cemento, por tal motivo es necesario tener un control preciso de sus propiedades ya que pueden ocasionar problemas en el comportamiento del cemento.

Actualmente la industria del cemento ha tenido un peculiar interés en conocer a fondo el curso que pueden seguir las reacciones de deshidratación del yeso y los efectos que pueden producir. Dichas deshidrataciones son causadas por las temperaturas alcanzadas (120°C) debido a la fricción que existe en el interior del molino donde el clinker y el yeso se muelen para la obtención del cemento.

Muchos investigadores han estudiado que la causa primaria del falso fraguado en el cemento Portland es la deshidratación del yeso. Las teorías en relación a este fenómeno fisicoquímico y el mecanismo por el cual el yeso deshidratado causa dicho fraguado, son revisadas en este trabajo.

El objetivo de este estudio es el de conocer el comportamiento térmico del yeso con el fin de determinar el grado de deshidratación de éste. Así proporcionar a la industria del cemento una
técnica cuantitativa que les permita establecer las condiciones
óptimas del proceso para su mayor aprovechamiento. Para este
efecto el análisis térmico nos proporciona un gran apoyo por su

magnífica reproducibilidad, su gran resolución y rapidez para conocer los efectos que presenta el yeso en función de la temperatura. Cabe señalar que este trabajo ayuda a que la industria
mexicana del cemento dé un paso adelante en lo que a control de
calidad se refiere, ya que aún cuando en países más desarrollados
existen trabajos similares, es necesario elaborar estudios que resuelvan los problemas que afronta México durante su progreso; ésto
aunado a la necesidad de utilizar nuestros propios recursos hacen
que el presente trabajo sea de particular interés.

## CAPITULO II GENERALIDADES

En el sentido más amplio la palabra cemento significa cualquier clase de adhesivo. En construcción y en ingeniería civil es una sustancia que puede emplearse para unir arena y roca machacada, u otros tipos de áridos y formar una masa sólida (1).

El cemento Portland consta principalmente de cuatro componentes: silicato tricálcico,  $C_3S$ ; silicato dicálcico,  $C_2S$ ; aluminato tricálcico,  $C_3A$  y una fase de alumino ferrito tetracálcico,  $C_4AF$ .

Estos compuestos se originan a temperaturas del orden de 1100-1500°C por una serie de reacciones entre el óxido de calcio, alú-, mina, sílice y óxido de hierro. El óxido de calcio se prepara por descarbonatación de materiales calizos, como creta o caliza; la alúmina, sílice y el óxido de hierro se obtienen por calentamiento de materiales arcillosos, como arcillas, pizarras, esquistos, etc.

La calidad óptima del cemento se obtiene cuando las proporciones requeridas de los cuatro óxidos están convenientemente distribuídas en todas las partes del cemento.

Los procesos básicos de la elaboración del cemento abarcan, por tanto, la extracción de los materiales calizos y arcillosos de las canteras, la reducción de dichos materiales a un estado de fina división, la mezcla para obtener una composición uniforme y el calentamiento para conseguir, en primer lugar, la eliminación del agua y del anhídrido carbónico, y en segundo para llegar al estado de fusión incipiente, en que se forman los compuestos principales

del cemento; el clinker resultante, como normalmente se le denomina se enfría y se muele con yeso para dar un polvo fino que es el cemento Portland (2).

El yeso en un mineral cuya composición química es un sulfato de calcio dihidratado, CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, se ha tenido un particular interés en él debido a las transformaciones que tiene por efecto de la temperatura. La secuencia de todas estas transformaciones se muestra a continuación (3).

Aunque el sulfato de calcio suele considerarse como un compuesto sencillo; esta sustancia ha sido objeto de interpretaciones
erróneas, confusas y contradictorias (4). La multiplicidad de formas conocidas y postuladas además de las que acabamos de mencionar
y su utilidad, han suscitado el interés de muchos investigadores
durante casi 200 años, no obstante, autores recientes reconocen

que existe todavía incertidumbre.

A continuación, una breve reseña histórica para constatar la importancia que ha tenido este compuesto a través del tiempo.

En informes presentados en la Real Academia de Ciencias en febrero de 1765 y marzo de 1766. Lavoisier determinaba la naturaleza salina del veso mineral y describía el endurecimiento de éste debido al entrelazamiento de cristales del dihidrato formado por la reacción del agua con la sol calcinada (deshidratada). De 1883 a 1887 Le Chatelier publicó sus importantes investigaciones sobre los morteros hidráulicos, que establecian la existencia de dos hidratos y explicaban la deshidratación del dihidrato y la identidad de la escavola como el hemihidrato. Van't Hoff y sus colaboradores publicaron varios artículos (1900-1903) sobre los equilibrios de presión de vapor y las temperaturas de transición, introduciendo discrepancias que fueron señaladas por Davis en 1907. Este investigador publicó datos valiosos sobre la deshidratación y la rehidratación, las presiones de vapor, las solubilidades, los tiempos de fraguado, las formas de los «cristales y otros no menos importantes. Glasenapp publicó en 1908 los resultados de extensas investigaciones microscópicas destinadas a "poner fin a la confusión que existe en la clasificación de los productos de deshidratación del yeso". En 1907 Winder (5) publicó una recopilación de todos los trabajos hechos anteriormente sobre el yeso e incluso una bibliografía bastante completa.

Un estudio importante de las formas cristalinas es el de Ramsdell y Partridge (6), que coinciden con Linck y Jung (7) en la afirmación de que la anhidrita soluble es idéntica en su estructura cristalina al hemidrato, y que éste último pierde y gana agua de hidratación sin que cambie su estructura cristalina, a la manera de zeolita.

Kelley, Southard y Anderson (8) proponen que el sulfato de calcio puede existir por lo menos en nueve formas: dos formas de dihidrato,  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , tres formas de hemihidrato,  $CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O$ , y cuatro formas de la sal anhidra,  $CaSO_4$ .

A pesar de que este compuesto ha sido ampliamente estudiado existe todavía confusión sobre sus tres formas fundamentales y las interconversiones que éstas presentan en función de la temperatura. Esto nos ha motivado para iniciar este estudio en donde trataremos de profundizar en lo que respecta a la aplicación que tiene en la industria del cemento, los factores que afectan su deshidratación, aquellos que influyen en su comportamiento y la relación que existe entre sus hidratos fundamentales.

## Efecto del yeso en el cemento.

En la fabricación del cemento Portland, el yeso es un ingrediente indispensable, se añade universalmente al clinker para controlar las reacciones iniciales de hidratación y para prolongar el tiempo de fraguado.

Para conocer la cantidad óptima de yeso que se le debe agregar a un cemento es necesario tomar en cuenta diversos factores como son: la superficie específica del cemento, el contenido de álcalis y principalmente el contenido de C<sub>3</sub>A (estos factores se analizan en detalle más adelante). Pero aún cuando se conozca la can-

tidad óptima de yeso para un fraguado adecuado, es muy importante conocer qué impurezas-pueden venir acompañando al yeso que afecten su función.

Entre los subproductos más comunes que se obtienen por calentamiento del yeso, se encuentra el hemidrato y la anhidrita. El hemihidrato es muy perjudicial ya que puede sufrir una rehidratación, lo cual dá lugar a un problema serio que es el falso fraguado. La anhidrita natural es benéfica cuando sustituye al CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O porque reduce la cantidad de hemidrato producido durante la molienda y por lo tanto la rehidratación, pero generalmente más del 70% de anhidrita no es posible porque hay insuficiente CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O para controlar la hidratación del C<sub>3</sub>A (9).

El papel del yeso en el fraguado de la pasta de cemento es de trascendental importancia, sin embargo antes de explicar su función es necesario conocer el concepto de fraguado y las teorías que hasta nuestros días se han desarrollado.

## Teorías de fraguado.

A fin de comprender porqué ciertas sustancias tardan o aceleran el fraguado del yeso, conviene mencionar en que consiste dicho proceso, segun las ideas admitidas hasta el momento.

No obstante la relativa sencillez del sistema CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, el proceso fisicoquímico del fraguado del yeso es una cuestión muy discutida, ya que aún hoy no puede considerarse totalmente resuelta. Así, nosotros nos limitaremos a indicar las dos teorías ordinariamente aceptadas.

Generalmente se acepta la teoria de Le Chatelier (10) que consiste en esencia en lo siguiente: al amasar con agua yeso coci-

do se forma, alrededor de las partículas del mismo, una solución que está saturada respecto al hemihidrato y fuertemente sobresaturada respecto al dihidrato formado por hidratación del hemihidrato, que es estable y de menor solubilidad. Comienza así rapidamente la cristalización del yeso, se disuelven nuevas cantidades de hemihidrato continuando este proceso hasta la hidratación y cristalización total en forma de dihidrato.

Los cristales se desarrollan en muchos puntos continuos, dando lugar a agrupaciones de forma radial, y la interposición de éstas formando una especie de red, es una de las causas de la resistencia de la masa fraguada.

Desde un punto de vista muy distinto, diversos investigadores (11) creen que el fraguado de yeso consiste en un proceso coloidal. Cuando se mezcla el yeso cocido con agua se forma un gel intermedio, a partir del cual se desarrollan los cristales aciculares del yeso.

Una vez establecidas tales teorías podemos comprender más fácilmente el proceso de fraguado y endurecimiento del cemento.

Cuando se mezcla un cemento Portland con agua, la pasta se espesa gradualmente desde la consistencia del lodo, que se deforma por gravedad hasta la de una masa seca, sólida que no es tan deformable. Los estados de fraguado inicial y fraguado final representan grados arbitrarios de endurecimiento. El fraguado tiene relación íntima con las variaciones de temperatura que se efectúan en la pasta: el fraguado incicial corresponde al tiempo en que se efectúan rápidos aumentos de temperatura, y el fraguado final al

tiempo en que la temperatura alcanza su máximo grado. También hay disminución notable de la conductividad eléctrica en el momento del fraguado final por lo que se han realizados algunos intentos de medir el fraguado por medios eléctricos. (12)

Estas observaciones indican que el fraguado se relaciona con la cristalización en la solución de los silicatos cálcicos hidratados. Si es crecida la proporción de aluminato tricálcico (y no hay ningún retardador), entra muy rápido en solución y se separa muy rápido el hidrato. Esta rápida separación puede bastar para que se efectúe el fraguado en breve tiempo. Se genera bastante calor y el producto es relativamente poco resistente. En este caso el aluminato tricálcico hidratado determina la estructura: si es poca la proporción de 3CaO · Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (o si hay algún retardador), la concentración de aluminato no llega a ser bastante grande para que se efectúe el fraguado. Tal es lo que acontece ordinariamente y que se desea que suceda. En este caso se dá tiempo al aluminato tricálcico para que entre en solución y al cabo de una hora, poco más o menos, se precipite en forma de silicato cálcico hidratado. Entonces el silicato determina el fraguado y no se alcanzan altas temperaturas.

Durante el proceso de fraguado y endurecimiento se genera bastante calor en virtud de las reacciones de hidratación y cristalización. En operaciones ordinarias ésto es de poca consecuencia y el calor se disipa rápidamente; pero en algunos casos adquiere gran importancia. En grandes construcciones de hormigón, como en las grandes presas, el calor así generado puede alcanzar temperaturas tan altas que al enfriarse el hormigón experimenta

contracción térmica perjudicial. En clima frío, el calor de hidratación puede ser útil para evitar la congelación de la pasta de cemento antes de endurecerse.

De este análisis se deduce que la velocidad de fraguado es determinada por la composición del cemento y que la cantidad de yeso que se requiere para retardar el fraguado depende de dicha composición. En consecuencia, para la retardación de cada cemento se requiere una cantidad óptima de yeso que también es función de la pureza del mismo. Los ensayos de la resistencia, la expansión en el agua y la contracción en aire indican que se obtienen mejores resultados cuando se añade esta cantidad óptima de yeso.

Conociendo así que el fraguado es el cambio de las características de la pasta de cemento con aumento de la consistencia hasta adquirir las propiedades de un sólido, es importante señalar que este fenómeno fisicoquímico puede presentar algunas anomalías; tal es el caso del endurecimiento rápido de la pasta denominado fraguado "rápido" y el también conocido "falso" fraguado.

Se llama fraguado "rápido" al comienzo anticipado de la iniciación de pérdida de plasticidad o de iniciación de rigidez irreversible de la masa con fuerte desarrollo de calor. Tal fraguado
no conduce a una alta resistencia. Normalmente con los cementos de
fraguado rápido y de fraguado relámpago la rigidez aparece ya durante el amasado.

El fraguado "rápido" se dá en cementos que no contienen yeso u otro regulador de fraguado, de manera que al mezclar con agua se produce la hidratación de los aluminatos cálcicos según las siguientes reacciones (13):

- a)  $3Ca0 \cdot A1_2O_3 + 6H_2O \longrightarrow 3Ca0 \cdot A1_2O_3 \cdot 6H_2O$  (cúbico)
- b) 3Ca0·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 13H<sub>2</sub>O + CaO --4CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·13H<sub>2</sub>O (hexagonal)

Ya antes se dijo que en la preparación del cemento Portland se muele sulfato de calcio, generalmente en forma de yeso, con el clinker. El objetivo principal es retardar el fraguado de manera que la pasta conserve su estado líquido durante el período de colocación. Hace unos cuantos años se ha descubierto el mecanismo de las reacciones que ocasionan este fenómeno.

En el cemento normalmente retardado hay un breve período de disolución rápida del aluminato cálcico y cl sumento correspondiente de temperatura. Pero la cal y el yeso entran rápidamente en solución y en pocos minutos alcanzan tal concentración que las primeras reacciones se retardan a causa de una disminución notable de la alúmina en tales soluciones. Después que la alúmina se satura con cal, los aluminatos continúan disolviéndose lentamente con el yeso para formar sulfoaluminato de calcio,

3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3CaSO<sub>4</sub>·31H<sub>2</sub>O. Los silicatos también se disuelven y forman silicatos de calcio hidratados. Estas reacciones progresan lentamente hasta el pundo de fraguado inicial, y entonces se dice que se está llevando a cabo la retardación de fraguado. Esto se debe a la desaparición de los granos menores y al depósito de productos de hidratación alrededor del material que queda sin hidratar. A la larga se consume el yeso y se reduce la concentración de

trióxido de azufre hasta el punto que permite la poca solubilidad del sulfoaluminato de culcio. En este punto la solubilidad de los aluminatos, si aún los hay en cantidades suficientes, crece para producir una resceión rápida, o bien el fraguado final es tan solo la consecuencia de la hidratación de los silicatos de calcio.

La formación de uno u otro aluminato dependerá de la riqueza en cal de la fase líquida de la pasta de cemento. En cementos ricos en cal, es posible que solo se forme el segundo. Estas reacciones desprenden calor que se observa y los hidratos producidos en ellas son los que confieren la rigidez a la pasta.

El "falso" fraguado también viene dado por un rápido aumento de la consistencia, aunque sin desprendimiento de calor; si se vuelve a amasar la pasta endurecida, se consigue que la consistencia sea la misma.

La causa principal que ocasiona dicho fraguado se debe a la presencia de sulfato de calcio hemihidratado o anhidrita soluble, o de ambos, que se disuelven rápidamente en los primeros minutos del amasado precipitando como yeso.

Las razones por las que aparece el fenómeno de falso fraguado en los cementos se resumen en:

- Temperaturas elevadas alcanzadas en la molienda del clinker y yeso con la consiguiente deshidratación de éste.
- Exposición al aire en ciertas condiciones de humedad relativa (aereación).

Estas dos razones han sido estudiadas por algunos investigadores, las cuales expondremos a continuación.

### Efecto de la temperatura.

Para determinados valores de temperaturas, las cuales son alcanzadas durante la molicula de cemento, se produce la deshidratación del yeso añadido al clinker como regulador, transformándose en hemihidrato y anhidrita soluble. Estos causan disoluciones sobresaturadas con respecto al yeso.

Según TURRIZIANI (14) en estas condiciones hay una cristalización rápida con el C<sub>3</sub>A, de etringita, produciéndose una especie de malla causante del "falso" fraguado.

ENTINE (15) afirma también que el "falso" fraguado está relacionado con la estructura yeso-etringita, estando a su vez condicionado por la fuerza iónica de la disolución dependiente de los sulfatos alcalinos. Estos influyen así mismo en la disolución.

Para FRIGIONE (16) la precipitación y tamaño de cristales de yeso es la causante del endurecimiento. La forma que presenta éste depende de las temperaturas alcanzadas en la molienda: entre 90-130°C el desarrollo del "falso" fraguado es lento y desaparece con tiempos de mezcla de 2-3 minutos, mientras que para temperaturas entre 140-180°C es rápido y son necesarios de 6-8 minutos de amasado para su destrucción.

### Efecto de la aereación.

La aercación a la que puede estar sometido un cemento afecta en gran manera a las características de éste, influyendo tanto en las resistencias que pueden alcanzar a determinadas edades como a los tiempos de fraguado o incluso a la constitución química (formación de carbonatos, hidratos, etc.), dando lugar también a la aparición o desaparición de fraguados anómalos, de manera que se

pueden dar los siguientes casos:

-Cementos que no presentan nunca falso fraguado, aún después de una larga exposición al aire.

-Cementos que presentan "falso" fraguado desapareciendo éste ... después de la aereación.

-Cementos que muestran "falso" fraguado después de la aereación y en los que desaparecen por aereación prolongada.

Para HANSEN (17) la aereación produce una inactividad del  $C_3A$  y  $C_3S$  dados que estos reaccionan con mucha facilidad con el agua y con el  $C0_2$ , de manera que sus superficies quedan recubiertas por los productos de reacción, impidiendo la rápida reacción del  $C_3A$  con el agua y el  $CaS0_4$  al mezclar con el agua. Por lo tanto el yeso deshidratado formado en la molienda producirá una sobresaturación de la fase líquida con cristalización de yeso.

SELIGMAN y GREENING (18) postulan que la inactividad de los aluminatos frente a los sulfatos se produce por formación de carboaluminatos hidratados:  $3Ca0.Al_2O_3 \cdot CaCO_3 \cdot 1OH_2O$ ,  $5H_2O$ .

Según MANABE (19) la aereación reduce la acción aceleradora del clinker sobre la precipitación del yeso, aunque no varía el grado de combinación con los aluminatos. Al igual que RIO y TURRIZIANI (20) establecen que un cemento que dé "falso" fraguado por aereación también lo dá antes de ésta, aunque la precipitación del yeso ocurra durante el amasado, comprobándolo con tiempos de amasado menores. Estos mismos investigadores creen que la aereación varía las cantidades relativas de hemihidrato y yeso por transformación del primero en el segundo.

Según VAZQUEZ y FERNANDEZ PEÑA (21) el "falso" fraguado por aereación se produce en cementos por hemihidrato y en los que se haya producido langbeinita cálcica durante la clinkerización, de forma que ésta reacciona con la humedad ambiente:

- 1)  $K_2SO_4 \cdot 2CeSO_4 + H_2O \longrightarrow K_2SO_4 \cdot CaSO_4 \cdot H_2O + CaSO_4$  el CaSO formado es muy activo y actúa de germen en la transformación del hemihidrato:

Para RICHARZ (22) el almacenamiento de cementos con elevado contenido en aluminato alcalino produce la deshidratación del yeso a hemihidrato. Este recristaliza al mezclar con agua y junto con los cristales de etringira y singenita que se forman simultáneamente produciendo la solidificación. Posteriormente se descompone la estructura de cristales de yeso por la reacción con el C<sub>3</sub>A y se puede recuperar la plasticidad anterior, a no ser que el contenido de etringita o singenita sea muy grande.

Otras causas enumeradas por algunos investigadores y no relacionadas con las anteriores son:

- Floculación de los granos del cemento producida por la presencia de hidróxido cálcico formado durante la acreación (23).
- Por comportamiento tixotrópico de los granos de cemento parcialmente hidratados por la aereación (24) que causan el "falso" fraguado. En este caso se dió en un cemento con yeso y sin C<sub>2</sub>A.

Como se pudo apreciar, muchas son las causas que originan la

aparición del "falso" fraguado, sin embargo estudiar a fondo cada una de ellas y solucionar los problemas que éstas ocasionan sería cuestión de mucho tiempo; por tal motivo y principalmente por interés industrial inmediato, en este estudio trataremos de conocer más a fondo las razones por las que aparece el fenómeno de "falso" fraguado en los cementos debido a las temperaturas alcanzadas en una molienda de clinker y yeso. Para tal efecto es necesario conocer el grado de deshidratación del yeso (25) en dicha molienda y por lo tanto apoyarnos en técnicas que proporcionen información al respecto.

Entre las técnicas más recientes para el estudio de cementos tenemos al análisis térmico (26), el cual se ha incrementado con gran intensidad en la actualidad. Esto se debe a que es una técnica rápida y precisa que nos proporciona mucho más información que la que se obtiene por los métodos tradicionales.

Las técnicas termoanalíticas se utilizan para medir los cambios en las propiedades físicas de los materiales en función de la temperatura.

La gran aplicación que proporcionan estas técnicas han permitido seguir el estudio del comportamiento térmico del yeso en el cemento, tal es el caso del Análisis Termogravimétrico (TGA) en combinación con la Calorimetría Diferencial de Barrido (DSC).

## Análisis Termogravimétrico.

Este análisis indica con precisión la pérdida de masa en función de la temperatura ( $\Delta m/T$ ) del yeso en su proceso de deshidratación, la cual debe considerarse fundamental para el control de la molienda de cemento. Asímismo, puesto que esta curva de calen-

tamiento es una relación de masa-temperatura, también indica el contenido de agua de combinación liberada, que nos permite tener una idea de la pureza del yeso.

Desde este punto de vista y en términos generales, el yeso más adecuado para la fabricación de cemento sería aquel que registrara la mayor temperatura inicial de deshidratación, y la mayor cantidad de agua de combinación.

#### Termogravimetria Derivativa.

Este análisis determina la relación de pérdida de masa en función del tiempo (dm/dt) y establece una idea clara de la cinética de reacción de deshidratación, por lo tanto, el yeso deseable sería aquel que registrara la menor velocidad de deshidratación representada en mg/min, lo cual permitiría un mayor tiempo de residencia del yeso en el sistema de molienda sin afectar considerablemente el grado de deshidratación.

### Calorimetría Diferencial de Barrido.

Este análisis es una relación energía-temperatura.

En el caso del yeso dihidratado presenta dos eventos endotérmicos, el primero corresponde a la liberación de l 1/2 moléculas de agua y el segundo a la liberación de 1/2 molécula de agua restante. En el caso de la anhidrita no se observará ningún evento debido a su estabilidad térmica. Por lo tanto, este análisis nos permite identificar el tipo de yeso analizado.

El objetivo de emplear estas técnicas en este caso particular es el de estudiar el comportamiento térmico del yeso, la cinética de descomposición, la identificación de impurezas, la determinación de la temperatura de formación del hemihidrato así como la

identificación de éste, especialmente en el caso de yeso sintético. Para la determinación analítica de las diferentes fases, las
cuales resultan de la descomposición térmica. También en el caso
de determinar el mecanismo de formación de hemihidrato a altas y
bajas presiones por la deshidratación del yeso, y la determinación
cuantitativa de la cantidad de dihidrato y hemihidrato presentes
en el yeso (27).

Este método de análisis está basado en la teoría de que el área de un pico del DSC para una reacción dada es proporcional al contenido del material correspondiente en una muestra.

Un yeso presente en cemento en la forma de dihidrato será deshidratado durante el calentamiento a la forma de anhidrita so-luble en dos etapas:

- (1)  $CaSO_4 \cdot 2H_2O \longrightarrow CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O + 1 1/2 H_2O$
- (2)  $CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O \longrightarrow CaSO_4 + 1/2 H_2O$

Estas reacciones normalmente aparecen como dos picos sobrepuestos, aproximadamente a 150°C en la curva de DSC y como una sola
pérdida de masa en la curva de TG. Manteniendo una presión de vapor de agua alta sobre la muestra, eleva la temperatura de deshidratación para la segunda etapa (2), ésto permite la separación de
los dos picos asociados del DSC y como dos pérdidas de masa en TG.

Cerrando parcialmente el portamuestra, la presión de vapor es originada usando agua de la primera deshidratación (1). Como los contenidos de dihidrato varían, la cantidad de vapor también varía. Para tratar de mantener la presión de vapor constante se uti-

lizó como portamuestra una cápsula cerrada de aluminio con orificio de escape de aproximadamente 30 y que permitía una presión de vapor en el sistema.

# CAPITULO III PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1 MATERIALES.

 $CaSO_4-2H_2O$  p.a. de superficie específica (blaine) de aproximadamente 3000 cm<sup>2</sup>/g.

Clinker industrial de cemento blanco, proporcionado por el grupo Tolteca, de superficie específica aproximadamente de 3000 cm  $^2/_{\rm S}$ .

#### 3.2 METODO.

Varias muestras de yeso fueron deshidratadas a  $105^{\circ}$ C en diversos períodos de tiempo y el contenido de  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  fué determinado por análisis termogravimétrico.

Posteriormente las muestras deshidratados fueron cuidadosamente mezcladas con clinker en la proporción correcta para dar en todos los casos un cemento estandard con 6.7% de yeso y del 0-6% de dihidrato.

Para determinar los contenidos de hemihidrato se procedió de la misma forma pero la deshidratación se llevó a cabo a  $120^{\circ}$ C, dando origen a cementos con contenidos del 0-6% de hemihidrato.

Las muestras de cemento fueron analizadas por DSC y el área de los picos correspondientes al dihidrato y hemihidrato fué medida por medio de un planimetro polar en unidades arbitrarias.

El área del pico l depende directamente del contenido de

dihidrato y el área del pico 2 depende del contenido de hemihidrato.

Las áreas de los picos 1 y 2 obtenidas por DSC fueron relacionadas con los contenidos de dihidrato y hemihidrato determinedos por TG. De esta manera se establecieron curvas estandard que nos permiten evaluar el grado de deshidratación del yeso en el cemento.

#### 3.3 ANALISIS QUIMICO.

El análisis químico del clinker se efectuó por vía húmeda (realizado en el laboratorio de control de calidad de cementos Tolteca).

Las determinaciones y procedimientos fueron los siguientes:

- a) SiO2 por gravimetría.
- b)  ${\rm A1}_{2}{\rm O}_{3}$  por precipitación como hidróxido.
- c)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  por reducción de hierro al estado ferroso con  $\text{SnCl}_2$  y titulación con  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .
- d) CaO combinado por precipitación con oxalato de amonio y titulación con  $KMnO_{\Lambda}$ .
- e) CaO (libre) por disolución con glicerina y alcohol y titulación con acetato de amonio.
- f) MgO por complejometria con EDTA.
- g) SO3 por precipitación con BaSO4.
- h) Residuo insoluble por tratamiento con ácido clorhidrico e hidróxido de sodio seguido de calcinación.
- i) Pérdida por calcinación a 900-1000°C.
- j) Oxidos de sodio y potasio (álcalis) por fotometría de

flama.

El análisis químico del yeso p.a. reportado es el siguiente:

Sulfato de calcio dihidratado (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)

Pureza 99%

Remanente CaCO3

Laboratorios MERCK ·

#### 3.4 ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO (TG)-

En la termogravimetría se analizaron las muestras de yeso, inmediatamente después de haber sido deshidratadas, según las siguientes condiciones:

velocidad de

calentamiento 5°C/min

peso de la muestra 20-30 mg.

termopares platinel II, y cromel-alumel

portamuestra cápsula cerrada de aluminio con

orificio de escape que permite una presión de vapor en el sistema.

escala  $\Delta m$  1 mg/pulg. escala  $\Delta T$  20°C/pulg.

escala dy O.2 mg/min

#### 3.5 CALORIMETRIA DIFERENCIAL DE BARRIDO (DSC).

En la calorimetría diferencial de barrido fueron analiza-

das las muestras de cementos estandard fabricadas con los yesos previamente deshidratados, bajo las siguientes condiciones:

velocidad de calentamiento 10°C/min.

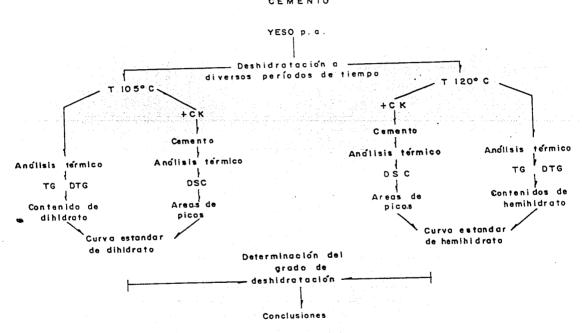
peso de la muestra 40-60 mg.

termopares cromel-alumel.

porta muestra cápsula cerrada de aluminio con orificio de escape que permite una presión de va-

por en el sistema.

# DETERMINACION DEL GRADO DE DESHIDRATACION DEL YESO EN EL CEMENTO



# CAPITULO IV

### 4.1 ANALISIS QUIMICO.

En la tabla No.1 se muestran los datos obtenidos en el análisis químico del clinker industrial.

TABLA No.1 ANALISIS QUIMICO DEL CLINKER

		,		
	COMPUESTOS	CLINKER		
-	SiO <sub>2</sub> (%)	24.2		
	A1 <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub> (%)	5.1		
	Fe <sub>2</sub> 0 <sub>3</sub> (%)	0.3		
	CaO (comb.) (%)	67.3		
	CaO (libre) (%)	1.0		
	MgO (%)	0.5		
	so <sub>3</sub> (%)	0.4		
	Residuo insoluble (%)	0.1		
	Pérdida por cal-			
	cinación (%)	0.6		

Los óxidos de silicio, calcio, hierro y alumínio no se encuentran realmente como tales en el clinker, sino en distintas fases, formando los minerales que integran el clinker.

Estos minerales son cuatro principalmente: alita ( $C_3S$ ), belita ( $C_2S$ ), aluminato ( $C_3A$ ) y ferrita ( $C_4AF$ ).

Los porcentajes de estos compuestos potenciales que se forman en la elaboración del cemento Portland se calcularon de acuerdo con las fórmulas de R.H. Bogue (28), tomando como base los datos obtenidos para los óxidos de silicio, calcio, hierro y aluminio (tabla No.1). Los resultados se reportan en la tabla No. 2.

Tabla No.2 COMPUESTOS POTENCIALES DE CLINKER

COMPUESTOS		POTENCIALES	CLINKER	
	c 3s	(%)	54.23	
1.	c <sub>2</sub> s	(%)	28.47	
	C <sub>3</sub> A	(%)	13.01	
	CAAF	(%)	0.91	

Calculados de acuerdo a las siguientes fórmulas de Bogue:

$$C_3S = (4.071 \times \%CaO) - (7.600 \times \%SiO_2) - (6.718 \times \%Al_2O_3) - (1.430 \times \%Fe_2O_3) - (2.852 \times \%SO_3).$$

 $C_2S = (2.867 \times %SiO_2) - (0.7544 \times %C_3S).$ 

 $C_3\Lambda = (2.650 \times 7\Lambda_{203}) - (1.692 \times 7Re_{203}).$ 

 $C_4AF = (3.043 \times \%Fe_2O_3).$ 

#### 4.2 DETERMINACION DE CURVA ESTANDARD DE DIHIDRATO.

De acuerdo con las gráficas obtenidas por TG (figs.1-8) tenemos los resultados en las siguientes tablas.

TABLA No. 3 PERDIDA DE PESO EN FUNCION DE LA TEMPERATURA EN MUESTRAS DE YESOS p.a. DESHIDRATADOS A DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO.

Tiempo de	Temp.de	Peso	Peso	lra.	2a.	pérdida
deshid.	deshid.	inicial	final	pérdida	pérdida	total
(min)	(°C)	(mg.)	(mg.)	(mg.)	(mg.)	(mg.)
0		22.08	17.48	3.46	1.14	4.60
10	105	26.05	20.85	3.83	1.37	5.20
15	105	25.66	22.06	3.54	1.36	4.90
20	105	28.45	23.90	2.98	1.57	4.55
25	105	25.90	22.40	2.03	1.47	3.50
30	105	25.05	22.30	1.28	1.47	2.75
35	105	25.00	22.77	0.73	1.50	2.23
45	105	26.65	25.15	0.00	1.50	1.50

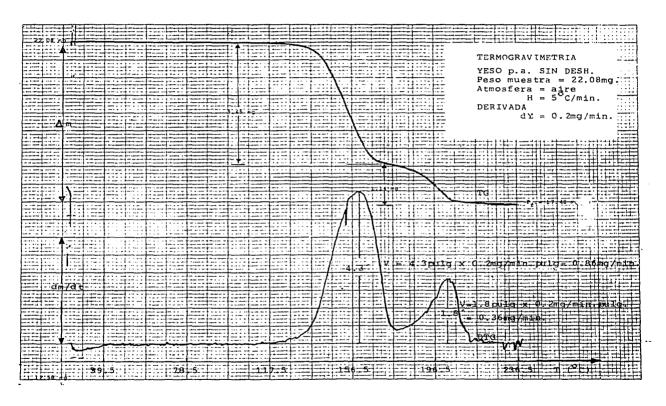
TABLA No. 4 CONTENIDOS DE DIHIDRATO Y HEMIHIDRATO PRESENTES EN YESOS DESHIDRATADOS.

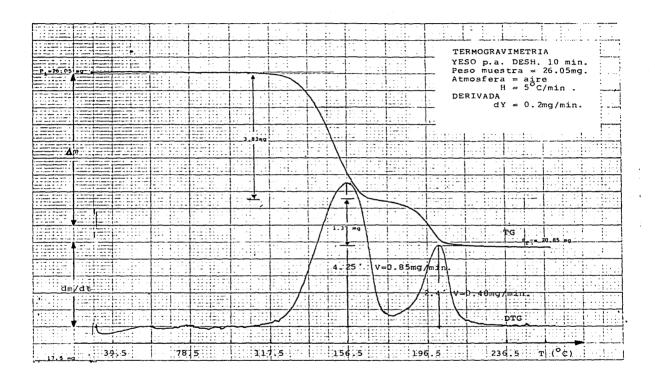
Tiempo de		Hemihidrato	Hemihidrato	Hemihidrato	
deshid.	Dihidrato	total	formado	original	
(min.)	(%)	(%)	(%)	(%)	
0	99.53	83.91	83.91	0.00	
10	93.65	84.68	78.96	5.72	
15	88.22	85.38	74.08	11.30	
20	66.72	88.85	56.25	32.60	
25	49.93	91.44	42.09	49.35	
30	32.55	94.54	27.44	67.10	
35	18.60	96.66	15.68	80.98	
45	0.00	90.68	0.00	90.68	

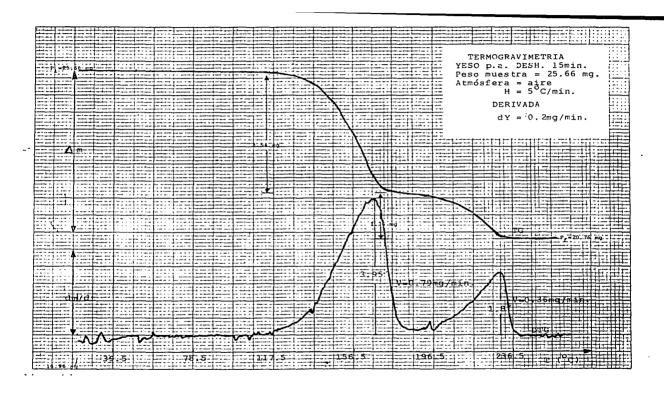
TABLA No. 5 RELACION DE CONTENIDOS DE DIHIDRATO Y HEMIHIDRATO EN CEMENTO\*

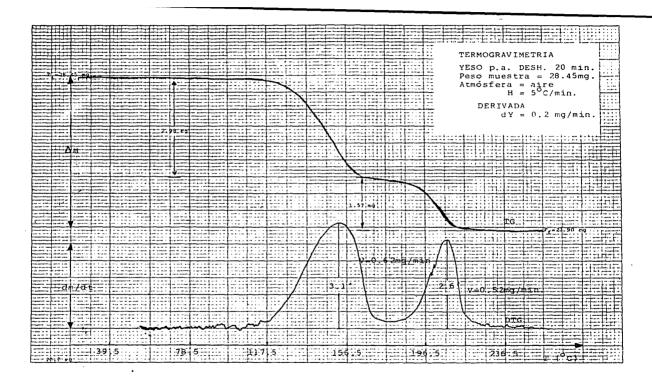
	·	<del>_</del>			
Tiempo de		Hemihidrato	Hemihidrato	Hemihidrato	
deshid. Dihidrato		total	formado	original	
(min.)	(%)	(%)	(%)	(%)	
0	6.73	5.67	5.67.	0.00	
10	6.33	5.72	5.34	0.38	
15	5,96	5.77	5.00	0.77	
20	4.51	6.00	3.80	2.20	
25	3.38	6.18	2.58	3.33	
30	2.20	6.39	1.86	4.53	
35	1.26	6.53	1.06	5.47	
45	0.00	6.13	0.00	6.13	

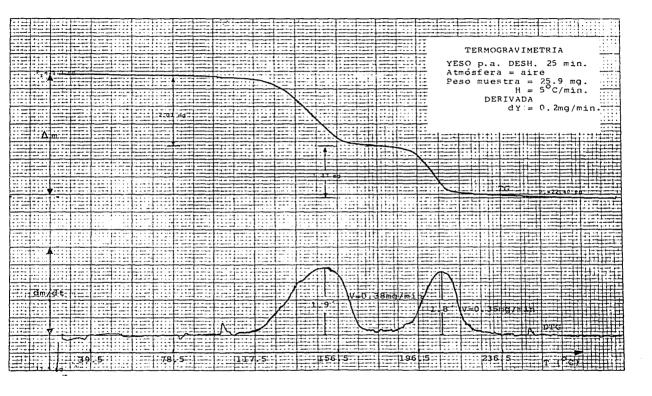
<sup>\*</sup> Cementos fabricados con yeso p.a. previamente deshidratado a diferentes periodos de tiempo.

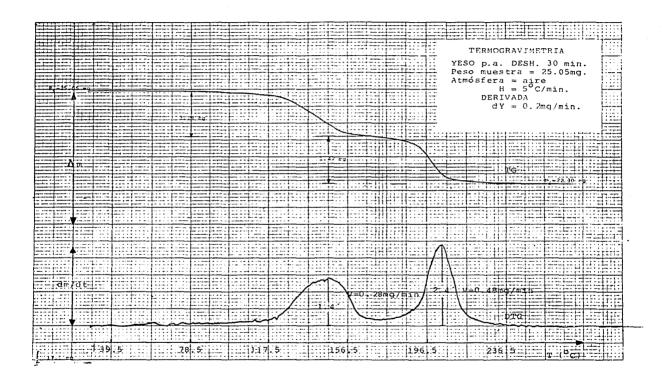


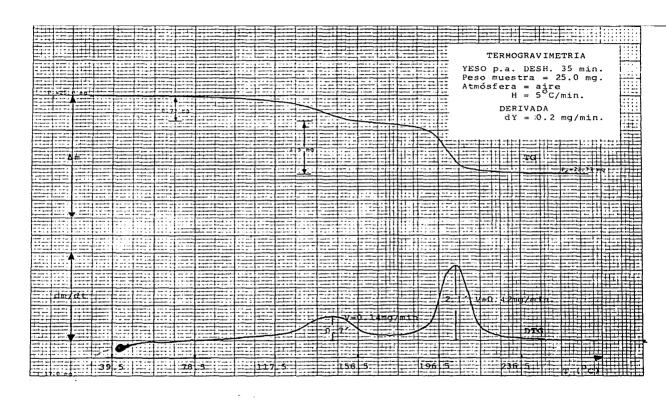


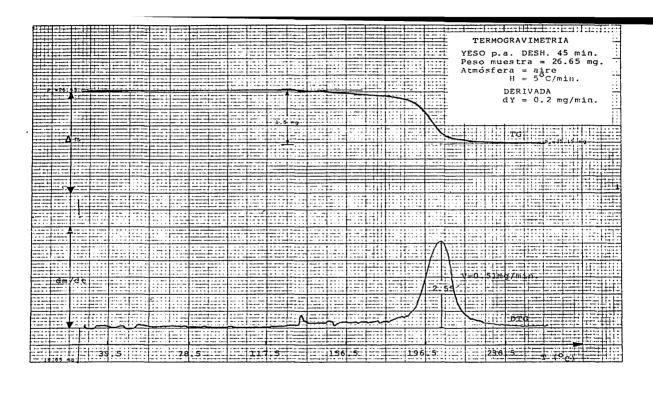












De acuerdo con las gráficas por DSC (figs.9-16) tenemos los resultados en las siguientes tablas.

Tabla No.6 AREAS DE LOS PICOS OBTENIDOS POR DSC CORRESPON-DIENTES AL DIHIDRATO Y HEMIHIDRATO EN MUESTRAS DE CEMENTOS.

Tiempo de deshidrataci	Area de Sn dihidrato	Area de hemihidrato
(min.)	(cm.)	(cm <sup>2</sup> .)
0	10.00	2.80
10	9.50	3.30
15	8.30	3.13
20	6.77	3.40
25	4,47	3.00
30	. 3.13	3.07
35	1.50	3.87
45	0.00	3.33

En la tabla No. 3 se muestran los datos que se obtuvieron por termogravimetría, los cuales fueron empleados para calcular los porcentajes de dihidrato, hemihidrato formado  $(H_f)$ , hemihidrato original  $(H_O)$  y hemihidrato total  $(H_L)$ , tabla No. 4 de acuerdo las siguientes fórmulas estequiométricas:

Dihidrato = 
$$\frac{\text{(la. pérdida)(6.37)(100)}}{\text{Peso muestra}}$$

$$H_{f} = \frac{\text{(1a. pérdida)(5.37)(100)}}{\text{Peso muestra}}$$

$$H_{o} = \frac{[(2a. p\acute{e}rdida)-(1a. p\acute{e}rdida)(0.33)](16.1)(100)}{Peso Muestra}$$

$$H_{t} = \frac{(2a. p\acute{e}rdida)(16.1)(100)}{Peso muestra}$$

Para conocer las diferencies, así como la importancia que guardan cada uno de estos compuestos, es necesario definir conceptualmente el significado de ellos.

- $H_f$  = Compuesto formado por la deshidratación parcial del CaSO $_4\cdot 2H_2^0$  durante el barrido de temperatura del análisis térmico (TG y DSC).
- H<sub>o</sub> = Compuesto proveniente de la deshidratación parcial del CaSO 2H<sub>2</sub>O a una temperatura constante (105°C) y en un peperíodo de tiempo dado.
- $H_t$  = La suma del  $H_f$  y el  $H_o$  correspondiente a la 2a. pérdida registrada por TG y al segundo pico observado en DSC.

De los datos presentados en la tabla No.4 se observa que los contenidos de dihidrato van disminuyendo, lo cual va de acuerdo con la teoría, ya que al aumentar el tiempo de deshidratación a una temperatura constante la cantidad de dihidrato presente se transforma en hemihidrato de acuerdo a la siguiente reacción:

Por otra parte, según la información de las tablas 4-7, la cantidad de hemihidrato total tiende a permanecer constante y para efectos de medición de áreas y contenidos de hemihidrato total no obtendriamos la curva estandard correspondiente.

Por tal motivo fué necesario aumentar la temperatura de deshidratación del  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  a  $120^{\circ}C$  sólo con la finalidad de obtener cementos estandard con contenidos del 0% - 6% de hemihidrato total.

Finalmente, se puede observar que durante los primeros minutos

La deshidratación de las muestras de yeso fué notablemente lenta y

que cuando los tiempos fueron mayores se realizó con mayor rapidez, ésto se debe quizá a que en un momento dado se logró suministrar la energía necesaria para que las moléculas de agua se desprendan con mayor facilidad.

Tabla No. 7 RELACION DE mg DE CaSO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O OBTENIDOS POR TG CON AREAS DE CaSO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O OBTENIDAS POR DSC.

Tiempo de	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	Area
deshidratacion		
(min.)	(mg.)	(cm <sup>2</sup> .)
<b>O</b>	4.04	10.00
10	3.80	9.50
15	3.58	8.30
20	2.71	6.77
25	2.03	4.47
30	1.32	3.13
35	0.76	1.50
<b>45</b>	0.00	0.00

PART NO. 990526																								
	L:_		L.					1			L	<u> </u>	1	1	1 :					1	Li.			1
BUN NO9 DATE 730187	<u> </u>	<u></u>	1		-	·	<u>.                                    </u>	<u> </u>	<u>.                                    </u>	-	<u> </u>	1		1		-		L			1_	11:		
DPERATOR_J.C.Y.M.L.	+	+	<del> </del>	<del> </del>		<del></del>	<del></del>	i	┼	<del> </del>		+-	<del> </del>	<del> </del> -	<del> </del>		1		<u> </u>	<del> </del>	<del>  .  </del>	+	<del> </del>	
EAMPLE CEMENTO COPTUNO		ļ				1	-	-		-	-	Į. <u> </u>	-	<u></u>		_								
MTA	<b> </b>	-	+	<u> </u>	-			<del></del>				++-	<del> </del>	+	<del></del>		-	<del></del>		-		1		
	-	1		!			+	1	<del></del>		t -:-	+	<del> </del>	+++	<del>; ; ;</del>	100	<del>i</del> -	-		-	1	1	<del> </del> -	-
FLOW BATE		EXC						L				1	T-7	1 1	1 1 .	1		1			17	111	1	1
	-	-				1					1	-								1 .		1	1.	
T-AXIS	+		-		ŀ÷		<del> -</del> ;-	<del> </del> -	<del> </del>						-	-	<del>i -</del>				+	-	<del>  -</del> -	
PROG. BATE. COMIN			1									1			1.							$\Box$	1	
		<del>!  </del>	<u> </u>			-			; ;	<u> </u>	<u> </u>	-			1		1 1	111	1.	1		1		
RANGE 'C/cm	+	1-1-	<del> </del>		-		+	+		-	١ <u></u>	1		1000	++-	1 2 3		<del> </del> -	<u> </u>	100		+ ***	<u> </u>	
HEAT COOL 150	$\vdash$	++	+	<del>!</del> -		<del>}</del>	<del>!</del>	خنسة	<del>;</del>	<del>-</del> -	₩.	1	<del>}                                    </del>	1-4	11:	1.3.	+	<del></del>	-		1 +	+		$\vdash$
SHIFT, cm	-	++	<del>  -</del> -	1		1	<del></del>	+			<del> </del>		1	1	1-		10			خشخة	11.	-:-	H-	-
TIME, min/cm		14:-	1	T		T .		1	1			1 :: '		- 1			1/:		115		1	1	air.	
<del></del>		Δο					7		-		_		5		=		$\sim$							
	<u> </u>		<del></del>			1	1	<del>                                     </del>	1		L-			`	+	-		_	جندتا	<b>/</b> _			LE.	
TGA 50 pg/mV DTG 50 pg:(min mV)	1	11	<del>                                     </del>	<del></del>	-4-		<del>i -</del>	<del></del>	-	<del>-</del>	-	1	121		1-7	-1	7.47	1			1.212	13.		-
SUPPRESSION, mg	1	-	<del>                                     </del>	<del> </del> -	<del> </del>		<del> </del> -	+	<del> </del> -			1.5		-1				1	~~		+++			
HANGE, mV/cm		11	Til.	1:		-	1	1	177		1.		1	111				1	86	C-	1		24.	-1-
WEIGHT, mg	-		1						1.		7 L -	174					1.4.4					1.10		13.3
TIME CONST. sec			1			·	·	1					$\mathbb{H}_{\mathbb{R}}$	Lir.			1					125		
dY			-	1		200		<del>                                     </del>	1 1		-				1	1	1-1					42.0		70
	1	4				<del> </del>				-		1	1	+	+	1	+	-	-	i II		+==	1	100
	1 -			-	-	1	<del></del>		1	-	1	1	1	1	1	1	i I	1				1	1-1-	1.0
TMA 1µm/mV DTM 01µm/(min mV)		ENE	7					1	1 :	_	1												1	200
MODE	1 4	- 1	100		1		I		<u> </u>			1 4		1. 197			1	-		1111	130	1.45	1.1	
BANGE, mV/cm	-	1			-	- " -		┼	┼╬	-		!	٠	1 1	47			-		7 15			115	
SAMPLE SIZE		12.			+		<del>  -i -</del>	<del></del>	+	<del> </del>		+	-	+	++		177		1			-	1:1-	1 12
		1	-		-		<del>                                     </del>	+	1	-	-	1	1	1				_	170			-		-15
LOAD. 9	1	1. 1			m:			39.5	1			p		- +	List	137		10.75			i site	1	I-C	
dY					19.4			1				-	1	15		1						14	-	11
	1-1-		1	- 1		1		<del></del>	-	1			1	1+	1				1	1 1-				
	-	1	H	-1-				1				1	-		1 1 -				1	14		1		1
CON YESO P. A. SIN DESHIDRATAR	1-1-	1	i i	-	1			1	-	-	ħΤ	1-1-	1 1 4		1.17			1	1				1 1	1. 1
EVE ILST P. B. SIN DESTINATAR				1	1.10				士工	1					10		1.			Trial	THE		ŧΤ	
		E.L.		-11	Ι.			1		<del></del> -													H	Ľ.,
	1		14				<del></del>	1		-	1	1.12			1				11			1:1	100	H
	1	-					-	1		<del></del> -	1	+++	1-1-	111	1-1:			-					Н.	141
****		1	1	-		<u> </u>	İΤ	13:		1	1	100	<del></del>		11:	1.5			-1.			1	11:	H
										1-1-	1777	1	2000	17.17	1-1		11		713	L	1.7		11	14.

PART NO. 990526															_								_	
																	=1	$\neg$				Ţ		
BUN NO10 DATE21(162							<del></del>								-						$\vdash$	-		
OPERATOR	71		-	7,-	-						- i						++	1		1-1-		7 1.		
SAMPLE CEMENTO POPTLAND	$\Box$			1.1			,							1					-			1		4
		_	-				1-1		!						١٠٠					-		1		
ATM NRE		EXC	-			-	إحناإ												إحاج			+	-	
LOW RATE	-1				T	<del></del>		7						-		7.7			- 1.	1	1	-		
		A	1				1												4 :	3 F.				
				-1-		<u> </u>								1-		-				1-1-		<del>   -</del>	احنا	
T-AXIS	-	-1-		<del>-:-</del>		1:7:								ļ	<del> </del> -	_			<del>-</del>	-		-		+-
PROG. RATE, C/minL	1	1-1-	-	-		+	<del>  </del>							1						++-	<del> </del>	<del>  -</del> :	1	
RANGE, *C/cm		1	!		,	<del></del>	1				1	7.			<del>                                     </del>	<del> </del>			-	1	1	i		
HEAT COOL 150		F					1						-	1	1						1-2		-	1
BHIFT, cm	1		-				1							1			<i>-</i>			1-12	i	1.3.		-+-
TIME, mic/cm	-	-		ļ	-	<del></del>	لنب							1 1		-	<u> </u>		112	1	-	1		+
		100		-	<del> </del>	<del>-</del>		-			-	_	-	+-	1	$+ \gamma$	<del></del>	<u> </u>	17	-		٠.,	<del>-</del>	<del></del>
<del></del>		1.	-		-	<del></del> -				,	,	_	$\overline{}$	1	1	1	-		Ι.	1	1	<u> </u>	1	
TGA 50 mg/mv DTG 50 mg(min mV)	TE.				1	1							1	I		1		1		/	1		1	45
SUPPRESSION mg	11.		100			1	1				-			1	11	$I_{-}$			V	Ε.	1	1		
HANGE, my/cm				_	-	۱÷	+ :			-		خبنة	خلبا	Α.	-	1:		1	B5	<del>ا</del> ا	100000	127	1	
	1		<del> </del>	1	+	1-	-ئىب				<del> </del>			1	1-		-		무그.	Ψ.	+	1	-	
VEIGHT, mg			1	<del>                                     </del>	177	+		1	<b>-</b> ::			-	<del>}</del>	<del>ا ن</del>	4	4			-	1	1	1 :	1	+
IME CONST. Sec			100	1 :		1	T		100		1	·		1	Y	1	1	Π.			1-1-			1
Y			100				1							110	14	Ç				1		100		
				ـنــا	1	1.7	<del>  -</del>	<u> </u>	L		1	1		1	140	1	1	1:	أحنا	14.	1		1	1 -1
T040		EMI			<del> </del> -	+	-}	-	<del></del>		<del> </del>	<del> </del>	1	-	1-1-	+-	1	1	17	44.	1	++	-	4
(Vm nm))mut 0 MTQ Vm/mut AMT	1	+	1	╁		₩÷	<del>}</del>		<del> </del>		-	+	+	+	+-	1	++	1		1				1
MODE		1	1	1	1	1	1				1			-	-	1	1	1 7	1	1.	1	17	1	1
RANGE, mv/cm					111	1	1.					T		7.1			1	1				1:1:		I.
SAMPLE SIZE		<del></del>	1		1	1	-		1	1	1	1	+	-		1	1	1	1	1	1:-	F	455	100
LOAD. 9		<del> </del>	1	+-	1	1-	4	·	-			1	- <del> </del>	1	-	+	-	-	+	4-1	-	- 1	-	1
dY	1	+	+	1	1	+-	+		-	<del></del>	+	-	-	+	1	+	+-	++	++	+	-		1	17.
	1	1-	1	1	1	†	-	<del> </del>	+		<del> </del>	1717	+++	+	1-1-	1	1-00	1-	1-1-	+	127	14	+-	+-
			E			1					1. 1.		L	L	TI	100	I.I.	1.:	1	T	1 :	1		17
NOTA		1					1						1	II	1.1	TI.	1.1		T					
CEMENTO PORTLAND FABRICADO CON	++	تنته	1	4	14	1	45	4-	1		1	1	تبنا	تبا	44	44	11	آجن إ	14	11	4	14	4-	4
YESO D. A. PREVIAMENTE DESHIDRA-		1	++	+-	+-	+-	+	خلته	<del>{</del>	+	1	+++	++-	خليه	44	++	++	1	++				-	1:
TADO DUBATNIE 10 MINUTOS A UNA	-	+	+	+	-	-	-	<del> </del> -	-			+	+	+++	+					1-		+ +	-1:-	- <del> </del>
TEUTERATURA CONSTANTE DE 105°C		-	1.1	1	1	1	+-	1	1	11	1	1	1 : 15	14.	1	+-					1		1	1-1
ED ETRACEN FOREIGNEE DE 103 E				T :				1	1	1	1			100										7.7
		1	Til.	4-	-	4.			<u> </u>	1	-	41	-			1			1	1			4.	1
	لللل	يننا	1::	17			1		خبد	1	خنند	تنتبل	1	II.	1#1:	T.	13	خلا	111	نبل	نتك	1	-11	ئللہ

PART NO. 990526												_				_		_	_					
				-						1							-3		312				- T:	
UN NO 11 DATE 220187			100			_								-						177				
PERATOR				٠,٠					إنت					-11-		إتنا	4-4-	1	4	إنبا	-		-1	44
		1.						_				-			إننا		+		-				=	
SAMPLE CEMENTO POPTLAND			-		-								+		1,7			-	٠.,					+
TMAIPE		XO	1	1.00	3 4 .	1.7		- 7.5.	-							1.00.11	-13			-			3	+
						-		-	- 1					-			11,11	. 475				54.7		
LOW RATE	1 LA	A	101	1.30		- 1		1.1					1			- 1				1.11		10.3		
			147.4				1.7.			. /										-	1.22	3 E		
	111	1		-		1						-4:				1-1								-
-AXIS				خنتا				-												1 1		71,		
POG. RATE, C/min10	F F		1	14-		1	F	++-				-1-	1	لننجا			_1.1			1		1		-
IANGE CZEM	-		-	-		<del> </del>	117	<del> - -</del>								1								+
			-		-	1-		1							1							-1-		H
EAT (60	11						-		i	-			17.17					. V	20.2	tri:		ببين	-	
HIFT, cm	14:	1 h.	1 1 -	1	10		27			1			1.1.		-1-1				-	1 -	127	250	13.7	40.
ME. min/cm		4	2.21		-	-	_						-		-	==	57	==	=	1-11-		-		=
			1		17:0	11.1	177	1	1	100	10.30			·						17	<b>7</b>			H.
	100		12.13	1		1		1.4.	1 -	1	-					7		-	N	17	1===	FFE-		
3A 50 µg/mV DTG 50 µg(min mV)	-		130													-1-	-12	14				14	1200	He
	-1.		1.0		7.4	1. 1.		Ł -			777.14				15		1		- 1	VL.			1	- 17
JPPRESSION. mg			127	112		1 :				E	1 217	1				1				مت		EF	1	- E
NGE, mV/cm	1	LL	1	1	نجتنا	14	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	1		1.1	ستنظ		15-14-1	100	×	-1-	-		11	45.	٠	1272		L.
5/GHT, mg	1	1	1	1	10.15	1-	1-1-	1	1	1 1	-1			1.10	1		77-7		1-1-		1	7-1	125	ئالا
ME CONST. sec	1		7.77		100	T-1-		14			$\vdash$			125	46		H	-1:	14	+-	100	F	1	H.
	-		1-		+	+	1	1	1	1					100	-			-		1		-	1
		ENI				+	-	-	1	<del>}</del>	fire.		1				74			++		1		1
			-	+	1	<del></del>	+	<del></del>	<del></del>	+	1		1	1						1.				1-1
MA 1µm/mV DTM 0.1µm/(min mV)			1373			1	<del></del> -	TT	<del></del>		1	<b>इंद्रा</b> क्ष	i de			1				1-1	175		77.	
			100		1	1	1.1	177	1.	1 .				3.1.	L	1	1		1. 1.	Lake	1,20	1.	1.	
100E		7 F		2 10			1	1		1.1			15.47					1		1		150	1.77	244
ANGE, mV/cm										1 1		15.75			11				1			t is	100	E.E
AMPLE SIZE	1	1 .	1 1	4.1			100			11	1	1		1 -41 -	-	100			نبا		1 E	El:	1	علتا
OAD, g	1242	1	+	1		1	4	1		1		1-		11.					121		1	1	1	i i i i
Y	1045	1		100	1	<del></del>	1-1-	133	1	17-	1		1 7 2	+					1			4.0	-	
*				<del> </del>		+	+	+	<del>  -</del> -		-				++				++					
	1	-		-	1	+-	1	1		++	+	+ -	++	1-	1		1	1	1	17	1	1	1	17
	1-1-	+	+	+	++	++	<del></del>			<del></del>	1.7	1-	1		1.2	1.1.	t E	1	1-1	11	1		1	11
	1	1	1	+	1 ::	1: :	+	++	+	+-	+	1	135	1:1:	14	1	11	-	1.1	11	1	1	FEE	14.
TEMENTO PORTLAND FABRICADO	1	1.	1	1	-	-	1	+	-	11	1.12	1	1	1	1	T i	110		121	14	10	븣.	1.7	11
CON YESO D. R. PREYLABENTE		1	11	1	17	1			100	1	124.	10,11	1=1-	2121	- 12		174	1.1	100	- i	140	1217	THE S	F
DESHIDRATADO DUPANTE 15	1		1	1	1.:	1 12.	1	1-1	7	1-1-	1-1-	11	1 44		1 1	14	1,15	1.1	1	1			1	1
MUNUTOS A UNA TEMPERATURA		1		L	10.11	1 1			I ;.		1	LE	F 1			17.12	1.1	1 7.		1.51			100	131
CONSTANTE DE 105°C	31			$\Box$			17				1.					-14			Œ	436	ŒĒ			-
CONSTANTE DE 105 C				L		1		-			1	1012	150	14	$\Box \mathbb{L}$		T I			12.15			411	1.1
	1:40	7:	31 4	100	1 .	1	1	1		1.1.	11.0	4-14-	- 1 - 1 -	1-1-	L IF	1-1	1 1	F. J.	1.4	15-13	45		4	154

																_								
PART NO. 990526													_						==		=			=
			1:	1	L			1						1			10							
RUN NO. 12 DATE 220187		T :	1	-																<u> </u>				
OPERATOR J.C. Y M.L.	- 1			+-	ļ	4	1	-					1.1.				لساب		تنائيا	خفنا	اننا	4.		<u>.</u>
OPERATOR			+				1 1	1:			7.				1		-	-	-	-	<u> </u>			
BAMPLE CEMENTO PORTLAND		+		-				<del> </del>	-								-4-	-						
ATMAIRE			di i	+	1		-	1	-	-		-	7.7						-					
	145		17	+	1				·											_		1		
FLOW PATE	127			20.7				1								-							٠,	
	77	$\Box$		1 7	11			1								24.2			- 1	77.				
			14.			<u> </u>	1	1							1	1.5			_:_			4.		
T-AXIS	-219 1			-	1		1	<u> </u>		<u> </u>		1			<u></u>		1-1		- 1		-			* .
PROG PATE, C/min	-	1-1	1	1	<b>↓</b> -	1	<del> </del>	ننبا	_	!				1							ļ			
PANGE, 'C/cm 10			1		1:1:	-	<del></del>	-				-4-	-	<del></del>	-				<u> </u>		<del> -</del>	-	-	-
		1	+	4	<b>↓</b>		<del></del>	<del> </del> -						<del></del> -	-									
HEATISO	1	-1	1	<del> </del>	1	<del> </del>	<del>.                                      </del>		<del></del>			<del></del>	-	<del></del>						-				
SHIFT. cm	-		1-1-	1-1	-	<del> </del>			· · ·				-	-	i		-	_			-			
TIME min/cm1.0	1-1-		1		-							· .		-	1				77.7		Í.	-		_
			17.7	11	ļ	1	T-,-	-				-	$\overline{}$				_	_	_		1 ,	_		_
	(*1:		1-1	7	1	1	-	1-	7	7			~			1	1		1		1			1
TGA 50 µg/mV DTG 50 µg/(min mV)														X	1					Z				
SUPPRESSION, mp	1. 17		1-1	1						1						/	-11.		- 50		11.		1	
<del>-</del>						1	1.5		<u> </u>	1		1	100	1	~			- ( - )		جموا	ĻΟ:			
RANGE, mV/cm			1:1:		17.	ļ		ļ							1	C .	<u> </u>	L		20	-		-1.	
WEIGHT, mg	-1-								<del>}</del>		-		1		43					-	<u> </u>	112		1 1 1
TIME CONST. sec			121		-			<u> </u>		<del></del>			<del> </del>										-1	1.07
dY	1		1		1		-			·				-	<del>   -</del>			-		1 7		1-1		1
	71.		1 1			+			<u> </u>			1 3	-	-			1	1		1 -		-		1
	100	EN	DO:	1.1.		1				-	7	1 7.	171	_	1 1		-1.		7	1				1,
TMA 1 µm/my DTM D.1 µm/(min mV)			1-1		1 1	T								1.11	1	1 7		7.		1	- ,-	100	-	
MODE					1.1					· ·						1						GJ.		
							1	1	212.1								110		1-1-	-				-
RANGE, mV/sm	1:4:	H	44-	1	-	<u> </u>	1	-	-							13.		14.		12		1-11	-	1
SAMPLE SIZE	1	-		-	1-	-	-	<u> </u>	-		<del></del>	-						121.	<del> </del>	1		-	-	H
LOAD. g	H	-			-		-	1	<del>-</del>			1 1		1	+	12.1	-	<del></del>	1	<del> </del> -	-	i i		1
dY					1-1-		1	-	-	<del>;</del>				1 - 1 -		-	-		-	<del>                                     </del>	1	1	+	-
	1	7.1			1:1-	1	<del>                                     </del>	1	-			14		1. 1.		-	. 1	-	<del> </del>	i	1		1	1
<del></del>	1		1			100	1			1							-10		-		1-11	1.1		
NUTA			1-1			-			-	T :-		† — —		1:1:		1	7	1	17/17	1	12.2	1	tata	177
						10.7				111		F-1				1				1		100	1	
CEMENTO PORTLAND FABRICADO							100		4.0	1						100			200				1.11	
CON YESO P. a. PREVIAMENTE																- 1-				100				1
DESHIDRATADO DURANTE 20				_	100	L.	1.7	1				3.1		1		77.		1 11.	· i		1337		[:: <u>-</u>	1:1
MINUTOS A UNA TEMPERATURA	1		44		1	1-	ــنـــــــــــــــــــــــــــــــــــ		ــنــا	1		سنا	1	تشنا		1-,-			1:01:0		1:4:		100	
CONSTANTE DE 105°C						1.1	+	1				1 1 200	<del></del>	1					1::		-	_		H
							<del>   -</del>	-			17.12					-				1				
	1: 1:1	1 1-	1	4	1	1	1 '	1	1	1:1.		1 100	10.10	1 7	1	1. 7	1.:1		1	1	P	1 112	1	1

PART NO. 990526																								
			T .																					7.1
PUN NO. 13 DATE 270187	1				-									1										
			1::-	خيدا										1						1		1		
DPERATOR			-		<u></u>	1 1							-	-					<u> </u>			1		
SAMPLE CEMENTO FORTLAND					1												1 1 1 1		L	1-1			L:	-
	<del></del>		+	-		-					;		E	-							<del>-</del>	<u> </u>		-
ATMAIRE	1																-			ļ	3.	-		
LOW PATE	$\vdash$	_	<del></del>	1	<u> </u>			-					-		-					++		-		
	1													1	-	-			-	1			<del></del> -	
<del></del>	1-1	-		<del>                                     </del>						Η			-	1-					-	1	<del>!</del>	136	<del> </del>	1
T-AXIS	1 7	- 1	1	T +	1		1		-			-			-	-	,	-		77	11.1	17	-	
	1-1	7	-				-			-		-	-			-			1	T	100	1	1.	1
PROG. RATE, C/min			1.5	-															-	111	-			
RANGE 'C/cm L			1							11.				1	-				1.7	Di.		1		
HEAT CODL ISO			1	7.													1		<del></del>				1 -	21.7
SHIFT, cm +10 *	1		4	1 :		<del></del>							i	٠				1	-		1.			اللل
TIME, min/cm	1.7		4		1			<u> </u>					1	<del> </del>	1-1-		j.				1	1.5		
TOVICE THEY GIT TO A A A A A A A A A A A A A A A A A A	1		125.	-	+	<u>                                     </u>	_ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــ			<b></b>	-			+	1			-	-		1 :	FF		لبنا
		_			<b>\</b>		<del></del>	<u> </u>					-	+	-		J				7	1	<del>ļ</del> :	-
CA		$\Delta$	q-	<del>                                     </del>			1	-		_	-					-	ينجنم		<del></del>	1				
IGA 50 Jg/mv DTG 50 Jg/(min mV)	1		+	٠٠٠	<del>i</del>	1-1-		<del>!</del>	-					1	10.7	-	=	-	1		1	1	-	F
SUPPRESSION, mg			+	1	1		1	1		-		-		John Town	1	-			- /		1			1.1.
IANCE, mV/cm	13.		-		1	137	<del>i -</del> -	1	-		-	1		<b>\</b> =	1		7	-	1	+	1	1.		
EIGHT rpg	1		121		++	-	1	1		-	1		1.4			-	1		۲.	TE		Tit	100	
ME CONST. sec			11	15	1			-						1 15			1.1.	119	200	1	1	10		
	-40		. 1	1		1		L	· ·	1			1	841	1 -	12.1	12.4	1-1	425			T-C		1-,5-
Y			1	1	1		-	1.12			-		12.0		12.		71 8 1		100			1 . 1-		
		- 1	1	1 3									1		1	E		1 -	1 7	134				1.5
	1	_ 7			1-1-		Ļ.		1	<u>i-i-</u>	-	1	-	1-			+			40		1	1	1::-
TMA 1µm/mV DTM 0.1 µm)(min mV)				14	44	-	+	1	1	<del>                                     </del>	-							نتا	1	14		11	4	14
MODE	-		90	13	+-	1-1		i i	124		ļ	1		1:1:	1-1-	-		-		14.		1	1	-
PANGE, mV/cm	-		+-	175		1	++	-			1	+ -					1				++		بنيا	+++
SAMPLÉ SIZE	1		+-	+-		<del>                                     </del>			<del> </del> -	+	1	-					++	+-	++		14			124
			+	1+		110		1	<del>                                      </del>	1						1-		1	1					11
LOAD. 9		11.	1.4		100	u.		1.2 1.4	t-pr	1=1		1	1	1	1	-	17	1		13.			11	1
dY	1			1.1			1 77		1-1-		1		12:4		1 1	1	1	-	100	1 1	-	4-1	dear	1.1
	12	14	111		1 4	77	1-1	1.1	1	1	1500	1.	1747			1		271.4	100	1	1-1	10	+ +	1-1-1
	100	7.4	177	10				1	1	- 13	201			34	Cul:				, pr.			[ FI		
NOTA			1	1			4			LE	LΞ	LE	1.7	$+$ $\top$	1.7				-1	11	7.7	-131	1	1:1:
SEMENTO PORTLAND PARRICADO			$-\Box$				1.7		1-1-	1	-	1.1.	1:::::	44	1 1		P.	4.	1.	13			44	4.4
	1-			11		100					1	L			1-16	151			111	1-1	1.1	增生	اتات	<b>F</b>
CON YESO D. A. PREVIAMENTE						1	11	1:4:		4	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ				14	1:1:	4-	45	1	100	4	44	14	131
DESHIDRATADO DURANTE 25	1	H		14		14	1	10.15	+	++	+++	1	1		+:1	423	1 41		-1	14	43	71	4.7	
MINUTOS A UNA TEMPERATURA	1	H	4+		1	++	+ +	1000			1	1-1	-		++	++	4.1		14	11	411	-15		141
CONSTANTE DE 105°C	-	بنبه	++		+	+-	+	1-1-							+#									1 :
						1-4	+				1:1:	1	1-1	1-1	1=1-	+	11	+==	12.	-111		ili.	H	1.1

PART NO. 990526																								
											- 1	47-0004			. 1									
RUN NO. 14 DATE 230187	1.1		لـتـ	لت				أحنت		أنب	1	نت						1						
OPERATOR J.C. Y.H.L.			4	لنبا						4			لتبت					- 15-	141	تيا	1	إتنا		إن
			-1										-1-1								-			
BAMPLECENENTO PORTLAND							-÷-			إجب		$\rightarrow$			<u> </u>									
ATMAIRE	H			-			-							-						-	٠.	-	F	
	- 1			=	7.7-2			-					- i					12.	100	1-1-	1			
FLOW PATE		-		. 1		-						-	1	-				1		1	-1			
	14-					7 7 7															1			
			1.																			15		
T-AXIS	لتلا					-1			. 11	200								L.		111		4.	تنا	
PROG. BATE, C/min10	144					an a	<u> </u>	-					اخسا	<b> </b>				<u> </u>		<del>   </del> -	14		1	
RANGE, 'C/cm	+		+:		100	27.4 4.1	<u> </u>		-					<del></del>				<u> </u>		<del>} +</del> -	-	1 -		
HEAT COOL ISO	H	+		-1"	-	4	-						احتما			-			<b>├</b> ÷		11:	-		-1
	1		+-	-		<del></del>	<del> </del>		-			-		<del></del>			-		1		<del></del>	1 1		
SHIFT. cm			117						-	-							-	-	-	1:	1		1	
TIME, min/cm			0.100	-	-		<del></del>							1	_			1		1 ::				
	110	u q	4	17			Ţ,-								( 1	_	_	_		1	1/	71.		-
		- 1							!					5	_/				$\overline{}$		7			
TGA 50 µg/mv DTG 50 µg(min mv)	23/20						1															1	1 7 1	
SUPPRESSION. mg		4	تيندا	1	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	11-	<u>ا</u> ـــٰــا	-	تبا	اختنا	- 1		1	1:11	ИЗ.		ــنــا	عثنا	ا تبا	<u>ا آ</u> ر		1 -		1
RANGE, mV/cm	H				1.00		<del> </del>	111	H	1	-	أسبحا		1	100 5	-	F	17	لتبإ	PΑ	JC.			
				1			+-			-			-	<del> </del> -		-	-	1-	1	+ ;	+	++-	f	
WEIGHT, mg	1				1.		<del> </del>	+-	<del>                                     </del>	1			75.7	+	+		+::-	1	1		++	+ -	-	-
TIME CONST. sec	-1-	-	14.		1.12		1	<del></del>	1					1	1.5	100	1	100	15			1		
dY	F- F-1	7	-14.	100	FEE		E:	1	1		7.			1	10.00				1	100	1			1
				1				-					1 -1	1	1.7	II.	E	1 1	1	I.	1			2.0
				1	تبنا		-			1-		-	17	1	1	L	1	1 :	-		₩.	-	1.	1 1
TMA 1µm/mv DTM 0.1 µm(min mv)						<del></del>	<del>i -</del>	1					i		<u> </u>	<del> </del>	<b>↓</b>	<del>-</del> -	1.7	₽~	13	4	-	1.5-
MODE								<del> </del>		↓		<u> </u>	+	++	++	<del> </del>	<del>-</del>	1	1	+		F-6		1
RANGE, mV/cm				1			+	<del> </del>	1	ļ		1	+		٠٠	-	+	+	100		1		+	1
SAMPLE SIZE		70.00			1	<del>  -   -</del>	<del>                                     </del>		1	f		<del></del> -			1-	1	1	1.5	i i		11		1-	<del> </del>
		135		1.3+	-11	1	1	1	1	1	-	1	1		1	1	1	1		1 3			1	1
LOAD. g			100		772		1	-	1		-	100	+	1		T:-	1 .	1	100		14	17		1
σΥ				10.00			1	1				1									1			
	$\perp \Gamma$			1			1		T-		1		1						1.	1.4		1	1	10
	140		7,17	1	j	تنبا	1	1-	į	<u> </u>	1	1	1.	1	1	1		1	4	11	10.1		4	1
NOTA	تلتا		154	14.	تثنا	1	خنا	<del>  `</del>	+-			<del> </del>	<del>-</del>		1.	1	44	4-4-	44	11	1	7-	-	
CEMENTO PORTLAN FABRICADO	1		-	1::	1		1		<del></del>	+	جنا	1-1-	<del>-</del>	1	1+	1	4	4-4	1:	1	+	1.	4	
CON YESO D PREVIAMENTE	1			+	F	+	+	+	+	+	-	+	+-	1	بلب	++	+	+-	1"	+-	1.1		+	1
DESHIDRATADO DURANTE 30	1-1-	- 1.	107	┿		1	+	<del></del>	+-	+	+-+-	+	++	1	++	1	+++	+:	1		-		7	17
MINUTOS A UNA TEMPERATURA	1	-	1		<del></del>	1	+		++	1	++	+	-	+	+	1 : 1	1	1	+-	1			+	1.7
CONSTANTE DE 105°C			1	-	1		1	1	1	1	T :	1	-	177	7.7		1.10	11			नेवं	+	1	1
CONSTANTE DE 105°C									1		1						1.							F.F.
	1 7		1	1	1	11.			1	1-:-	1	T	1	1	1.	1		1	17	1	F	14.	1	1-1:

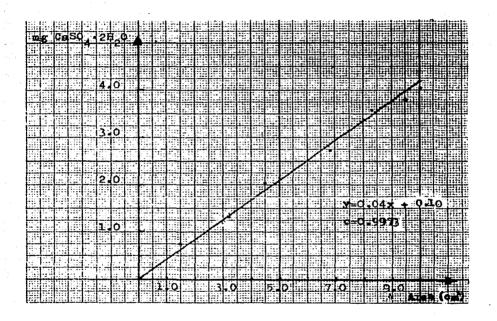
PART NO. 990526																								
	27.50	Π.	T - * *	1			7		1 .	1	1.00		F	1	,	1 ;	1	7.7	-	1 7	1 2	F. 12		
RUN NO. 15 DATE 270187	71.						1					-							++			34		
				- 1												7.		7	als:	23.5				
OPERATORJ.S. Y.Y.L.		1212	1:1	<u> </u>	1,100	7914			1	<u> </u>	r.E	<u> </u>			1						- 1			
SAMPLE CEMENTA POPILAND			ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	-			-		1		<del>, , , .</del>					-	74.			+	-			لبلجخ
		EXC						<u> </u>	Tim		1		-		1 7 5	-		# ·		-1-	1 1	177	-	لسم
ATMAIRE					-1-											7.1		22.0						لبتع
FLOW PATE			-				1	-							10.0	1					1.1.	-	-	تتنا
			1.1.		-			-			-			-							1			-
	1.54	1 2	7 100	·	:1.	-	-		100		1	1	7.	- 157	110	1777	26.		- 1-	1.7		- 11		
T-AXIS	7.11	1	117	1100	- ".	3.1	1	100			1	-	7.27		L= 1-5-	F-17.	1111	122		1910		100	20	-
	100		ree.	-		1			1.1										1 51		11-7	-	1/77	200
PROG RATE, C/min	10.00		1	1.					1.00			10.0				101-	- 1					10.5	FF 7	
RANGE. C/cm										·							1	- ::	240 11					
HEAT COOL ISO			E						110										-					
SHIFT, cm	1		-	-	نيا				1												7			-
TIME, min/cm	-			-		-			271.2									2 12						-
	1	Δ.		7			-			-						÷≥≤	-		14.		_	-		_
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	-		-											-		In the					- 35	1		-
TGA 50 µg/mV DTG 50 µg(min mV)			21.											141									14	-#-
<del></del>					11/2			7.45	+		F- F-		7			HE.	-	144		1	-15	1.13	-	-
SUPPRESSION, mg	-46-	2.		41.	145			111		F-11				250	7.27			FFE.	50	24.5		ME	7.	
PANGE, mV/cm	7.1.E	1	-21-					1.	f I		135	17.75				I			8:	1 €	1 H	-27		13.
WEIGHT, mp			1232	t-,	-174-	1-1	7.	- 21 -	1.27.25	1 - 12			ist.		-12			2-1=	S 123	1	¥17.	<b>F</b>	EF.	5 TT.
TIME CONST		-1		-1	-1		- 5.74	100		. 62	1.2142								1	LE	745		1-5	-
dY										-	1-11-	1 =	-		1-11-	1-1-			1	1	Ħ	l ti		ha :
		- NI	1111	-4-					1	<del></del>				1	1		131-	-				-	-	
		E MI				-	13		1		4	1-13				1-15								Friday.
TMA 1µm/mV DTM 0.1µm(min mV)	- 1				-		1-1-		172		744	1-1-	11.5	1		1.15			1				- 1	12
	300	-		A NOT	Jan	-1.		Ti.	1	100	T.F.	111	345	1-17	1-47	5	- 1	100	65 E.				1	1
MODE			in .	77 F	- 1			77		-1		1 17		- 11	7 17-2	1-5	٠٠٠	4.77		144	135	1215	12 13	
RANGE, mV/cm	1 234	£1.	3.		- 15	100		-1-		17-				Late		1.71	54.	E.T.	THE	155	1-11-	LEE:	1.5	H
SAMPLE SIZE	عباب	- 11	111	1				-							142	777	H	1		14:	150	EF.	145	丰
LOAD. 8	1		134.2						E	H.	leri-		H.	H	-7-1	li d			- File	last.	- 1-		1-11-	-
dY	H				-12		-				-		H							F				-
			1	11111		-			1					T.					-	L				
<del></del>	- 100	-1	Jein.				1.=		Tall.					1. 1.					mi.	1:15		t i		1
NOTA	1		111	1512.	1		- 1		- 16:		1	Te first		1717		13.51	P 1 2	-		1971	4-15-			
	150			3.17	7 P.	74-5	-1-	- 1-	FE	1.00	F-1-		i ::::::::::::::::::::::::::::::::::::						1	100				
CEMENTO PORTLAND PABRICADO	1			1	12.			4								11.141			· 141				0.4.1	141
CON YESO P. A. PREVIAMENTE	1, 2			eft)	141					11	1.1.	1-17				1114	12.	EF.				111	1640	揮
DESHIDRATADO DURANTE 35			iir .	- 1	100			311	H		14	1-		1	1 1 1	44			Life.	4.1		13		144
MINUTOS A UNA TEMPERATURA	14	للبايلا	27.	- 11		1.112		-11-	H	-		1-1-		H		Hill	144	<b>F</b>	H	1		14	14	1
CONSTANTE DE 105°C			-			HH.	-	Treasure.	177					t#		<del>         </del>	1		1-1-	1	11		1	썔
					-4-			14.			246	1		-		1115								
	In re-	1000		- 71	7.3			15. 1.	سانته		Lutin	1		· ·		121475	1.79	<b></b>		1257, 1227	417		- 121 "	تظنت

PART NO. 990526																	_				_			-
	1			1-	Ţ.	+ -		1	1		ļ		F			-	ļ							III.
RUN NO16 DATE_270187	1		+	+	+	1	ļ.,	+	++-	<del>-</del>	<del> </del>	+	+	1::-	17	1	<del> </del>	-		-	<del>     </del>	1	1	17
OPERATOR J.C. Y H.L.		i a	1	111	1	100	1	TT	1.35	1	1-:	-	177-	1	İ			1-1			-	1	1	1.1
SAMPLE CENENTO PORTLAND	3.3			12.	1		-	1		1				1 11										
	1	2 b.		44-	1	100	<del> </del>		i -		<del>! : : -</del>	·	1 1	-				-	1.		-		-	+-
TMAJRE		rx c				1.	+		11		<del></del>	-			<del></del>		Ħ	-		<del> </del>		-	-	1-1-
LOW RATE	1 44				1			1/4	111		1 -	+	1,1	-	1			7.	-	-	-	17	<del>-</del>	<del>                                     </del>
	11.				. 1			_				1.	LIL						)"			9		
	1		14:			-	-		<u> </u>	1		,	11	<u> </u>								- 12		
-AXIS			1 1		1	14	-	1		}	+	1 1	11	1 1	1	1111	1	Li.		1 1 1		-1-		14
ROG PATE C/min 10	1		+	1	1	12	-	1		<del> </del>	t	<del></del> -		-	<del>!</del>	-	+					1-	<u></u>	
ANGE, 10/om	1 7		100	150	1	1	1	11.	1		1 -	1	, ,	T-1	1	-							1	1
EAT COOL ISO	24								1			<u>f</u>				==			7.7	11.2				1-1-1
HIFT, cm	بناب		1	11:		1-4-		(	ļ	<u> </u>		4	1		11.						-			
IME, min/cm1.0				4-40	100	1 =		1	<del> </del>	ļ	ļ	1		1	1				20.0			<u>L</u>		
	1	A	-	-/-	-	-	7 344	T-	-				+	-		-	1.5				_	-	-	
<del></del>	2011		1	1 7	1	1 :-	-	-	-	<del></del>	<del>†</del>	-	<del>                                     </del>	-	1	-	-	~		1			13.5	1
GA 50 µg/mV DTG 50 µg(m·n mV)			1.0		1	177	177	1	1	177	1	1	150	100	1.	1				1	- 3	7.7	-	
UPPRESSION, mg	517		1.55	1.30		1									1-25-	71.00		11.	_1	7				
ANGE, my/cm					100		1.	13	1	-		+ :- :-		F 44.4		<del></del>	11 - 1		-1	1_	-			
		H	- 1	<del>     </del> -	1	1::-		1	1 :-	-	1	-	1	-	<del>       </del>		2			-	-	10	-	3
EIGHT, mg			1			1-11	-					<del>:</del>					_		12	oo:		32.0		
ME CONST. Bec	1	FF	10.1	1		134					1	- 1		ļ			31,			11.	3-			
·			- 1				1	1.			- 1					=	77.	-		, -		71.	-	
	1315	SNI	jo.	Li.		12:		10		r#1		1	1			100	_			11.				33
	127		24.			1	-	-	1	-		++	-	-	-			4		-	-1-		11	
MA 1µm/mV DTM 0.1µm(mm mV)		E .			-	1		1	-		-	Lilla et	1			1							- i	
ADDE		- +-						151		-		1-1-	-	H	1	1	==:			775			- 7 -	
RANGE, mV/ am									12.4			2.70	13.			- 4-	145		0.5		-	2112	14.4	77
SAMPLE SIZE									111				1.4:	121.0	- 1"				-1.			-11.	1.3	13.0
OAD. p			44			1		14	1	-		1-1-	-		<del>                                     </del>	-		-1-1	-1-			11/1	+	1
Y			1	1	2.17	-1-		11.	-	-	-			-	1	- 15 m			-	-	. 75		-	
	11-		100	-			-			74	1-1-	1.313			-			- 1	1		1		-	1
	1.7	11.	1.15		11.	14	1	:	1		14.0		- 11	100	i n	13.0	- 47		. 4 -	- 1	- 15	10	100	14-
SCIA			111				11.17	- 1		77.	10.12	1.4.	131.		1.4							-17	p. 1	
CEMENTO PORTLAND FABRICADO									215		F.	11 11									- i-	_	-	
CON YESO D. A. PREVIAHENTE		-				1		H	17.			7.7				1/17					-1			ىيت
DESHIDRATADO DURANTE 45	-		1			1	-	100	-	1		1		1		1				H		Н.	-	
A UNA TEMPERATURA CONSTANTE	27.		1-1-			<u> </u>	1	117	10	1	+	1	1-1-	1					-	- 142		E.		E 17
DE 105°C				17.65		-		14	111		1									F-11-		H)		14.
DE 103 C				1.1	1.0		10.7					1000										71.		
	15:3.5	2.77	10.10					1 1 1 1	1	4			1 -1:	1	7.1	1000			10.00	1 . 4960	1: Li	ariji :		1 1

GRAFICA No. 1

CURVA ESTANDARD

(mg)  $CaSO_4 \cdot 2H_2O = f(Area)$ 



## 4.3 DETERMINACION DE CURVA ESTANDARD DE HEMIHIDRATO De acuerdo con las gráficas obtenidas por TG (figs. 17-23) tenemos los resultados en las siguientes tablas.

TABLA No. 8 PERDIDA DE PESO EN FUNCION DE LA TEMPERATURA EN MUESTRAS DE YESOS p.a. DEHIDRATADOS A DIFERENTES PERIODOS DE TIEMPO.

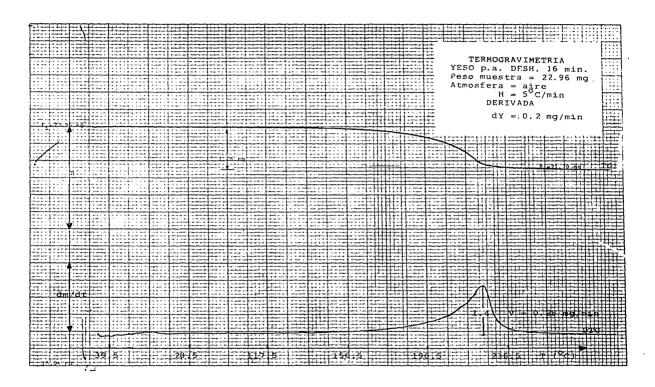
3	Tiempo de	Temp. de	Peso	Peso	Pérdida
d	leshid.	deshid.	inicial	final	
	(min)	(°C)	(mg)	(gm)	(mg)
	16	120	22.96	21.70	1.26
	17	120	24.52	23.32	1.20
	18	120	19.15	18.45	0.70
	20	120	22.67	35.51	0.50
	25	120	19.60	19.18	0.42
	40	120	29.56	28.96	0.60
	90	120	23.51	23.15	0.36

TABLA No. 9 CONTENIDOS DE HEMIHIDRATO PRESENTES EN YESOS-DESHIDRATADOS.

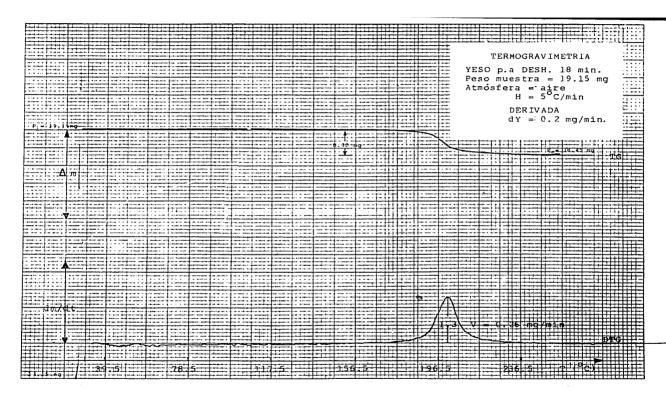
Tiempo de	Hemihidrato	
deshidratación	en en en en en en en en en en en en en e	
 (min.)	(2)	
16	88.35	
17	78.79	
18	58.85	
20	35.51	
25	34.50	
40	32.68	
90	24.65	

TABLA No. 10 RELACION DE CONTENIDOS DE HEMIHIDRATO EN CEMENTO.

Tiempo de deshidratación	Hemihidrato
(min.)	(%)
16	5.91
17	5.28
18	3.94
20	2.38
25	2.31
40	2.19
90	1.65

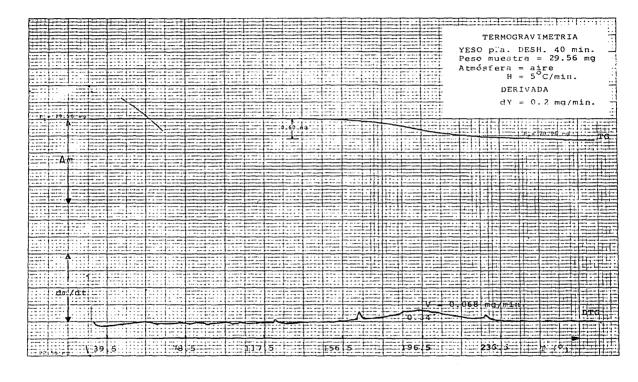


			444444	+++++++	11-1												++	-		<del>                                      </del>	1-11-1	***					
4			1111																		1-11-1			==;	317 t l		1
++++	++++	+	++++	+	444				*****									1			-4						
111														-					* **								
++++	*****		44444															+									
444			#				-													TE	RMOG	RAVI	MET	'R T A			::::
	f		1-+								*							<del></del>									
	1=:=				toron :											1		1		YESO	p.a.	DES	or.	1/	mın	. :	
		{-·-+										·						<del></del>	:::	Peso	<u> </u>		-		·		
		-	1																	reso	mues	tra	= 2	:4	12 m	3 -	
					****													1		Atmos	form		. +				1
	f - · ·	+				1 :===					:::::		::-::				+	+		A CITOS							
						•												****			н	1 = 5	· ~ /	min			
		4							****	****													,	1117.11			
		1	1				1											†== · · ·									
==::	1::::	1	1															1:2:::	1		DER	IVAL	) A C			- 1	::::
		_	-		-			-													22						
	-	1	1															*									
	·	1														-11:1		1:::::			ďΥ	′ = 0	) . Z	ma/	min	.1	=:
P: +	24.5	P-#9-					4									++ + 1	* +	· · · · · ·						9,			· ·
	1												: 4						1								
::: 4		A.,	+													-+		_								***	
		1-:-	11.				1									-++1		1		! ! + -	1111111	1===:	1 *	1			
1																		17			1::1:	1					
																- 4 - 1		1		·			1	;		TG.	-
1	1.3	1-:-1	1				1						-1-:			11111	4 1	1:	1:::::				11:11:		三事		
			1222										777	12-1			7::::	1::::::	2.7.7.1		:1.41:1	4 + +-	1			T:G:L	
	-		+										ثسانهم		_		<del></del>	+			نحبنيي		10-04	3 . 3 7/5	1		
		N	1				1						*			11	1 1	· · · · ·	1	<u> </u>				- ATT 6 E		:	
		-77	1																	I			++				
		•	+			<del></del>											++	+		<del></del>		1	+ + +		++	• • • • • • •	
		1																			-1-11-						
										-		-			-				-			1	+++				
			1			1	1								•		1 *- 1	+	+		· 1 <del>- 1</del> 1 - 1	1	-				
		1																1		*	1		1				
		1	4		1			<del>}</del>				<del> </del>				++1	11.1		·	!== == !==: !	-1-14-		++-++				
	1::1	1	t===:			1											11-1-1	1				1	11-11				
																		1		1	:1:11:		1				
	1-1	Y	+			<del></del>						<del></del>		<del></del>	<del>}</del>		##-	<del>+</del>		<del> </del>	-1-1-	+	++-++				+
	1 == ::	1	1			1==:				1							++-	1	1			1==11					
		tt					·		==		====					1771	11:00	4			4 + + + +	-					-
		11			12.1	==	-		==		===			==	5 F.E.	1.71	113	1:::::		====	4 + + + +	-	1				1:
					2211		·						===				12			+	4 + + + +	===		$\equiv$			
311	-		:=:		= : : :		·														1111		1				
			Ξ				·													+	1111						
=:	Ξ		1 :=:::				·							==									1				
			1 :=:::															1					1				E
===	Ξ		1 :=:::				·							==									1				E
===			1 :=:::										≣	==				1	===				1				
===			1 :=:::															1	===				1				E
													≣	==				1	===				1				E
			1 :=:::															1	===				1				E
																		1	===				1				E
																		1	===				1				E
																		1	===				1				E
																		1	===				1				E
																		1	===				1				E
	am																	1									E
	an																	1	===								E
	am																	1						25			E
	d <sub>m</sub>																	1	٠					25			E
	d <sub>m</sub>																	1			25			25 1			E
	dim																		٠		2	V. =		25			E
	d <sub>m</sub>																	1	٠		24			25 -			
	dim																		٠		24						
	dim																		٠		24			25-1			
	dim				*														٠		2						
	dim				====														٠		22		i di		hg/h		
	earn				====																22		i di		hg/h		
	earn			.: <u>\$</u> ::::::::		78					<i>7</i> .5								) (1,5		2		i di		hg/h		
	earn			Ś							<i>7</i> .5			15					) (1,5		2		i di				



77777		1111111		117									+			1111		111
TT-111	77	111111111		777									117				-	
THE STATE OF THE S							1			<del>                                     </del>				-	-		F	
											=:-		-				TERMOGRAVIMETRIA	::
		1											-					
7															+		YESO p.a. DESH. 20 mir	1 ~
			1												1		Peso muestra = 22.67 m	10
								1		1							Atmosfora - niro	
		1-1-1-1	1				1222				: : ;		::::		12:22		Atmosfera = aire H = 5°C/min	1 1
12:12:			1==:1				12.72			127777			11	!	=::::		# = 5°C/min	:-
																		-
							1777			1			=:-:	17.77	1:::::	====	DERIVADA	:::
								===		1			***				34 0 3 - 4 1	. ::
		1	1				-			1====			:1:	1:::1	1:::::		dY = 0.2  mg/mir	1 L
P/-22.	6/2-0									1	=:::	1:727.17	4-4-5	7.7.	12772	====	<b>.</b>	1:4
	1		1				-						-		1			
V	·T							- P	50 E	b==i=			ri:	7117				
A						+	+						+++				P-4- 7717 19-	TG
		1	i				1			1::::1:	==:		111	H::L	1::::		<u> </u>	
	.	1									=:	<u> </u>	ili:					
	1																	
	N -m		1											1				
	4-"												11	-			<del></del>	
													#					1
													1111	4 1-				1
							===						* * * *	11:-1				
													ш,	11:1	-			
	-												1771	1			=== =	
													##1	++-1				
1		17.7211.77	1222				+						4111	77				
			1										***	++-+				11
1272-1477-1		1:											1111	11-1				
	1												#:#	1717	-			11:1:1:1
	1												144					
	T	:		====									1111	1=1			- - - -  -     - - -	
													1					
1	1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::		==:			1							1		-			t trur
1122421	1		1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	===		1===	!==:			==:==			1					
	1					1												
Later Trees	Va:61					1:=:												
	1-2-4													$- \pm$				+++11-
1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1227722									====			===				- 0.08 mg/min	-11:12
Liiiii	1		taril:	I		:1::::	L			:			==1			- 1	- b 06 mg/mil	
						1											- P. 00	
	1:-:-1:		1-1-1			1==		:							-	7		11111
	ýi												_	-				rtigii .
			1-			-												- 1 f r - 1
L			T	===		+===												
	<del></del>					1		_	=									
	130	P	122 24 2	78	5			-5			54	:5-1			190	. 5	[236,5] T (°c)	##:#:!
		7:112				7=::=					-:-			1111		====		

	1															17.77	===		77.7	
1111111111	4::::						1 = 1 = 1													
	-	1																		<u>.</u>
1414	1			7.77																TERMOGRAVIMETRIA .
				77																:
	7	1:																		YESO p.a. DESH. 25 min.
	1::::	11111		72		1::::			7.7.2					7.7.7		===	===:			Peso muestra = 19.60 mg
	1					<u>,</u>														Atmosfera = aire
	1-32	4-2-6					17		1.11	11111										$H = 5^{\circ}C/min$
	1:::::	1.111	1:::::	11:11:	1111		11111	11111		2000		-:	:7:::		7:77	.:::::	:	;:::::;	155	n = 5 C/min .
	1	,			1													1		DERIVADA
	1::::	1	12.00	1111		; : : : :											122.1			T DEKINADA
			-		1												-			dY = 0.2  mg/min
		1					111111										:			- ar = 0. s mg/mili
P19.6		1:::::	1:	1.77.	1	17:53			177						11111		12.22	11.71		
																	_			# =19 18 mg : TG
.::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1:::::	1===:	1:::::	-2::	12:2:	7							_ co	2112	=====		F:::			1 -19 18 mg TG
	1	11. 22.2		-	1		-				-						1	1		Control North Control
2 : 11 : 17 :	1	1177	122	17.	1::::	10101			7711					[111]	1111	- 11	1-1-1	1:::::	13334	
	1311	11111	1.7	- : : : :	1::::		1				12.0		1 1 1 2			14 344	i ara	1		1.2.2.1.   1.   1.   1.   1.   1.   1.
1 1111																	1	1	;	janes -   · ·   ·   ·   ·   ·   ·   ·   ·   ·
	Δ in .	1 ::::	1	11111	; :::::	11555		1												<del> </del>
	-					-											-			
	1	ļ	11111			,	1	1									1	-		
1111111	1	1				1		1									1-1-1			
	1	11111		1	1111											- 111	11:11			1-:
1 12 1 1 1 1	Τ											1				- 111	1111	1		1
	Y	-														-11	1-1-1	-		
	1	13-7-13		1	1	1		F1	:-::								11331	1		
<u> </u>	1				خنط	•	1								-:		1 - 1	1	· · · —	
1::::::::	1::::	1::::	1:::::	::::	1:::-		1:	127						1:::::		tritt	fri: :	1::	1	<u> </u>
1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1:::::	1:5:3			1: ::::	1::::::	1===		1::::					ir::::::			1:::		1::	<u> </u>
	1						1				-					-111	1-1-1	1		
11:11:11	1::::	127.17.1	12.11	=====	1::::	1::::	1:				1===	:::::	1	1.:.:	1222		1	1:::::	1	/
	1					1											1	+	1	<u> </u>
71-1:22	<b>♦::::</b> ::	1:::::	1	17	12:7:	1::::		=::::			1-:	1::::::	1::::	12:22	- :	1-11-	1::::	1	1	1:-::1::::1:11:1:11:11:11:11:11:11:11:11
4::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1::	1::::	1:2:5	1::::	1::::	1:::=	1:===	1=::::	1::::		t=::::	11111	t:::::	1:::::	1	1:11:	1==:	1:==:	1:	t
T.:::	1			1	1	1	1						-	1,,,,,		<del>L  </del>	1	1	1	<del> </del>
3 <b>34 3</b> 53	1:::::	1==::	h::::	1::::	1::::	1	1	172:5	2:52	::=	t	::::		1::::	1:=:	t= : ==	1==1	<b>!:::</b>	1:	<u> </u>
	1			1	<u> </u>	1	1		1 1		1			1		1-:	+		1	<u> </u>
G.m	1dt	1	1::::	:::::	1::::	1: -:-	12:22	1:::::		12223	1::::	:::::	1222.7	1	t:::=	1 11 11	1=::1	1:42	1==	.
.:::::::::	1::::	12:2:	1::::	11:11	1::::	1::::	1::::	1::::	::::	1:2::	<b>==:</b>	::::	==:	17::2	1	=:::	1===	1	V==	
<del>:::: ::::</del>	1	+===			1	1	1					1		-	† <del></del>		1	1	1==	
1 12 23 11	1:.::	ti : : : l	11111	01111	15251	1::::	1::=	1::::	1::::		1====!	1:1::	1::::	TITT	1::::	==.	<b>!==:</b>	1		-       <del>    </del>
	*	1			1	4								+			-	0	4	
	1144	-	:	1771	1::::	1	1: = :	1223	1::::	17::::	1	1::::	1::::	1:	1	1:::	=	1:==	1::::	
	t::::t	1 - 2 - 1 - 1	1:::::	1111	1777	1::2:	1	1		1:	1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	:==	1=:::	1::		<b>1</b>	1===	1		+
THE		1:39				1		1							-	+	-		-	7 1
					1::::	;::Z₽	5.5			3	7, 5	::::::		1242	P.1-2	##;	+	1-1-9	5.5	·       -   -   -   -   -
		+			1	+				+	4		4		+			+++		



1222											7			_				1				
						:-													$=$ $_{\parallel}$		71.	11111
					1						1										:::::::::	11.1
77:31								<del></del>														::
	11111										-						m	FRMO	7080	IMETRIA		1
		1	1													=	_	ENMO	JKAV	TMPIKIN		1
17:11	2::::	1::::									1:==:			1	12::22	:: •	250		DEC	H. 90 m	4	1 1
17::::		1::::	1:::::		17:11					-::-:-	1:5:1			t								1 1
1.17			1		1									-		P	eso	mues:	tra	= 23.51	mg.	
					1						1 1			1.1-11		A	treás	fara	= a	ire C/min.	-	1 1 1
17.2		1			F:::::				- 1	= :::::	122.17					:: ::				ō ~ 7		1 11
											+					<del></del>		п	= 0	C/min.		
1	:::::	-:::	1777	72::1:::::	1:::::					1111111	1=:==			1 ::: : : :	1::::!	17						1:::::
	· · · · ·										1			1				DE	RIVA	DA		L:
1:::::	2 : <del>-</del> :	1::::	1:::::	11.111.11	125:11			!====	=:t==	:::::::::	1.555.51			1::::	1.1.11							1112
1					1:			tararia:			t::==t		1:::::::::::::::	1 1	icatel	::		αY	= :U	. 2 mg/m	ın.	
					1				-+		+											<u> </u>
1		:=:			1=:::1						1			F-::-		- :						
12:12		1: :::::			12222	11111					1 === 1	:::	1:::::::::::	T	::==:		-:-	1:1:1:	1:25		::::::	
														1				1-1-1-	1			
1222	:::	1::1:	1::		1==:1			1===	1	1111111	1:::::	:::.:	1:2::1::11	12:51	1::::1			1:1:1::	1======================================	11::1	1111111	
P-	-23.5	D- mg.						<u></u>	<u> 1</u>		2 2		+	1				<u> </u>	1:-:+			
1		P::i:	17.7.2.1	1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1::::1			1-72212	11111		1				_			::!-!::		+	::::::::::	: 1 ====
1:::::	<b>:</b> ::::	l : : i .	1.223		1	- : ]					1.4			1	-					-1 - p-a 73 1	is no ·· P	G
-					1				===		1			-	-							
	2::::	1111			12									-				+-1-4:		****	:::::	
		2000								==1:::::	1		1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	<b>7::::</b>	1			::  =====	-	11	:::::::::	
1		u.,			1						1			1.1:1			·	1:1:41	-			
					1						1:		1:	diiti	1			1:1:H:	1			
[					1								I	11	1			4 11:41-	+			
														17				7-1				
[ 4]			11.71		1::::		=======================================	1====			1		1222212741	11: -7								
					1						1		1	1	*				1	1		
1		1::::	:::::	111111111111111111111111111111111111111	1=:-;			1		=::::::	-		12722 \$254	41111	1:						: (:	
1.500			1221.	1111111111	122:1	12:11		1277112		=======================================	1====		1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1::::	1				1==	11::::1:::::1		
1					1			1			1		1	1	1				1		=======================================	
12:27			1::::		12::::			1.: 1.: -			1		francindid	friri	1:=::				1			
					1									1	+							.14,44-
1					1						1		1	1				11111	1			
		11111						1 1			1		1	1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1::=:::			- 1		1		
1		J	1		1			1			1		1	1	1				<del></del>			
1:::::	::::	1111			1:::::	1 : :::	12:221:323	1712112			4==:::	: * : :	1::::::::::::::::::::::::::::::::::::::	1==	1			-:	1	t====t		
1::	73.00	104	:::::		1:::::	::::!		1:::::::::	::::::		1:::::1	::::	1:	1==:1	1===			- 14	-	11-1-1	=======================================	-+++
1	-am	yat.			1			I I	<del>- 1</del>		1	<del></del>	1	1	1	-		H	<del></del>	t	-1:1:	
1								1::-::	. [ ]	11 12 17	1		1	1	F					1 1		
[					1:3:1	1111	1111111111	1::::	11   12		7	- : : : :	1:::-::::::::::::::::::::::::::::::::::	1= =1	1			1111		H		
					1										1				7==	11		
1===:1		:::::	:::::		1 : 1	11111	1441412211	1:::= 1::	- L=		1-7-1		T=::::::	-F-A	1			=  -	1-1	11	DZI	
		· · · · ·		~~~~W	1 1	٠::١		44	· · ·			A-A	مستنبنت ال	4	T	22.T				A		***
1			البيب	U-D	1				:: E:	-:1.=			J	1	1::::					<u> </u>		= 1#1
1-11					1		11223	1 1	- 117		1		t	+	1	1		-1.0	1 - 1	11-11-1	<del>:::::::::::::::::::::::::::::::::::::</del>	<del></del> ::
					1	70		1		= + = =		3.5			13.00			- 22	4 = -		. 10 7	46
1777			1:122		1	:7£		1:::::	J:   T	2	T	بحبت	0.12	7	196			147	4-31	1 1 7 4		777
1	7	L::-+1.	777		1===:	:		1									:1::		1	1111111111111		
		<del></del>									لسنسك											

De acuerdo con las gráficas obtenidas por DSC (figs. 24-30) tenemos los resultados en las siguientes tablas.

TABLA No. 11 AREA DEL PICO OBTENIDO POR DSC CORRESPONDIENTE AL HEMIHIDRATO EN MUESTRAS DE CEMENTOS.

 Tiempo de	Area de	··· <u>··</u>
deshidratación	hemihidrato	
(min.)	(cm.2)	
 16	4.30	
17	4.00	
18	2.93	
20	1.73	
25	1.66	
40	2.57	
90	0.46	

TABLA No. 12 RELACION DE  $_{\rm mg}$  DE  ${\rm Caso}_4\cdot 1/2{\rm H}_2{\rm O}$  OBTENIDOS POR TG CON AREAS DE  ${\rm Caso}_4\cdot 1/2{\rm H}_2{\rm O}$  OBTENIDAS POR DSC.

de	Tiempo de	CaSO <sub>4</sub> -1/2H <sub>2</sub> O	Area	
	(min.)	(mg)	(cm. <sup>2</sup> )	
	16	3.54	4.30	
	17	3.17	4.00	
	18	2.36	2.93	
	20	1.43	1.73	
	25	1.39	1.66	
	40	1.31	2.57	
	90	0.99	0.46	

PART NO. 990526																								
	1.0	1.	1	1	7				-	7		-								1 :	-	1 ;		·
RUN NO24 DATE _290387	1-1-		1 :		1.					1							-					-	-	-
		1	1 :	1	1		i				37	1				. :				1 2 2	1		· ·	-
OPERATOR	74.2						1		L			1			7					T- T-2				1
SAMPLE CLHENTO PORTLAND			1	4	1		1			<u> </u>	-:-		7 - 34-	!			1 '		<u> </u>					
			10.11	-	ļ		,	-		ļ		1	1 -	1			<del> </del>	!	<u> </u>	1	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	11	i .:	1
ATM AJRE	100			<del></del>	<u> </u>	بتــا		بانز		<del></del>	1				1				<del></del> -			1 1		
FLOW PATE			1			1	!					<u> </u>		1: 1:			-				-		-	1-
	1-15			+			<del> </del> -	<del></del>		ļ		<del></del>	<del> </del>	<del>                                     </del>		-	1		<del> </del> -		-	<u> </u>	-ئنار	<del>   </del> -
	1	1 8	1		<del> </del>	<del></del>	<del></del>	-		į		<b>†</b>	-		<del>;</del> -	<u> </u>	+	-			<u></u>	1	<del> </del>	<del></del>
T-AXIS	1-		1			<u> </u>	<del>†</del>		·		<del>!</del>	+	ļ ·	H	<b>†</b>		1			1		1	٠	1.5
	1	11	1	+	1 11	-	-	:	1	-		T	1	-	1		+-	7.	ļ	<del> </del>	-	_	<del> </del>	-
PFICE. RATE, C/min	-	1.1	1	7 :-	1	1-1	1	!	1	-	1	T			-	-	1						Γ	
HANGE. 10/cm			1	1.3	1	1	1	1	1 - 7				1 .		1		1-:-		1	1	1 2 2 3	1	1 .	17.
HEAT COOL ISO			1			1					1	1				-	17.5							137
SHIFT. cm				1	1	1 :	L .		LL		Tre	1	12.	1	1		-			1			1	
TIME min/cm 1.0				1	J.~ ;	1	-	<u> </u>		1	131	1.57	13.45	1	1	1	<u> </u>			1	1	1		1.7
TIME, min/cm	1		1	1	ļ			1			- شم	-	147		1	1				1		1	ļ	14
	1::-		1	+	λ.		4			ļ		1112	1	135	1	1 4				1 a	1	1	<u> </u>	1
**************************************	1	A	-	1				-	2000	-		-	-	_	1 1	<u> </u>	<u> </u>	!	-	_نــــــــــــــــــــــــــــــــــــ		4		
TGA 50 pg/mv DTG 50 pg:(min mv)	2 F		1	1	+	1 :					1	<del> </del>	-	2012	-		-		-	-	F	1 5		1
SUPPRESSION, mg	1		1	1-	1			1:7			137	1 22			1 7.		1	$\overline{}$	-/	1		++		
RANGE, mV/cm	1		+					1		<del></del>		1	1	1 1 1			1	-	<b>∵</b>	1		1		1-
WEIGHT, mg	1				1	1	<del></del>	100		-	-	+	ينجنبا	11:	1-11	1	14,12	1 1		15				
	THE		1	1 .	13:-	-	1	F -	7	- 1					14- 5		in	170.1	12.3	20	1.51	74.	1	1
TIME CONST. eec	2.3		15.45		7	100	1	Fil	14.5		127	_ ===				tre.	137			1 1				-
dY			1070							1	1 1		L		417	1.77.	-1				2.37	100		
	1		-		1		1 :-				1.21			1.1	1 :	1 124	E		- 17			1.		1 :::
			1	1	1		-		110	<u> </u>			-7		1 1	Li.	1-12		-	100		1:1:		
TMA 1µm/mV DTM 0.1µm(min mV)			9				-						1		1	1	7	1		TIP.		2112	7-1	1
MODE		1-1				140	خخا	-	111111			1				1	1345	35	خبا	1-1-	-12		-	1
RANGE, mV/cm	1	1-1-	1-71-			-	1:		1 11	-		1-1-	<del></del>	- 1		1.11	15.00	1	- 1	177	F-1	177.		1:-:
	-	1 2 2		+		1	f				1	-	1			1	1	H		1		11.		-
SAMPLE SIZE	1	+	÷÷	+	10	-		-	-		1	<del>                                     </del>	Att.	-	-		+	-	-	-		1	1	+
LOAD. 9		1-1-	1.1	11		1-1-	+		1	1	1		1.		1	-	1	1	-	100			1	1
dY	1	1:1:	1 :::	١-,	<u> </u>		1.2	1	•	<b>i</b>	131	1	1		1	1.	1	1		1	1 -1 :	1.1		1
	1.1	1	11	1	1		1. 1.	1	1.1	1	111.	1	137		1	F-1		1	17	17	-: 15	1-1-	12.17	1
	1111	1.1		T :	1-	J. 1.	1 :- 1		1		1.	1		1.	1	1	1		1.3.	1-1-	31.	1	1	1
NOTA:		1.1		$\Box$	-							100		134	· F	1 - 2					- 1			
CEMENTO PORTLAND FABRICADO					13.	1			1							1			1.5	1.		115		1
		$\leftarrow$			1.0						152			-				11	L.		1.12			上王
CON YESQ p.a. PREVIAMENTE			10.1	1	1 -	ļ	1::-	-	1.	-	1	1::		14:57			THE.	1 1 1	1				1	
DESKIDRATADO DURANTE 16		14	1	1	1	1	4	<u> </u>	<del>!</del>	1		1	1	عنبا	1 -	-		1-1-				+	1	14
MINUTOS A UNA TERRERATURA	-	4	101	-		1	+-	-		ļ	-		-		4-1-			-			1::		1:::	1
CONSTANTE DE 170°C	1	++-	+	14	+		1 -	1	1			1 :: :	1 :			Ľ		1	100					-
	1	1	ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	1	<u> </u>	Ł.	<u></u>	.i		1	Li	1	1080	4	1-1-	1	1200	1.71	1 -			1	1 ***	1-21

PART NO. 990526																								
								,			7	-			- 7		7.7			٠,	17	1	7	
RUN NO 25 DATE _240387					11.									4										
OPERATOR J.C. Y.M.L.	اشتنا					11																		
								4+			<del></del>			-	أخنسا	<del></del>					-	<del>-</del> -	-	
SAMPLE SEMENTO POPTLIND	-			$\rightarrow$				+++	جبب	+							÷							
ATM_ 1395	-					77.1	<del>-</del>								-									
							7	4.4:							1 1 1	-4								
FLOW PATE							1.	- 1				· 1		- 1						10		EL	12.	
	100	·		. 1		J	1 1	1.7	- 1		1		1						- 1	43.5				
	1	EX	۰		بند						المنتا	-;-;					· -		<u></u>	144	1	1	خنط	
T-AXIS		-				<del>-                                    </del>											-		1		1			-
PROG. RATE, C/mn	1							· -	+										<del></del> -				+	
PANGE C/cm	1	-1-	-	7			<del></del> -						F 3.7					-					1	
HEAT COOL 150	1			4	27.7	351												1			1.			
SHIFT. cm	13.00						. 1								1	3.01	· 4							
					-	1													~	-17.	13	TV:	21:	
TIME, min/cm 1-0						1			11 1														15.17	
	4	4													1	77.7							1	
TC4	1			^		وأدجيب		خنب											-					1
TGA 50 pg/mv DTG 50 pg/min mv)	1	Δq			_			-4					1 1 1				-		134	-		4.5	1	H=
SUPPPESSION. mg	1	17		7			-	_					-				-		10.7		-			-
RANGE, mV/cm	-	1	1	77			++											1			1.			1.2
WEIGHT, mg	111		1 - 1	1.2-1		1 4	·	· 1				21.00	1	27.3	1	74.5	-		V	170			-	374
TIME CONST. sec	2444				1	1.1												70	Pc	1 1	ila	1	1	121
dY	1000												1 - 1 -						14					1.15
01	1 3 1	11															خنا		1-	13			1	1
	+	1-1-	-	-				- 1										+						1-11-
TMA 1 μm/mv DTM 01 μm (min mv)	1		·			1							-			-		1			+-		1	
	1	1	-	+	<del></del>			-1-7												1		-	+-	+ -
MODE	F	NDC		177		1	<del>-</del> †	77		1					1-1		1.1		++	1.1		13		++
BANGE, mV/cm		1 12 1			1	1		1			- 1							1 4.	1	1	12.	- 1-1	115	177
SAMPLE SIZE						15.1					1.1.1												17	3.5
LOAD. 9		1												بانا		غننا			1 = 1-		1 ::		11.2	100
dY	11.0				111			$\Box$															- 4	1.4
	1		1		100			4					1+					-			44	+	44	1-1
<del></del>			+	1		-					122		1-1-		1-1-					1-1			-1-	1:1
	-	1-1-	1	1-1-		-1-1		-			7.1	-7.			1		1						+	111
_ NOTA:	1	+			1		-		- 1	1:	11								1 -			13	14	100
CAMPATANA FARRICADO		1.	1					F		71		- 1 -	13.5		10	100	1-1	1.0				16	# T	T.
CON YESO D.A. PREVIAMENTE																			11					
DEFUIDE MINO DURINGE 17						11			T.	1.									1-1			13		7.7
RESHIDPATADO DURANTE 17	1.1	1.	1	11.	-	1 1		- in 1	1		L 4 -	r	1. 1.	43 15		1111				1-1	14: 15	a fanf	itt i	44.8
MINUTOS A UNA TEMPERATURA			+											3									22.5 70.1	
			H				_								T-F									

DERATOR J.C. Y. M.D.  MATE  MATE  DW AATE  COS PATE, Comm 10  EXO  MASE, Corm 10  AT COOL 150  MET. cm 10  MET. cm 10  ME MORE Comm 10  MET. cm 10  ME MORE Comm 10  ME MORE	PART NO. 990526																								
AND DATE 1979  MATE  COMPATE  AND  AND  COMPATE  COMPATE  AND  COMPATE  COMPATE  AND  COMPATE  AND  COMPATE  AND  COMPATE  AND  COMPATE  AND  AND  AND  AND  AND  AND  AND  AN		Ш.		1							h		1						Ţ						1. 1
MAPLE CEREITO FORTLIND  MATE  OW RATE  OW RATE  AXIS  CO RATE C//M 10 EXO  AXIS  AXIS  CO RATE C//M 10 EXO  AXIS  AXIS  AXIS  CO RATE C//M 10 EXO  AXIS  AXIS  AXIS  CO RATE C//M 10 EXO  AXIS  AXI	BUN NO DATE _192387							-				-			<u> </u>	إختنا			<u> </u>		-			<del>-</del>	حندا
MA 1 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MA 1 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MA 1 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MB CONST. ***  MB MA 2 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MB CONST. ***  MC MA 1 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MC MC M 1 mm/mv DTM D 1 mm/mn mv)  MC M 1 mm/mv DTM D 1 mm/mv Mv	DREBATOR J.C. Y H.L.				1	ļ		<del> </del>	<u> </u>				1 2 2					+		<del> </del>			1	₩-	<del> </del>
MATE  DW RATE  AXIS  CG RATE, C/mm 10		1	-	+ -	<del></del>		-	<del>                                     </del>	++-	-		1			<del> </del>		•		100	-	-		2.1.	17	-
DW RATE  AXIS  COS PATE C/mm 10	SAMPLETENENTO_FORTLIND	1	1	1	1 .	1		;	į		-			1.1				1 1 1		T. T		1.17	1-1-	T	
AXIS  CG RATE C/mn 10	ATM_AIRE		1	1							1		I												
AXIS  CC: FATE. C/mn 10	DW BATE	14	+	10.1	1	+		<del>  </del>	<u> </u>	<u> </u>		_	3.5	<del></del>	1				-		1	-	100	ļ	1 .
AXIS  CCI FATE, To/mn 12  EXO  INGE, (C/cm 11)  AT - COOL (SD  IFT, cm 110 - 1				1	+			+-	٠		<u> </u>				-		<del></del>		<del> </del>	<del> </del>			-	-	1-
AXIS  CC: FATE: C/mm 10  AT - COOL (SD			<u></u>		<del></del>	1	<del> </del>	┼				_	<del> </del>						-		1			-	1
EXO  NGE: (2/cm 10  AT - COOL (SD  IET, cm ±10 •  ME. mo/cm 10  AS SO po/mv DTG 50 polimn mv)  PPRESSION, mg  NCC. m//cm  SECTION TO 3 polimn mv)  NCC. m//cm  ME CONST. sec  AS 3 po/mv DTM 03 polimn mv)  NCC. m//cm  MPLE SIZE  AD 0  EXO  TRENTO, PUSTIAND LABRIZADO  CONSTANTE DE 1825 •  PERMINANTE ALPREVIANDE PRANTE 18  PERMINANTE ALPRATURA  CONSTANTE DE 1825 •  CONSTANTE DE 1825 •  PERMINANTE ALPREVIANDE PREPARTURA  CONSTANTE DE 1825 •  CONSTANTE	r-axis	i	1 7	1	1	1		1		1				1.50	:-				1.2.	1-1				-	1.7
INGE. 'C/cm 10.  AT - COOL ISD  AE. mn/cm 110.  AE. mn/cm 12.  AE. SO ap/mv DTG 50 ap(imn mv)  AE. mn/cm 12.  AE. SO ap/mv DTG 50 ap(imn mv)  AE. Mn/cm 12.  AE. CONST. acc  AG. 1 am/mm 12.  AE. CONST. acc  AG. 1 am/mm 12.  AE. CONST. acc  AD. 2 am/mm 12.  AD. 3 am/mm 12.  ACT. 1 am					1	1		+						1.0		- 7			-			i			
AT COOL ISD  IET. cm _110 .  AE .mo/cm _1c  SA 50 pp/mv DTG 50 pg(mn mv)  ppepegsion, mg  NCC. mv/cm  IGHT. mg  IE CONST. sec  MA 1 pm/mv DTM 01 pm/mn mv)  DE .mo/cm  MA 2 pm/mv DTM 01 pm/mn mv)  DE .mo/cm  MA 2 pm/mv DTM 01 pm/mn mv)  DE .mo/cm  MPLE SIZE  AD. g  MOTA:  CONSTANTE DE 120 c.  MINITOS A LINA TEMPERATURA  CONSTANTE DE 120 c.				11-	1	ļ	<u> </u>	!	-	-		- :-	-		-			·	!	i		1	1	ļ.:	-
ME. movem 110.  SA SO PRIVING SO PRIMARY DISTRICTORY  MA 1 MOVEM DISTRICTORY									ļ		-				<u></u>				ļ	<u> </u>		ننا	1	-	
ME. mn/cm ls  SA 50 mg/mv DTG 50 mg/mn mv)  penession, mg  NCC. mv/cm  SIGHT, mg  MA 1 mm/mv DTM 01 mm/mn mv)  DE  NGE. mv/cm  MPLE SIZE  AD, g  STATE  CONSTANTE PER 1/2 ME STATE  PERSIDENTAL PER 1/2 ME STATE  CONSTANTE DE 1/2 C.  MINITOS A LINA TEMPERATURA  CONSTANTE DE 1/2 C.				-	₩÷	<del>-</del>		•			<del></del>		<del> </del>	-	<u> </u>			-		-					
EA 50 #9/mV DTG 50 #9/mn mV)  #PPRESION mg  NCC mV/em  SCHT, mg  #E CONST. sec  ### A 1 #m/mV DTM 01 #m/mn mV)  DE  NGE mv/em  MPLE SIZE  AD. 0  ### A 1 #m/mV PRESIAND LARRICADO  CONSTANTE 18  #### A 1 #m/mV PRESIAND PR		1	++	1 :	†	+			<del></del>	1	<del> </del>		1					1	-				+		
SA SO MO/MY DTG SO MO(MIN MY)  PEPRESSION, mp  NCC, my/cm  SIGHT, mp  ME CONST. sec  ISAN C 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	TIME, min/cml.C	-	7	7	1			ī		-			11.1		1				1		7.00	1	1-:-	T-	1
SA SO #9/MV DTG SO #9/MN MV)  #PPRESSION, mg  NCC, mV/em  EIGHT, mg  #E CONST. ### SO ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST ST					1																		- I		1
ACC.  MORE MYCE  ACT.  CEMENTO, PESTLAND LABRICADO  CEMENTO, PESTLAND LABR		-		-	1	-				-								4							
MA 1 mm/mv DTM 0 1 mm/mm mv)  MA 1 mm/mv DTM 0 1 mm/mm mv)  MA 2 mm/mv DTM 0 1 mm/mm mv)  MA 2 mm/mv DTM 0 1 mm/mm mv)  MA 3 mm/mv DTM 0 1 mm/mm mv)  MA 1 mm/mv DTM 0 1 mm/mv mv)  MA 1 mm/mv DTM 0 1 mm/mv mv)  MA 1 mm/mv DTM 0 1 mm/mv mv	GA 50 pg/mV DTG 50 pgi(min mV)			لىبا	<u>`</u>		├	<del></del>	<u> </u>		-							-	1 1 2				+ 1	1	
ACT.  CENTRO PER LAND LARRICADO  CON YEST P.A. PREVIAMENTE  PESELDRATADO PERATURA  CONSTANTE DE 120°C.  CONSTANTE DE 120°C.  CONSTANTE DE 120°C.	UPPRESSION, mg				<u> </u>		}	<del>.</del>	-	1									-				1		
MA 1 mm/mv DTM 01 mm/mn mv)  DE	RANGE, mV/cm	1			-	_	-		-			_	~		-	-			<u> </u>	_	-	_	-	_	-
AE CONST. sec  JETA C LETT C L																									
MA 1 mm/mV DTM D1 mm, mm mV)  DE NGE mv/cm  MPLE SIZE  ENDO  SCTA:	VEIGHT, mp	100	1				· ·				100	-	1 :						$\overline{}$		1		100	1.7	- I
MA 1 mm/my DTM 01 mm/mn my)  DE  MRCTA;  CON YEST P.A. PREVIABENTE  PERMIDRATADD PURANTE 18  MINIOS A LINA TEMPERATURA  CONSTANTE DE 12°C.			Н		-									1.								ala.			J
MA 1 m/m/ DTM 01 m/m my)  DDE  NGE, my/em  MPLE DZE  ENDO  E	ME CONST. 800		H		-																	1-		i .	11
DOE NGE, MYCOM MPLE SIZE AD. G  ENDO  SOTA:  COMENTO PORTHANO FABRICADO CON JESO D.A. PREVIAMENTR PESBUDARATRO DURANTE 18 MINISTRA LINE PERBATURA CONSTANTE DE 120°C.	ME CONST. NOC		H		-	- 7				71.				1 . 1 . 1 .							9		Ē		=
MORE MOVED  ADDO  SOTA:  CHARTO PERTUAND TABRICADO  CON YESO P.A. PREVIANENTE  PESELDRATADO DESANTE LE  CONSTANTE DE LACE.  CONSTANTE DE LACE.  CONSTANTE DE LACE.  CONSTANTE DE LACE.	ME CONST. NOC		H		-	- 7				71.								111		1.8.7	o <sub>C</sub>		Ē		
MPLE SIZE  ENDO:  AD. 0  ENDO:   TIME CONST., sac		H		-	- 7				71.										L8.7	o C					
MOTA:  CON YEST DATA TEMPERATURA  CONSTANTE DE LINE;  CONSTANTE DE	TIME CONST. 800  Y  TIME 1 μm/mV DTM 01 μm/mm mV)					- 7								1. 1. 1.						1.8.7	/   				
ACLO  SOTA:  CUMENTO PORTLANO LABRICADO  CON YESO D.A. PREVIAMENTE  PESSIDRATADO DURANTE 18  JUNESTO A. L'AN TEPERATURA  CONSTANTE DE 120°C.	WEIGHT, mg  TIME CONST. mc													1.						1.8.7	o'c				
AD. G  AD	TIME CONST. 806  PY  TIMA 1																			1.8.7	o <sub>c</sub>				
CONSTANTE DE 12CC.	TIME CONST. 806  Y  TIME 1,4m/mv DTM 01,4m/mn mV)  DDE			0																1.8.7	o <sub>c</sub>				
CONTINUE DE LA PREPARTICA DE LA CONSTANTE DE L	FIMA 1 μm/mv DTM 01 μm/mn mV)			po-																1.8.7	۶- ٥ <sub>C</sub>				
CON YEST DA L'NA TEMPERATURA  CONSTANTE DE LECT.				0																187	/- oc				2. E-
CONTENTO PURTLAND LABRICADO CON YESO D.A. PREVIAMENTE PURTLAND DURANTE 18 MUNICIPA ALMA TERERATURA CONSTANTE DE 120°C.	ME CONST. 800  Y  MA 1 μm/mv DTM 0 1 μm/min mV)  ODE  ANGE. mv/om  AMPLE SIZE  OAD, g			00																.87	e C				
CON YESO P.A. PREVIAMENTE  PESBLIDRATADO DUSANTE 1.8  HUNTOS A L'NA TEMPERATURA  CONSTANTE DE 12°C.	ME CONST. 800  Y  MA 1 μm/mv DTM 0 1 μm/min mV)  ODE  ANGE. mv/om  AMPLE SIZE  OAD, g		eni	0										1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1						L8.7	e C				
CON YEST P.A. PREVIAMENTE DE LOS DE CONTROL DE LA CONTROL	ME CONST. sec  Y  MA 1		eni	0																1.8.7	/ c				
MINUTOS A UNA TEMPERATURA  CONSTANTE DE 120°C.	MA 1 4m/mV DTM 0 1 4m/, min mV)		ENT.	0											2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2					L8 7	/ c				
CONSTANTE DE 120°C.	ME CONST. 800  Y  MA 1 mm/mv DTM 01 mm/mm mv)  ODE  ANGE mv/om  AMPLE SIZE  OAD. 9  Y  NOTA:  CEMENTO, PERTIANO FABRICADO																			1.8.7					
CONSTANTE DE 120°5.	TIME CONST. 800  Y  TOMA 1 µm/mv DTM 01 µm/mm mv)  TODE  LANGE. mv/cm  LAMPLE SIZE  OAD. 9  Y  NOTA:  CUMENTO, PORTHANO FARRIZADO																			1.8.7	/ C				
	TIME CONST. sec  Y  TIMA 1 #m/mv DTM 01 #m/mo mv)  YODE  ANGE. my/cm  SAMPLE SIZE  OAD. 0  Y  NCTA:  CREENTO, FORTUAND TARRIZADO  CON YESO P.A. PREVIAHENTE  PESILIBRATADO DUBANTO 18																				6 C				
	TIME CONST. sec  Y  TIMA 1 µm/mv DTM 01 µm/mn mv)  YODE  ANGE. mv/cm  GAMPLE SIZE  OAD. 9  IV  NOTA:  CUMENTO, PORTLAND FARRIZADD  CON, YESO, P.A., PREVIAHENTE  PERMIRRATADO, DUBANT, 18  MINUTOS, A. UNA TEPPERATURA																				/ C				

PART NO. 990526																								
			1																j.					- 1
PUN NO 27 DATE _ 290367			7.																			1		
OPERATOR		-	-	-47														-17.	ننبذ		1 2		آبت	-7
			-								-							إجن						+4
SAMPLESEMENTO_ECHILAND	1		2.1	1				i								35				<del></del>		÷.		+1
ATM AIRE	110	-	100		-,-,-	7.5								-		7.7			+	<del> </del>				
														7							1	-17	1	-
FLOW RATE	111																		-7		10.7			- 1-
<del></del>		<u> </u>	-	-					نت				1 1							1.2	1		-	
T-AXIS	1		1		-			+-								+4	-		خبيا	-	-نىپ	-با		$\dashv$
<del>-,,,</del>	-	-	1	+							7.7		1 11						- 1		1	-		-
PROG. RATE, C/min	1	7	11	177				***************************************		-			-	-							-		-	-
HANGE C/cm		1-1-	-	H							11.5	,				10.		,		-		1		$\neg \neg$
HEAT COOL ISO			1																	1	1 3	-		
5HIFT, cm	15	-	<b>!</b>	تبنا			:							1					-		10.00		1	
TIME, min/cm			<u> </u>		-	<u> </u>			-		-		1 4				1			100	-	1		
	1		-									i		-			-			1-1-	-	17-	-	
<del></del>	+		-	<del></del>	i	1	-						-						٠	1		13-	-	
TGA 50 µg/mV DTG 50 µg(min mV)			<u> </u>		<b>—</b>									<del>                                     </del>	137					111		13:		
	===		E-					_				1 1		1			12.2		:75	1-1:	15.5	1.5	1	
SUPPRESSION, mg			9 10	1																	1		_	=
RANGE MV/cm	1217		١	1	خينا		ابت	4		1000					+-	1	1:4:		14	13	غثناد	1	جنبا	111
VEIGHT, mg	1		-	-	-12	-				-			100	1 712	1	12			1	1	+	14.	134	1
IME CONST. Bec	1		-						-		111	+		1		F 1:			-		20	T-C	-	
IY		-ii-	100	-	12.2	-	-			<del></del>	-	+	1	1.4.	1		1-1-	-		11	17.7	1	<b>!</b>	# 2
	-		1	1-1-	<del> </del>	<del> </del>	-		-	-		1	100	1	171			1-1-	+	1.2.	12.		1:1	tale:
	100		1:	1	-				7					131			1-31					-	-	1
TMA 1µm/mV DTM 0.1µm)(min mV)			l.,			1			1.					1	1:-15	1.3	1-13	1		1.1.		+-1	J. 72.	
MODE		EMI		1::	ļ.,	بتلنا		-4-	-:-		-	111	1215		++	1	1:1:		1:1:	1-1-			123	14
PANGE, mV/cm			1.	144	1	1	1	-	-	1	-	1	1		-		14:		1	1		H		
SAMPLE SIZE		1		-	+-		<del> </del>			1		+		† ፣		1-	##	٠٠	-	1-1-	1	++	1	15
	1			1	1	1-1-	İ.	1		hi.	1 1-1	lore.		1		-	1	1	111	11		14.	1.1-	1
LOAD. 9	1	1	1-1-	1-17	13	17	1		1.1.	1	1	15		-		1.1	Fire-		1		.]=		in I	1
dY								100					-1						1	317	-			$\mathbf{P}$
							-	1 - 1 -		11.00		14		11	1 11		-11	1					4	4
	1		1			1-1-	1	1	144	1-1-	144	1:1:		1:1:	1 11 11		14	++	1	44	45	-	1 -	44
NOTA	T.		1.4	1 4		1 1	+			7.1	1	171	100		THE S	1-1-	77	F-F-	13	17	+1	4	4	+#
CEMENTO PORTLAND FABRICADO	1001	+			4:3:	F	1	1		+		+:::	14		1:#	145	14	1.1	1 1	12			115	11
CON YESO p.a. PREVIAMENTE	3/10/	+ :	1	1	++-	-	1	1		1	1.1	4 14	1:11	<b>1.</b>	14	11	1:1	1 1	1.1	1-1	THE		17.	1#
DESHIDRATADO DURANTE 20	111	-	1::	1-1-	1	1							TOTAL	III.	THE	1	4 4	121	1					11
MINUTOS A UNA TEMPERATURA	3,1,2	1==			1.1	TI	-		2010		E	- at	E	TT.		17:1		EE	14		u Fr		4 7 15	11
CONSTANTE DE 170°C.	710			II			1	140	1	1:1:	T	7::	15	E.	13"	1.1	400	1	1		- 1		ш	12
	1	1	1	1	تانية	+	+	4	<del> </del>		1	++	11.	44	1.1	43.		12.0	474	4	#4	10	4	+#
	107	خنات		حتا		خننا	سنا	11111	نبنا		ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ	تنتك	خلنات	-1	تتنت	f	-(::1)	1.3.	-1-1	1.1	Live St.	11:50	1.12	والتات

PART NO. 990526																								
			1	_			1			1					1			11		•			_	
BUN NO 28 DATE 190387											- 1			,					-					
			-		-							- 1 -				-1-1	-1					-3:		-
OPERATOR		110		-			1 1	-4		احتب	نسن								!			1		
SAMPLE CEMENTO PORTLAND	$\vdash$	1 2	-	F-			l									++								
ATM_AIRE	-		+-	1.	-	<u> </u>	-					7.85		733						<u> </u>				<del></del> -
A INI _AFF	1	1-1-	1	1		-								-+-					7		7	-		
FLOW RATE	1				1				-			-		-		111	71	- 1		-1.	7.1	1.		
	112				1															717				
	1	XO			1		1		ş															
T-AXIS		1 1	1:5	T		11	1				-:-	1:5	نسنا			لنتل	- 1				100	- 1 -		
PROG. BATE, C/mn	-		1	1	<del>  -j-</del>	-	ļ ļ	;				نبدنا					-1-1							
BANGE, 'C/cm	1	++:	خنإ	-		-	i																-	
	-	-1-	1775				ļ				·÷:			<del>-</del> -										
HEAT 150	1	1		1-1-		-							-	<u> </u>					-	-		-	_	-
SHIFT. cm	-	1-1-	+:-	1			<b>-</b>			-		-	$\vdash$	77								1.7		-
TIME, min/cm		1	-	-						·			20.00		,	. 7 -		1.			j-~	1		1
					1.		1								1-1-						4.1			
			1		1	-										-11				1				
TGA 50 Mg/mV DTG 50 Mg/(min mV)		1	b.	1	_	-	<u> </u>						1	<u>_</u> ;_	لتنا	-11	L		ļ	1		-		1
SUPPRESSION, mg	-	-	F	-		-	-			-		-						_	-		-	<u> </u>	_	
BANGE, mV/cm			1		+		1	<u> </u>			-	<del></del>	-							-			-	-
WEIGHT, mg	٠٠٠		1.				+		+				(		<u> </u>	100			-	1	20	ĥo.	_	<u> </u>
	177	1	Lake	177		1	1		1					-		-	- 1, -	17.7	1.5	200	ىلىم	7	·	-
TIME CONST. sec	1-1-			+	1	t	1				-		1		1	- 1	17.	11.						
	A Company	- 1		1 .L:	1	F	,		1									! - !		4.		1		1
dY			100		1=		<u> </u>		-					· ·	1:	1	· ·	-			$\vdash$			
dY	141		Ħ	1	1					_				1	FE						1			E
dY			Ħ	1	1								E											
			H	1	Ē																			
TMA 1 μm/mv DTM 01 μm((min mv)) MODE					1						=												1	
TMA 1 μm/mV DTM 0.1 μm(mm mV)			 																					
TMA 1 μm/mV DTM 0 1 μm(min mV) MODE		₩ END	 		1																		1	
TMA 1 mm/mV DTM 0 1 mm/(mm mV) M005 — RANGE, mV/cm — SAMPLE SIZE —		₩ END	) 																					
TMA 1 mm/mV DTM 0 1 mm;(min mV) MODE  RANGE, mV/cm  SAMPLE SIZE  LOAD, 0		V SND	) 																					
TMA 1, m/mV DTM 01, mi(min mV) MODE RANGE, mV/cm SAMPLE SIZE LOAD, g		END	) 																					
TMA 1#m/mV DTM 01 #mi(min mV) MODE  RANGE, mV/cm  SAMPLE SIZE  LOAD, g		END	) ) 																	The control of the				E
FMA 1µm/mV DTM 01µm(min mV)  MODE  ANGE, mV/cm  SAMPLE SIZE  .OAD, 0		END	<b>D</b>																					
FMA 1 μm/mV DTM 0 1 μm/(min mV) MODS ANGE, mV/cm SAMPLE SIZE		SND	 																					
TMA 1 μm/mV DTM 0 1 μmi(min mV) MODE ANNGE, mV/cm SAMPLE SIZE		V SND	<b>b</b>																					E
TMA 1µm/mV DTM 01µm(min mV)  MODE  PANGE, mV/cm  SAMPLE SIZE  LOAD, g		V SND	<b>b</b>																					
TMA 1µm/mV DTM 01µm(min mV) MODE  BANGE, mV/cm  SAMPLE SIZE  LOAO, 0  JEOTA:  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL CONTROL CONTROL FABRICAND  CONTROL		SNO	<b>b</b>																					
TMA 1 mm/mV DTM 0 1 mm/mm mV)  MODE		₩ D	<b>9</b>																					
TMA 1µm/mV DTM 01µm(mm mV) MODE  BANNEE MV/cm  SAMPLE SIZE  LCAO, g  dV NOTA:CEMENTO_PORTLAND_FABRICANDSUN_YESG_B.AFERV.LAMENTEDESULPRATADO_DIRANTI. ??MINUTOS A UNA TEMPERATURA		₩ D	<b>3</b>																					
TMA 1 mm/mV DTM 0 1 mm/mm mV)  MODE  BANGE mV/cm  SAMPLE SIZE  LOAD, 0  OFFICE OFFICE OFFICE OFFI  CEMENTO CONTLAND FABRICADO  ON YESO B.A. PERVIANENTE  DESUDPATADO DIVANTE ?5		END	<b>A</b>																					

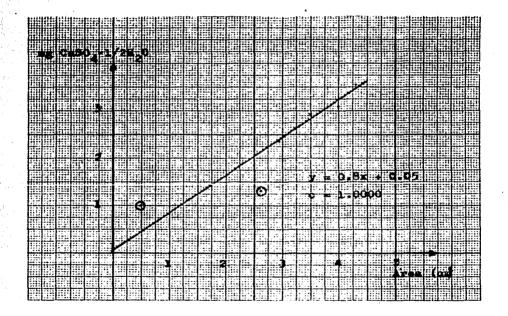
															1 -		7.						
		1.	4.7	7	- 1	1			4	1	1	1	1		1	<u> </u>							1
		1	1.1	44	+	<u> </u>						1000		1.5	<u> </u>	14-							
-	<del></del>			1	1000					<u> </u>	-												<u> </u>
				+	ببدات		-																
											سىنمف												100
											-		-										
				Ť.	+	1		1					4.										
7.37					1	1	1	1	1	1													
	EXC	)	1 7	1			1	1 1	1	1	1 " h.	1	-	1		- 41	3440						14.
				1	O SEE			T	1	1-0	F	13.	j.:-	1 1 1 1			1.1	277	Far.	-1	2017		1
									1													- 0	125
	-1									1	+												1. 1.
			-d				1		1	1					- 1- "	1			Let.	::==		1.12	130
		+	4-	1				<del></del>	<u> </u>					+									
		4	+		ــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ					<del></del>				1::-									
			44	1		+			1 -	1				1							=:-:		
			+	-		+	-			1				1									1.15
<del></del>	_	1	•		+	1	+	1	1														1
		1		·	+			1-1-	<del></del>			1											
				<b>~</b> −	+	*	-	+		<u> </u>	_	-							24.5	74.5	-	-	
				!	3-7-	1	1-11	1	1	1	1. 77	IL.T											
				1	1	1	1.5	1	1	-	1									42.			
	T-1-	74	100	177	100	1-0	1.4	-	1		1	1.75	198		1775	1	-	-	F.35	v		H	1
1.5		1447	1	F. 46	1 13				-	1	1. 200	100	in jour	witt.	71/-		Firt =	117	T-1	7	P.	₩.	
					1	1		1	1	1.:-	i sir.											¥97.5	
-		+						1	+													17.	1-14:5
		+						+	4	1::-												حلا	
										1													100
								+															
									1									-	- 1-1		-		1
									1									1		3.4.1			T
						+				1000	17.1											1.1	1212
		11.1		1	4			100		100		100	23,50	1.12	100	-			total				4.
	-1-	1.1	1	1 1	. 1.		1 1:	100	1 7.	0.1.6		-4-	11.00	loie:	174		1	n.t.	2015	- T	315	÷i.	
- F.		1,1-	-!-	-	1	100		1	1	15.1		1-1-		- 1	2972	F-(1-	F-11-7-	7 -	1-1-2	377		=1.1	
										11.12	-1-5		ant-									- 4.	1.1
-:120										100		1.15	LT	1 / 100	L-E	TE			TE TOT			17.1.1	
1				J									5.62	la la	ra Es	1: 4:			L	15		11	
				1147																	Ħ	Hi	175
																						Щ	
					J	+																	124
	-																						
	an Barr	<u> </u>		1	+	1-:-		47.71	1	A Section 15	1 - 1	E.S. E.		160.50								12.77	7
		EX.S	EXO EXO EXIDO	EXO	EXO.	EXO  FXO  FXO  FXO  FXO  FXO  FXO  FXO		EXO  EXO  EXO  EXO  EXO  EXO  EXO  EXO	Ag  PRO  Table 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	ACC	AG		Ag  PNDO  The state of the stat	EXO	EXO  The state of the state of		Ag  EXO  EXO  The second of th	Agg				ACC	

	Yarin 1												-			· · ·			-	·			7 1	
					1		!				<del>}</del>				+								انب	
OATE	121	<del></del> -						;		إجري								-+					-+	
PERATORJ.C. Y. N.L.					-	++										+++				1				-i-i
			- 1			++			_		7.1		-111				77			-	-	111		-
SAMPLE CENENTO POPTLAND			7.4																					-1-
TMAIRE			1.12				-	-	7,17	-	- 1					1	-1			100	1.30	1-4-5		
													F						- 1					
LOW RATE						11.1									4 - 1 5									
									35	-													A-2	
			2710									1.7	1 -						3.	-:7	F			-
-AXIS			-11		·									***			إحنا		-1-		4	135		
ROG HATE, C/mn 10				12.7	12.00		!										$\dashv$ i			-+-				-
ANGE COM 10		. جي	of the second		-			لبند	إ											-	1	1		
	1	1		F.	-														-4-		1	-		
EAT COOL 150	1			-				لبنت		-					<del></del>		<del></del>		احانيم	-		1-1-		1
HIFT, cm	H		-	-	-					اللبال		- 1							-1-1			i.r.		1
IME, min/cm 1.0			27.7	-	-	_		لبند		-					.1					1 1-				
	1			10.17	-						7								-					1-1-
	11			_		_					- 1-		10.							1			1	
GA 50 µg/mV DTG 50 µg (min mV)			E-1-	$\sim$	E .						11.7		100						210			17		1-12
		7.7	4-1		$\overline{}$					****	7		1.1		212	in the		- 2-						
UPPRESSION, mg		-	-	7-1	-	1			- 1-	1	4-1											12	-	1
ANGE, mV/cm			1	1 -	100				1.7	. 4.			-		- 1	71.5		1.00		T.1-	$\sim$	Ter.	-	
EIGHT, mg																					TOE	C	ـــا	
AE CONST. sec			= 14		- L			100				-	1		100					111		1-1-		#t;-
					/	-4-		F - 1.				<u> </u>	12.	100	1.1.2			- 1	-	F		1-1-	-	110
			牛		-		μ.,		1			تتنا						1	-	-	+	1	F	-
				-	1:0			لبتنا	-			-		-	7	<u>- ب</u>			1	11		- 1	-	
MA 1µm/mv DTM 0.1µm(min mv)	1			H	F		-		<del> </del>			1					ببب			1			-	
	1			1		1	-	-		1.01-		1.7.				-	-			1		110		131
MDDE	- 14									-		-				-						1=1-		
RANGE, mV/cm	1312			11		1	-	1												1			+-	
SAMPLE SIZE		12						1.5	-	T.T.					1					1	1	7-40	1	1
OAD. 9				F 1					111		- 1			1			1.0			1		1=1-		
	.11:2	. 121	114	1.1.		100	7.1				- 1			1. 1.			3		112			1 ::		1111
Y			HT.						3 15	1_1					1.1				Ξ.		_			11
	100 For		6	1	11:			1 2 2	1	1:1:					1::-	14 (3)				177		1:	-	1-1-
							i date e	1. 5.		1				1 200	130		7 5-	1	-			1 4	1	4 1
	1-15		10										1. 1.				1							
		1	H			15	100		-	<u> </u>	1 100	1 . 4 .		<del></del>					1		1		Ļ.	44
NCTA.		H		H	H	1:			- 1.		10.7						100	1.75		14.	T.			Ħ
CEMENTO PORTLAND FABRICADO				H			100		21.	10.1					1.7	12	-			$\pm$	H		1	
CON YESO D.A. PREVIAMENTE									7-1-					E						Ħ			E	
CEMENTO PORTLAND FABRICADO CON YESO D.A. PREVIAMENTE DESHIDRATADO DURANTE 90									n-1-							H			H				E	
CEMENTO PORTLAND FABRICADO CON YESO D.A. PEEV JAMENTE DESHIORATADO DURANTE SO MINUTOS A UNA TEMPERATURA																I								
CEMENTO PORTLAND FARRICADO CON YESO D.A. PREVIAMENTE DESHIDRATADO DURANTE 90																								

GRAFICA No. 2

CURVA ESTANDARD

(mg)  $CaSO_4 \cdot 1/2 H_2O = f(Area)$ 



 puntos que se salen de la recta debido a la inestabilidad que presenta el hemihidrato. 4.4 DETERMINACION DEL GRADO DE DESHIDRATACION DEL YESO EN EL CEMENTO.

Una vez establecidos los contenidos de dihidrato y hemihidrato, el grado de deshidratación del yeso puede ser calculado con la siguiente expresión estequiométrica:

$$\frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} \times \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = 100\text{Z}$$
 $\frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{O}} = \frac{\text{MCaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{MCaSO}_4 \cdot 1/2 \text{ H}_2\text{$ 

En la anterior expresión el contenido de hemihidrato es convertido a dihidrato y calculado como un porcentaje de contenido total de dihidrato. Acordando esta definición tenemos que un 100% de grado de deshidratación corresponde a una conversión completa a hemihidrato.

## CAPITULO IV CONCLUSIONES

Al finalizar el presente estudio y analizar la información obtenida, podemos concluir:

- 1.- Al determinar el grado de deshidratación del yeso en el cemento se proporciona una herramienta clave para la industria del cemento ya que dá información valiosa sobre los problemas de falso fraguado que se pueden presentar durante la formación de la pasta de cemento.
- 2.- Los estudios realizados por H.F. Theisen señalan que el falso fraguado ocurre solamente en niveles de deshidratación aproximados del 85-90%, de acuerdo a ésto podemos evaluar cementos con diferentes grados de deshidratación y así conocer las cantidades óptimas de hemihidrato que no causarán problemas de falso fraguado.
- 3.- Las curvas estandard pueden ser aplicadas en cementos cuyos contenidos de yeso varíen en el intervalo comprendido del 0-6.7%. Así mismo se puede determinar, como un control de calidad, si la cantidad de yeso presente en el cemento es la necesaría para producir un fraguado normal.
- 4.- Como se observó, la aplicación de las técnicas termoanalíticas indican con claridad los principales aspectos de la reacción de

deshidratación que no deben ser omitidos en la selección del yeso más adecuado y en el establecimiento de algunos parámetros operativos en la molienda del cemento.

5.- Finalmente, debemos aclarar que los equipos empleados en esta técnica generalmente no son de uso común en la industria del cemento nacional, pero el servicio de ellos puede estar accesible y a un costo bajo en varios centros de investigación o en algunas de nuestras empresas paraestatales. Además existe equipo y personal capacitado para realizar estas técnicas.

## BIBLIOGRAFIA

- (1),(2) Taylor, H.F.M.

  LA QUIMICA DE LOS CEMENTOS

  Vol.II

  Ediciones Urmo (1971).

  Bilbao, España.
  - (3) Hania, F., et al.
    Br. Ceram. Trans. J., 84, 22-25 (1985).
  - (4) Ridge, J.M. and Beretka, J. Division of Building Research, C.S.I.P.O. High ett, Vic., 3190. Reviews of Pure and Applied Chemistry. 19, 17 (1969).
  - (5) Kirk, Raymond E. and Othmer, Donald F. ENCICLOPEDIA DE TECNOLOGIA QUIMICA Tomo III Primera edición español Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana. México, (1961).
  - (6) Ramsdell, L.S., and Partridge, E.P.,
    Am. Mineral, 14, 59 (1929).

- (7) Linck, G., and Jung, H.Z.,
  Anorg. Allgem. Chem. 137, 407 (1924).
- (8) Kelley, K.K., Southarol, J.C., and Anderson, C.T., U.S. Bur. Mines, Tech. Paper 625 (1941)
- (9) ASSOCIATED PORTLAND CEMENT MANUFACTURERS LIMITED

  Research Department. Examination of Overseas

  Works Gypsums. Greenhite (1976).
- (10),(11) Fischer, H.C.

  The Setting of Gypsum Plaster
  ASTN BULLETIN

  Sep.(1953).
  - (12) Neville, A.M.

    TECNOLOGIA DEL CONCRETO

    Tomo 1 . IMCYC, A.C.

    México, (1984)
  - (13) De la Cruz, Ignacio., Vázquez, Tomas. y otros.
    Materiales de Construcción, 192, 43-45, (1983).
  - (14) Turriziani,R.: I leganti e il calestruzzo. Roma (1972).

- (15) Entine, Z.B., Klioueva, L.S. y Papiachuili, I.:
  70. Congreso Int. de la Química del Cemento
  2, 117, Paris (1980).
- (16) Frigione, G,: Il Cemento, 3,207 (1978).
- (17) Hansen, W.C.: IV Congreso Int. de la Química del Cemento, Washington, 387 (1960).
- (18) Seligmann, P. y Greening, N.R.: idem. 408-410.
- (19) Manabe, T.: idem. 404-408.
- (20) Rio, A. y Turriziani, R.: IV Congreso Int. de la Química del Cemento, Washington (1960).
- (21) Vázquez, T. y Fernández-Peña, O.: Cuadernos de Investigación del IETCC No. 34 (1981).
- (22) Richartz, V.M.: Zement-Kalk-Gips, 2,67 (1973).
- (23) Swaizs, M.A.: IV Congreso Int. de la Química del Cemento, Washington, 416~417 (1960).
- (24) Kalousek, G.L.; Jugovic, Z.T. y Gillam, J.L.: Cer. Bull. 46, 3, 270 (1967).

- (25) Theisen, Von K.: Copenhagen, Denmark.
  Translation ZKG.10. 571-577, (1983).
- (26) Murat, M. and Bawrac, P.

  Thermal Analysis 3, Proceedings Third ICTA
  PAVOS (1971).
- (27) Smallwood, T.B. and Wall, C.D. Talante 28, 265-267 (1981).
- (28) Bogue, R.H.

  LA QUIMICA DEL CEMENTO PORTLAND

  la. Edición Española

  Editorial Dossat, S.A.

  España. (1952).