

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA
QUIMICA Y MANUFACTURERA



TITULACION PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

PROYECTO PARA LA
PRODUCCION DE BALDOSAS SINTERIZADAS PARA
REVESTIMIENTO DE PISOS

—:o:—

Trabajo Profesional para optar el Título de:
INGENIERO QUIMICO

VICTOR GILBERTO TEJADA TEJADA

PROMOCION 1974-1

LIMA • PERU • 1983

I N D I C E

- 1.0. OBJETIVO
- 2.0. TECNOLOGIA
 - 2.1. Barbotina
 - 2.2. Esmaltes
- 3.0. EQUIPO E INSTALACIONES NECESARIAS
 - 3.1. Silos de Materia Prima
 - 3.2. Molinos
 - 3.3. Poza de descarga Barbotina
 - 3.4. Bomba y Zaranda para Barbotina
 - 3.5. Poza de Reposo
 - 3.6. Atomizador
 - 3.7. Sistema de Transporte para Atomizador
 - 3.8. Silos Reposo
 - 3.9. Sistema Transporte y Zaranda de Tierra Atomizada
 - 3.10. Prensa y Secador
 - 3.11. Línea Esmalte
 - 3.12. Horno
 - 3.13. Selección
 - 3.14. Cronograma de Ejecución
- 4.0. CONCLUSIONES
- 5.0. DATOS EXPERIMENTALES

CAPITULO

OBJETIVO

El objetivo del presente Proyecto es el de fijar los parámetros técnicos para la producción de 800 - 1000 m²/diarios de Baldosas sinterizadas para revestimiento de pisos, obtenidos mediante sistema de monococción y con esmaltes resistentes a la Abrasión (tráfico intenso).

Este Proyecto considera sólo aspectos técnicos de producción y no aspectos de Mercado, ya que en base a la experiencia previa y a estudios respectivos, el mercado puede absorber 1500 m²/día. Básicamente el equipo e instalaciones necesarias para el proyecto se encuentra instalado en la Empresa, por lo que se trata de dar uso a equipo no utilizado.

En el Proyecto se considera el uso de materiales nacionales en un gran porcentaje con el

consiguiente ahorro de divisas, incremento de mano de obra nacional y costos más bajos en comparación con material importado.

CAPITULO II

TECNOLOGIA

La tecnología necesaria para Pastas y Esmaltes se desarrolló considerando las experiencias logradas en anterior producción de Baldosas sinterizadas y en experiencias logradas en otras Empresas en el extranjero.

Se ha considerado la utilización de materias primas blancas que si bien tienen costo elevado por transporte, permitirá un control más preciso en producción ya que sus propiedades son más uniformes y no variables considerablemente.

Las Materias primas se usarán sin tratamiento previo, conforme son extraídas de la mina, a excepción de los Feldspatos y Sílice, los cuales serán molidos previamente a Malla N° 100.

El proceso de producción es el de Monoquema

en ciclo de quema rápida (3 a 4 horas) en Horno a rodillos. Este proceso permite ahorros económicos por instalaciones, energía, almacenamiento, personal necesario y calidad.

El sistema productivo comprende las siguientes etapas:

- * Molienda controlada de Barbotina en húmedo (relación arcilla/agua igual a 60/40) y posterior zarandeado.
- * Secado y granulado por Atomizador y con contenido final de 6-7% de humedad.
- * Reposo de la pasta atomizada mínimo de 72 horas en silo.
- * Prensado en Prensa Hidráulica ó de fricción y secado inmediato a 120-150°C.
- * Preparación de Esmaltes
- * Esmaltado en Crudo.
- * Quema en Horno a Gas, con ciclo de 4 horas y Temperatura de 1150°C.

* Selección y empaque.

Es importante resaltar que la pasta no deberá ser quemada a temperaturas mayores de 1200°C, ya que ésta es una temperatura crítica para los rodillos y vida del horno.

2.1. BARBOTINA (Pasta)

Se han efectuado pruebas a nivel laboratorio de barbotinas, debiendo considerarse estos resultados como índice para efectuar pruebas industriales.

La composición de la pasta sobre la que se efectuaron las pruebas es:

Composición Barbotina.

Arcilla Z	45%
Caolín A	6.
Caolín P	10
Sílice Blanca	4
Feldespató Y	20
Arcilla S	15
TOTAL	100%

Las pruebas realizadas a nivel laboratorio consistieron en:

- Preparar 40 kgs de Pasta por Vía Húmeda
- Se llevó a secado (6-7% humedad) y tamizó en malla N°18.
- Prensado en Prensa Hidráulica de 1000 toneladas con presión de 280 kgr/cm^2 .
- Esmaltado a mano en crudo con Esmalte adecuado.
- Quema a 1150°C en Horno de ciclo rápido (4 horas)

Los resultados obtenidos y deseados se observan en el siguiente Cuadro:

CARACTERISTICAS	OBTENIDOS	DESEADOS
% Retiro (Seco)	5.0%	5-8%
Resistencia a Ruptura	180.0 kgr/cm^2	170 mín
% Absorción de Agua	4.0	0.5-1.0%
Expansión Térmica	60×10^{-7}	62×10^{-7}

Se estima los resultados satisfactorios, considerando que la prueba fue efectuada a "mano".

Esta Barbotina se modificará tratando de obtener una menor absorción de agua (0.5-1.0%) de la pieza quemada a 1150°C en Horno a gas, para lo cual se deberá considerar la siguiente composición.

COMPOSICION DE PASTA MODIFICADA

ARCILLA Z	45.0 %
CAOLIN A	6.0
CAOLIN P	9.0
SILICE BLANCA	3.0
FELDESPATO Y	22.0
ARCILLA S	15.0
TOTAL	<u>100.0%</u>

Con esta composición se deberá proceder a efectuar pruebas industriales de aproximadamente 12 Ton, cuando todos los equipos del Circuito de Monococción están en operación.

Las condiciones técnicas que se deberán observar en la preparación de la Barbotina son:

- * Usar Molino con revestimiento de Quarci-
ta y piedra de río.
- * Relación sólidos/agua igual a 60/ 40
- * La Barbotina deberá tener un residuo de
3-4% sobre Malla N° 325.

Es importante resaltar que en base a los resultados a obtener en las pruebas industriales se podrá modificar la composición de la Pasta de acuerdo a las necesidades del proceso.

Luego de las pruebas industriales se procederá a producción industrial, controlándose permanentemente las materias primas, barbotina, granulometría del atomizador, esmaltes y aplicación, temperatura y curva de quema, etc. y efectuando los ajustes de ser necesario.

2.2. ESMALTES

Luego de pruebas efectuadas a nivel labora-
torio se ha determinado como apropiados
los siguientes esmaltes y aplicaciones:

APLICACION N° 1 (Disco)

Feldespato R.G.	16%
Carbonato de Calcio	20
Sílice	10
Oxido de Zinc	2
Caolín Blanco	5
Corindón	16
Feldespato Y	16
Frita Transparente	10
Zircón (Arena)	5
Total	<u>100%</u> =====

APLICACION N° 2 (Disco)

Feldespató RG	18%
Carbonato de Calcio	20
Sílice	10
Oxido de Zinc	2
Feldespató Y	16
Frita Transparente	10
Corindón	18
Caolín Blanco	6
	<hr/>
TOTAL	100%
	=====

COLORANTES

Oxido de Fierro	2%
Amarillo F.	1%
Marrón F.	1%

APLICACION N° 2 (Disco: Alternativa)

Feldespató RG	18%
Carbonato de Calcio	20
Silice	10
Oxido de Zinc	2
Feldespató Y	16
Frita Transparente	10
Corindón	18
Caolín Blanco	6
	<hr/>
TOTAL	100%

COLORANTES

TAN	4%
PINK	0.3%

Estos esmaltes se quemaron a 1150°C en Horno de rodillos con 4 horas de ciclo, y de acuerdo a los resultados obtenidos se deberá aumentar el porcentaje de Fel despató RG en 4% sin modificar los otros componentes.

Las condiciones de preparación de los Esmaltes a escala industrial serán:

- * Usar molino con revestimiento de Pórcelana ó Alúmina y Bolas de la misma calidad.
- * Mantener relación sólidos/agua igual a 65/35.
- * Molienda hasta lograr un residuo de 1 2 % sobre Malla N° 325.

Con las modificaciones indicadas en los esmaltes se deberá proceder a prueba industrial con 12 Ton de Pasta usando los esmaltes corregidos.

Estas formulaciones podrán asimismo ser modificadas de ser necesario, en base a los resultados a Escala Industrial procediendo luego a control permanente en la producción industrial:

CAPITULO III

EQUIPOS E INSTALACIONES NECESARIAS

La siguiente es la relación de equipo a usar, construir y/ó reparar, necesarios para el Proyecto.

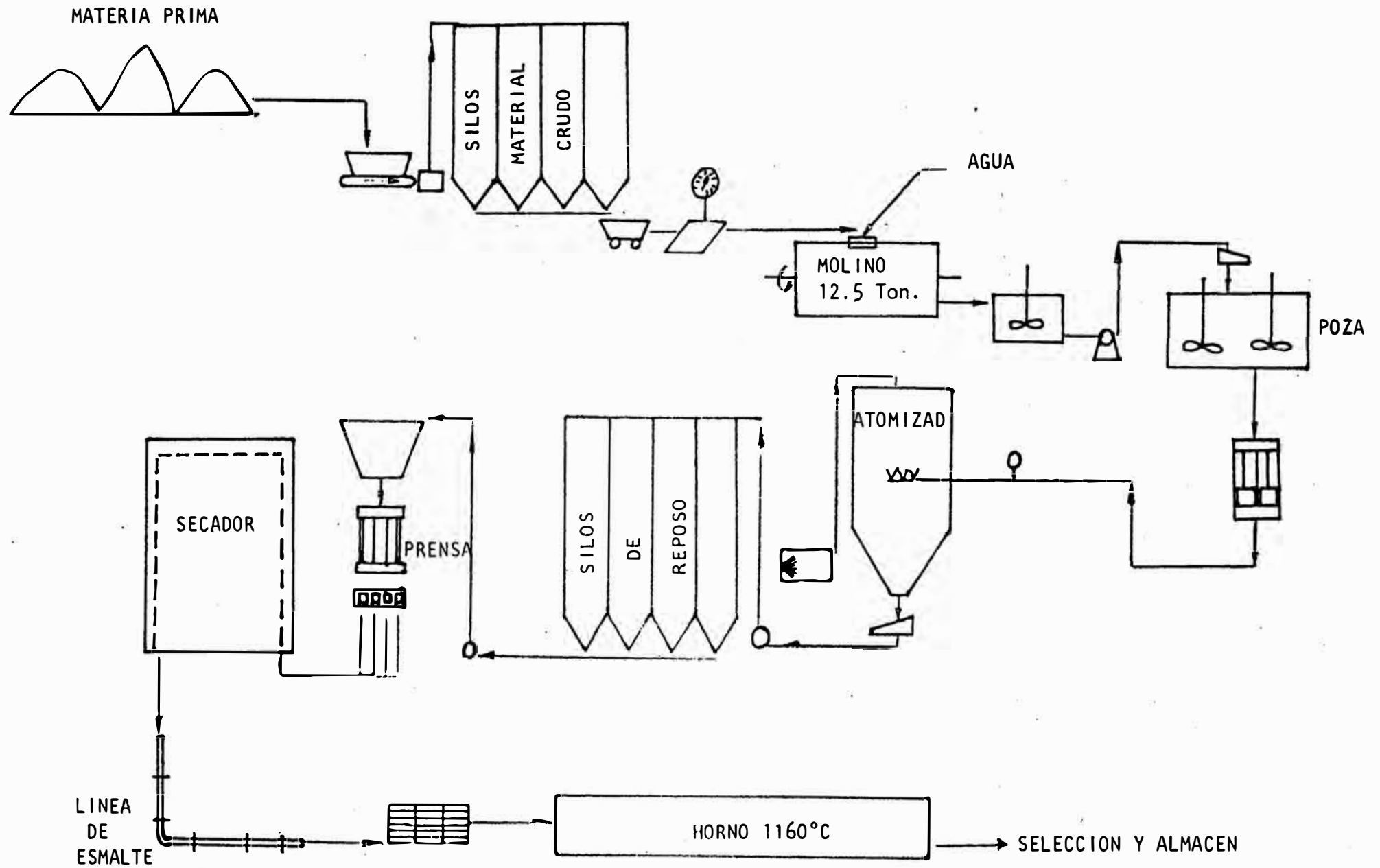
3.1. SILOS DE MATERIA PRIMA

La Materia Prima a granel que llega de mina y luego de su aprobación para su uso será llevada a Silos de almacenamiento.

Se dispone de un circuito de Silos, el cual comprende:

- * Tolva de almacenamiento
- * Faja transportadora
- * Chancadora de Martillos
- * Elevador de Cangilones

DIAGRAMA DE PROCESO



- * Faja de Transporte a Silos
- * Silos.

Los materiales luego de controlada la húmedad serán descargados en carros, los que servirán para alimentar a los molinos en Batch de 12.5 Ton.

Los materiales previamente molidos serán pesados y añadidos a los molinos directamente de las Bolsas.

3.2. MOLINOS (Batch)

Para cumplir con los objetivos del Proyecto se deberá producir 21 Ton. diario (Material Seco) de Barbotina de Monococción.

Estas 21 Ton. serán producidas en 2 de los 4 molinos de 12.5 Ton. de capacidad (cada uno) disponibles; con molienda aproximada de 12 Horas, lo que permitirá cubrir las necesidades de producción.

La velocidad de rotación de los Molinos no debe ser mayor de 17 RPM y se deberá mantener el Molino con aproximadamente el 50-55 % del volumen ocupado por piedras de río para lograr una molienda óptima.

Para la descarga de los molinos se deberá construir una línea de descarga de 10 mts. aproximadamente con tubería de 4" de diámetro que lleva la Barbotina a la Poza de descarga.

La descarga de los Molinos deberá efectuarse con aire a presión.

3.3. POZA DE DESCARGA DE BARBOTINA

La Barbotina será descargada en una poza de 15m³ de capacidad con sistema de agitación central con paletas de madera.

La poza que se dispone requiere revisión y resane con cemento, así mismo deberá revisarse y engrasar el agitador.

3.4. BOMBA Y ZARANDA PARA BARBOTINA

Se dispone de Bombas de diafragma para barros con capacidad de 10 Ton/hora, las cuales son adecuadas para este tipo de Barbotina, que no requieren mayor mantenimiento y que no tienen partes expuestas a la abrasión de la Barbotina.

Se cuenta con una Zaranda vibratoria de 90 x 60 cmt que deberá usar Malla N° 35 de acero inoxidable en la zaranda para retener las partículas gruesas y evitar posteriores atoros en el Atomizador.

3.5. POZA DE REPOSO

Se tendrá de acuerdo al equipo disponible de una (1) poza de 65m³ de capacidad destinada a almacenamiento de Barbotina de Monococción.

Esta poza tendrá 2 agitadores de madera

para evitar la segregación de los componentes de la pasta.

La Poza de reposo tendrá un pequeño canal para favorecer la succión de la Barbotina que se envía al Atomizador.

3.6. ATOMIZADOR

Se dispone de un Atomizador de 40 Ton/día de capacidad de producción de material seco.

El Circuito del Atomizador comprende:

- * Tubería de succión de Barbotina de Poza de Reposo.
- * Bomba de Pistón y Tubería que lleva la Barbotina al Atomizador.
- * Atomizador
- * Zaranda vibratoria.

Las condiciones con las que opera el Atomizador son:

- * Barbotina con densidad entre 1.62 a 1.66 gr/cm³.
- * Presión de Barbotina de 15 kgr/cm² en tubería
- * Pastillas de Atomización con diámetro de 1.8 - 2.0 mm.
- * Temperatura de aire caliente en cámara superior de 360°C.

La Granulometría del Material atomizado será:

<u>Malla N°</u>	<u>% Retiro</u>
35	8 - 12%
40	26 - 30%
50	26 - 30%
70	22 - 26%
140	5 - 8 %
325	2 - 4 %
Colector	1 - 2 %

3.7. SISTEMA DE TRANSPORTE DE PASTA ATOMIZADA

La Pasta atomizada será llevada mediante una (1) faja transportadora a un sistema de Cangilones.

A la descarga de los Cangilones, mediante una pequeña faja transportadora se llevará la Pasta a los Silos de reposo.

Se dispone de todo el equipo de transporte, el cual requiere una revisión y mantenimiento adecuado.

3.8. SILOS DE REPOSO

Se dispone de 3 silos de 60 Toneladas de capacidad cada uno para almacenamiento y reposo de la Pasta atomizada de Monococción.

Estos Silos están en operación, debiendo

revisarse únicamente el recubrimiento de pintura y los descargadores de pasta.

3.9. TRANSPORTE Y ZARANDA DE PASTA ATOMIZADA

La descarga de los Silos se hace sobre una faja transportadora que lleva la Pasta atomizada a una Zaranda Vibratoria con Malla N° 20 de acero inoxidable y que retiene los grumos formados.

La Pasta zarandeada se transporta mediante Faja a la Tolva de la Prensa.

Se dispone de todo el equipo, requiriendo este únicamente revisión y mantenimiento.

3.10. PRENSA Y SECADOR

Se dispone de una Prensa Hidráulica de 1000 Toneladas con capacidad para 3 moldes de 20 x 20, 2 moldes de 33 x 33 ó 4 moldes de

15 x 30, en perfecta operatividad.

La Prensa dispone asimismo de un secador a gas que permita la obtención de las piezas crudas con una humedad máxima a la salida del Secador de 0.5%.

El Secador requiere una revisión completa sobre todo el Sistema de canastillas y el Circuito de distribución de Calor.

3.11. LINEA ESMALTE

Se requiere adecuar la Línea de Esmalte que recibe las piezas del secador de Monococción en lo referente a: Poleas, Fajas Transportadoras, Discos y otro equipo de aplicación.

Molinos con revestimiento y bolas de Porcelana es requerido para efectuar la molienda de los Esmaltes.

El equipo indicado se encuentra a disposición del Proyecto.

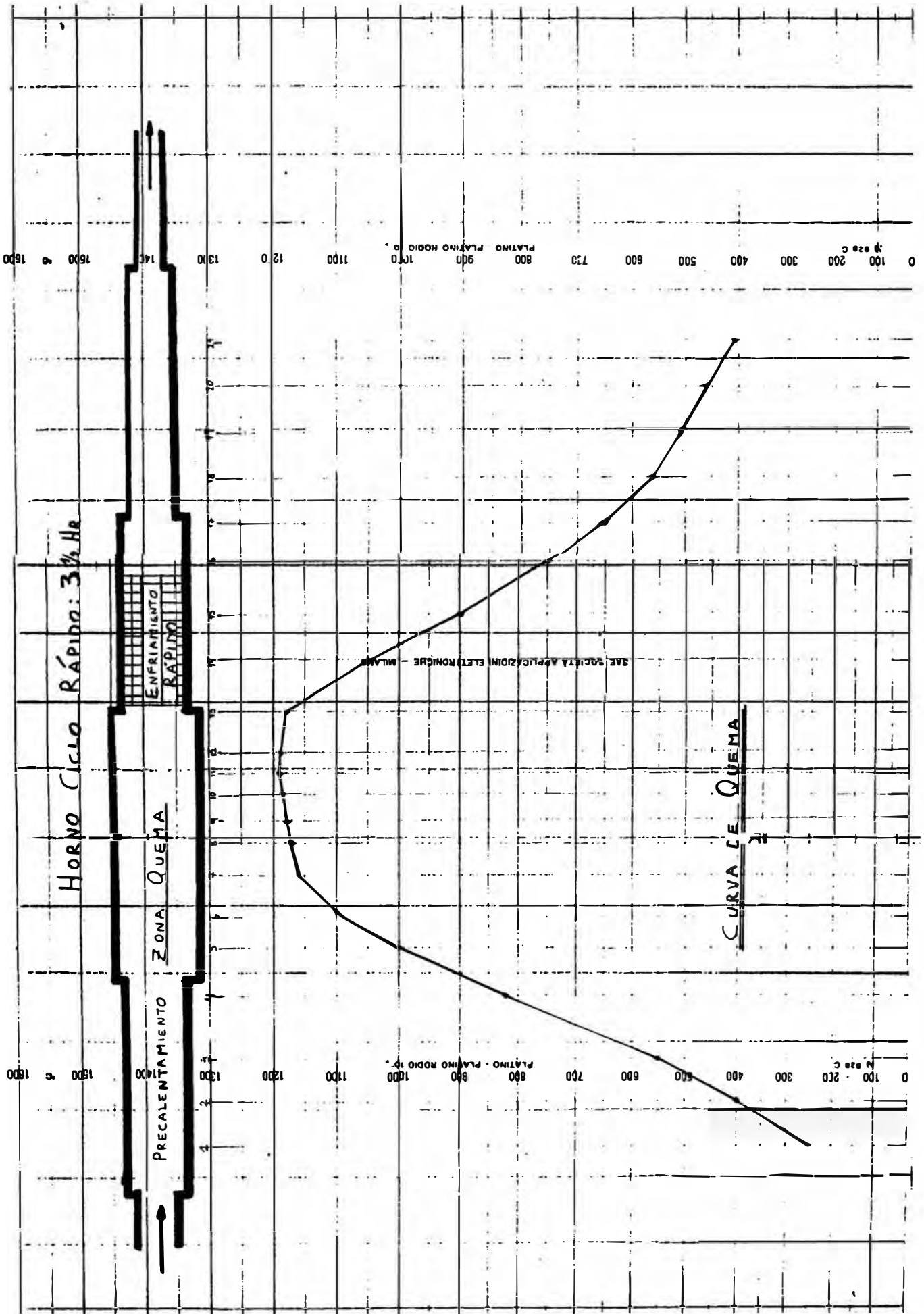
3.12. HORNO

La quema de las piezas sinterizadas se efectuará en un horno a gas de ciclo rápido (4 horas) y con movimiento por rodillos.

Las Baldosas serán colocadas sobre placas refractarias que avanzarán dentro del Horno debido a la rotación estacionaria de los rodillos.

La quema se debe efectuar con atmósfera oxidante y de acuerdo a la curva de quema que se adjunta.

El Horno y el sistema de quema se encuentra en perfecto estado de operación y sin uso actual.



3.13. SELECCION

Las Baldosas a la salida del Horno serán descargadas manualmente sobre cajones para su posterior Selección.

Se estima conveniente una selección considerada únicamente con dos calidades: "Primera" y "Tercera", estimando una producción con un 80-90% de calidad Primera.

CRONOGRAMA DE EJECUCION

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
3. EQUIPO				
3.1. Silos de Materia Prima	—			
3.2. Molinos (Batch	—			
3.3. Poza de Descarga de Barbotina	—			
3.4. Bomba y Zaranda para Barbotina	—			
3.5. Poza de Reposo	—			
3.6. Atomizador		—		
3.7. Sistema de Transporte de Pasta Atomizada		—		
3.8. Silos de Reposo			—	
3.9. Transporte y Zaranda de Pasta Atomizada			—	
3.10. Prensas y Secador			—	
3.11. Línea Esmalte			—	
3.12. Horno			—	
PRUEBAS INDUSTRIALES				—
PRODUCCION				—

4. CONCLUSIONES

El Proyecto se deberá empezar lo más pronto debido a las ventajas que presenta.

Se dispone de los equipos e instalaciones, debiendo únicamente revisarse y darles mantenimiento.

El Sistema de Monococción de ciclo rápido permite grandes ahorros económicos en comparación con el Sistema de Bicocción.

Las Materias primas serán básicamente nacionales, logrando ahorro en divisas.

Se efectuará un producto resistente a tráfico intenso.

5.0. DATOS EXPERIMENTALES

ARCILLA Z

Esta arcilla es un material conteniendo un alto grado de Caolinita según el Gráfico de DTA - TG.

Debido a su plasticidad se puede usar como aglomerante en la pasta, mezclado con materiales magros.

De los resultados de Análisis Químicos se observa un 64.0% de Sílice, 22.53% de Al_2O_3 y 7.83% de Pérdida por Calcinación y Fe_2O_3 , asimismo, el contenido de Alcalis y Fe_2O_3 es relativamente alto lo que hace que este material presente una Absorción de Agua muy baja a $1230^{\circ}C$.

ARCILLA Z

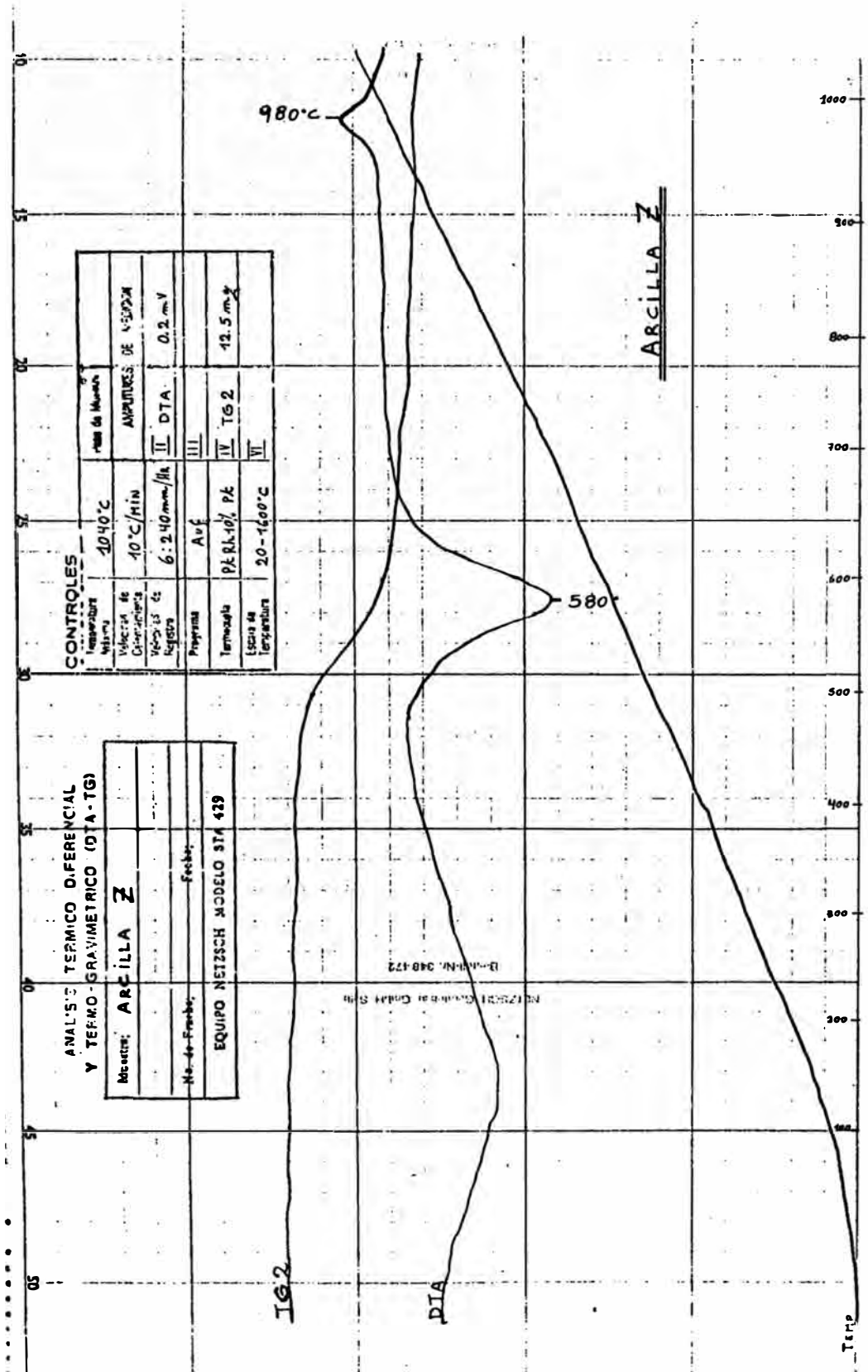
COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 1	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	65.70	67.64	58.67	64.00
TiO ₂	1.16	1.86	0.33	1.11
Al ₂ O ₃	22.30	17.74	27.86	22.63
Fe ₂ O ₃	0.90	1.18	1.20	1.09
CaO	0.14	0.33	0.56	0.34
MgO	0.46	0.50	0.55	0.50
Na ₂ O	0.07	0.65	0.92	0.54
K ₂ O	1.96	2.60	1.90	2.15
P.C.	7.40	7.50	8.60	7.83
TOTALES	100.09	100.00	100.59	100.19

ARCILLA Z

PROPIEDADES FISICAS

TEMPERATURA COLOR	1045°C Crema	1075°C Crema	1230°C Crema
% Retiro (Plástica)	6.6	7.4	12.6
% Retiro (Seco)	2.7	3.5	9.1
Módulo de Ruptura	148	220	531
Absorción de Agua	14.0	12.7	1.4
Porosidad Aparente	26.4	24.6	5.9
Coefficiente de Dila tación 3	141	141	151
Pérdida por Calcina ción	7.7	7.8	7.6



ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
Y TÉRMICO-GRÁVIMÉTRICO (DTA-TG)

Muestra:	ARCILLA Z
Nº de Frasco:	
Fecha:	
EQUIPO NETZSCH MODELO STA 429	

Temperatura Inicio	1040 °C	Temperatura Final de Muestra	
Velocidad de Calentamiento	10 °C/min	Amplitud de Señal	4500µV
Velocidad de Enfriamiento	6: 240 mm/min	DTA	0.2 mV
Programa	Avf		
Temperatura de Referencia	PA 80-10% PA	TG 2	12.5 mm²
Escala de Temperatura	20-1600 °C		

NETZSCH GmbH, 340 172
ID: 111111, 340 172

CAOLIN A

Este material es un caolín plástico con un contenido de 47.93% de SiO_2 , 35.80% de Al_2O_3 , 12.95% de Pérdida por Calcificación y un contenido de Alcalis muy bajo.

Según el gráfico de DTA - TG el contenido de Caolinita es muy elevado.

Su coeficiente de dilatación cúbica bajo lo hace apropiado para quema en Hornos de ciclo rápido.

A 1230°C presenta una resistencia a ruptura de 80 Kgr/cm^2 lo que se considera bajo.

Se utiliza en la pasta para evitar deformaciones, por su plasticidad y su expansión térmica.

CAOLIN A

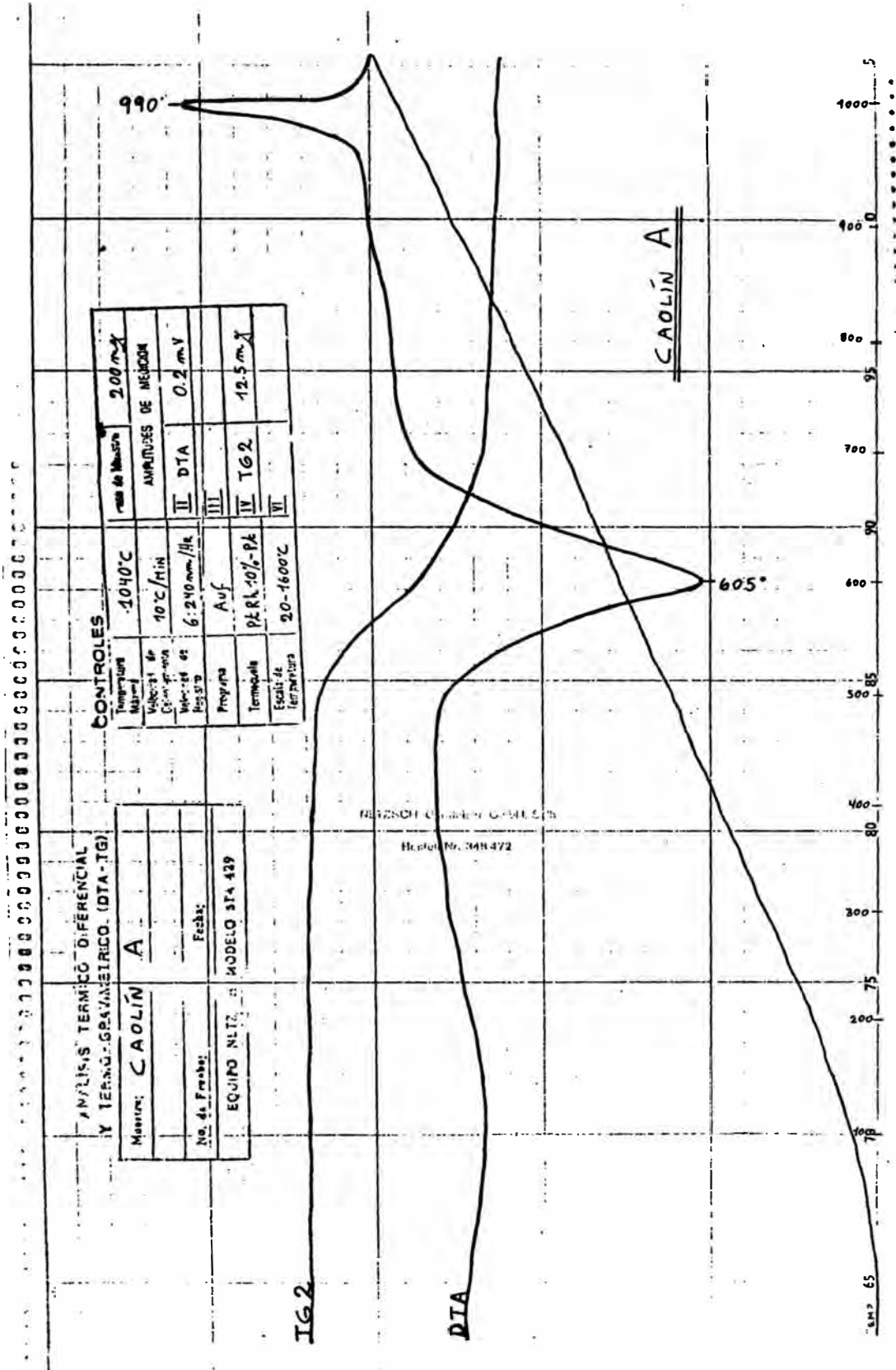
COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	48.30	48.20	47.30	47.93
TiO ₂	0.67	0.91	0.93	0.83
Al ₂ O ₃	36.40	34.50	26.50	35.80
Fe ₂ O ₃	1.77	2.00	2.06	1.94
CaO	0.02	0.96	0.28	0.42
MgO	0.08	0.23	0.02	0.11
Na ₂ O	0.00	0.06	0.03	0.03
K ₂ O	0.00	0.08	0.04	0.04
P.C.	12.85	13.05	12.96	12.95
TOTAL	100.09	99.99	100.12	100.06

CAOLIN A

PROPIEDADES FISICAS

TEMPERATURA	1045°C	1075°C	1230°C
COLOR	Humo	Blanco	Blanco Humo
% Retiro (Plástica)	6.3	5.6	11.9
% Retiro (Seco)	2.5	2.7	10.1
Módulo de Ruptura	60	60	80
Absorción de Agua	31.8	33.2	17.0
Porosidad Aparente	46.3	47.1	31.5
Coefficiente de Dilatación 3	128	132	165
Pérdida por Calcinación	13.2	13.2	13.1



ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL Y TERMOGRAVIMÉTRICO (DTA-TG)

Muestra: CAOLÍN A
 No. de Probes: _____
 Fecha: _____
 EQUIPO NLZ: MODELO STA 439

CONTROLES

Temperatura Máxima	-1040°C	Velocidad de Escaneo	10°C/MIN	Velocidad de Aire	6: 240 mm/Hr	Programa	Auf	Temperatura Estable de Temperatura	20-1600°C
Amplitud de Muestra		2.00 mV		Amplitudes de Medición		II DTA		0.2 mV	
Amplitud de Muestra		12.5 mV		Amplitudes de Medición		IV TGA		12.5 mV	

TG2

DTA

CAOLÍN A

RESEARCH CORPORATION
Model No. 344472

CAOLIN P

Este material es un Aluminio Silicato con un 72.26% de Sílice, 22.36% de Al_2O_3 y una Pérdida por Calcinación de 4.15%, presenta asimismo, un bajo porcentaje (%) de Alcalis lo que hace que este material sea muy refractario.

El Análisis Térmico-Diferencial muestra un material Pirofilítico con un bajo contenido de Caolinita.

El estudio de las Propiedades Físicas se observa un retiro muy pequeño, incluso a temperatura alta (1230°C) con una deformación nula y porosidad elevada.

Este Material puede ser usado para evitar la contracción excesiva de las piezas quemadas, dependiendo su porcentaje a usar del sistema de trabajo y de los otros materiales de la pieza.

CAOLIN P

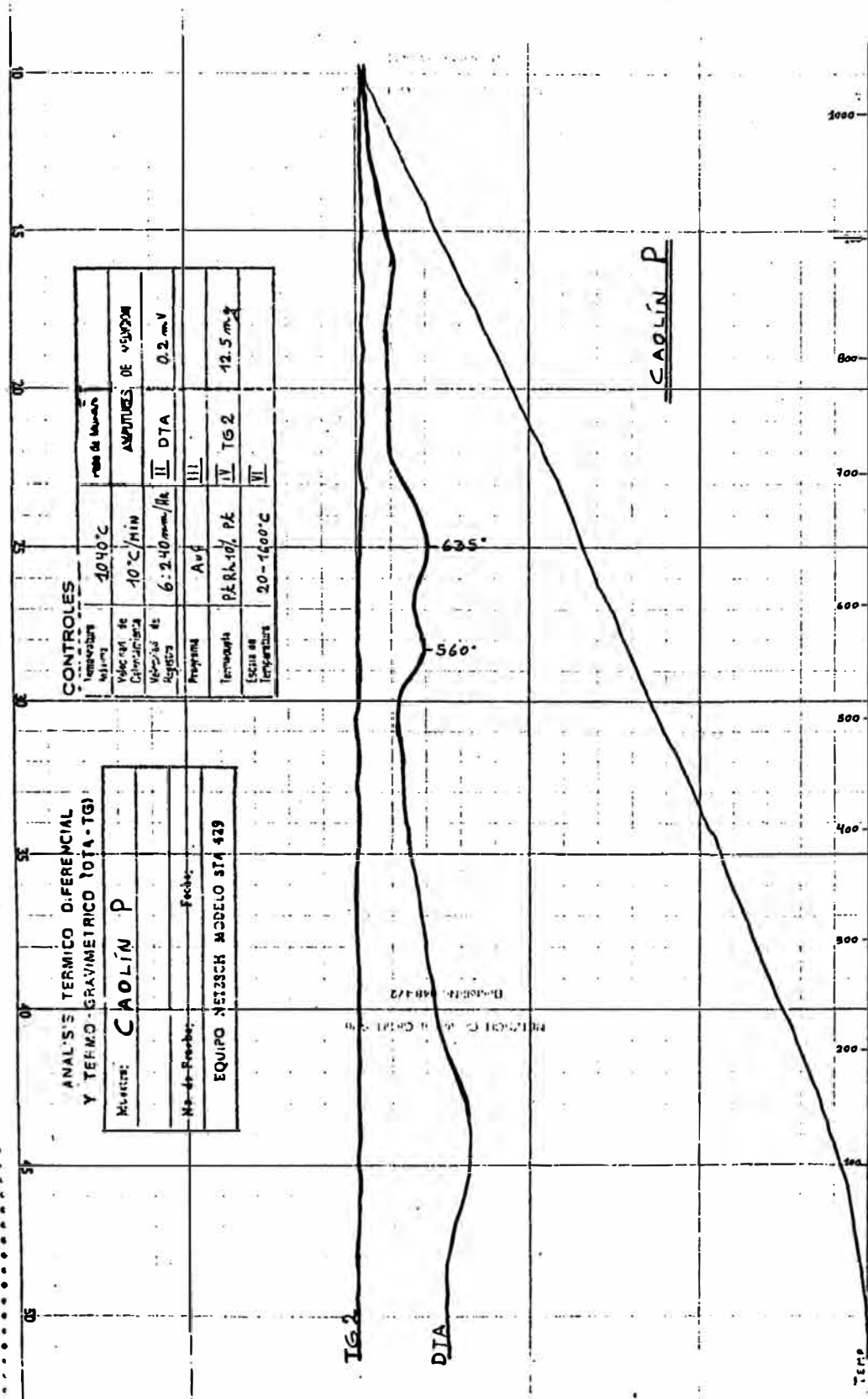
COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	72.00	72.50	72.30	72.26
TiO ₂	0.56	0.68	0.57	0.60
Al ₂ O ₃	21.80	22.30	23.00	22.36
Fe ₂ O ₃	0.35	0.10	0.12	0.19
CaO	0.32	0.25	0.29	0.28
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00
Na ₂ O	0.06	0.08	0.21	0.12
P.C.	4.90	3.90	3.65	4.15
TOTAL	100.04	99.91	100.17	100.04

CAOLIN P

PROPIEDADES FISICAS

TEMPERATURA	1045°C	1065°C	1235°C
COLOR	Crema	Crema	Bianco
% Retiro (Plástica)	-1.6	-2.3	0.4
% Retiro (Seco)	-1.5	-2.0	0.5
Módulo de Ruptura	14	15	16
Absorción de Agua	29.8	30.3	25.9
Porosidad Aparente	42.8	43.2	42.4
Coefficiente de Dilatación 3	96	100	105
Pérdida por Calcificación	5.2	5.6	5.8



ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
Y TÈRMO-GRÁVIMÈTRICO (DTA-TG)

Muestra:	CAOLÍN P
Nº de Probes:	Fecha:
EQUIPO NETZSCH MODELO STA 929	

CONTROLES

Temperatura Inicial	1040°C	Velocidad de calentamiento	10°C/min	Amplitud de señal	0.2 mV
Temperatura Final	6:240mm/hr	Programa	Av6	DTA	II
Temperatura de inicio de registro	Av6	Programa	III	TG	IV
Temperatura de inicio de registro	PA.RK.10% Pk	Programa	IV	TG 2	12.5 mm
Escala de temperatura	20-1600°C	Programa	V		

TG

DTA

CAOLÍN P

560°

635°

Temp

1000

800

700

600

500

400

300

200

100

05 00 05 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100

SILICE BLANCA

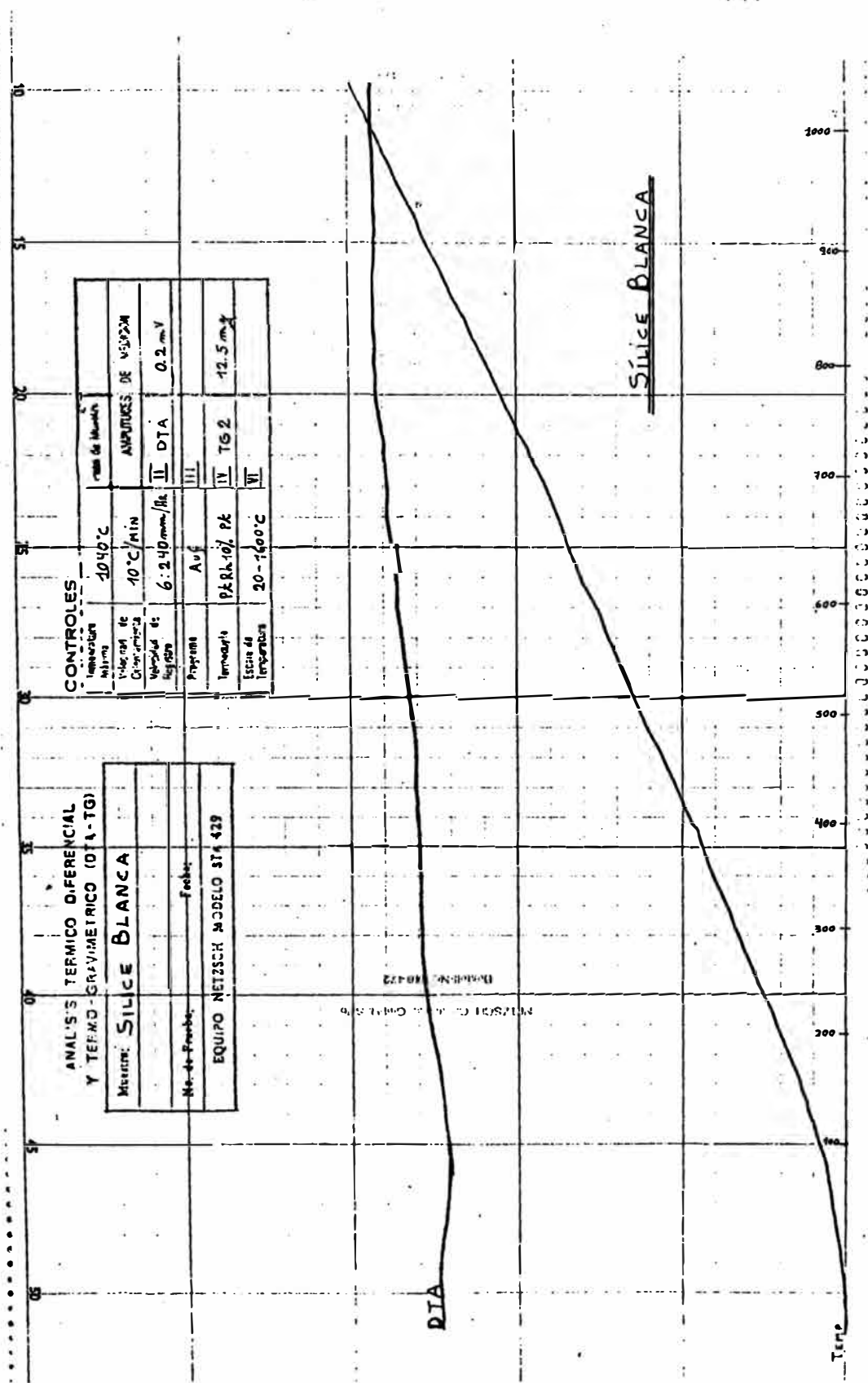
Este material presenta un porcentaje muy alto (97.70%) de SiO_2 , una Pérdida por Calcinación de 0.32% y un contenido de 0.07 de Fe_2O_3 .

Sus características granulométricas y de composición lo hacen apropiado para la pasta a usar en ciclo de quema rápido.

SILICE BLANCA

COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	96.78	98.32	98.00	97.70
TiO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00
Al ₂ O ₃	2.01	1.06	0.80	1.29
Fe ₂ O ₃	0.22	0.00	0.00	0.07
CaO	0.16	0.17	0.18	0.17
MgO	0.51	0.00	0.50	0.33
Na ₂ O	0.00	0.11	0.00	0.03
K ₂ O	0.00	0.21	0.00	0.21
P.C.	0.28	0.36	0.32	0.32
TOTALES	99,96	100.23	99.80	99.98



ANÁLISIS TÉRMICO DIFERENCIAL
Y TÉRMICO-GRÁVIMÉTRICO (DTA-TG)

Muestra: SÍLICE BLANCA
Número Frasco: _____ Fecha: _____
EQUIPO NETZSCH MODELO STA 429

CONTROLES

Temperatura Máxima	1010°C	mas de muestra
Velocidad de Calentamiento	10°C/MIN	AMPLITUD DE RESPON
Velocidad de Enfriamiento	6:240 mm/Min	II DTA
Programa	Auf	III
Terminado	PARA 10% PE	IV TG 2
Escala de Temperatura	20-1400°C	VI

SÍLICE BLANCA

DIA

Temp

FELDESPATO Y

Este Feldespato presenta un contenido de 8.21 % de K_2O y 3.86% de Na_2O lo que hace que sus características de fusibilidad sean buenas.

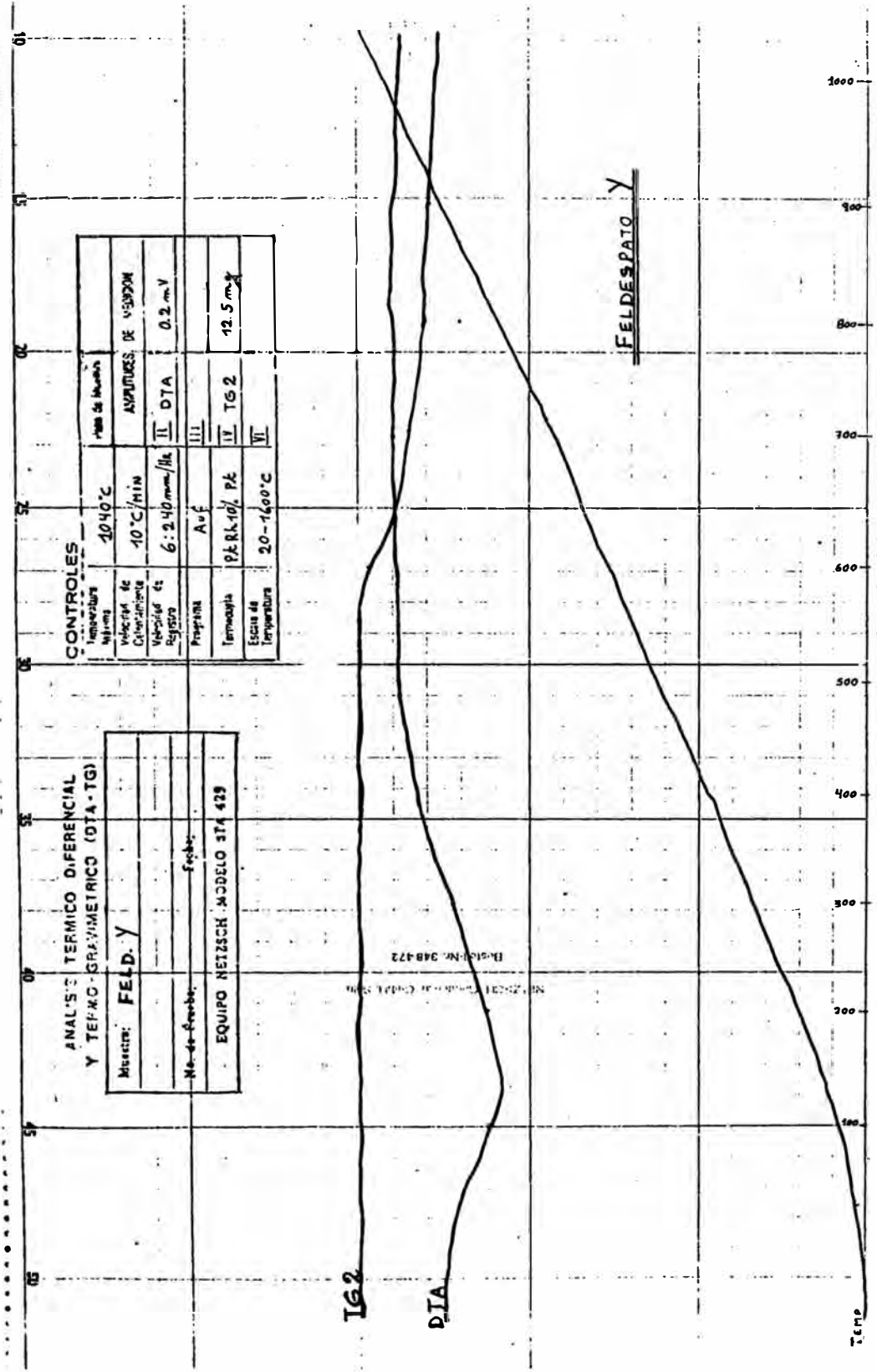
Su color de quema a $1230^{\circ}C$ es blanco y se encuentra completamente fundido.

Se usa en la pasta para acortar la temperatura de quema de la pieza y lograr un producto con baja absorción de agua.

FELDESPATO Y

COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	65.50	67.50	66.19	66.39
TiO ₂	0.04	0.05	0.00	0.03
Al ₂ O ₃	20.00	20.10	19.62	19.90
Fe ₂ O ₃	0.13	0.01	0.28	0.14
CaO	0.88	0.76	0.88	0.84
MgO	0.19	0.17	0.40	0.25
Na ₂ O	4.50	3.15	3.95	3.86
K ₂ O	9.00	7.40	8.25	8.21
P. C.	1.16	0.85	0.88	0.96
TOTALES	101.40	99.99	100.45	100.58



162

DIA

FELDES PATO Y

Temp

ARCILLA S

Esta arcilla es un material Caolinítico según se observa en las curvas de DTA-TG.

Del Análisis Químico se tiene que un 64.07% es de SiO_2 , 23.78% de Al_2O_3 ; 7.55% de pérdida por Calcinación y un contenido de Alcalis ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) de 2.34% lo que hace que el porcentaje (%) de Absorción de Agua a 1230°C sea de 6.2%.

Su plasticidad hace que este material sea apropiado como aglutinante de otros materiales magros en la Pasta.

ARCILLA S

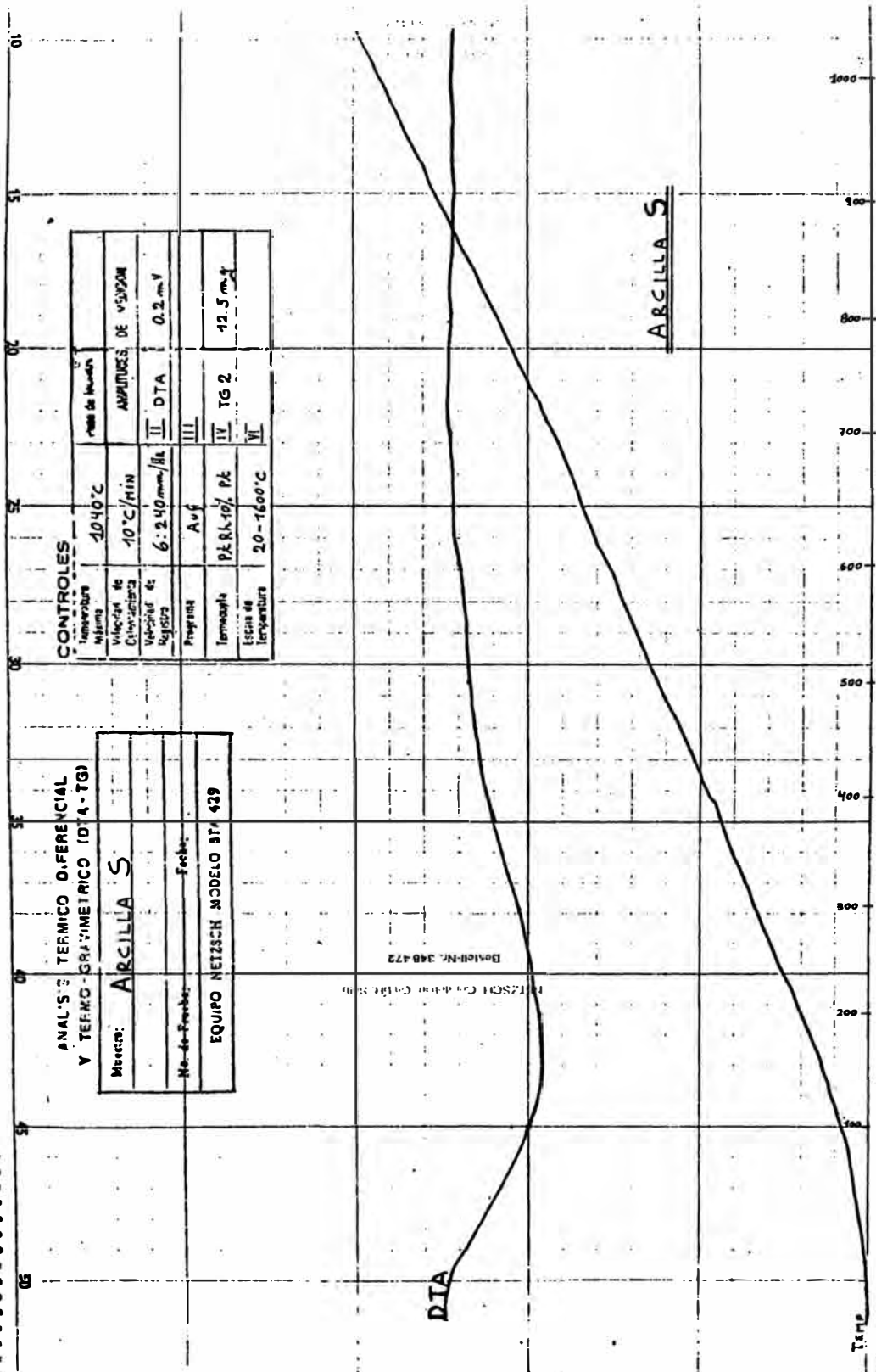
COMPOSICION QUIMICA

Componentes %	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Promedio
SiO ₂	65.80	63.08	63.34	64.07
TiO ₂	1.24	1.16	0.58	0.99
Al ₂ O ₃	22.90	24.36	24.09	23.78
Fe ₂ O ₃	0.63	1.36	0.72	0.90
CaO	0.10	0.25	0.32	0.22
MgO	0.43	0.49	0.44	0.45
Na ₂ O	0.06	0.45	0.95	0.48
K ₂ O	1.68	2.16	1.74	1.86
P.C.	7.20	7.64	7.81	7.55
TOTAL	100.04	100.95	99.99	100.30

ARCILLA S

PROPIEDADES FISICAS

Temperatura Color	1040°C Crema	1065°C Créma	1235°C Crema
% Retiro (Plástica)	6.2	6.9	13.1
% Retiro (Seco)	1.4	2.7	9.5
Módulo de Ruptura	82	131	362
Absorción de Agua	24.3	21.4	6.2
Porosidad Aparente	39.9	36.9	13.8
Coefficiente de Dila tación 3	155	160	151
Pérdida por Calcina ción	8.1	8.4	8.5



ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL
Y TERCERO GRAVIMETRICO (DTA-TG)

Muestra:	ARCILLA S
No. de Probes:	Fecha:
EQUIPO NETZSCH MODELO ST/ 439	

CONTROLES

Temperatura Muestra	1040°C	Velocidad de Escaneo	10°C/MIN	Velocidad de Registro	6: 2.40 mm/Min	Amplitud de DTA	0.2 mV
Programa	Auf	Temperatura Inicio de	Pk 10/ Pk	Temperatura	2.0 - 1600°C	Amplitud de TG	12.5 mm

ARCILLA S

NETZSCH CALORIMETER
Model No. 448472