

B. Anexo: Análisis mineralógicos por difracción de rayos X- XRD

A continuación, se incluyen los resultados de los análisis mineralógicos mediante difracción de rayos X efectuado en GMAS S.A.S. Laboratorio de geología, geoquímica y geofísica.

Bogotá D.C., 13 de Abril de 2021

Ing: **Daniela Morales**

REF: Reporte de análisis mineralógico por difracción de rayos X (DRX)

De antemano reciba un cordial saludo y los agradecimientos por haber depositado la confianza en nuestro laboratorio. Esperamos seguir siendo su proveedor de servicios geológicos, geofísicos y geoquímicos de confianza.

A continuación se presenta el reporte con la metodología y resultados del análisis mineralógico para las muestras suministradas por ustedes.

Cualquier tipo de inquietud que se presente, estaremos dispuestos a resolverla.

Atentamente,

José María Jaramillo
Ing. Geólogo Ph.D.
GMAS CONSULTORES
Tel. (57) 1 - 3575534

GMAS S.A.S. LABORATORIO DE GEOLOGÍA, GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA

REPORTE No.	GMR1245
FECHA REPORTE	13-04-2021
INGRESO No.	1336

1. DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)**1.1. Instrumentación y Parámetros**

El barrido se hizo mediante utilizó el equipo y las condiciones de adquisición de datos.

Difractómetro Bruker D4 Endeavor -
Detector LYNXEYE
Tubo de rayos-X Cu (K alpha $\lambda = 1.5406$)
Filtro de Niquel
40KV 30mA
Muestras en polvo: 2θ : 5-70° (montaje polvo)
Tamaño del paso: 0.015
Velocidad de barrido: 0.4 segundos por paso (montaje polvo)

1.2. Procedimiento de preparación

Las muestras recibidas se encontraban pulverizadas y listas para los análisis XRD.

1.2.1. Montaje en polvo

La mineralogía principal de una muestra puede ser determinada mediante difracción de rayos X analizando un montaje en polvo. Este tipo de preparación garantiza que los rayos X tengan la misma oportunidad de incidir en cualquier plano cristalino de los minerales al estar orientados al azar los cristales de estos. Sin embargo, minerales con un hábito cristalino laminar tienden a orientarse preferentemente, fenómeno tenido en cuenta a la hora de la interpretación.

El procedimiento descrito por Zhang et al. (2003) consiste en distribuir la muestra, previamente pulverizada, en el portamuestras con una lámina de metal afilada mediante movimientos verticales (40-50 veces). Luego debe removerse el polvo excedente activando una pistola de aire a ~0.5 m de distancia del portamuestras.

1.3. Resultados

A continuación, se presentan los difractogramas obtenidos al analizar los montajes en polvo. En estos, se observa la abscisa “Counts” que corresponde a las intensidades de cada pico difractado, y la ordenada que muestra el ángulo 2θ de acuerdo a la ley de Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \text{ (Bragg, 1910)}$$

Donde,

n es un entero positivo.

λ es la longitud de onda de la onda incidente (LW)

d es la distancia interplanar

θ es el ángulo de difracción

Bragg (1910) demostró que existe una relación entre la distancia interplanar “ d ” en la estructura cristalina de un mineral, o minerales, y el seno del ángulo “ θ ”. La intensidad del o altura del pico en el eje y depende de la estructura cristalina y la cantidad de cada mineral presente en la muestra.

1.3.1. Composición

Los porcentajes de cada fase se calculan sobre 100% de fases cristalinas, sin tener en cuenta la cantidad de material amorfo presente. Los difractogramas de los montajes en polvo se encuentran en los anexos.

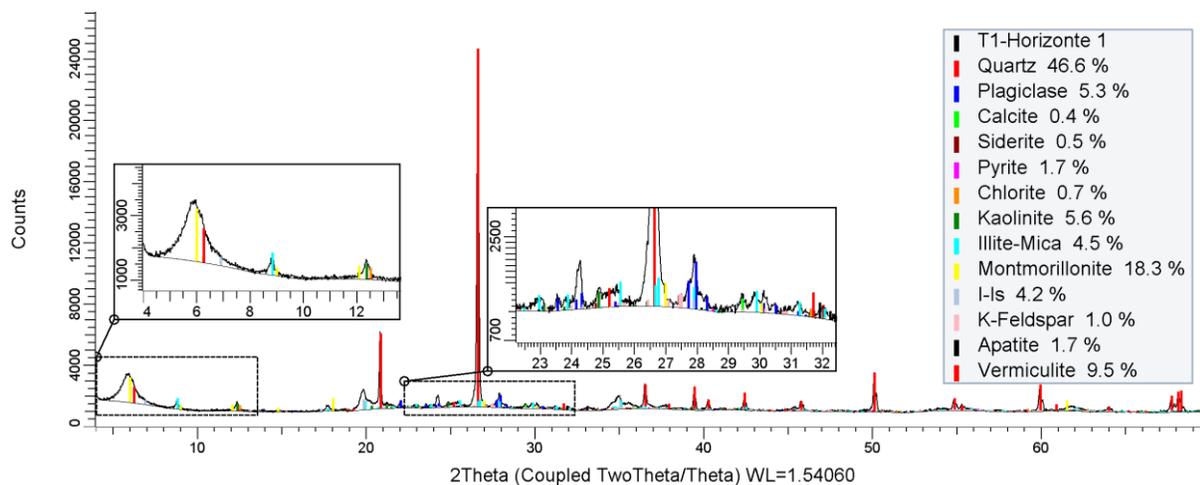
Muestra Fases % (p/p)	T1- Horizonte1 Prof: 0.4m	T1- Horizonte2 Prof: 0.76m	T2- Horizonte1 Prof: 0.2m	T2- Horizonte2 Prof: 0.19m
Cuarzo	47	46	41	46
Plagioclasa	5	5	8	5
Feldespato-K	1	1	1	1
Calcita	<1	--	--	--
Siderita	<1	1	<1	--
Pirita	2	2	1	2
Apatito	2	--	--	--
Clorita	1	1	1	<1
Caolinita	6	11	12	8
Illita-Mica	4	5	7	2
Illita-esmectita	4	5	4	7
Esmectita	18	11	12	18
Vermiculita	10	12	13	11

NOTAS:

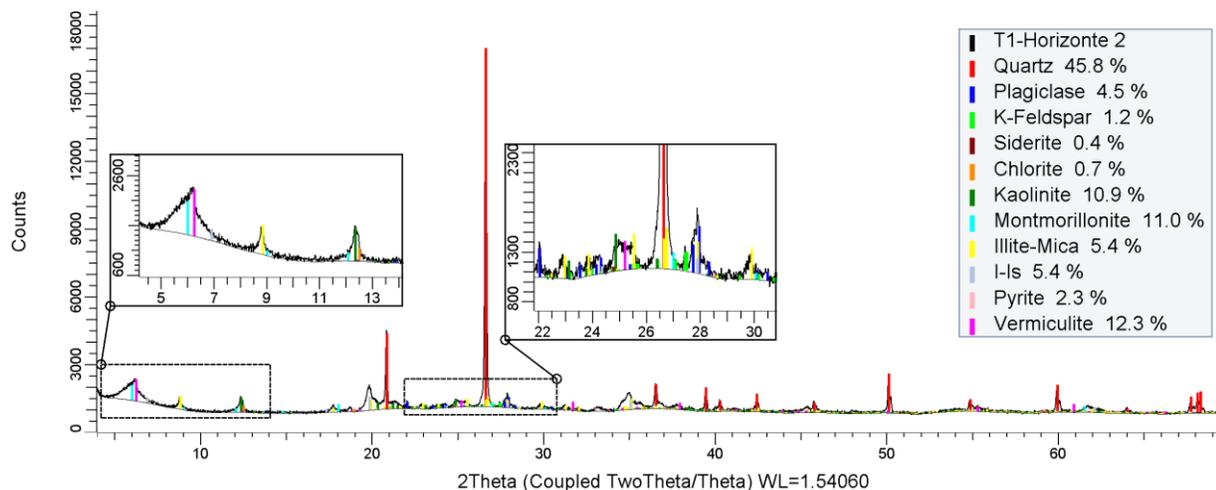
- *Los resultados obtenidos en el presente informe se refieren a la muestra analizada y no a otro material de la misma procedencia.*
- *Este informe no se debe reproducir sin autorización escrita por parte del laboratorio y GMAS no se hace responsable de las posibles interpretaciones surgidas por la reproducción parcial del presente informe.*
- *GMAS no se hace responsable del muestreo, ni de la representatividad de la muestra suministrada por el cliente.*
- *GMAS maneja absoluta reserva de los resultados obtenidos.*

ANEXO 1

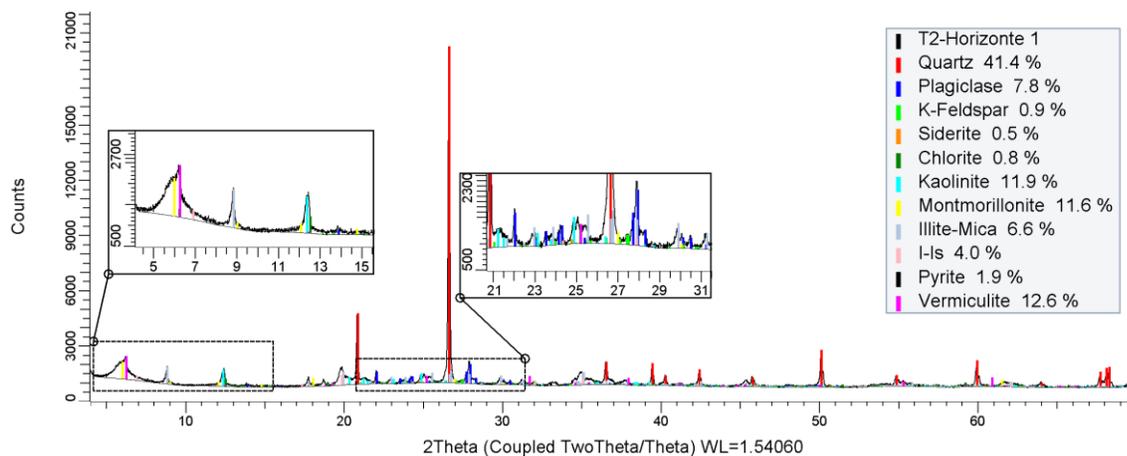
DIFRACTOGRAMAS



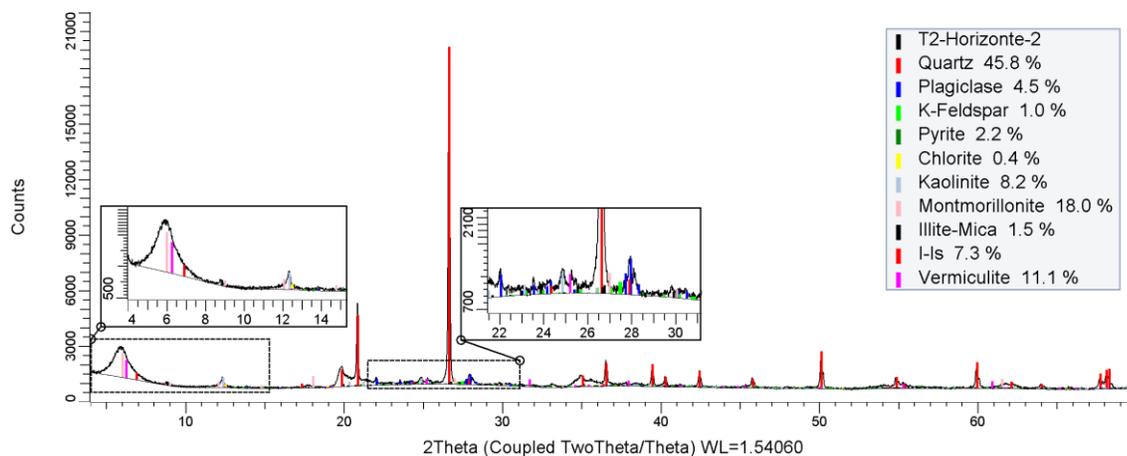
Difractograma 1.1. Muestra T1-Horizonte 1. Identificación mineralógica, en software EVA, difractograma obtenido con el montaje en polvo.



Difractograma 1.2. Muestra T1-Horizonte 2. Identificación mineralógica, en software EVA, difractograma obtenido con el montaje en polvo.



Difractograma 1.3. Muestra T2-Horizonte 1. Identificación mineralógica, en software EVA, difractograma obtenido con el montaje en polvo.



Difractograma 1.4. Muestra T2-Horizonte 2. Identificación mineralógica, en software EVA, difractograma obtenido con el montaje en polvo.

Bogotá D.C., 22 de Febrero de 2022

Señores:

Geol. Daniela Morales

REF: Reporte - identificación de minerales mediante XRD

De antemano reciba un cordial saludo y los agradecimientos por haber depositado la confianza en nuestro laboratorio. Esperamos seguir siendo su proveedor de servicios geológicos, geofísicos y geoquímicos de confianza.

A continuación se presenta el reporte con la metodología y resultados del análisis mineralógico para las muestras suministradas por ustedes.

Cualquier tipo de inquietud que se presente, estaremos dispuestos a resolverla.

Atentamente,



Jose María Jaramillo

Ing. Geólogo Ph.D.

GMAS CONSULTORES

Tel. (57) 1 - 3575534

GMAS S.A.S. LABORATORIO DE GEOLOGÍA, GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA

REPORTE No. **GMR1339**
FECHA REPORTE: 22-02-2022
INGRESO: 1435

1. Descripción de las muestras

Se recibió en GMAS, dos muestras denominadas “T2-Horizonte 3-2577” y “T1-Horizonte-3 2578” para análisis XRD barrido en polvo. Las muestras se encontraban secas y pulverizadas.

2. DIFRACCIÓN DE RAYOS X (DRX)

2.1. Instrumentación y Parámetros

El barrido se hizo mediante utilizó el equipo y las condiciones de adquisición de datos.

Difractómetro Bruker D4 Endeavor -
Detector LYNXEYE
Tubo de rayos-X Cu (K alpha $\lambda = 1.5406$)
Filtro de Niquel
40KV 30mA
Muestras en polvo: 2θ : 5-70° (montaje polvo)
Tamaño del paso: 0.015
Velocidad de barrido: 0.4 segundos por paso

2.2. Montaje en polvo

La mineralogía principal de una muestra puede ser determinada mediante difracción de rayos X analizando un montaje en polvo. Este tipo de preparación garantiza que los rayos X tengan la misma oportunidad de incidir en cualquier plano cristalino de los minerales al estar orientados al azar los cristales de estos. Sin embargo, minerales con un hábito cristalino laminar tienden a orientarse preferentemente, fenómeno tenido en cuenta a la hora de la interpretación.

El procedimiento descrito por Zhang et al. (2003) consiste en distribuir la muestra, previamente pulverizada, en el portamuestras con una lámina de metal afilada mediante movimientos verticales (40-50 veces). Luego debe removerse el polvo excedente activando una pistola de aire a ~0.5 m de distancia del portamuestras.

2.3. Resultados

A continuación, se presenta el difractograma obtenido al analizar el montaje en polvo. En estos, se observa la abscisa “Counts” que corresponde a las intensidades de cada pico difractado, y la ordenada que muestra el ángulo 2θ (2θ) de acuerdo a la ley de Bragg:

$$n\lambda = 2d \sin \theta \text{ (Bragg, 1910)}$$

Donde,

n es un entero positivo.

λ es la longitud de onda de la onda incidente (LW)

d es la distancia interplanar

θ es el ángulo de difracción

Bragg (1910) demostró que existe una relación entre la distancia interplanar “ d ” en la estructura cristalina de un mineral, o minerales, y el seno del ángulo “ θ ”. La intensidad del o altura del pico en el eje y depende de la estructura cristalina y la cantidad de cada mineral presente en la muestra.

Los diferentes picos detectados son las reflexiones de los planos en cada fase mineral, los cuales son comparados con una base de datos (PDF2). La cuantificación es realizada con el software EVA y el método RIR.

2.3.1. Resultados XRD

La Tabla 1 muestra los minerales identificados en las muestras:

Fases \ Muestra	T2-Horizonte 3 2577	T1-Horizonte 3 2578
Cuarzo	39.6	37.7
Montmorillonita	24.9	32.5
Vermiculita	11.3	10.1
Caolinita	7.1	3.4
Illita-Mica	1.8	3.9
I-S	6.6	4.2
Plagioclasa	4.5	7.2
Calcita	1.0	--
Pirita	1.9	--
Anatasa	1.4	--
Hematita	--	1.0

Observaciones:

- En este análisis no se realizó tratamientos arcillosos para caracterizar en detalle los minerales de arcilla. Sin embargo observando las asimetrías de los picos, se sugiere la presencia de fases como vermiculita e I-S.
- En el anexo 1, se adjuntan los difractogramas analizados.

NOTAS:

- Los resultados obtenidos en el presente informe se refieren a la muestra analizada y no a otro material de la misma procedencia.

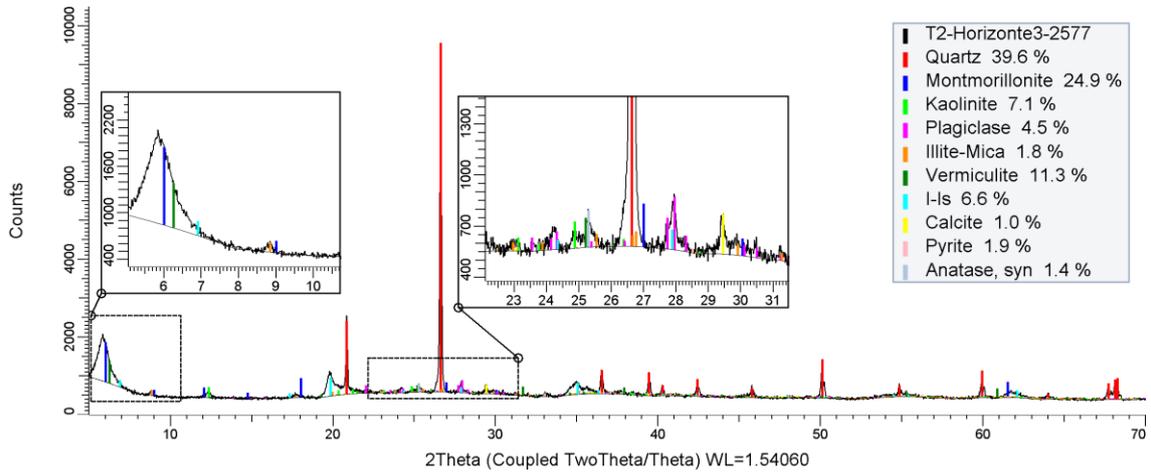
- Este informe no se debe reproducir sin autorización escrita por parte del laboratorio y GMAS no se hace responsable de las posibles interpretaciones surgidas por la reproducción parcial del presente informe.

- GMAS no se hace responsable del muestreo, ni de la representatividad de la muestra suministrada por el cliente.

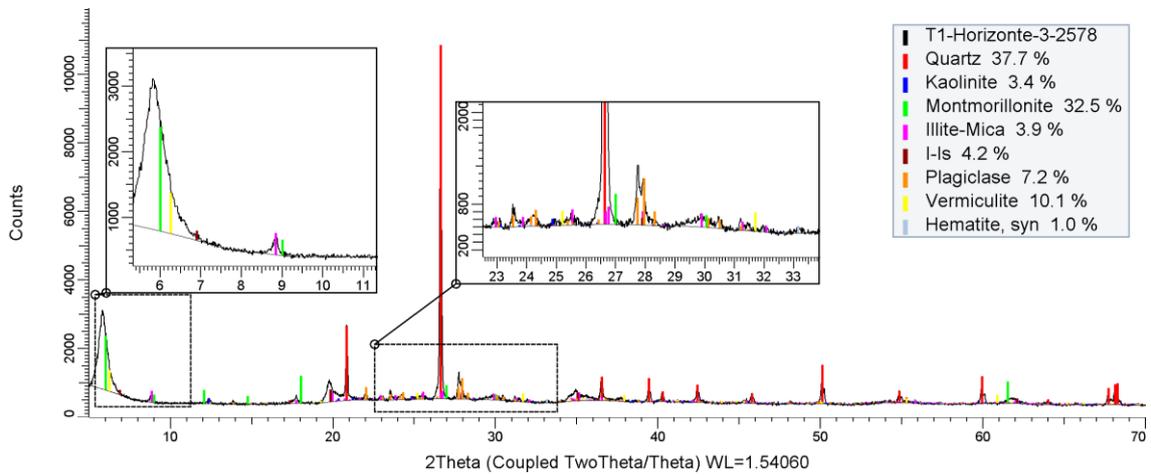
- GMAS maneja absoluta reserva de los resultados obtenidos.

ANEXO 1

DIFRACTOGRAMAS



Difractograma 1. Difractograma de la muestra "T2-Horizonte3-2577".



Difractograma 2. Difractograma de la muestra "T1-Horizonte3-2578".