

UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR
GEOLOGICAL SURVEY

Geochemical Data From Precambrian Meta-Iron-Formation
and related rocks of the Keystone area, South Dakota

By

William H. Raymond

Open-File Report 81-772

1981

This report is preliminary and has not been
reviewed for conformity with
U.S. Geological Survey editorial Standards

INTRODUCTION

Geochemical data presented in this report were assembled to show the content of gold and other metals in meta-iron-formation in the Keystone area, Black Hills, South Dakota.

Samples of bedrock of Proterozoic X age were collected during field seasons from 1971 to 1974. A field compilation geologic map of the Keystone area (Norton, 1976) was used as a guide for fieldwork. Analyses were conducted in the U.S. Geological Survey laboratories in Denver, Colo.

Gold and silver were analyzed by atomic absorption spectroscopy by Bill Carey, Richard B. Carten, Craig A. Curtis, Jim G. Frisken, and John D. Sharkey; arsenic by colorimetric spot-Gutzeit analysis by Jim G. Frisken and John D. Sharkey, mercury by mercury vapor detection instrument by Jim G. Frisken and John G. Viets; and all others by the six-step semiquantitative spectrographic method by Leon A. Bradley, James A. Domenico, and Roy T. Hopkins. Samples with more than 10 percent iron were re-analyzed for iron by X-ray fluorescence (using reagent-grade Fe_2O_3 as a standard).

Plate 1 shows the sample sites on the field compilation map of Norton (1976). The map includes the Mount Rushmore quadrangle (7 1/2 minute) and parts of the Hayward, Iron Mountain, and Rockerville quadrangles (also 7 1/2 minute).

Although the purpose of the project was to determine the distribution of gold and other metals in iron-formation in the Keystone area, a number of samples were collected and analyzed from representative sites in adjacent rock units in order to establish background levels for the rocks of the area.

EXPLANATION

Table 1 is a tabulation of analytical data for elements considered to be significant. The first part of the table includes chemical data from samples of iron-formation, and the second part is made up of chemical data from samples of various adjacent rocks. The column at the right, labeled "OTHER," lists data for elements that were generally undetected, or were detected in very small amounts, but which may be of interest where they occur.

The detection limits for each element (for the analytical method used) appear at the beginning of the table in ppm or percent.

Analyses determined by the six-step semiquantitative spectrographic method are reported to the nearest number in the series 1, 0.7, 0.5, 0.3, 0.2, 0.15, 0.1, and so on. The precision of the reported value is plus or minus one bracket at 68-percent confidence or two brackets at 95-percent confidence. Some samples analyzed during this study were periodically resubmitted with new sample numbers and analyzed as an internal check on each analytical method. In nearly all examples, the second analysis was within one bracket of the first.

Table 1.--Analytical data from samples of iron-formation and adjacent rocks of the
Keystone area, Black Hills, South Dakota

[>, greater than value shown; <, less than detection limit; L, present but below detection limit or below value shown;
 --, not detected. Symbols representing rock types: if, iron-formation; s, schist; a, amphibolite; g, graphite, su,
 sulfide; gw, graywacke; CO₃, carbonate; pg, pegmatite; Cu, copper secondaries; br, breccia. Symbols representing sample
 source: O, outcrop; P, prospect pit; D, mine dump; and R, roadcut]

	Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	Other
Detection limits	*	0.002	0.02	0.05	0.5	10	0.02	5	10	200	5	5	5	50	10	10	20	10	10	100	1	10	Bi-10, Cd-20, La-20, Nb-20, Sb-100, Sn-10, Y-10

*<1 percent for X-ray fluorescence method.

0.05 percent for semiquantitative spectrographic method.

SAMPLE No.	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	PERCENT			PARTS PER MILLION																					OTHER
			Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr			
1	if	P	51	.3	.3	.2	<.5	40	.02	200	15	300	—	10	30	—	150	500	150	20	200	—	1.5	50			
2	if	O	5	.02	.03	—	<.5	20	<.02	5	—	—	—	5	—	—	150	20	20	10	—	—	—	20			
3	if	O	26	.03	.15	<.05	—	300	.12	5	10	—	—	15	20	—	15	150	20	L	70	—	1	10			
4	if	O	7	.07	.07	—	—	30	.12	150	—	—	—	5	—	—	10	70	70	50	20	—	L	100			
5	if	O	5	.15	.15	—	—	200	.06	30	10	—	—	5	10	—	20	300	100	70	30	—	1	150			
6	if	O	41	.07	.3	—	—	10	.04	50	10	—	—	7	—	10	150	50	50	15	—	—	—	150			
7	if	O	55	.007	.07	—	—	400	.04	50	15	300	—	15	30	—	L	300	20	L	50	—	1.5	—			
8	if	O	37	.07	.03	—	1.5	20	.04	50	30	—	L	—	L	—	30	70	30	10	150	—	—	20	Sb=L		
9	if	P	60	.005	.2	—	<.5	10	.06	70	—	—	—	20	70	—	10	1500	100	L	50	—	3	70			
10	if	O	20	.07	.03	—	—	20	.04	150	10	500	—	50	100	—	10	5000	70	30	20	—	3	100			
11	if,s	O	4	.05	1	<.05	<.5	20	.02	15	15	—	—	15	30	—	100	500	150	70	100	—	1.5	150			
12	if	O	26	.01	.02	—	—	20	.08	20	—	500	—	70	100	—	10	2000	50	L	30	—	2	30			
13	if	P	60	.01	.05	—	<.5	80	.24	50	20	—	—	15	30	—	10	1500	L	L	30	—	3	15			
14	if	O	17	.07	.5	—	—	10	.06	50	—	—	—	10	50	—	30	600	70	L	150	—	1	30			
15	if	O	67	.03	.05	—	—	40	.04	100	—	—	7	5	70	—	10	700	30	L	70	—	—	15			
16	if	O	33	.07	.05	—	.5	30	.12	150	20	—	10	10	30	—	30	150	30	L	150	—	—	20			
17	if,s	O	1	.3	.5	—	—	40	<.02	15	15	—	—	L	—	70	100	150	70	150	—	1.5	200				
17	if	O	66	.06	.15	—	—	80	.06	150	15	700	—	10	30	—	30	700	100	200	100	—	2	70			
18	if,s	P	25	.15	.15	—	25	30	.04	150	100	—	30	—	50	—	30	150	150	10	300	—	—	10	Sb=100		
19	if	O	70	.007	.3	<.05	<.5	600	.02	100	—	—	—	15	150	—	20	500	30	—	100	—	1	15			
20	if	P	54	.015	.7	—	<.5	40	.02	300	—	500	—	15	70	—	15	300	30	—	50	—	1	10			
20	if	P	3	.03	.02	—	—	10	.02	7	—	—	—	L	—	—	20	L	30	30	—	—	—	30			
20	if,a	P	5	.3	.15	—	—	10	.02	5	10	—	—	5	—	L	50	70	150	100	500	—	L	150			
21	if	O	34	.05	L	—	1.0	80	.04	150	15	—	7	—	L	—	15	15	L	—	300	—	—	10			
21	if	O	2	.07	.02	—	1.5	30	.06	100	10	—	15	—	7	—	L	30	70	—	70	—	—	30	Sb=L		
21	if	D	10	.15	.2	.05	1.5	300	1.2	150	70	—	30	—	L	—	50	200	150	15	300	100	—	70	Sb=300		
22	if	P	37	.07	.05	—	1.0	120	.02	150	50	300	15	—	20	—	30	150	100	30	300	—	—	30	Sb=L		
23	if,s	O	15	.3	.5	—	<.5	60	.06	10	15	—	—	L	—	100	150	200	70	100	—	1	200				
24	if	D	25	.1	.03	—	3.0	400	.10	1000	150	—	15	15	100	—	—	150	50	—	70	—	—	30	Sb=300		
24	if,g	D	5	.05	.02	—	<.5	20	.04	200	—	—	7	15	50	—	—	70	30	—	20	—	—	20			
25	if	P	63	.02	.07	—	<.5	300	.08	300	—	200	7	5	30	—	200	150	100	—	100	150	1.5	15			
25	if	P	3	.01	.05	—	<.5	20	.04	20	—	—	—	7	—	L	70	L	—	50	—	—	—	15			
26	if	O	28	.05	.05	—	<.5	80	.10	30	—	—	7	L	15	—	—	500	30	—	30	—	1.5	30			
27	if	P	17	.02	.05	.05	—	30	.04	150	—	—	—	15	50	—	10	25000	200	10	70	—	1	10			
27	if	P	62	.02	.05	—	<.5	400	.10	70	—	—	—	5	50	—	10	200	50	L	100	—	15	50			
27	if	O	34	.06	.05	—	1.5	60	.18	200	10	—	15	7	30	—	15	150	30	10	100	—	L	30			
30	if	P	20	.02	1	—	—	80	.18	100	—	—	7	5	15	—	15	1000	—	10	70	—	L	—			
31	if,s	P	5	.07	.05	—	—	200	.04	70	20	—	7	10	30	—	30	150	50	10	200	—	1	70			
32	if,s	R	5	.3	.7	—	—	20	—	50	70	—	5	15	30	—	100	300	200	70	100	—	2	200	La=70		
33	if	P	56	.1	.1	.05	<.5	800	.02	150	70	—	7	15	50	—	50	150	300	50	1500	—	5	150	Sb=L		
34	if	P	26	.03	.3	—	—	120	.04	100	10	—	—	15	20	—	20	700	70	L	100	—	L	10			
35	if	P	16	.06	.7	—	—	10	.04	150	10	—	10	15	30	—	20	1000	30	10	100	—	L	10			
36	if	P	40	.03	.7	.10	—	8000	.02	150	—	—	—	15	30	—	10	700	—	—	150	—	—	10			
37	if	O	36	.03	.3	.10	1.0	20	—	150	—	—	—	5	—	—	20	300	30	—	150	—	—	20			
38	if	O	28	.07	.03	—	—	20	.02	70	—	300	—	10	30	—	30	150	50	L	70	—	1.5	30			
37	if	O	55	.03	.07	—	<.5	40	.16	100	—	300	—	20	70	200	10	1500	2000	20	70	—	7	70			
40	if,s	O	4	.5	1	—	<.5	160	—	150	50	200	—	5	20	—	70	500	70	2000	100	—	3	100	Sn=15		
41	if	P	30	.15	.2	—	<.5	1600	.02	500	10	300	15	70	150	—	30	200	30	1500	300	—	3	70			
42	if	P	1	.007	.03	—	<.5	20	—	70	—	—	—	5	—	L	30	—	—	200	—	—	—	—			
43	if,s	P	24	.2	.5	—	1.0	20	—	500	20	—	30	10	20	L	30	300	150	1500	700	—	1	70	Bi=10, Sn=15		
44	if	O	40	.15	.05	—	<.5	40	.06	500	30	—	20	10	50	50	70	100	100	L	200	700	1.5	30	La=100		
45	if	O	62	.02	.07	—	1.0	300	.28	150	—	1000	5	15	100	—	—	300	70	L	100	—	2	L			
46	if	O	28	.1	.1	—	1.5	40	.02	1000	20	—	15	15	30	—	L	150	30	L	100	—	—	50			
47	if,s	O	3	.3	.7	—	<.5	10	—	70	150	—	—	15	30	—	150	200	150	100	150	200	1.5	200			
48	if,a	O	27	.2	.3	—	1.0	300	—	150	10	—	15	—	7	—	50	1000	150	10	150	100	—	70			
48	if	O	21	.15	.15	—	<.5	400	—	150	L	—	5	—	L	—	10	700	70	—	30	—	—	50			
49	if	O	5	.003	.15	—	<.5	80	—	20	1000	1500	L	L	L	—	—	25000	100	300	20	2000	10	10	Sn=20, Cd=70		
50	if	P	45	.03	.03	—	<.5	30	.06	150	—	—	7	N	20	100	10	200	30	10	100	100	1.5	15			

SAMPLE No.	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Al	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER	
51	if	O	21	.05	.03	<.05	.5	1200	.14	150	10	700	15	20	150	50	10	700	100	30	200	—	3	20		
52	if	O	7	.1	.02	<.05	<.5	80	.02	70	—	—	10	—	15	L	10	150	30	—	70	100	1	30		
53	if _g	P	25	.07	.2	—	1.0	<10	<.02	150	70	—	15	15	50	—	L	70	150	—	70	150	—	30		
54	if	O	63	.03	.2	—	<.5	60	.02	300	—	—	—	—	10	—	20	70	50	L	150	150	2	15		
55	if _s	O	10	.5	.5	—	<.5	30	.02	70	10	—	—	—	30	—	150	30	150	1500	150	—	1.5	200		
55	if	O	22	.2	.5	—	1.0	30	.02	150	70	—	7	7	20	—	100	50	150	1000	300	100	1	70		
55	if _g	O	.10	.1	.07	—	2.0	400	.04	150	150	—	30	15	50	L	50	50	150	300	150	300	1	50		
56	if	O	6	.3	1.5	—	—	<10	—	20	10	300	—	15	30	—	150	1000	70	>2000	150	150	15	100	Sn=50, La=70	
57	if	P	14	.15	.02	—	6.0	80	.80	70	20	—	70	20	100	L	—	70	50	70	30	—	—	20		
58	if _s	O	6	.15	.5	—	<.5	40	.18	100	20	300	30	15	70	—	70	150	300	20	700	100	1.5	100		
58	if	O	2	.1	.1	—	—	30	.04	70	—	—	L	—	20	—	20	50	100	—	150	—	L	30		
59	if _s	R	7	.3	.15	—	—	20	—	200	20	—	7	—	20	—	100	30	150	200	150	300	1.5	100		
60	if	P	10	.5	.15	—	—	30	—	30	50	—	30	20	50	100	20	70	70	L	200	—	—	100		
60	if _g	P	15	.2	.05	—	—	40	.02	20	30	—	30	15	30	50	10	70	50	L	100	—	1	100		
60	if	P	17	.5	.2	—	—	20	.02	5	—	—	—	—	L	—	70	30	150	100	70	—	1	150		
60	if	P	20	.5	.03	—	<.5	30	.02	70	70	—	100	70	150	70	10	100	50	—	300	—	1.5	200		
61	if	O	5	.2	.03	—	—	40	.02	15	—	—	15	5	15	50	L	100	50	—	70	—	—	70		
62	if _s	R	10	.07	.15	—	—	10	.02	150	—	300	7	—	20	—	10	70	L	—	30	—	1.5	30		
62	if	R	2	.07	1	—	—	10	—	10	—	—	5	—	7	—	10	50	30	—	20	—	L	30		
62	if	R	15	.15	.15	—	<.5	60	.06	150	30	—	15	—	20	—	70	200	150	500	150	—	1.5	70		
63	if	P	5	.05	L	—	—	10	.18	100	—	—	30	—	7	L	—	20	20	—	30	—	—	20		
63	if _g	P	3	.15	.02	—	—	30	.02	150	10	—	70	10	50	200	—	150	70	30	50	—	5	70		
64	if _s	R	14	.2	3.0	—	<.5	800	—	300	100	—	—	15	30	—	150	1000	200	15	150	150	1.5	70	La=70	
65	if	R	69	.15	.5	—	—	20	—	70	—	—	—	15	30	—	15	200	100	—	150	—	1	10		
65	if _{su}	R	18	.2	1.0	<.05	<.5	—	—	700	10	—	—	50	150	—	30	1000	50	20	200	—	1	15		
66	if	P	62	.15	.05	—	—	20	.04	200	—	500	—	5	30	—	20	200	—	700	70	—	1.5	15		
67	if	R	56	.15	.15	—	<.5	120	.02	200	150	300	—	10	30	—	15	150	—	—	70	—	2	50		
68	if	R	21	.7	.2	—	<.5	40	.45	300	10	—	5	15	50	—	70	70	100	2000	200	—	2	100		
69	if	R	19	.5	.5	—	—	20	—	200	50	—	10	10	30	—	70	300	100	700	150	—	L	70		
70	if	R	9	.15	1.0	—	—	<10	—	70	—	—	—	—	7	—	15	700	20	L	30	—	1.5	50		
70	if _g	R	15	.3	2.0	—	—	—	.02	70	—	—	—	20	50	—	70	1000	150	L	150	—	1	100		
71	if	R	28	>1.0	1.0	—	—	200	—	150	—	—	—	7	20	—	100	5000	100	—	30	—	1	200	Nb=20	
72	if	R	27	.5	2.0	—	—	<10	<.02	200	—	—	—	15	30	—	30	>5000	70	L	100	—	1.5	200	Nb=20	
73	if _a	R	54	>1.0	3.0	—	—	—	.02	100	—	—	—	15	50	—	300	1500	30	L	700	—	L	300	Sb=150	
73	if _{su}	O	15	.15	1.0	—	<.5	10	.02	300	10	700	—	150	300	—	20	300	70	70	70	—	L	30		
74	if	O	48	.1	1.5	.50	—	30	—	150	—	300	—	—	L	—	20	3000	—	—	150	—	—	30		
75	if	P	70	.02	.7	—	—	10	—	100	—	—	—	—	15	—	10	150	L	—	20	—	—	L		
76	if	D	15	.3	.7	—	—	10	.02	150	10	—	—	15	30	—	70	1500	20	L	100	—	1.5	200	Nb=L	
76	if _{a, su}	D	15	1.0	1.0	—	—	—	.08	200	—	—	—	20	100	—	200	3000	100	10	150	—	2	200	Nb=30	
77	if	R	31	.15	.2	.10	—	<10	.02	200	10	—	—	10	30	—	50	500	20	L	70	—	1	70		
78	if _a	D	19	.15	1.5	—	—	400	<.02	70	—	—	—	5	15	—	30	>5000	30	L	70	—	1	30		
79	if _g	D	53	.2	.5	<.05	—	300	—	300	10	—	7	—	20	—	50	70	100	500	150	—	1	70		
80	if	P	53	.07	.7	—	—	40	.02	70	—	—	—	—	10	—	10	500	—	—	30	—	—	15		
81	if	P	10	1.0	1.0	—	—	10	—	150	10	—	—	15	30	—	150	1500	100	10	150	—	2	300		
82	if	D	20	.5	2.0	—	—	<10	—	150	L	—	—	10	10	—	30	100	—	—	100	—	1	150		
83	if	D	18	.07	1.0	—	—	10	.02	100	—	—	—	10	15	—	15	3000	—	—	20	—	1.5	20		
84	if	D	30	.2	.1	1.5	<.5	800	<.02	200	20	—	—	10	20	—	30	1000	20	—	100	—	1	50		
85	if	O	2	.01	.03	—	—	40	—	20	—	—	—	—	5	—	—	1000	—	—	15	—	—	—		
86	if	O	1	.07	.3	—	—	10	.02	70	—	—	50	7	30	—	80	150	100	—	150	—	—	30	Nb=30	
86	if _a	O	7	1.0	3.0	—	—	20	—	100	15	—	—	70	100	—	150	>5000	30	10	300	—	—	70		
86	if _g	P	15	.07	.2	—	—	10	—	15	—	—	—	10	—	10	—	10	150	L	—	15	—	1	50	
87	if	O	1	.05	.2	—	—	—	—	20	—	—	—	—	L	—	10	150	—	—	10	—	1	100		
87	if _s	O	7	.5	.7	—	—	<10	—	20	10	—	—	15	30	—	150	200	150	100	150	—	1.5	100		
88	if	D	51</																							

SAMPLE No.	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
99	if	P	39	.07	.7	.25	—	60	—	70	—	—	—	10	L	—	20	5000	20	—	30	—	L	30	
100	if	O	28	.1	.5	—	—	80	—	100	10	—	—	30	50	—	30	2000	50	50	500	150	—	50	
100	if	O	28	.16	.02	1.5	<.5	>10000	.02	100	—	—	7	—	L	—	10	100	—	—	70	—	L	20	Bi=15
101	if	P	26	.3	.2	<.05	<.5	400	.02	150	—	—	—	7	20	—	100	>5000	50	—	200	—	2	70	
102	if	O	19	.2	.3	—	—	120	—	150	—	—	—	10	15	—	70	>5000	30	—	100	—	1.5	50	
103	if	O	2	.2	.2	—	—	30	.04	15	—	—	10	—	L	—	70	50	70	—	200	—	1	50	
104	if	D	20	.3	.3	.80	1.0	200	—	500	20	—	—	20	50	—	50	1500	—	>2000	100	—	1.5	100	
104	if	D	10	.3	.2	—	<.5	80	—	15	10	—	—	10	30	—	70	700	70	1500	100	—	1.5	70	
104	if	D	15	.3	.7	—	<.5	30	—	7	—	—	—	50	100	—	300	1000	150	50	200	100	1.5	30	Sn=L
105	if	D	43	.18	.3	.15	.5	80	.04	200	10	—	5	10	30	—	30	1000	—	—	150	—	2	100	La=70
105	if	D	20	.1	.3	.65	<.5	800	.26	50	—	—	5	10	30	—	30	>5000	—	—	150	L	1.5	30	
105	if	D	3	.05	.2	.10	<.5	200	—	15	—	—	—	7	15	—	20	3000	L	—	30	300	1	20	
105	if	D	15	.5	.3	—	<.5	30	<.02	200	10	—	30	15	50	—	50	5000	150	L	700	—	5	150	
106	if	P	25	.07	.2	—	—	20	—	20	—	—	—	5	70	—	—	5000	30	—	30	—	1.5	10	
107	if	P	16	.15	.1	—	—	10	—	20	—	—	—	5	—	—	10	2000	50	—	20	—	L	100	
107	if	P	63	.2	.2	—	—	600	—	70	—	—	—	10	20	—	20	500	20	700	70	—	2	100	
108	if	P	20	.05	1.5	—	—	20	—	30	—	—	—	5	—	—	10	1500	30	15	10	—	1.5	10	
109	if	P	57	.15	.3	—	—	60	—	70	—	—	—	5	30	—	20	200	150	30	70	—	1.5	70	
109	if	P	2	.03	.5	—	—	10	—	20	—	—	—	5	—	—	—	200	20	—	10	—	—	10	
110	if	P	22	.2	.3	.40	<.5	1200	.02	30	30	—	—	10	—	—	20	>5000	70	20	150	—	1.5	70	
110	if	P	67	.02	.1	—	<.5	20	<.02	300	—	300	—	15	50	—	10	>5000	30	50	30	—	2	—	
111	if	R	10	.5	.3	—	—	<10	—	150	—	—	—	20	50	—	100	2000	50	—	300	150	—	30	
112	if	O	15	.15	1.5	—	.5	80	.04	150	10	—	—	5	15	—	20	1500	20	—	70	—	1.5	70	
112	if	O	3	.2	.5	—	—	<10	—	20	—	—	—	L	7	—	30	200	300	70	50	—	1.5	150	
113	if	O	2	.2	.5	—	—	40	—	20	30	—	—	5	15	—	20	300	700	20	30	—	1	150	
114	if	D	24	.3	1.5	.45	—	3000	—	100	30	—	5	10	50	—	100	700	300	200	100	—	3	100	
115	if	D	20	.03	1.5	50	—	4000	<.02	70	30	—	—	15	30	—	—	3000	—	10	30	—	L	L	
116	if	P	44	.07	1.5	—	—	30	—	70	—	—	—	—	L	—	—	3000	20	10	20	—	1	15	
117	if	P	18	.15	.2	—	—	30	—	150	10	—	—	5	—	—	50	100	200	20	100	—	1.5	100	
118	if	P	48	.05	.15	—	—	40	.12	70	—	—	—	15	30	—	10	5000	100	—	30	—	5	20	
119	if	P	67	.03	.05	—	—	1000	.04	50	—	—	—	5	10	—	20	1500	100	30	30	—	2	10	
120	if	P	50	.1	.5	—	1.0	3000	.02	70	—	1000	—	5	15	—	20	200	30	300	70	—	2	20	
120	if	P	14	.07	.3	—	2.0	3000	.02	150	15	10,000	—	15	70	—	20	150	—	—	20	—	1	20	Cd=100
121	if	P	59	.07	.3	—	<.5	120	<.02	50	—	—	—	7	—	—	20	200	30	700	30	L	1	15	
121	if	P	22	.05	1.5	—	—	300	—	70	—	—	—	15	10	—	20	>5000	30	—	50	—	1	20	
122	if	P	13	.15	.07	—	.5	160	—	30	100	300	—	5	15	—	20	200	30	15	70	—	2	50	
123	if	O	10	.15	.7	—	<.5	80	<.02	70	—	300	—	—	7	—	20	500	70	—	100	—	1	50	
123	if	O	68	.15	.3	—	<.5	160	—	70	—	—	—	7	—	—	30	300	70	—	70	—	L	30	
124	if	P	18	.5	.5	—	<.5	80	—	100	30	L	5	5	20	—	70	700	50	2000	150	—	2	100	
124	if	P	36	.05	1.5	30	—	160	—	20	—	—	—	7	10	—	—	>5000	30	15	30	—	L	10	
125	if	O	52	.2	.3	—	<.5	20	—	100	30	300	5	5	15	—	50	150	70	15	150	—	1.5	150	
126	if	R	6	.2	1.	—	—	120	—	10	—	—	—	10	30	—	70	500	150	300	70	—	3	150	
127	if	O	59	.1	1.	.40	<.5	400	.02	300	—	—	—	10	15	—	10	>5000	100	—	30	—	L	10	
128	if	P	61	.02	.05	—	—	3000	—	10	—	—	—	5	—	—	—	200	30	—	10	—	1	10	
129	if	P	30	.1	1.	—	—	80	—	70	—	—	—	5	—	—	10	700	100	—	30	—	L	50	
130	if	P	1	.15	.5	—	—	20	—	10	10	—	—	5	15	—	20	200	150	2000	50	100	15	70	Sn=15
131	if	O	14	.02	.1	—	<.5	40	<.02	30	—	—	—	5	20	100	10	200	70	20	10	—	30	70	
132	if	D	13	.3	.3	—	.5	400	.30	70	20	—	10	—	5	—	30	100	150	1500	150	—	1	200	Nb=20
132	if	D	20	.3	.5	—	.5	120	—	70	70	—	20	—	L	—	30	30	150	300	100	100	1.5	300	Nb=30
133	if	O	11	.3	.2	—	—	40	—	20	10	—	—	15	50	—	70	100	300	100	70	—	2	200	
134	if	O	5	.2	1.	—	—	160	—	50	10	—	—	10	50	50	70	150	200	10	70	—	3	150	
135	if	P	6	.3	.2	—	—	160	—	30	—	—	—	5	15	—	30	30	200	10	30	—	1.5	150	
136	if	R	30	.15	.5	—	—	30	<.02	30	10	—	—	10	—	—	10	100	150	30	20	—	3	50	
136	if	R	18	.3	.07	—	—	30	—	70	30	200	10	L	15	—	30	200	150	>2000	150	L	2	200	Sn=30, Nb=L
137	if	D	2	.3	1.	—	1.0	160	.10	70	50	L	15	L	20	—	70	100	300	>2000	150	—	2	100	Sn=20
138	if	R	14	.02	1.	—	—	30	—	50	15	—	—	5	—	—	10	5000	50	L	30	—	2	L	
139	if	O	34	.2	.15	—	1.5	1600	.16	100	20	—	200	—	15	150	15	150	300	L	100	L	L	100	
140	if	O	50	.05	.1	—	<.5	60	.04	700	20	300	20	70	300	—	20	200	100	L	300	—	1	100	Y=50
141	if	P	27	.07	.02	—	1.0	300	—	200	10	—	5	—	5	—	10	70	150	L	70	L	L	30	
142	if	P	36	.15	.15	—	<.5	20	—	500	30	—	—	5	15	150	30	5000	150	L	100	—	5	70	Sn=150
143	if	P	25	.2	.07	—	—	120	<.02	100	15	L	L	10	20	—	50	3000	100	L	150	—	5	100	
143	if	P	7	.003	.05	<.05	—	10	<.02	100	—	300	—	50	100	—	—	>5000	70	—	L	—	—	7	—
144	if	P	7	.5	1.	—	<.5	20	—	50	30	—	—	5	20	—	70	200	300	50	70	150	2	150	
145	if	D	20	.5	.5	—	2.0	20	—	700	50	—	70	15	50	L	50	5000	500	1000	300	—	—	70	
145	if	D	6	.007	.5	—	<.5	—	—	50	—	—	—	10	—	—	—	3000	20	20	10	—	—	—	
146	if	P	37	.07	.05	—	1.0	30	.08	300	50	—	5	10	70	—	15	50	100	—	50	—	—	20	

SAMPLE NO	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Al	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
147	if _{ps}	P	28	.15	.3	—	<.5	20	—	50	—	500	—	10	150	—	15	500	20	—	70	—	1	20	
147	if _s	P	25	.2	.15	—	1.0	20	—	700	70	—	20	5	20	—	70	50	300	L	300	100	L	100	
148	if	O	13	.3	.03	—	—	40	<.02	30	—	200	—	5	15	50	50	150	100	—	30	—	1	200	
149	if _s	O	67	.07	.07	—	<.5	80	.02	50	—	300	—	15	50	—	10	500	150	10	30	—	1	20	
150	if _s	O	20	.2	.5	—	1.0	20	.02	300	30	—	10	10	30	—	50	150	150	10	30	—	1	50	
151	if	P	50	.05	.1	—	2.0	800	.02	150	30	—	15	—	20	100	—	500	150	L	70	—	—	15	
152	if	O	32	.15	.02	—	3.0	1200	.02	300	70	—	70	—	15	—	—	30	150	L	100	—	—	20	Bi=150
153	if	O	57	.3	.03	—	<.5	300	.06	50	20	—	20	5	20	—	L	150	150	—	100	—	—	70	
154	if _{ie}	D	43	.2	L	—	4.0	120	.14	20,000	20	—	—	10	70	—	L	20	1500	—	70	—	—	100	
155	if	D	7	.15	.07	—	<.5	20	.14	500	L	—	15	7	15	—	15	50	500	100	150	150	1	70	
155	if	D	15	.005	.15	.15	<.5	160	.08	100	—	L	—	—	20	—	20	15	200	30	150	—	2	—	
156	if	P	35	.15	.1	—	.5	20	.04	300	30	300	30	20	150	—	20	500	150	—	300	—	1	70	
157	if	O	10	.15	L	—	<.5	300	.06	200	—	—	15	—	15	—	—	100	1000	—	50	—	—	30	
158	if _s	P	5	.2	.3	—	.5	30	.65	200	50	—	30	70	70	—	100	50	700	30	150	700	2	150	
159	if	O	10	.2	.1	—	—	600	.06	10	—	300	—	5	70	70	70	500	300	20	50	—	3	200	
160	if _s	P	16	.2	.3	<.05	<.5	40	.20	200	100	1500	—	15	50	—	70	200	300	50	150	—	2	100	
161	if _s	P	25	.3	.15	—	.5	<10	.06	300	10	300	30	15	100	—	20	1000	150	L	150	—	1	70	
162	if _s	P	47	.15	.15	—	3.5	600	1.4	300	50	100	10	10	50	—	20	3000	70	300	150	100	1	50	
163	if	P	70	.02	.02	—	<.5	1600	1.3	70	—	700	—	20	50	50	—	2000	300	—	50	200	1.5	10	
164	if	O	41	.3	.1	—	.5	20	.08	500	70	—	30	15	70	—	30	150	150	—	300	—	—	100	
165	if _s	P	34	.3	.1	—	2.5	30	.35	150	70	—	—	5	20	—	10	150	200	—	100	—	3	100	Y=50
166	if _s	P	28	.15	.05	<.05	1.0	20	.04	150	20	—	20	5	20	—	10	200	200	—	70	—	1	50	
167	if	P	14	.5	1.5	—	<.5	30	.06	100	10	—	—	30	70	—	70	700	300	1500	300	L	1	70	
168	if	P	24	.3	.7	—	.5	40	.10	200	20	—	10	15	50	—	50	200	50	>2000	200	100	1	150	
169	if	D	48	.2	.2	—	—	40	.04	200	20	—	—	15	50	—	30	300	150	100	100	—	2	70	
170	if _s	P	63	.15	.2	—	—	120	.45	500	50	—	15	10	70	—	20	30	150	200	150	100	3	70	
171	if	P	30	.15	.2	3.0	1.0	1600	.08	300	10	—	5	5	50	—	20	100	200	10	150	200	1	70	Bi=20
171	if	P	17	.1	.1	1.0	<.5	1200	.10	100	—	—	—	L	15	—	10	70	100	—	20	—	L	30	
172	if	P	46	.15	.15	<.05	<.5	40	.08	100	—	—	—	5	20	—	30	100	50	—	30	—	1	50	
173	if _{su}	D	17	.3	1.1	—	<.5	10	.04	200	10	—	—	70	150	—	70	700	300	500	100	—	1	150	Nb=L
174	if _a	P	22	.15	.7	—	—	30	.02	70	—	—	—	—	L	—	10	500	30	—	30	—	—	20	
175	if _a	P	34	.1	.7	.08	—	20	.02	100	—	—	—	—	7	—	30	500	70	—	50	—	1	30	
176	if _a	P	23	.15	.07	<.05	<.5	10	.02	150	—	—	—	—	5	—	15	100	L	—	30	—	L	100	
177	if	O	3	.2	.5	—	—	20	—	70	—	—	—	5	15	—	50	150	150	20	50	—	1	150	
178	if	P	12	.15	.7	—	—	10	<.02	70	—	—	—	—	5	—	20	300	100	50	30	—	—	70	
179	if _g	D	4	.2	.2	.10	1.5	<10	.26	50	30	—	15	—	20	—	30	1000	300	100	200	—	1.5	70	
179	if	D	63	.015	.2	—	<.5	80	.02	50	—	1000	—	15	100	—	10	5000	20	—	30	—	2	—	
179	if _{su}	D	28	.05	.3	—	<.5	20	.45	300	15	1500	—	100	150	—	10	3000	150	—	70	—	L	10	
180	if _s	O	9	.2	.07	<.05	1.5	40	.50	500	50	—	15	100	300	—	—	200	100	—	10	—	—	70	
180	if	O	20	.1	.07	<.05	1.0	40	.26	200	20	—	15	20	100	—	—	200	70	15	20	—	—	70	
181	if	O	37	.2	L	—	.5	80	1.1	20,000	20	500	10	70	300	—	—	150	L	—	20	—	1.5	100	Sb=L
181	if	O	40	.3	L	—	.5	120	100	5000	10	200	30	30	100	—	—	150	30	—	30	—	1.5	100	Sb=L
182	if	P	46	.1	.05	—	1.0	800	.35	300	10	—	10	5	150	—	10	150	200	—	70	—	L	50	
183	if	P	12	.1	.02	<.05	.5	800	.65	300	10	—	20	15	70	—	—	100	30	—	50	—	—	50	
184	if	D	36	.2	.02	—	.5	120	2.0	2000	70	300	10	150	150	—	20	200	300	—	200	300	—	70	
184	if _s	D	.3	.03	L	—	.5	30	.40	10,000	—	—	—	15	15	—	20	100	500	—	20	—	—	150	
185	if _s	D	4	.2	.02	—	1.5	120	3.0	300	70	—	30	5	70	—	—	30	100	—	50	100	—	150	
186	if	D	10	.05	.03	.05	1.5	300	1.1	20,000	70	200	5	15	150	—	10	50	150	—	50	100	1	30	Y=50
187	if	P	27	.15	.07	—	2.0	300	.40	300	50	—	15	5	15	—	15	200	100	10	100	—	1	70	
188	if	O	41	.2	L	—	1.0	300	100	3000	10	—	50	20	100	—	—	70	30	—	30	—	L	100	Bi=10, Sb=100
188	if _{cu}	O	5	.15	L	<.05	1.5	80	9.0	20,000	30	300	30	20	150	—	—	150	50	—	30	—	1.5	70	Sb=L
189	if	P	18	.15	L	.20	2.0	400	.30	20,000	30	—	30	100	200	—	10	30	70	—	70	—	—	100	Sb=L
190	if	P	42	.1	.1	—	<.5	40	.26	150	10	2000	—	15	150	—	15	200	300	10	100	—	1.5	50	
191	if	P	18	.15	L	.10	.5	30	.45	500	30	—	20	20	15	—	—	150	70	—	30	—	—	70	Sb=100
192	if _{br}	P	7	.02	.02	—	—	1200	1.4	20,000	30	—	—	15	200	—	20	15	150	—	100	200	—	L	Sb=L
192	if	P	68	.03	.05	—	<.5	1600	4.0	1000	10	500	30	70	200	—	—	150	150	10	200	—	—	20	
193	if	D	10	.3	.07	—	<.5	200	.18	70	10	—	20	15	30	—	10	700	150	100	500	—	—	150	
193	if _{br}	D	2	.02	.03	—	.5	300	1.7	7000	10	L	—	100	100	—	15	100	100	20	150	100	—	10	
194	if _{cu}	O	41	.015	.05	.10	.5	120	.90	20,000	10	200	—	500	200	—	—	1000	70	—	50	—	—	L	
194	if	O	20	.1	.03	<.05	2.5	600	.35	1500	70	L	5	15	70	—	20	50	150	15	300	—	—	30	
195	if	P	57	.07	.02	—	1.30	2000	.45	1500	70	—	15	10	50	—	10	150	300	10	150	300	—	20	Sb=100
196	if	O	7	.2	L	—	.5	80	.16	200	10	—	20	20	30	—	—	150	70	20	70	—	—	150	
197	if	P	27	.05	.02	—	1.0	600	3.0	500	10	—	15	150	150	—	30	300	300	—	150	500	—	30	
198	if	P	35	.07	.07	—	<.5	120	.30	100	10	—	20	—	—	—	20	70	300	—	100	100	—	20	
199	if	P	44	.007	.07	—	1.0	20	.28	150	—	—	—	—	20	—	10	300	30	—	30	—	—	1	—
200	if	P	30	.3	.1	—	.5	120	.22	70	10	—	15	—	5	—	10	30	150	300	200	—	—	150	Y=50

SAMPLE NO.	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
201	if	D	37	.15	.03	—	<.5	400	.30	100	50	—	70	—	5	—	10	150	70	10	500	—	—	70	Sb=100
202	if	D	16	3	.07	<.05	<.5	60	.18	500	—	—	50	5	30	—	20	500	70	—	50	—	1	150	Sb=L
202	if, cu	D	7	.3	.05	—	<.5	400	.08	20,000	30	—	20	200	300	—	10	>5000	200	—	50	—	1	70	Sb=100
202	if	D	22	.3	.1	—	2.0	80	.06	3000	70	—	20	—	20	—	30	70	300	10	100	—	—	150	Sb=L
202	if, g	D	28	.15	L	—	3.5	300	.20	5000	100	200	15	15	100	—	20	2000	300	—	50	—	—	50	Sb=150
203	if, cu	D	4	.07	L	—	1.0	120	.16	20,000	—	—	20	5	100	—	—	10	200	—	50	—	—	—	70
203	if	D	30	.5	.02	<.05	2.0	800	.16	3000	50	—	30	.5	150	—	30	70	700	—	300	1000	1.5	70	
204	if	D	59	.05	.02	—	<.5	800	.75	300	10	500	5	5	50	—	20	300	150	10	150	700	3	10	
204	if, cu	D	24	.15	.02	.10	3.0	3000	10.0	>20,000	50	—	10	70	100	—	—	70	150	—	70	200	—	20	
204	if	D	5	.015	.02	—	1.0	120	.85	70	—	—	—	5	10	—	10	200	500	—	30	100	—	L	
205	if	D	38	.1	.05	.05	.5	400	4.5	2000	20	300	7	20	100	—	10	50	100	300	150	—	L	20	
205	if, cu	D	6	.2	.03	—	1.0	40	5.0	>20,000	10	300	—	50	200	—	20	50	20	20	50	—	1	100	
205	if, cu	D	2	.03	.02	—	—	120	3.5	10,000	50	—	—	500	150	—	10	1000	70	—	100	—	1	20	
206	if	O	12	.015	.02	—	—	20	.28	70	—	—	—	—	10	—	—	500	20	—	30	—	1	L	
207	if	P	37	.02	.02	—	—	30	1.0	300	—	1000	—	150	300	—	—	700	30	—	150	—	1	—	Y=50
208	if	P	44	.1	L	—	2.0	120	.35	500	—	—	—	50	150	—	—	150	20	—	30	—	—	30	Sb=100
208	if, br	P	25	.05	L	—	<.5	30	.50	300	15	—	—	5	15	—	—	200	100	—	70	—	L	10	
209	if	D	25	.03	1.0	—	<.5	—	.20	300	10	300	—	15	100	—	10	3000	150	—	30	—	1.5	10	
210	if, s	P	28	.1	.15	—	1.0	10	.08	100	15	—	10	15	50	—	L	1000	70	10	50	—	L	30	
211	if	D	2	.01	.7	—	—	20	.02	20	—	—	—	—	5	—	L	700	30	10	15	—	L	10	
212	if, s	D	3	.5	.1	—	—	30	.04	70	15	—	15	15	30	—	100	150	200	700	200	L	1.5	200	
213	if	P	.15	.015	.5	—	—	—	.06	L	—	—	—	—	5	—	—	50	20	—	10	—	—	—	
213	if, br	P	57	.1	.03	—	—	80	.04	100	—	L	10	5	20	—	10	150	500	50	150	—	3	70	
214	if, a	P	1	.02	.7	—	—	80	.02	300	10	—	—	—	15	—	30	100	—	L	100	100	—	10	
214	if	P	29	.07	.02	—	3.0	80	1.2	150	100	—	—	—	5	—	—	20	50	L	70	300	—	30	
214	if	P	20	.1	.05	<.05	3.5	800	.24	200	20	—	—	L	20	—	20	20	70	L	150	100	—	30	
215	if, s	P	2	.3	.2	<.05	—	80	.06	20	10	—	—	15	50	—	100	300	150	100	150	—	2	70	
215	if	P	1	.15	.2	—	—	30	.02	30	L	L	—	15	30	—	30	500	100	10	100	—	2	70	
216	if	P	5	.002	L	—	—	80	.10	L	—	—	—	10	20	—	—	2000	150	10	30	—	L	—	
217	if	P	27	.07	1.1	<.05	—	10	.06	200	10	200	15	20	50	—	20	1000	100	300	200	—	1	20	
218	if	P	60	.02	.07	.10	—	800	.22	150	10	200	15	15	70	—	15	300	70	L	1000	700	—	10	
218	if	P	30	.1	.15	.25	.5	800	.10	200	30	—	15	15	30	—	20	150	100	70	150	—	2	30	Sb=L, La=70
219	if	P	17	.03	.05	—	—	30	.20	100	—	L	—	10	30	150	10	200	150	10	70	—	1	10	Sb=L
220	if	P	23	.007	.02	—	<.5	30	.12	70	—	—	—	7	10	—	L	200	30	L	30	—	L	—	
221	if	P	38	.05	.07	.20	8.5	120	.75	30	30	200	70	15	100	—	30	100	50	L	150	—	—	30	
221	if	P	4	.05	.07	.10	2.0	40	.10	30	10	—	20	5	20	—	10	70	70	20	100	—	—	30	
222	if, a	P	48	.07	.2	—	—	—	.02	100	—	700	—	10	70	—	20	500	10	30	150	—	1.5	15	
222	if	P	23	.003	.1	.10	—	—	.08	20	—	300	—	—	10	—	—	200	L	L	20	—	1	—	
222	if, s	P	2	.3	.3	—	—	100	.06	10	10	—	5	—	5	—	50	70	300	L	200	—	L	70	
223	if, g	P	1	.3	3	.05	.5	30	.20	150	10	L	50	—	10	—	200	2000	150	10	700	—	2	100	
223	if, a	P	14	.05	.5	—	—	30	.12	70	—	300	L	—	5	—	20	500	L	—	70	—	1	30	Y=70
223	if	P	12	.15	.3	<.05	.5	30	.16	100	15	—	50	—	15	—	100	100	150	30	700	—	2	70	
224	if, br	O	30	.03	.07	—	—	20	.08	70	—	—	—	—	20	—	10	500	20	10	100	—	L	20	
225	if	O	20	.07	.03	—	—	200	.22	150	15	500	5	7	30	—	10	500	30	10	100	—	L	30	
226	if	O	9	.3	.03	—	2.0	20	.02	30	15	—	30	15	20	—	10	1500	150	50	150	—	L	100	
226	if	O	54	.07	.02	.10	1.5	300	.20	30	15	—	20	15	30	—	30	500	1000	L	500	—	L	20	
227	if, g	P	15	.15	.2	—	.5	20	.28	300	50	—	30	20	50	—	50	200	200	10	200	150	1.5	70	
227	if	P	53	.002	L	—	—	10	.14	50	—	700	—	5	30	—	—	1500	20	—	30	—	3	—	
228	if, su	D	22	.03	3	—	—	—	.04	150	20	—	5	20	50	—	10	1500	20	—	100	—	L	10	
228	if	D	43	.015	1	<.05	—	30	.02	20	—	—	5	—	5	—	—	150	—	—	30	—	—	—	
229	if	D	8	.03	.2	—	—	120	.04	30	10	—	5	—	10	—	L	300	50	—	20	150	L	15	
229	if, gw	D	18	.02	.2	<.05	<.5	30	.40	30	30	500	20	—	15	—	70	150	100	20	150	—	2	70	
229	if, su	D	17	.03	.5	—	—	30	.02	70	10	—	5	5	30	—	10	700	L	L	30	500	L	10	
230	if, su	D	10	.05	.5	.05	—	—	.02	20	10	—	5	5	15	—	15	1000	70	—	70	100	1	10	
230	if	D	44	.05	3	.05	—	40	.04	100	10	—	L	—	5	—	20	150	20	—	70	—	1	15	
231	if	P	30	.05	.5	35	—	800	—	150	—														

SAMPLE NO.	MOCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
238	if	R	57	.15	.2	—	—	20	.04	100	L	—	—	—	L	—	30	200	L	—	70	—	—	30	
238	if,a	R	25	.3	1.5	—	—	<.02	70	10	—	—	10	10	—	70	5000	150	10	100	—	1	70		
239	if,s	O	15	.1	.7	—	—	—	—	100	—	—	—	5	7	—	30	1000	30	L	50	150	1	50	
240	if,a	P	32	.15	.3	.10	—	10	.02	70	—	—	—	15	10	—	50	3000	30	—	70	—	L	70	
241	if	P	38	.15	.3	—	—	10	.02	50	—	—	—	15	5	—	10	5000	L	—	70	—	L	50	
242	if	P	34	.15	.3	.10	—	80	.04	150	10	—	—	10	7	—	30	5000	70	—	100	—	L	70	
243	if,a	O	34	.3	.2	—	—	—	<.02	50	—	—	—	15	15	—	30	5000	50	—	70	—	1	70	
243	if	O	67	.03	.7	—	—	10	.02	100	—	—	—	10	20	—	20	5000	70	—	30	—	1	10	
244	if	O	21	.05	.7	—	—	<10	.08	200	L	300	15	5	20	—	20	700	50	L	100	—	1	20	
244	if,s	O	5	.3	.7	—	—	<10	.04	100	20	L	30	5	20	—	100	200	200	30	200	—	2	200	
245	if	D	4	.2	1.	—	—	—	—	100	10	—	L	—	15	—	50	300	150	10	150	—	1.5	100	
246	if	P	41	.15	.07	—	1.5	30	.08	500	20	700	20	20	150	—	15	500	150	100	100	—	L	70	
247	if	D	60	.3	.05	—	1.0	30	.24	1500	15	700	30	50	150	—	10	150	300	10	100	100	—	50	Cd=L, Y=50
247	if	D	12	.07	.03	—	.5	30	.12	500	20	—	15	15	30	—	L	50	150	10	30	100	—	20	
248	if	P	11	.07	.2	—	—	40	.02	150	10	—	—	—	20	—	30	200	70	L	70	100	1.5	30	
249	if	P	24	>.1	.3	—	—	20	<.02	100	—	—	—	30	100	—	150	1500	70	L	200	—	1	100	Nb=L, Y=50
251	if,s	P	20	.3	1.	—	—	20	<.02	100	—	—	—	15	30	—	70	1500	150	L	100	—	L	150	
251	if	P	70	.05	.05	—	—	160	<.02	150	—	—	—	10	20	—	L	200	30	L	70	—	1	10	
252	if	P	37	.09	.05	—	—	—	.02	150	—	—	—	10	L	L	500	50	15	70	—	2	20		
252	if	P	8	.07	.05	—	—	20	.02	150	—	—	—	7	—	30	150	70	L	100	L	1	30		
253	if	O	13	.07	.2	—	—	80	—	150	—	300	—	5	20	—	20	200	30	10	70	—	1	20	Cd=L
254	if	P	50	.07	.2	<.05	—	1600	<.02	300	—	300	—	7	L	L	70	200	L	L	200	—	3	20	
254	if,a	P	11	.15	.7	<.05	.5	80	<.02	150	L	300	—	—	L	L	20	1000	—	—	50	—	1	30	
255	if	P	58	.02	.15	—	—	1000	.02	150	—	—	—	15	15	—	—	300	—	—	30	—	1	10	
255	if,a	P	14	.2	1.5	—	<.5	30	.02	50	—	—	—	5	10	—	20	1500	L	—	70	—	1.5	70	
256	if	P	44	.07	.1	—	—	400	.02	70	—	—	—	7	—	20	300	L	—	70	—	—	1.5	10	
257	if	P	8	.07	.5	—	—	20	<.02	150	—	—	—	—	L	—	10	1000	50	—	20	—	—	30	
258	if	P	41	.1	.07	<.05	1.0	80	—	200	L	—	—	5	—	30	100	30	L	70	—	1.5	50		
259	if	P	22	.07	1.	—	<.5	30	—	50	—	—	—	—	—	15	1500	20	L	70	—	1	20		
260	if	D	15	.07	.7	.05	—	20	—	20	—	—	—	5	—	15	500	—	—	30	—	L	20		
260	if	D	52	.05	.2	—	—	40	<.02	50	—	—	—	20	—	10	200	20	—	50	—	1	15		
261	if	P	63	.07	.05	—	—	80	—	20	10	—	—	L	—	—	100	—	—	20	—	—	20		
261	if	P	18	.015	1.	—	—	400	.02	100	—	—	—	5	—	10	3000	20	—	30	—	—	15		
262	if	P	25	.05	.3	—	—	80	—	15	—	—	—	10	5	—	10	3000	L	L	30	—	—	30	
262	if	P	67	.1	.2	—	—	40	<.02	70	—	—	—	5	30	—	—	200	L	L	20	—	2	—	
263	if,s	P	15	.03	1.	—	—	10	<.02	100	—	—	—	L	—	30	1000	L	—	70	—	1	20		
263	if	P	66	.1	.07	—	—	—	—	150	—	—	—	5	—	10	700	L	—	30	—	1	—		
264	if,s	P	6	.005	1.5	.50	—	30	.04	30	—	—	—	L	—	10	1000	—	L	30	—	—	30		
264	if	P	27	.07	.05	.10	—	2000	.02	150	—	—	—	15	—	20	70	20	—	70	—	1	20		
265	if	P	27	.2	.3	—	—	<10	.02	100	—	300	—	100	70	—	30	5000	100	—	150	—	1	70	
266	if,a	P	25	.05	.3	—	—	10	.02	300	15	—	—	15	100	—	10	5000	70	—	70	—	1	30	
267	if,a	P	21	.2	1.5	—	—	—	.02	100	10	—	—	50	50	—	30	5000	30	L	70	—	2	50	Y=50
267	if,a	P	23	.02	.3	—	—	<10	.02	500	10	500	—	30	30	—	10	5000	50	L	10	—	L	L	
268	if	P	20	.15	.3	.05	—	300	.02	70	10	—	—	15	30	—	10	5000	20	L	100	100	L	30	Y=50
269	if	P	4	.2	.7	—	—	40	.06	100	20	—	—	15	50	—	50	500	150	L	100	—	1.5	70	
271	if	O	33	.1	.3	—	—	40	<.02	100	—	—	—	20	20	—	10	5000	L	L	70	—	2	30	
273	if	R	57	.3	.07	—	1.0	40	.20	150	15	—	20	15	50	—	L	500	150	L	700	—	L	70	
274	if	R	28	.07	.2	—	.5	200	.16	150	10	500	50	15	100	—	10	150	100	L	150	—	1	30	
275	if	O	61	.1	.03	—	—	300	.24	100	30	—	20	10	50	—	L	150	70	10	150	—	L	20	
276	if	R	63	.03	.05	—	—	800	.30	150	15	—	20	100	150	—	20	300	100	L	1000	—	L	10	
277	if	R	52	.3	.1	—	—	200	.30	150	10	—	20	15	50	L	30	100	L	700	1000	—	—	70	
278	if	O	61	.3	.15	—	1.5	1200	1.0	200	500	700	70	30	150	—	10	200	150	10	150	—	5	50	
279	if	O	28	.3	.02	—	—	120	.08	70	—	—	30	10	30	—	10	200	50	L	100	—	—	70	
280	if	R	17	.15	.02	—	2.0	200	—	100	—	—	30	10	15	—	20	30	70	L	500	—	—	70	
281	if	P	27	.15	.05	—	5.5	800	.14	500	700	300	300	30	150	300	100	30	700	L	1000	5000	10	70	Sn=15, La=300
282	if	O	43	.15	.03	—	2.0	600	.70	150	70	300	50	5	20	100									

SAMPLE NO.	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Al	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
344	S	O	3	.2	1.5	-	L	120	L	20	30	-	-	5	15	-	70	500	500	150	70	150	5	200	
345	gw	R	3	.3	1.5	-	-	-	L	7	30	-	-	7	20	-	70	700	700	-	70	200	10	300	La=70
346	S	O	7	.5	2.	-	-	-	.02	15	15	-	-	15	70	L	150	1000	700	200	150	100	10	150	La=70
347	S	R	7	.5	3.	-	-	L	.02	10	L	-	-	10	30	50	200	500	1000	100	150	-	10	150	La=70
348	S	O	5	3	1.5	-	-	-	L	20	20	-	-	7	50	-	100	500	500	150	70	L	7	150	La=70
349	S	O	5	.5	2.	-	-	-	L	15	30	-	-	7	50	-	150	700	700	150	100	200	7	200	La=100
350	S	O	7	.5	1.	-	-	10	L	20	15	-	-	30	50	-	200	1000	700	150	150	-	10	150	La=70
351	S	O	3	.5	1.	-	-	-	L	15	30	-	-	7	50	-	70	500	700	150	100	-	5	200	
352	S	O	7	.5	2.	-	-	10	L	30	30	-	-	20	50	-	150	500	700	150	100	-	10	150	
353	S	R	7	.5	3.	-	-	-	L	30	20	-	-	20	70	-	150	700	1000	200	150	-	15	150	
354	S	O	5	.5	2.	-	-	10	L	15	30	-	-	10	50	50	150	700	700	200	100	150	10	100	
355	a	O	10	.5	3.	-	-	20	L	30	-	-	-	70	100	L	300	1000	100	L	700	200	-	100	Sc=50
357	gw	O	3	.5	1.5	-	L	-	.04	7	10	-	-	7	20	L	200	200	700	300	200	100	2	150	La=70
358	a	R	10	.5	3.	-	-	80	L	20	L	-	-	50	70	L	200	1500	150	L	300	300	-	30	
359	S	R	7	.5	3.	-	-	40	L	20	30	-	-	20	70	L	200	1000	1500	150	200	150	1	150	
360	S	O	5	.5	1.5	-	-	-	L	20	20	-	-	10	50	L	100	500	700	100	100	150	1	150	La=70
361	S	O	1	.05	.15	-	-	-	L	7	20	-	-	-	5	-	20	50	300	70	70	-	-	30	
362	a	O	7	.5	2.	-	-	-	L	5	-	-	-	30	15	L	30	700	100	-	300	150	-	50	
363	a	O	5	.15	2.	-	-	-	.06	15	-	-	-	30	30	L	50	2000	150	70	200	150	3	30	
364	gw	O	3	.15	.5	-	-	L	L	7	15	-	-	-	10	-	20	150	200	70	30	-	1	70	
365	gw	O	15	.7	3.	-	-	-	L	50	-	-	-	50	70	L	150	2000	150	30	1000	150	-	50	
366	pg	R	.5	.005	.05	-	-	120	L	L	30	-	-	-	L	-	L	300	L	-	L	-	2	-	Sn=20
367	pg	R	.7	.005	.05	-	-	-	L	L	70	-	-	-	L	-	L	1000	L	-	-	-	5	-	Sn=20
368	S	R	7	.5	2.	-	-	200	L	50	30	L	-	70	70	50	150	1500	1000	-	150	150	10	100	Sn=70
369	S	R	15	.05	.5	-	-	-	.02	5	50	-	-	-	10	-	10	1000	300	-	20	300	10	30	Sn=15
370	pg	O	1	.02	.1	-	L	L	.02	L	70	-	-	-	L	-	-	500	100	-	-	-	10	-	Sn=50
371	pg	O	.5	.01	.02	-	.5	-	L	L	100	-	-	-	L	-	-	100	200	-	-	-	2	-	Sn=15
372	S	O	5	L	2.	-	-	-	L	15	30	-	-	20	50	L	150	500	1000	-	150	150	2	200	La=100
373	S	O	7	.5	3.	-	L	-	L	20	20	-	-	30	70	L	300	1000	1000	300	200	-	3	100	La=70
374	S	R	5	.3	2.	-	-	-	L	7	30	-	-	20	50	L	150	700	1500	300	200	L	3	150	Sn=10, La=70
375	Su	D	15	.02	.1	1.0	2.5	200	.5	500	5000	10,000	-	20	20	-	20	300	50	10	30	300	3	10	Sn=50, Cd=500, La=100
376	pg	D	15	.02	.15	-	-	-	L	L	50	-	-	-	5	-	L	200	70	2000	-	L	7	-	Sn=20
377	gw	R	15	.1	.3	-	-	10	.02	300	100	-	7	10	20	L	30	200	70	2000	100	-	1.5	70	
378	pg	D	.3	.005	.05	-	-	L	L	L	10	-	-	-	5	-	L	150	L	-	-	-	15	-	
379	S	R	7	.1	1.	.1	-	20	.12	100	20	-	-	7	5	-	30	5000	300	200	70	150	1	50	
380	S	R	15	.1	.7	-	-	160	.06	100	30	-	-	7	20	-	30	2000	200	-	100	-	1	50	
381	S	R	5	.2	1.5	-	-	-	L	15	20	-	-	10	70	-	150	200	500	2000	150	-	1	100	Sn=10, La=70
382	gw	R	3	.007	.05	-	.5	80	.04	15	50	300	-	L	10	-	L	700	20	72000	-	-	5	-	Sn=70
383	S	R	5	.2	1.5	-	-	L	.02	20	30	-	-	7	50	-	100	500	500	100	150	100	1.5	100	
384	S	R	3	.2	1.5	-	-	-	L	7	30	-	-	7	30	-	100	500	500	200	150	100	2	150	
385	S	R	5	.3	.7	-	-	-	L	30	L	-	-	7	50	-	100	200	500	100	300	-	5	150	La=70
386	S	O	5	.2	1.5	-	-	20	L	30	20	-	-	7	50	-	100	500	500	100	150	-	1	100	La=70
387	a	O	3	.15	.5	-	-	-	L	L	10	-	-	L	15	-	30	1000	50	-	70	200	1	150	
388	S	O	5	.2	1.5	-	-	-	L	20	20	-	-	7	20	-	100	500	300	200	100	L	2	100	
389	S	O	3	.2	1.5	-	-	L	L	L	15	-	-	7	30	-	70	500	500	100	100	L	1.5	100	
390	gw	O	3	.1	.7	-	-	-	L	5	10	-	-	-	5	-	15	300	500	-	30	150	1.5	150	
391	gw?	O	5	.3	.7	-	-	-	L	15	15	-	-	L	10	-	100	300	200	200	150	-	2	70	
392	S	R	5	.2	1.	-	-	40	L	20	10	-	-	15	30	-	100	300	300	150	50	-	2	100	
393	gw	O	3	.1	.7	-	-	10	L	7	20	-	-	7	15	-	30	500	500	-	70	150	1.5	100	
394	gw,s	R	3	.15	1.	-	-	70	L	7	30	-	-	7	15	-	50	700	300	-	50	200	2	150	
395	gw,s	R	2	.15	1.	-	-	10	L	20	30	-	-	7	15	-	30	300	500	-	70	100	1.5	100	
396	S	O	3	.2	1.5	-	-	160	.02	10	20	-	-	7	30	-	70	300	300	300	100	100	1.5	150	Sn=L
397	S	R	3	.2	1.5	-	-	10	.02	20	30	-	-	7	50	-	100	500	300	500	100	150	2	100	Sn=10, La=70
398	S	O	3	.15	1.5	-	-	L	L	7	10	-	-	10	30	-	50	500	500	300	70	-	1	150	
399	S	R	.7	.03	L	-	-	40	.02	7	L	-	-	-	5	-	10	10	150	-	50	-	1	20	
400	S	R	3	.1	1.	-	-	-	L	15	30	-	-	7	20	-	50	300	200	-	50	200	3	100	Sc=50, La=70
401	S	O	7	.2	1.5	-	-	80	L	20	70	-	-	20	30	-	100	1500	300	300	100	200	3	100	
402	S	O	3	.15	1.	-	-	-	.02	50	30	-	-	10	20	-	50	500	300	150	70	150	2	200	La=70
403	gw	O	3	.15	1.	-	-	-	L	15	30	-	-	10	20	-	50	300	300	100	70	100	2	150	
404	S	R	5	.2	1.	-	-	160	L	10	20	-	-	15	30	-	100	500	500	200	100	-	1	100	La=70
405	a	R	5	.1	.5	-	-	200	L	50	-	-	-	50	150	-	200	700	200	-	150	50	-	30	
406	S	O	10	.1	1.5	-	-	-	L	30	30	-	-	20	30	-	50	5000	150	150	100	-	1	70	
407	S	O	5	.3	2.	-	-	-	.02	L	-	-	-	30	70	-	200	500	300	70	500	150	-	50	
408	S	R	5	.3	1.5	-	-	-	L	20	20	-	-	20	70	-	150	700	500	200	150	-	2	100	
409	S	R	10	.5	3.	-	-	80	L	70	20	-	-	30	70	-	150	1000	100	-	300	200	-	70	
410	a	R	10	.3	3.	-	-	-	.02	50	-	-	-	50	100	-	100	1000	-	-	300	150	-	50	

SAMPLE NO	ROCK TYPE	SAMPLE SOURCE	Fe	Ti	Mg	Au	Ag	As	Hg	Cu	Pb	Zn	Mo	Co	Ni	W	Cr	Mn	Ba	B	V	Sr	Be	Zr	OTHER
411	gneiss	R	3	.2	1.5	-	-	L	L	30	15	-	-	15	50	-	100	300	300	150	100	L	1	100	
412	s	R	5	.3	1.5	-	-	L	.02	20	20	-	-	15	70	-	100	500	500	150	100	-	1	150	La=70
413	s	R	2	.15	7	-	-	-	L	10	20	-	-	7	70	-	30	300	300	100	30	100	2	150	La=70
414	s	O	3	.15	1	-	-	80	L	10	15	-	-	10	50	-	50	300	300	100	70	100	1	100	
415	s	R	3	.2	.7	-	-	700	L	10	15	-	-	15	50	-	70	700	300	300	70	150	2	100	
416	s	O	3	.2	1.5	-	-	10	.02	10	20	-	-	15	50	-	70	500	500	200	100	100	2	200	
417	s	O	5	.2	1.5	-	-	10	L	50	50	-	-	15	70	-	150	500	500	500	150	150	1.5	100	La=70
418	pg	O	7	.02	.1	-	-	-	L	L	10	-	-	-	5	-	L	700	100	70	-	200	7	-	Sn=50, Nb=100, La=70
419	s	O	5	.2	1	-	-	-	.02	30	30	-	-	20	50	-	100	200	300	500	150	-	2	150	
420	gw	O	2	.1	.5	-	-	-	L	L	20	-	-	5	20	-	20	300	150	-	20	120	2	70	
421	s	O	3	.15	.7	-	-	120	.02	L	30	-	-	7	30	-	50	300	300	200	50	100	5	200	Sn=15
422	gw	O	.7	.03	.15	-	-	-	L	5	-	-	-	-	10	-	10	150	20	-	-	-	-	50	La=70
423	s	O	5	.15	1	-	-	40	L	20	15	-	-	15	50	-	50	300	300	200	70	-	2	100	

REFERENCES CITED

Norton, James J., 1976, Field compilation map of the geology of the Keystone area, Black Hills, South Dakota: U.S. Geological Survey Open-File Map 76-297, scale 1:24,000.