

Caracterización tecnológica de los carbones adyacentes al cerro Corcovado.

Isabel Rey Quijano

Ingeniera Geóloga
Profesora de la Facultad de Minas
Universidad Nacional de Colombia
A.A. 1027 Medellín, Colombia

RESUMEN

El área del Cerro Corcovado se caracteriza por presentar carbones de rangos bajos, medios y altos. En este trabajo se discute principalmente el contenido de humedad, materia volátil, cenizas, carbono fijo, poder calorífico, azufre, índice de hardgrove, índice de hinchamiento, humedad de equilibrio, carbono, hidrógeno, nitrógeno y Oxígeno, así como su reflectancia media y composición maceral.

PALABRAS CLAVES

Carbón
Rango
Reflectancia
Caracterización

ABSTRACT

The area of the neck Corcovado is characterized for having coals of different ranges; low, medium and high. In this study the discussion is centered on the contents of moisture, volatile matter, ash, fixed carbon, calorific value, sulphur, hardgrove grindability, swelling index, equilibrium moisture, carbon, hydrogen, oxygen and nitrogen, furthermore the reflectance medium and maceral composition.

KEY WORDS

Coal
Range
Reflectance
Characterization

1. INTRODUCCION

La zona del Cerro Corcovado es una de las áreas mineras dentro del Distrito carbonífero de Amagá. Se halla ubicada al suroeste del Departamento de Antioquia entre la población de Titiribí y la vereda de Albania (Fig. 1). La minería del área se concentra principalmente en las zonas del Manchal, Las Juntas, Excarbón y Corcovado y su nivel tecnológico es en general rudimentario.

La presente discusión tuvo como punto de partida las investigaciones realizadas por Gómez y Quintero ⁽¹⁾ y Rey ⁽²⁾ sobre el estudio físico-químico de los carbones de la zona.

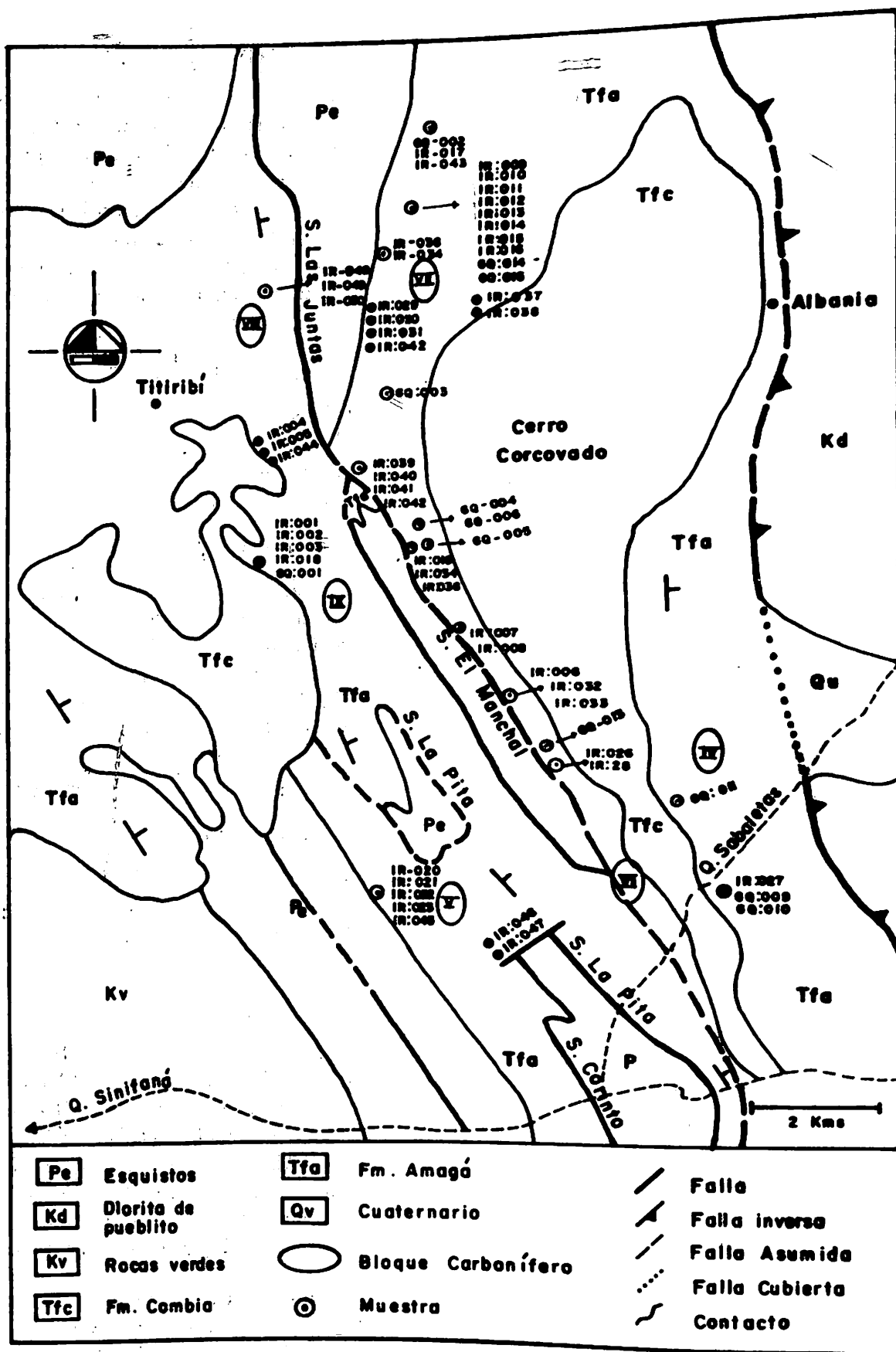


Figura 1. Mapa de la región y ubicación de los bloques carboníferos.

El propósito de este artículo es documentar las características tecnológicas de los carbones adyacentes al Cerro Corcovado con miras hacia una mejor utilización y comercialización.

2. GEOLOGIA LOCAL

2.1. Esquistos verdes de Sabaletas (Pe?).

Esta unidad fué cartografiada por Grosse (1926); y aflora en una faja de dirección aproximadamente N-S de unos 50 Kms de largo que se extiende desde la quebrada Sinifaná hasta Santa Fé de

Antioquia. En ella predominan los esquistos verdes con algunas intercalaciones de esquistos sericiticos-grafíticos con venas de cuarzo lechoso y esquistos calcáreos. La secuencia presenta muy buena foliación con rumbo normalmente noroeste y buzamientos fuertes al oeste. Estas rocas están compuestas por albita, actinolita, moscovita, epidota, calcita y clorita. Según Grosse (1926) su edad corresponde al precámbrico sin embargo Restrepo y Tossaint (1976) establecen una edad mínima de 127 ± 5 m.a. o sea cretáceo temprano ⁽³⁾.



2.2. Diorita de Pueblito (Kd).

El conjunto de diorita, gabro y peridotita forma parte del Complejo Ofiolítico del Cauca (Restrepo y Toussaint, 1975) y cuya edad cretáceo temprano se obtuvo mediante la datación de un gabro anfibólico (Restrepo y Toussaint, 1976). Posteriormente se dató una pegmatita la cual dió una edad de 163 ± 10 m.a. jurásico (Toussaint y Restrepo, 1978). Esta unidad de dirección N-S aflora en el extremo Este de la zona, limitada por la falla Cascajosa. Se caracteriza por su color gris, grano medio a fino compuestas por plagioclasa y máficos (Hornblenda?). La diorita presenta algunas variaciones texturales y composicionales^(1,2).

2.3. Rocas verdes (Kv).

Estas rocas hacen parte del complejo ofiolítico del Cauca (Restrepo y Toussaint, 1975). Este cuerpo aflora al oeste de Titiribí y son rocas de color verde a gris verdoso, densas, compuestas por plagioclasa y augita⁽²⁾.

2.4. Formación Amagá (Tfa).

Esta unidad sedimentaria fué denominada por Scheibe (1919) Formación Carbonífera de Antioquia; Grosse (1926) la llamó Terciario Carbonífero de Antioquia y además la dividió en tres pisos: Inferior, medio y superior de acuerdo con la presencia de mantos de carbón económicamente explotables; Van Der Hammen (1958) le cambia el nombre por el de Formación Antioquia; Botero (1962) retoma el nombre dado por Scheibe; González (1976) la denomina Formación Amagá y le cambia el nombre de piso por el de miembro; Delsahut y Tejada (1983), la redefinen dividiéndola en dos miembros; Guzmán y Sierra (1984), corroboran la división litoestratigráfica en dos miembros, pero a su vez subdividen el miembro inferior en 4 conjuntos: Conglomerático basal, areno-arcillosos basal, carbonífero inferior y carbonífero medio; Guzmán (1991), plantea para la Formación Amagá una subdivisión en tres miembros: Miembro Peñitas, Miembro Sabaletas y Miembro Fredonia.

Esta unidad sedimentaria aflora exclusivamente en la zona entre los sistemas de falla Romeral al este y Cauca al oeste. La edad ha sido establecida con

base en criterios paleontológicos por van Der Hammen (1958), como oligoceno superior y por Escobar y Rozo (1984) como Eoterciaria, edad propuesta por González (1980)⁽²⁾.

Ramírez (1991), apoyado en columnas estratigráficas, tectónica, magmatismo (vulcanismo?) y calidad de los carbones, la dividió en 9 bloques carboníferos⁽⁴⁾: I. Amagá, II. Hoyo Grande, III. Venecia, IV. La Siria, V. El Banco, VI. Corcovado, VII. Excarbón, VIII. Hulleras, IX. Titiribí sur, de los cuales, los seis primeros afloran en el área (Fig. 1).

- **Bloque La Siria.** Se caracteriza por sus carbones de alto rango como Antracitas y Semiantracitas que probablemente corresponden a mantos localizados en la parte inferior del Miembro Superior de la Formación Amagá, ya que son de poco espesor.

- **Bloque El Banco.** Presenta carbones Sub-bituminosos A y B.

- **Bloque Corcovado.** Constituido por mantos del Miembro medio e Inferior, los cuales se clasifican como Sub-bituminosos A y Bituminosos altos en volátiles C.

- **Bloque Excarbón.** Contiene mantos del Miembro medio e Inferior que se clasifican como Bituminosos altos en volátiles hasta medios en volátiles.

- **Bloque Hulleras.** Presenta mantos muy delgados correspondientes al Miembro Inferior. Estos mantos se ubican en el límite Bituminosos altos en volátiles y Bituminosos medios en volátiles.

- **Bloque Titiribí sur.** Se caracteriza por tener mantos de poco espesor pertenecientes a las partes superiores del Miembro Inferior. Se clasifican como Bituminosos bajos en volátiles hasta Semiantracitas.

2.5. Pórfidos andesíticos (Tfc).

En la zona afloran una serie de intrusivos de composición intermedia-ácida, presentando una morfología característica que sobresale topográficamente sobre otras unidades.

En el área de investigación esta unidad está representada por un cuerpo ubicado al sur de Titiribí y otro al este; a este último se le ha denominado Cerro Corcovado. Dicho cerro intruye la Formación Amagá mostrando el Terciario superior en su flanco oriental y el Terciario medio en su costado occidental. Su longitud es de unos 7 kms y su ancho al norte de 2.2 kms mientras que al sur, en la Quebrada Sinifaná es de 200 metros. El cerro se compone de una roca de textura porfirítica tipo andesita cuyos constituyentes principales son la homblenda de forma acicular y los fenocristales de plagioclasa envueltos en una matriz fina de color gris claro^(1,9).

Según Grosse, 1926 el Cerro Corcovado intruyó mas o menos en el limite entre los pisos medio y superior del terciario carbonífero. Jaramillo, 1974 data por huellas de fisión en circon, dos muestras cuyas edades son 9.5 y 10.5 m.a. y Jaramillo, 1976 los considera como intrusivos posteriores a la Formación Combiá. Mas tarde González, 1980 y MacDonal, 1980, datan una muestra de el Corcovado por el método K/Ar, obteniendo edades que varían entre 6 y 9 m.a.⁽²⁾

2.6. Depósitos Cuaternarios (Qu).

2.6.1. Depósitos coluviales. Los coluviones se presentan principalmente en pendientes moderadas y constan de grandes

bloques de rocas volcánicas y sedimentarias que cubren parcialmente los sedimentos de la Formación Amagá. Hay dos franjas claramente diferenciables: Una se extiende desde más arriba de la cabecera municipal de Titiribí en la confluencia de las quebradas El Medio y Las Juntas hasta más abajo de Charcohondo. La otra franja se encuentra en la parte norte del Cerro Corcovado.

2.6.2. Depósitos aluviales. En estos depósitos los rasgos más importantes son las terrazas con material arenoso y conglomerático en las quebradas Piedras Blancas, La Pita y Sinifaná.

3. MARCO TECTONICO LOCAL.

Los contactos entre las diferentes unidades son en su mayoría tectónicos, debido a que la zona ha sido afectada por el sistema de fallas Cauca-

Romeral^(6,7). En la zona sobre la falda oeste de la Loma los Alpes existe un contacto fallado entre los esquistos verdes y la Formación Amagá denominada "sobrescurrimiento de Las Juntas"⁽⁸⁾. En el corregimiento El Libano (Albania), se logra visualizar la Falla Cascajosa que limita la Diorita de Pueblito y la Formación Amagá. En el limite entre el coluvión de la quebrada La Zarzala y la unidad sedimentaria se presentan indicios de falla con ciertas características como rompimiento brusco del terreno, escarpes alineados en sentido N-S, cambio de buzamiento de los estratos a ambos lados de la posible falla, siendo más pronunciado al Este. Además en la zona sobresalen algunos sobrescurrimientos como el Guamo, Corinto La Pita y El Manchal⁽⁸⁾.

4. ANALISIS FISICO-QUIMICO Y PETROGRAFICO DE LOS CARBONES

La caracterización de los carbones del presente estudio, se hizo con base en 61 muestras recolectadas en la zona^(1,2) correspondientes a los bloques carboníferos. VIII, VII, IX, VI, IV y V. El estudio consistió en el análisis de los siguientes parámetros: ensayos próximo, elemental, poder calorífico, azufre, reflectancia de la vitrinita y porcentaje de macerales para las 61 muestras; mientras que los análisis de índice de hinchamiento, humedad de equilibrio, índice de hardgrove solo se hicieron para 50 muestras (Tabla 1 y 2). De acuerdo con los resultados de la tablas 1 y 2 se tiene que las muestras analizadas presentan valores de humedad relativamente bajos, pues el 81.3% de los carbones tienen humedades menores del 7% y el 84.4% de ellos presentan contenidos de ceniza menores del 7%. La materia volátil (Lhc) se presenta entre 7.78 y 56.47%; este intervalo tan amplio refleja la diferencia de rango que en cierta medida tiene que ver con la cercanía al intrusivo volcánico. El poder calorífico (Lhcz) presenta variaciones, las cuales se dan con un aumento muy leve con la reflectancia y con la localización de la muestra. En general el 64.5% de los carbones del área tienen un poder calorífico > de 11690 BTU/Lb. El 71% de los carbones presentan niveles de azufre < de 1%. Los carbones de la zona presentan niveles de carbono en un promedio de 84.2%, hidrógeno en un 6.3%, oxígeno en un 14.3% y el nitrógeno en un 1.17%. Los tres primeros elemen-

tos varían con el rango y están muy relacionados con la localización de la muestra tanto la materia volátil como la reflectancia media; el nitrógeno aparentemente no muestra esa dependencia. El índice de hardgrove se encuentra entre 40 y 70 en un 56% de los carbones analizados. El 40% de los carbones estudiados no aglomeran y el 52% tienen un índice de hinchamiento entre 1/2 a 1, y solo un 8% tienen un índice > de 1. La humedad de equilibrio se presenta en cantidad menor del 10% en el 54% de los carbones investigados. Microscópicamente los carbones revelan la presencia de los tres grupos de macerales (vitritina, exinita e inertinita), con el grupo vitrinitico como dominante (73-99%). Los valores de reflectancia varían entre 0.42% y 4.18% y están relacionados con una disminución de la materia volátil, oxígeno, hidrógeno y en parte la humedad así como con un aumento de carbono fijo, carbono elemental y poder calorífico. El 76% de los carbones del área son de rango Bituminosos altos en volátiles tipo A, B y C; un 9% Bituminosos medios en volátiles, un 4% Sub-Bituminosos y un 11% correspondiente a carbones de rango Semi-antracitas y Antracitas.

5. CONCLUSIONES:

De los resultados de los análisis se desprenden las siguientes conclusiones:

- En términos generales la calidad de los carbones de la zona indica que son adecuados para ser utilizados en procesos térmicos, especialmente para combustión en calderas e incluso para uso doméstico porque: a. El mayor porcentaje de carbones (81.3%) tienen humedades < 7%, lo que permite prever que estos son aceptables en combustión puesto que las tolvas y trituradoras no aceptan carbones con humedades > de 7 y 8%; b. Los carbones de la zona son limpios (cenizas < 10); c. En las calderas típicas, de carbón pulverizado se requiere un mínimo de 24% y un máximo de 44% de materia volátil (Lhcz); d. En el

diseño de calderas se desea un poder calorífico > de 10.000 BTU/Lb; e. en las calderas de combustible pulverizado se aceptan carbones con rangos entre 40 y 70 de Índice de Hargrove.

- El bloque IX (Titiribí Sur) y IV (La Siria) presentan el mayor rango de carbonificación, lo cual permite establecer que el contenido de materia volátil depende de la localización de la muestra.

- Los únicos carbones con posibilidades coquizables se encuentran en bloque VIII (Hulleras).

- Los carbones menos contaminantes (azufre < 0.7%) se presentan en el bloque V (El Banco).

6. BIBLIOGRAFIA

1. GOMEZ, G. Y QUINTERO, L. Geología y estudio de los carbones del Cerro Corcovado cerca a Titiribí Antioquia. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín. 1990. 137p.
2. REY, I. Estudio físico-químico de los carbones de la Formación Amagá en el área Albania - Titiribí - Sabaletas. Tesis de Magister. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas, Medellín. 1993. 245p.
3. RESTREPO, J.J. Guía para la geología del flanco noroccidental de la cordillera central: Carretera Medellín-Amagá-Albania-Bolombolo. Bol. Ciencias de la Tierra. No. 7-8., 1982-1983. Medellín. pp168-187
4. RAMIREZ, P. Carbones de rangos medios y altos de la Formación Amagá (Antioquia). 1er Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Carbón. Medellín. 1991. 15p.
5. BARRIENTOS, H. e HINCAPIE, G. Geología de la zona comprendida entre la cabecera del Municipio de Titiribí y la Quebrada Amagá. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín. 1984. 170p.
6. TOUSSAINT, J.F. Grandes rasgos geológicos de la parte septentrional del occidente colombiano. Boletín Ciencias de la Tierra. No. 3. Medellín. 1978 pp.153-158
7. SANCHEZ, L. Factores tectónicos que intervinieron en la configuración de la cuenca carbonífera de Amagá. Tesis de Magister. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. 1991. 209p.

Tabla 1. Análisis físico-químicos de los carbones en la zona del Corcovado (Csa):

Muestra	Bloque Carbonífero	Humedad Residual % peso	Cenizas % peso	Materia Volátil % peso	Carbono Fijo % peso	Poder Calorífico Cal/gr.	Azufre Total % peso	Humedad de Equilibrio % peso	Carbono % peso	Hidrógeno % peso
IR-03	IX	1.13	2.95	11.85	84.07	8091	1.15	3.13	85.14	3.95
IR-02	IX	1.21	2.95	9.98	85.86	8194	1.15	3.38	84.12	3.75
IR-01	IX	1.54	4.91	8.79	84.76	7813	1.04	3.78	84.91	3.15
IR-12	VII	4.70	4.45	42.08	48.77	6961	0.64	5.95	70.01	5.79
IR-14	VII	2.92	2.55	42.49	52.04	7483	0.65	4.70	74.91	5.92
IR-15	VII	3.74	2.52	43.10	50.64	7208	0.41	5.62	73.42	5.92
IR-16	VII	2.00	3.08	38.99	55.93	7548	0.52	4.69	70.42	5.45
IR-13	VII	3.82	2.52	42.69	50.97	7198	1.01	5.90	72.46	5.69
IR-09	VII	4.83	8.40	39.63	47.14	6337	0.36	7.13	64.98	5.33
IR-05	IX	0.74	6.19	15.27	77.80	7768	0.78	2.60	82.88	4.03
IR-06	VI	2.27	9.09	36.91	51.73	6973	3.62	6.60	67373	5.15
IR-07	VI	3.44	4.37	38.81	53.38	6919	1.63	6394	74.42	5.45
IR-08	VI	3.73	2.61	39.65	54.01	7093	0.54	4.89	72.80	5.70
IR-10	VII	4.73	7.10	40.86	47.31	6257	0.89	6.96	65.61	5.43
IR-17	VII	4.47	6.07	41.99	47.47	6085	1.58	10.02	62.93	5.48
IR-04	IX	0.79	3.51	16.67	79.03	8151	1.08	2.34	84.97	4.43
IR-11	VII	3.41	5.07	43.12	48.40	6927	0.85	5.81	69.15	5.61
IR-18	IX	0.52	5.82	15.78	77.88	7795	1.04	4.14	83.25	4.08
IR-19	VI	8.43	7.12	40.61	43.84	6076	0.43	11.32	61.98	5.69
IR-20	V	5.62	2.01	44.63	47.74	6831	0.69	8.83	69.92	6.02
IR-21	V	8.10	2.49	43.66	45.75	6306	0.39	11.44	65.38	5.94
IR-22	V	8.60	3.46	44.00	43.94	6367	0.42	11.42	65.05	6.17
IR-23	V	9.10	5.80	39.94	45.16	5888	0.48	12.10	61.69	5.64
IR-24	VII	4.40	3.87	40.66	51.07	6553	0.66	6.52	69.66	5.59
IR-25	VI	6.78	3.66	39.92	49.64	6635	0.73	7.37	67.30	5.43
IR-26	VI	8.34	3.67	42.94	45.05	6491	0.49	4.14	66.01	6.24
IR-27	IV	2.55	3.67	7.78	84.00	7850	0.67	4.34	87.01	2.91
IR-28	VI	3.55	5.94	33.24	57.27	7041	0.67	6.12	72.33	5.13
IR-29	VII	3.58	1.86	45.56	49.00	7192	0.39	6.21	72.25	5.87
IR-30	VII	4.61	4.06	45.28	46.05	7214	0.65	5.48	70.49	6.01
IR-31	VII	3.54	2.14	45.07	49.25	7214	0.62	4.98	72.46	5.88
IR-32	VI	3.34	2.45	25.35	68.86	7489	1.33	4.78	77.78	5.02
IR-33	VI	1.04	5.31	22.17	71.48	8041	0.79	2.71	81.51	4.54
IR-34	VI	7.52	3.67	40.64	48.17	6606	0.66	9.03	67.14	5.95
IR-35	VI	5.67	2.35	43.87	48.11	6775	0.43	7.22	70.04	6.08
IR-36	VII	3.83	8.58	39.02	48.57	6534	0.78	5.99	65.63	5.39
IR-37	VII	3.91	3.02	41.72	51.35	6993	0.61	7.31	72.62	5.82
IR-38	VII	4.62	13.03	38.70	43.60	6091	2.25	7.07	61.95	5.24
IR-39	VI	5.64	3.09	35.18	56.09	6804	0.36	8.18	71.02	5.55
IR-40	VI	5.46	1.88	41.82	58.84	7045	0.61	7.94	70.97	5.98
IR-41	VI	5.80	0.54	42.42	51.24	6873	0.56	6.93	70.65	5.96
IR-42	VI	4.52	2.52	43.51	49.45	7165	0.59	5.71	71.74	6.04
IR-43	VI	7.12	5.37	41.25	46.26	6098	1.62	8.88	64.21	5.80
IR-44	XI	1.08	4.43	13.42	81.07	8028	1.05	2.39	83.78	4.10
IR-45	V	10.00	6.37	39.40	44.23	6112	0.50	11.66	61.70	6.09
IR-46	VI	9.05	3.07	40.82	47.86	6250	0.62	11.00	65.07	6.00
IR-47	VI	9.50	5.22	40.33	44.95	6006	0.57	11.54	62.84	5.90
IR-48	VIII	0.56	3.99	34.64	60.81	7619	0.83	1.42	81.38	5.58
IR-49	VIII	1.46	2.54	36.71	59.29	7882	0.98	2.65	78.63	5.71
IR-50	VIII	3.45	3.61	35.69	57.25	7113	0.73	4.68	75.11	5.69
GQ-01	IX	1.74	11.41	13.87	72.90	5740	0.64	-	74.52	2.58
GQ-02	VII	9.20	1.81	41.80	47.19	5342	0.69	-	63.60	5.25
GQ-03	VI	4.80	2.04	46.00	47.16	6092	0.67	-	70.40	5.61
GQ-05	VI	8.25	9.69	46.34	35.72	4602	0.83	-	58.14	4.95
GQ-06	VI	3.75	4.37	10.08	81.80	5866	1.73	-	81.19	3.42
GQ-09	IV	3.26	2.93	13.25	80.56	7544	0.95	-	82.54	5.53
GQ-10	IV	3.42	3.30	10.65	82.63	6758	0.57	-	81.75	7.57
GQ-11	IV	2.31	5.92	23.88	67.89	4340	2.67	-	78.96	9.06
GQ-13	IX	6.37	2.38	39.39	51.89	5838	0.69	-	85.45	6.67
GQ-14	VII	1.50	3.74	22.85	71.91	-	-	-	-	-
GQ-15	VII	3.60	3.28	8.48	84.64	-	-	-	-	-

Continuación Tabla 1

Muestra	Bloque Carbonífero	Nitrógeno % peso	Oxígeno % peso	Índice de Hinchamiento	Índice de Molenda Hargrove	Poder Reflector Rmedia	Vitrinita %	Análisis Exnita %	Maceral Inertinita %	Minerales %
IR-03	IX	1.87	4.94	0	68	2.21	98	0	0	2
IR-02	IX	1.88	4.15	0	47	2.40	83	14	2	1
IR-01	IX	1.92	4.08	0	29	2.79	97	0	1	2
IR-12	VII	1.03	18.08	1	44	0.49	87	10	2	1
IR-14	VII	1.21	14.76	1	43	0.59	95	1	2	2
IR-15	VII	1.19	16.54	1	44	0.57	88	8	4	0
IR-16	VII	1.31	19.22	1	49	0.72	97	1	0	1
IR-13	VII	1.32	17.00	1	44	0.58	89	7	2	2
IR-09	VII	1.11	19.49	1	42	0.59	87	10	1	2
IR-05	IX	1.69	4.44	1/2	94	1.98	97	2	0	1
IR-06	VI	1.37	13.04	1 1/2	44	0.64	87	10	2	1
IR-07	VI	1.35	12.78	1/2	52	0.64	93	5	1	1
IR-08	VI	1.46	16.89	1	47	0.69	92	5	3	0
IR-10	VII	1.31	19.66	1/2	38	0.52	83	11	2	4
IR-17	VII	1.29	22.65	0	55	0.48	84	9	1	6
IR-04	IX	1.73	4.28	1/2	102	1.71	97	1	1	1
IR-11	VII	1.31	18.01	1	42	0.57	90	4	1	5
IR-18	IX	1.71	4.10	0	99	1.94	99	1	0	0
IR-19	VI	1.24	23.54	1/2	41	0.44	84	10	2	4
IR-20	V	1.28	20.08	1	40	0.48	82	10	4	4
IR-21	V	1.32	24.48	1/2	46	0.47	73	16	11	0
IR-22	V	1.36	23.54	0	41	0.42	79	15	4	2
IR-23	V	1.14	25.25	0	42	0.48	84	12	2	2
IR-24	VII	1.29	18.93	1	45	0.59	87	8	1	4
IR-25	VI	1.44	21.44	0	35	0.53	90	6	2	2
IR-26	VI	1.29	22.30	0	34	0.44	75	20	2	3
IR-27	IV	1.81	3.93	0	34	3.80	97	0	0	3
IR-28	VI	1.27	14.66	1	52	0.84	94	3	1	2
IR-29	VII	1.57	18.06	1	43	0.50	81	13	4	2
IR-30	VII	1.73	17.06	1	40	0.48	86	8	3	2
IR-31	VII	1.52	17.38	1	44	0.55	85	9	4	2
IR-32	VI	2.13	11.29	0	93	1.29	97	1	1	1
IR-33	VI	2.00	5.85	0	103	1.53	96	2	0	2
IR-34	VI	1.38	21.20	0	39	0.53	83	10	3	4
IR-35	VI	1.35	19.55	1	39	0.53	90	7	2	1
IR-36	VII	1.28	18.34	0	41	0.54	78	8	2	12
IR-37	VII	1.49	16.44	1	42	0.57	88	6	2	4
IR-38	VII	1.11	16.37	0	48	0.50	86	9	1	4
IR-39	VI	1.45	18.53	0	46	0.82	91	4	3	2
IR-40	VI	1.51	19.05	1	40	0.52	92	5	1	2
IR-41	VI	1.55	20.74	1	40	0.56	99	0	0	1
IR-42	VI	1.55	17.56	1	41	0.53	88	9	2	1
IR-43	VI	1.48	21.52	1	52	0.47	80	16	12	2
IR-44	XI	1.74	4.90	0	87	2.02	93	4	1	2
IR-45	V	1.32	24.02	0	37	0.46	84	10	3	3
IR-46	VI	1.37	23.87	0	40	0.49	85	13	1	1
IR-47	VI	1.31	24.16	0	36	0.47	80	15	3	2
IR-48	VIII	1.75	6.47	8	128	1.00	93	4	1	2
IR-49	VIII	1.70	10.44	2 1/2	80	0.80	89	6	3	2
IR-50	VIII	1.69	13.17	1 1/2	68	0.71	92	4	2	2
GQ-01	IX	1.19	9.66	—	—	2.40	97	—	—	3
GQ-02	VII	0.82	27.83	—	—	0.44	76	18	4	3
GQ-03	VI	0.93	20.35	—	—	—	—	—	—	—
GQ-05	VI	0.60	25.79	—	—	—	—	—	—	—
GQ-06	VI	1.68	7.61	—	—	2.13	88	—	1	11
GQ-09	IV	—	—	—	—	1.95	90	—	—	10
GQ-10	IV	—	—	—	—	3.31	92	—	—	8
GQ-11	IV	—	—	—	—	1.06	91	—	—	9
GQ-13	IX	—	—	—	—	0.60	88	7	3	2
GQ-14	VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GQ-15	VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 1. Análisis físico-químicos de los carbones en la zona del Corcovado (Csa):

Muestra	Bloque Carbonífero	Humedad Residual % peso	Cenizas % peso	Materia Volátil % peso	Carbón Fijo % peso	Poder Calorífico Cal/gr.	Azufre Total % peso	Humedad de Equilibrio % peso	Carbón % peso	Hidrógeno % peso
IR-03	IX	1.13	2.95	11.85	84.07	8091	1.15	3.13	85.14	3.95
IR-02	IX	1.21	2.95	9.98	85.86	8194	1.15	3.38	84.12	3.75
IR-01	IX	1.54	4.91	8.79	84.76	7813	1.04	3.78	84.91	3.15
IR-12	VII	4.70	4.45	42.08	48.77	6961	0.64	5.95	70.01	5.79
IR-14	VII	2.92	2.55	42.49	52.04	7483	0.65	4.70	74.91	5.92
IR-15	VII	3.74	2.52	43.10	50.44	7208	0.41	5.62	73.42	5.92
IR-16	VII	2.00	3.08	38.99	55.93	7548	0.52	4.69	70.42	5.45
IR-13	VII	3.82	2.52	42.69	50.97	7198	1.01	5.98	72.46	5.69
IR-09	VII	4.83	8.40	39.63	47.14	6337	0.36	7.13	64.98	5.33
IR-05	IX	0.74	6.19	15.27	77.80	7768	0.78	2.60	82.88	4.03
IR-06	VI	2.27	9.09	34.91	51.73	6973	3.62	6.60	67.973	5.15
IR-07	VI	3.44	4.37	38.81	53.38	6919	1.63	6.94	74.42	5.45
IR-08	VI	3.73	2.61	39.65	54.01	7093	0.54	4.89	72.80	5.70
IR-10	VII	4.73	7.10	40.86	47.31	6257	0.89	6.96	65.61	5.43
IR-17	VII	4.47	6.07	41.99	47.47	6085	1.58	10.02	62.93	5.48
IR-04	IX	0.79	3.51	16.67	79.03	8151	1.08	2.34	84.97	4.43
IR-11	VII	3.41	5.07	43.12	48.40	6927	0.85	5.81	69.15	5.61
IR-18	IX	0.52	5.82	15.78	77.88	7795	1.04	4.14	83.25	4.08
IR-19	VI	8.43	7.12	40.61	43.84	6076	0.43	11.32	61.98	5.69
IR-20	V	5.62	2.01	44.63	47.74	6831	0.69	8.83	69.92	6.02
IR-21	V	8.10	2.49	43.66	45.75	6306	0.39	11.44	65.38	5.94
IR-22	V	8.60	3.46	44.00	43.94	6367	0.42	11.42	65.05	6.17
IR-23	V	9.10	5.80	39.94	45.16	5888	0.48	12.10	61.69	5.64
IR-24	VII	4.40	3.87	40.66	51.07	6553	0.66	6.52	69.66	5.59
IR-25	VI	6.78	3.66	39.92	49.44	6655	0.73	7.37	67.30	5.43
IR-26	VI	8.34	3.67	42.94	45.05	6491	0.49	4.14	66.01	6.24
IR-27	IV	2.55	3.67	7.78	86.00	7850	0.67	4.34	87.01	2.91
IR-28	VI	3.55	5.94	33.24	57.27	7041	0.67	6.02	72.33	5.13
IR-29	VII	3.58	1.86	45.56	49.00	7192	0.39	6.21	72.25	5.87
IR-30	VII	4.61	4.06	45.28	46.05	7214	0.45	5.48	70.49	6.01
IR-31	VII	3.54	2.14	45.97	49.25	7214	0.62	4.98	72.46	5.88
IR-32	VI	3.34	2.45	25.35	68.86	7489	1.33	4.78	77.78	5.02
IR-33	VI	1.04	5.31	22.17	71.48	8041	0.79	2.71	81.51	4.54
IR-34	VI	7.52	3.67	40.64	48.17	6606	0.66	9.03	67.14	5.95
IR-35	VI	5.67	2.35	43.87	48.11	6775	0.63	7.22	70.04	6.08
IR-36	VII	3.83	8.58	39.02	48.57	6534	0.78	5.99	65.63	5.39
IR-37	VII	3.91	3.02	41.72	51.35	6993	0.61	7.31	72.62	5.82
IR-38	VII	4.62	13.03	38.70	43.60	6091	2.25	7.07	61.95	5.24
IR-39	VI	5.64	3.09	35.18	56.09	6804	0.36	8.18	71.02	5.55
IR-40	VI	5.46	1.88	41.82	50.84	7045	0.61	7.94	70.97	5.98
IR-41	VI	5.80	0.54	42.42	51.24	6873	0.56	6.93	70.65	5.96
IR-42	VI	4.52	2.52	43.51	49.45	7165	0.59	5.71	71.74	6.04
IR-43	VI	7.12	5.37	41.25	46.26	6098	1.62	8.88	64.21	5.80
IR-44	XI	1.08	4.43	13.42	81.07	8028	1.05	2.39	83.78	4.10
IR-45	V	10.00	6.37	39.40	44.23	6112	0.50	11.66	61.70	6.09
IR-46	VI	9.05	3.07	40.82	47.06	6250	0.62	11.00	65.07	6.00
IR-47	VI	9.50	5.22	40.33	44.95	6006	0.57	11.54	62.84	5.90
IR-48	VIII	0.56	3.99	34.64	60.81	7619	0.83	1.42	81.38	5.58
IR-49	VIII	1.46	2.54	36.71	59.29	7882	0.98	2.65	78.63	5.71
IR-50	VIII	3.45	3.61	35.69	57.25	7113	0.73	4.68	75.11	5.69
GQ-01	IX	1.74	11.41	13.87	72.90	5740	0.64	—	74.52	2.58
GQ-02	VII	9.20	1.81	41.80	47.19	5342	0.69	—	63.60	5.25
GQ-03	VI	4.80	2.04	46.00	47.16	6092	0.67	—	70.40	5.61
GQ-05	VI	8.25	9.69	46.34	35.72	4602	0.83	—	58.14	4.95
GQ-06	VI	3.75	4.37	10.08	81.80	5866	1.73	—	81.19	3.42
GQ-09	IV	3.26	2.93	13.25	80.56	7564	0.95	—	82.54	5.53
GQ-10	IV	3.42	3.30	10.65	82.63	6758	0.57	—	81.75	7.57
GQ-11	IV	2.31	5.92	23.88	67.89	4340	2.67	—	78.96	9.06
GQ-13	IX	6.37	2.38	39.39	51.89	5838	0.69	—	85.45	6.67
GQ-14	VII	1.50	3.74	22.85	71.91	—	—	—	—	—
GQ-15	VII	3.60	3.28	8.48	84.64	—	—	—	—	—

Continuación Tabla 1

Muestra	Bloque Carbonífero	Nitrógeno % peso	Orígeno % peso	Índice de Hinchamiento	Índice de Molenda Hargrove	Poder Reflector Rmedia	Vitrinita %	Análisis Esérita %	Maceral Inerente %	Minerales %
IR-03	IX	1.87	4.94	0	68	2.21	98	0	0	2
IR-02	IX	1.88	4.15	0	47	2.40	83	14	2	1
IR-01	IX	1.92	4.08	0	29	2.79	97	0	1	2
IR-12	VII	1.03	18.08	1	44	0.49	87	10	2	1
IR-14	VII	1.21	14.76	1	43	0.59	95	1	2	2
IR-15	VII	1.19	16.54	1	44	0.57	88	8	4	0
IR-16	VII	1.31	19.22	1	49	0.72	97	1	0	1
IR-13	VII	1.32	17.00	1	44	0.58	89	7	2	2
IR-09	VII	1.11	19.49	1	42	0.59	87	10	1	2
IR-05	IX	1.69	4.44	1/2	94	1.98	97	2	0	1
IR-06	VI	1.37	13.04	1 1/2	44	0.44	87	10	2	1
IR-07	VI	1.35	12.78	1/2	52	0.64	93	5	1	1
IR-08	VI	1.46	16.89	1	47	0.69	92	5	3	0
IR-10	VII	1.31	19.66	1/2	38	0.52	83	11	2	4
IR-17	VII	1.29	22.65	0	55	0.48	84	9	1	6
IR-04	IX	1.73	4.28	1/2	102	1.71	97	1	1	1
IR-11	VII	1.31	18.01	1	42	0.57	90	4	1	5
IR-18	IX	1.71	4.10	0	99	1.94	99	1	0	0
IR-19	VI	1.24	23.54	1/2	41	0.44	84	10	2	4
IR-20	V	1.28	20.08	1	40	0.48	82	10	4	4
IR-21	V	1.32	24.48	1/2	46	0.47	73	16	11	0
IR-22	V	1.36	23.54	0	41	0.42	79	15	4	2
IR-23	V	1.14	25.25	0	42	0.48	84	12	2	2
IR-24	VII	1.29	18.93	1	45	0.59	87	8	1	4
IR-25	VI	1.44	21.44	0	35	0.53	90	6	2	2
IR-26	VI	1.29	22.30	0	34	0.44	75	20	2	3
IR-27	IV	1.81	3.93	0	34	3.80	97	0	0	3
IR-28	VI	1.27	14.66	1	52	0.84	94	3	1	2
IR-29	VII	1.57	18.06	1	43	0.50	81	13	4	2
IR-30	VII	1.73	17.06	1	40	0.48	86	8	3	2
IR-31	VII	1.52	17.38	1	44	0.55	85	9	4	2
IR-32	VI	2.13	11.29	0	93	1.29	97	1	1	1
IR-33	VI	2.00	5.85	0	103	1.53	96	2	0	2
IR-34	VI	1.38	21.20	0	39	0.53	83	10	3	4
IR-35	VI	1.35	19.55	1	39	0.53	90	7	2	1
IR-36	VII	1.28	18.34	0	41	0.54	78	8	2	12
IR-37	VII	1.49	16.44	1	42	0.57	88	6	2	4
IR-38	VII	1.11	16.37	0	48	0.50	86	9	1	4
IR-39	VI	1.45	18.53	0	46	0.82	91	4	3	2
IR-40	VI	1.51	19.05	1	40	0.52	92	5	1	2
IR-41	VI	1.55	20.74	1	40	0.56	99	0	0	1
IR-42	VI	1.55	17.56	1	41	0.53	88	9	2	1
IR-43	VI	1.48	21.52	1	52	0.47	80	16	12	2
IR-44	XI	1.74	4.90	0	87	2.02	93	4	1	2
IR-45	V	1.32	24.02	0	37	0.46	84	10	3	3
IR-46	VI	1.37	23.87	0	40	0.49	85	13	1	1
IR-47	VI	1.31	24.16	0	36	0.47	80	15	3	2
IR-48	VII	1.75	6.47	8	128	1.00	93	4	1	2
IR-49	VII	1.70	10.44	2 1/2	80	0.80	89	6	3	2
IR-50	VIII	1.69	13.17	1 1/2	68	0.71	92	4	2	2
GQ-01	IX	1.19	9.66	—	—	2.40	97	—	—	3
GQ-02	VII	0.82	27.83	—	—	0.44	76	18	4	3
GQ-03	VI	0.93	20.35	—	—	—	—	—	—	—
GQ-05	VI	0.60	25.79	—	—	—	—	—	—	—
GQ-06	VI	1.68	7.61	—	—	—	—	—	—	—
GQ-09	IV	—	—	—	—	2.13	88	—	1	11
GQ-10	IV	—	—	—	—	1.95	90	—	—	10
GQ-11	IV	—	—	—	—	3.31	92	—	—	8
GQ-13	IX	—	—	—	—	1.06	91	—	—	9
GQ-14	VII	—	—	—	—	0.60	88	7	3	2
GQ-15	VII	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 2. Análisis físico-químicos de los carbones en la zona del Corcovado (Lhc):

Muestra	Bloque Carbonífero	Material Volátil % peso	Carbono Fijo % peso	Poder Calorífico (Cal/gr.)	Azufre Total % peso	Carbono % peso	Hidrógeno % peso	Nitrógeno % peso	Oxígeno % peso
IR-03	IX	12.35	87.65	8435	1.19	88.76	4.12	1.95	3.98
IR-02	IX	10.41	89.59	8550	1.20	89.86	3.91	1.96	3.07
IR-01	IX	9.40	90.60	8352	1.11	90.76	3.37	2.05	2.71
IR-12	VII	46.32	53.68	7662	0.70	77.06	6.37	1.13	14.73
IR-14	VII	44.95	55.05	7916	0.68	79.24	6.26	1.28	12.53
IR-15	VII	45.98	54.02	7689	0.44	78.32	6.32	1.27	13.65
IR-16	VII	41.08	58.92	7952	0.55	74.19	5.74	1.38	18.14
IR-13	VII	45.58	54.42	7685	1.08	77.36	6.08	1.41	14.07
IR-09	VII	45.67	54.33	7303	0.80	74.89	6.14	1.28	16.90
IR-05	IX	16.41	83.59	8346	0.83	89.05	4.33	1.82	3.97
IR-06	VI	41.64	58.36	7867	4.08	76.41	5.81	1.55	12.15
IR-07	VI	42.10	57.90	7505	1.77	88.72	5.91	1.46	10.13
IR-08	VI	42.33	57.67	7573	0.57	77.73	6.09	1.56	14.85
IR-10	VII	46.34	53.66	7097	1.01	74.41	6.16	1.49	16.93
IR-17	VII	46.94	53.06	6802	1.77	70.34	6.13	1.44	20.32
IR-04	IX	17.42	82.58	8517	1.13	88.79	4.63	1.81	3.65
IR-11	VII	47.12	52.88	7569	0.93	75.56	6.13	1.43	15.95
IR-18	IX	16.85	83.15	8323	1.11	88.89	4.36	1.83	3.82
IR-19	VI	48.09	51.91	7195	0.51	73.39	6.74	1.47	17.89
IR-20	V	48.32	51.68	7395	0.75	75.70	6.52	1.39	15.45
IR-21	V	48.83	51.17	7053	0.44	73.12	6.64	1.48	18.32
IR-22	V	50.03	49.97	7240	0.48	73.97	7.02	1.55	16.99
IR-23	V	46.93	53.07	6919	0.56	72.49	6.63	1.34	18.98
IR-24	VII	44.33	55.67	7144	0.72	75.94	6.09	1.41	15.84
IR-25	VI	44.57	55.43	7431	0.82	75.15	6.06	1.61	16.37
IR-26	VI	48.80	51.20	7377	0.56	75.02	7.09	1.47	15.87
IR-27	IV	8.30	91.70	8371	0.71	92.78	3.10	1.93	1.47
IR-28	VI	36.73	63.27	7779	0.74	79.91	5.67	1.40	12.27
IR-29	VII	48.18	51.82	7606	0.41	76.41	6.21	1.66	15.31
IR-30	VII	49.58	50.42	7899	0.71	77.18	6.58	1.89	13.63
IR-31	VII	47.78	52.22	7648	0.66	76.82	6.23	1.61	14.67
IR-32	VI	26.91	73.09	7949	1.41	82.56	5.33	2.26	8.44
IR-33	VI	23.67	76.33	8586	0.84	87.04	4.85	2.14	5.14
IR-34	VI	45.76	54.24	7438	0.74	755.60	6.70	1.55	15.40
IR-35	VI	47.70	52.30	7366	0.68	76.15	6.61	1.47	15.89
IR-36	VII	44.55	55.45	7460	0.89	74.93	6.15	1.46	16.57
IR-37	VII	44.83	55.17	7514	0.66	78.03	6.25	1.60	13.46
IR-38	VII	47.02	52.98	7401	2.73	75.27	6.37	1.32	14.28
IR-39	VI	38.54	61.46	7455	0.39	77.81	6.08	1.59	14.12
IR-40	VI	45.13	54.87	7603	0.66	76.59	6.45	1.63	14.67
IR-41	VI	45.29	54.71	7338	0.60	75.43	6.36	1.65	15.95
IR-42	VI	46.81	53.19	7708	0.63	77.17	6.50	1.67	14.03
IR-43	VI	47.14	52.86	6968	1.85	73.37	6.63	1.69	16.46
IR-44	XI	14.20	85.80	8496	1.11	88.67	4.34	1.84	4.04
IR-45	V	47.11	52.89	7308	0.60	73.78	7.28	1.58	16.76
IR-46	VI	46.45	53.55	7112	0.71	74.04	6.83	1.56	16.86
IR-47	VI	47.29	52.71	7043	0.67	73.69	6.92	1.54	17.19
IR-48	VIII	36.29	63.71	7982	0.87	85.26	5.85	1.83	6.19
IR-49	VIII	38.24	61.76	8210	1.02	81.91	5.95	1.77	9.35
IR-50	VIII	38.40	61.60	7653	0.79	80.82	6.12	1.82	10.46
GQ-01	IX	15.97	83.94	6609	0.74	85.80	2.97	1.37	9.86
GQ-02	VII	46.97	53.03	6003	0.78	71.47	5.90	0.92	21.71
GQ-03	VI	49.38	50.62	6539	0.72	75.57	6.02	1.00	17.41
GQ-05	VI	56.47	43.53	5608	1.01	70.85	6.03	0.73	22.39
GQ-06	VI	10.97	89.03	6384	1.88	88.37	3.72	1.83	6.88
GQ-09	IV	14.12	85.88	8063	1.01	87.99	5.89	—	—
GQ-10	IV	11.42	88.58	7245	0.61	87.64	8.12	—	—
GQ-11	IV	26.02	73.98	4729	2.91	86.04	9.87	—	—
GQ-13	IX	43.17	56.87	6398	0.76	93.64	7.31	—	—
GQ-14	VII	24.11	75.89	—	—	—	—	—	—
GQ-15	VII	9.11	90.89	—	—	—	—	—	—