

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y
METALURGICA



“BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA DE
ACOPIO DE CARBÓN MINERAL EN LA EMPRESA ABC CARBÓN
SAC.”

INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS

ELABORADO POR:
LUIS ALBERTO ORTEGA RONDON

ASESOR
ING. ADOLFO JESUS CHAVEZ VALDIVIA

LIMA – PERU

2013

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más, A mis padres y hermanos por ser las personas que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida. A mi hijo Luis Francisco principal fuente de empuje para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

*A Luis Miguel Cisneros representante de la empresa
ABC CARBON, por todo el apoyo brindado en todo
este tiempo de laburo.*

*A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo
así como por la sabiduría que me transmitieron en el
desarrollo de mi formación profesional*

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN _____	11
CAPÍTULO I: LA EMPRESA _____	13
1.1. Descripción de la empresa _____	13
1.2. Descripción de los actuales proveedores (ubicación, cantidad producida) _____	15
1.2.1. Corporación minera Yanarumi: _____	15
1.2.2. Corporación minera Dúo Real: _____	16
1.2.3. Minera Tagurama _____	17
1.2.4. Multiservicios Flores Poma _____	18
1.2.5. Minera Cometa de Lima: _____	18
1.3. Definición, origen, importancia y usos del carbón mineral _____	19
CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS, REQUERIMIENTOS Y PAGOS POR PARTE DEL CLIENTE _____	25
2.1 Especificaciones por parte del cliente. _____	26
2.2 Descripción del problema principal de acuerdo a las características y requerimientos del cliente. _____	33
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL CARBÓN DE ACUERDO A SU CALIDAD _____	36
3.1 Calculo del poder calorífico mediante regresión múltiple. _____	37
3.2 Descripción de los parámetros de cada proveedor. _____	42
3.2.1 Corporación minera Yanarumi _____	42
3.2.2 Corporación minera DUO REAL _____	48
3.2.3 Minera Tagurama _____	52
3.2.4 Multiservicios Flores Poma _____	57
3.2.5 Minera Pistac _____	63
CAPÍTULO IV: PLANTA DE ACOPIO _____	68
4.1 Ubicación de la planta _____	68
4.2 Descripción del funcionamiento y capacidad de la planta de acopio	71
4.3 Inversión requerida para la planta. _____	72
4.4 Proporción de entrega de acuerdo a la clasificación _____	73
CAPÍTULO V: BENEFICIOS OBTENIDOS _____	76

5.1 Descripción de los beneficios obtenidos.	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFIA	80
ANEXOS	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Vértices de la concesión minera Nelly Susana	16
Tabla 2	Vértices de la concesión minera Isabel I	17
Tabla 3	Vértices de la concesión minera Quichas 2	17
Tabla 4	Vértices de la concesión minera Minera Susy	18
Tabla 5	Vértices de la concesión minera Pistac	19
Tabla 6	Tipos de carbones, según el % de carbón y Poder Calorífico	22
Tabla 7	Recepción, y asignación de calidad de acuerdo al análisis hecho en el laboratorio	34
Tabla 8	12 muestras con análisis completo	38
Tabla 9	Coeficientes y error típico de las muestras	38
Tabla 10	Análisis de varianza de las muestras	39
Tabla 11	Pronósticos de Poder Calorífico de las muestras	39
Tabla 12	Resultados de muestras de Corporación Minera Yanarumi	43
Tabla 13	Resultados Estadísticos Corporación Minera Yanarumi	44
Tabla 14	Resultados de muestras de DUO REAL	48
Tabla 15	Resultados estadísticos DUO REAL	49
Tabla 16	Resultados de muestras de Tagurama	53
Tabla 17	Resultados estadísticos Tagurama	54
Tabla 18	Resultados de muestras de Multiservicios Flores Poma	58
Tabla 19	Resultados estadísticos Multiservicios Flores Poma	59
Tabla 20	Resultados de muestras de Minera Pistac	63
Tabla 21	Resultados estadísticos Minera Pistac	64
Tabla 22	Resumen estadístico	74
Tabla 23	Distribución de calidad por silo	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Demanda mundial de fuentes de energía	23
Figura 2	Gráfica de Control de Ceniza Minera Yanarumi	44
Figura 3	Gráfica de Control de Volátil Minera Yanarumi	45
Figura 4	Gráfica de Control de Azufre Minera Yanarumi	46
Figura 5	Gráfica de Control de Carbón fijo Minera Yanarumi	46
Figura 6	Gráfica de Control de Poder Calorífico Minera Yanarumi	47
Figura 7	Gráfica de Control de Ceniza Dúo Real	49
Figura 8	Gráfica de Control de Volátil Dúo Real	50
Figura 9	Gráfica de Control de Azufre Dúo Real	51
Figura 10	Gráfica de Control de Carbón fijo Dúo Real	51
Figura 11	Gráfica de Control de Poder Calorífico Dúo Real	52
Figura 12	Gráfica de Control de Ceniza Minera Tagurama	55
Figura 13	Gráfica de Control de Volátil Minera Tagurama	55
Figura 14	Gráfica de Control de Azufre Minera Tagurama	56
Figura 15	Gráfica de Control de Carbón fijo Minera Tagurama	56
Figura 16	Gráfica de Control de Poder Calorífico Minera Tagurama	57
Figura 17	Gráfica de Control de Ceniza Multiservicios Flores Poma	60
Figura 18	Gráfica de Control de Volátil Multiservicios Flores Poma	60
Figura 19	Gráfica de Control de Azufre Multiservicios Flores Poma	61
Figura 20	Gráfica de Control de Carbón fijo Multiservicios Flores Poma	61
Figura 21	Gráfica de Control de Poder Calorífico Multiservicios Flores Poma	62
Figura 22	Gráfica de Control de Ceniza Minera Pistac	65

Figura 23	Gráfica de Control de Volátil Minera Pistac	65
Figura 24	Gráfica de Control de Azufre Minera Pistac	66
Figura 25	Gráfica de Control de Carbón fijo Minera Pistac	66
Figura 26	Gráfica de Control de Poder Calorífico Minera Pistac	67
Figura 27	Plano de ubicación de posibles alternativas	69

RESUMEN

La empresa ABC CARBÓN SAC, es una empresa creada con el fin de cumplir las necesidades de su principal cliente, la cementera más grande del Perú: UNACEM SAA. En este trabajo nos centraremos en la unidad Condorcocha, unidad a la cual ABC vende el carbón mineral.

La cementera utiliza carbón mineral como combustible para lograr producir Clinker en sus hornos y después de varios procesos tener un producto de alta calidad. Sin embargo, para cumplir con una calcinación óptima se debe llegar a 1450 grados de temperatura, es necesario disponer de un carbón homogéneo que cumpla con las características físicas y químicas necesarias.

En el presente trabajo abordaremos la manera de cómo mejorar la calidad del envío de dicho carbón a partir de la implementación de una planta de acopio, con la cual reduciremos el principal problema, la variabilidad. Problema que genera descuentos en el precio de venta lo cual perjudica de manera significativa a la empresa. A través de la implementación de la planta la empresa realizará la mezcla del material, el mismo que se entregará en un estado homogéneo, con lo cual se entregara material dentro de las especificaciones evitando así incurrir en descuentos y por el contrario generar premios por la entrega de un material que cumpla con las especificaciones establecidas por el cliente.

ABSTRACT

CARBÓN ABC Company SAC is a company created to meet the needs of its main customer, the largest cement Peru: UNACEM S.A.A. In this paper we focus on Condorcocha unit, unit to which ABC sells coal.

The cement used coal as fuel to achieve in their kilns Clinker production and after several processes have a high quality product. However, to meet a coming optimum calcinations temperature to 1450 degrees, it is necessary to have a homogeneous Carbon that meets the required physical and chemical characteristics.

In this work we address how to improve the quality of the coal shipping from implementing a storage plant, with which will reduce the problem of variability. Problem generating discounts on the retail price which significantly harms the company. Through implementation of the plant the company will mix the material, the same to be delivered in a homogeneous state, which material will be delivered within specifications avoiding incurring discounts and instead generate awards for delivery of a material that meets the specifications set by the client

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal Demostrar que a partir de la implementación de la planta de acopio de carbón mineral se contara con un material homogéneo, satisfaciendo de esta manera la necesidad del Cliente(UNACEM), el cual requiere un carbón que cumpla con sus parámetros de calidad y que tenga una baja variabilidad, cosa que a la fecha no ha sido cumplida por ningún proveedor que suministre carbón a UNACEM, a través de esta implementación se va tener la mayor cantidad de material disponible para el Cliente, y esto a la vez va asegurar a los proveedores de ABC CARBÓN la venta de su producto disminuyendo en ellos esa incertidumbre.

Para lograr estos objetivos comenzaremos dando una descripción de los proveedores, dicha descripción va incluir el nombre de la concesión la extensión de sus concesiones así como una breve descripción de la producción de dichos proveedores.

Luego procederemos a mencionar la definición, origen, importancia y usos del carbón, para poder tener una idea más clara de la importancia tanto para nosotros como para nuestro cliente.

Por último pasaremos a describir como se da precio de compra del carbón mineral todo esto en base a las propiedades del carbón analizado por el cliente en su laboratorio. Esto nos va a permitir poder determinar cómo debemos realizar la mezcla para poder lograr la máxima utilidad posible y esto a través de la implementación de la planta de acopio, así como también utilizar la mayor cantidad de carbón posible disminuyendo de esta manera el desmonte no útil el cual tiene el potencial de generar un impacto al medio ambiente.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1. Descripción de la empresa

La empresa ABC CARBÓN, inicio sus actividades en agosto del 2009. La empresa pertenece al rubro del comercio de carbón mineral. Esta empresa se creó originalmente por la necesidad de CEMENTO ANDINO ahora UNACEM de contar con un solo proveedor que agrupe a los pequeños mineros así como también los artesanales, los cuales en su mayoría operaban de manera informal, quiere decir que no contaban con los permisos legales establecidos por la normativa peruana, otra necesidad por el cual dio origen a la empresa, eran los constantes accidentes en mina, los cuales en ocasiones eran accidentes fatales todo debido a que no se contaban con las mínimas condiciones de seguridad, una tercera razón consistía en que el material enviado tenía una alta variabilidad del producto enviado por estos mineros, la cuarta razón era que la producción de estos mineros era irregular quiere decir que en un determinado mes enviaban 400 toneladas de carbón al mes siguiente no enviaban nada el principal motivo de esto era la falta de una planificación en las operaciones mineras esto unido a la no fidelización o falta de compromiso con la empresas ahondaba más este problema.

Haciendo un resumen de lo mencionado podemos decir que ABC CARBÓN SAC surgió de una serie de necesidades las cuales de manera simple las mencionamos a continuación:

1. Formalización minera
2. Falta Seguridad y Salud Ocupacional basado en DS 055
3. Ausencia de Material homogéneo.
4. Envío de cantidades irregulares
5. Fidelidad de la producción a nuestro cliente CASA

Actualmente nuestro proceso se lleva a cabo de la siguiente manera:

Ser extrae el carbón mineral de los distintos concesiones para esto contamos con cinco proveedores mineros¹, estos se encargan de la extracción del carbón mineral de la mina; luego sigue el proceso del transporte para lo cual contamos con el servicio de distintas empresas especializadas en el transporte de mineral². Por último los camiones son descargados a través de una empresa encargada de la desestiba. De acuerdo a lo mencionado actualmente no se cuenta con un proceso el cual optimice el carbón mineral enviado. Para eso coordinamos tanto con los mineros, transportistas, así como también con la empresa encargada de la desestiba.

De acuerdo a lo presentado hasta ahora el presente trabajo va abordar el tema de homogenización del carbón a través de la implementación de una planta de acopio de carbón, mediante la cual realizaríamos el proceso que actualmente es inexistente en la empresa y por el que a través de esta implementación se conseguiría una serie de beneficios para la empresa, uno de ellos y quizá más importante es el aumento del precio unitario(S./ton) esto unido a un mayor volumen

¹ Cada uno en su propia concesión

² Metálico y no metálico

de material disponible, reflejaría un aumento en la rentabilidad de la empresa. Más adelante detallaremos el porqué de tal relación entre calidad y aumento de precio unitario

1.2. Descripción de los actuales proveedores (ubicación, cantidad producida)

Como se mencionó en la parte introductoria la empresa actualmente cuenta con cinco proveedores de carbón mineral, los cuales son los siguientes:

- Corporación minera Yanarumi
- Corporación minera Duo Real
- Minera Tagurama
- Multiservicios Flores Poma
- Minera Pistac

1.2.1. **Corporación minera Yanarumi:** esta empresa trabaja sobre la concesión llamada NELLY SUSANA se ubica en el distritito y provincia de Oyón y pertenece al departamento de Lima, inicialmente producía 300 Toneladas Métricas Húmedas, actualmente cuenta con aproximadamente 16 trabajadores y produce un promedio de 700 TMH, a continuación los vértices de las coordenadas, cabe mencionar que esta empresa cuenta con título de concesión minera, con convenio con la comunidad para poder trabajar en el área superficial y se encuentra acogida a la declaración de compromisos para el proceso de formalización minera.

Tabla 1. Vértices de la concesión minera Nelly Susana
Coordenadas UTM - PSAD 56

Norte	Este	Vértice
8, 837,495.00	302,833.55	1
8, 834,910.67	304,357.10	2
8, 834,402.82	303,495.66	3
8, 836,987.15	301,972.11	4

1.2.2. **Corporación minera Dúo Real:** Esta empresa trabaja sobre la concesión llamada ISABEL 1 se ubica en el distrito de Oyón; provincia de Oyón y pertenece al departamento de Lima, inicialmente (noviembre 2012) producía 130 Toneladas Métricas Húmedas, actualmente produce un promedio de 300 TMH y cuenta con aproximadamente 8 trabajadores a continuación los vértices de las coordenadas, cabe mencionar que esta empresa cuenta con título de concesión minera a la vez con contrato de cesión a la empresa Dúo Real, cuenta con convenio con la comunidad para poder trabajar en el área superficial, cuenta con la Declaración de Impacto Ambiental aprobada y se encuentra en trámite la aprobación del plan de minado en la Dirección Regional de Minería de la Región Lima(DREM LIMA)

Tabla 2 Vértices de la concesión minera Isabel I UTM - PSAD 56

Norte	Este	Vértice
8, 839,000.00	302,000.00	1
8,838,000.00	302,000.00	2
8,838,000.00	303,000.00	3
8,837,000.00	303,000.00	4
8,837,000.00	301,000.00	5
8,839,000.00	301,000.00	6

1.2.3. **Minera Tagurama:** esta empresa trabaja sobre la concesión llamada QUICHAS 2 se ubica en el distritito y provincia de Oyón y pertenece al departamento de Lima, inicialmente producía (abril 2011) 250 Toneladas Métricas Húmedas, actualmente produce un promedio de 500 TMH y cuenta con aproximadamente 16 trabajadores, a continuación los vértices de las coordenadas. Cabe mencionar que esta empresa cuenta con título de concesión minera, a la vez con contrato de cesión a la empresa Tagurama, cuenta con convenio con la comunidad para poder trabajar en el área superficial, la Declaración de Impacto Ambiental aprobada se encuentra en trámite en la Dirección Regional de Minería de la Región Lima(DREM LIMA)

Tabla 3 vértices de la concesión minera Quichas 2 UTM - PSAD 56

Norte	Este	Vértice
8, 837,000.00	307,000.00	1
8, 834,000.00	307,000.00	2
8, 834,000.00	306,000.00	3
8, 837,000.00	306,000.00	4

1.2.4. **Multiservicios Flores Poma.** esta empresa trabaja sobre la concesión llamada MINERA SUSY se ubica en el distritito y provincia de Oyón y pertenece al departamento de Lima, esta empresa tiene poco tiempo de iniciada (febrero 2013), a pesar de eso es la que mayor cantidad de carbón produce, actualmente (agosto 2013) alrededor de 900 toneladas métricas Húmedas y cuenta con 24 trabajadores, a continuación los vértices de las coordenadas. Cabe mencionar que esta empresa cuenta con título de concesión minera, cuenta con convenio con la comunidad para poder trabajar en el área superficial, la Declaración de Impacto Ambiental aprobada se encuentra en trámite en la Dirección Regional de Minería de la Región Lima(DREM LIMA)

Tabla 4 vértices de la concesión minera Minera Susy
Coordenadas UTM - PSAD 56

Norte	Este	Vértice
8, 834,000.00	306,000.00	1
8, 834,000.00	307,000.00	2
8, 833,000.00	307,000.00	3
8, 833,000.00	306,000.00	4

1.2.5. **Minera Cometa de Lima:** Esta empresa trabaja sobre la concesión llamada PISTAC se ubica en el distritito y provincia de Oyón y pertenece al departamento de Lima, esta empresa inicio en febrero del 2010 con una producción de 200 TMH a la fecha produce 500 TMH. Cabe mencionar que esta empresa cuenta con título de

concesión minera, cuenta con convenio con la comunidad para poder trabajar en el área superficial, cuenta con la Declaración de Impacto Ambiental aprobada y se encuentra en trámite la aprobación del plan de minado en la Dirección Regional de Minería de la Región Lima(DREM LIMA)

Coordenadas UTM - PSAD 56

Tabla 5 vértices de la concesión minera Pistac
UTM - PSAD 56

Norte	Este	Vértice
8,820,000.00	311,000.00	1
8,819,000.00	311,000.00	2
8,819,000.00	310,000.00	3
8,820,000.00	310,000.00	4

1.3. Definición, origen, importancia y usos del carbón mineral

1.3.1. **Definición** :El carbón es un combustible de alto poder calorífico y de los más abundantes (se calculan reservas para 220 años con el consumo (2006))

El carbón tiene una historia larga y variada. Algunos historiadores creen que el carbón comenzó a utilizarse comercialmente en China. Hay indicios de una mina situada en el noroeste de China que suministraba carbón para fundiciones de cobre y para la fabricación de monedas hacia el año 1000AC. Una de las primeras referencias conocidas al carbón fue realizada por el filósofo y científico griego Aristóteles, que hacía referencia a una roca similar al carbón vegetal.

Se han encontrado restos de carbón entre las ruinas romanas en Inglaterra, lo que indica que los romanos utilizaban la energía del carbón desde antes del 400DC. En las crónicas de la Edad Media se habla de la extracción de carbón en Europa, e incluso del comercio internacional desde las costas inglesas hacia Bélgica.³

Pero también es el más sucio y si tiene un alto porcentaje de S, expulsa una gran cantidad de SO₂ por ello es principal causante de la lluvia ácida.

1.3.2. **Origen.** El carbón es una masa estratificada compacta de materia vegetal, su descomposición ha sido llevada a varios pasos de perfección y ha sido combinado en sus propiedades químicas y físicas como resultado de acción geológica. Los restos de los vegetales sufrirán un proceso de degradación al aumentar la presión y temperatura. Estos cambios incluyen complejas alteraciones en los compuestos que forman la estructura de las plantas para producir el carbón, con desprendimiento de bióxido de Carbono y metano. Los cambios físicos incluyen oscurecimiento en el color, incremento en la dureza, solidez en la consistencia mineral y cambio en la fractura.

El origen vegetal es evidente al examinar los diferentes rangos, algunos de los Carbones ligníticos son café y blandos con fragmento de estructura vegetal a simple vista. En Carbones bituminosos, el examen microscópico revela tejidos celulares y otras estructuras

³ Cfr. historia del uso del carbón 2006:19

como semillas. La antracita es de color negro brillante, muy duro y el vegetal remanente se destaca con dificultad. La antracita es un carbón mineral de buena calidad, procede de la transformación del bituminoso, contiene hasta un 95% de carbón y aunque puede arder con dificultad desprende mucho calor y poco humo. Se formó hace unos 250 millones de años, durante los periodos Carboníferos y Pérmico en la Era Primaria.

En adición al material vegetal, algunos Carbones incluyen residuos animales que fueron colectados con los vegetales en los depósitos originales. La materia inorgánica está presente siempre en un carbón, su naturaleza y cantidad influyen en las propiedades del depósito.

1.3.3. Tipos de Carbones

Los métodos mejores conocidos para la clasificación de Carbones, dentro de varios rangos de turba a antracita, utilizan el análisis aproximado de material volátil y carbón fijo; y el valor calorífico o bien el análisis final de Carbón, hidrógeno y oxígeno.

Dentro de los diferentes tipos de Carbones se tiene:

Tabla 6. Tipos de carbones, según el % de carbón y Poder Calorífico
Practical coal mining, p9

	% de carbón	Poder calorífico (cal/gr)
Turba	60.83	4500/6000
Lignito	72.92	6000/7000
Bituminoso (hulla)	83.48	7000/8000
Antracita	93.35	>8000

1.3.4. **Importancia.** Como se mencionó la importancia del carbón mineral radica en la utilización del poder calorífico en su contenido el cual va tener distintos tipos de uso, otra importancia del carbón radica en lo barato que resulta adquirirlo, esto comparado con otras fuentes de energía: tales como el petróleo y sus derivados, así como las diversas energías renovables (solar, biomasa, eólica, etc.), las cuales tienen un alto costo de inversión. A continuación en la figura 1 podemos observar la evolución de la demanda mundial de carbón

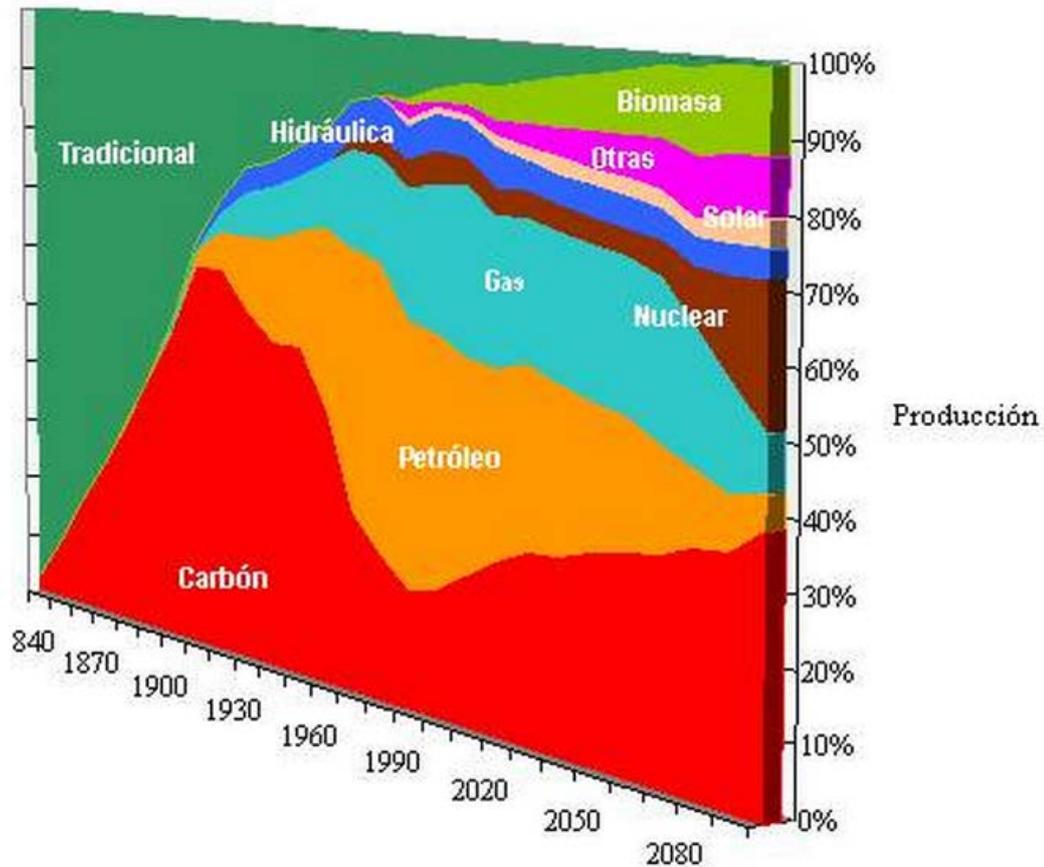


Figura 1. Demanda mundial de fuentes de energía
Fuente Empresa minera Catamutun

1.3.5. **Usos del carbón mineral.** El carbón mineral tiene distintos tipos de uso.

“El carbón tiene muchos usos importantes en todo el mundo. Los usos más importantes son la producción de electricidad, la producción de acero, la fabricación de cemento y otros procesos industriales, así como combustible líquido” (revista del instituto mundial del carbón, mayo 2005:19)

El petróleo sustituyó al carbón como principal fuente de energía primaria en los años 60, con el rápido crecimiento del sector del transporte. El carbón aún sigue siendo fundamental en el conjunto

energético del planeta, cubriendo el 23,5% de las necesidades energéticas primarias⁴ en 2002, el 39% de la electricidad en todo el mundo, más del doble que la siguiente fuente energética, y un esencial 64% en la producción mundial de acero.

- Producción de electricidad: El carbón suministra en la actualidad el 39% de la electricidad de todo el mundo
- Producción de acero : El acero resulta esencial en la vida diaria: coches, trenes, edificios, barcos, puentes, neveras, equipos médicos, son ejemplos de productos cerca del 64% de la producción de acero en todo el mundo proviene del hierro fundido en altos hornos que utilizan carbón
- Licuefacción de carbón: En varios países el carbón se convierte en un combustible líquido, a este proceso se le denomina licuefacción. El combustible líquido puede refinarse para producir combustible de transporte y otros productos derivados del petróleo, como plásticos y disolventes
- Producción de cemento: El carbón se utiliza como fuente de energía para la producción de cemento. Se necesitan grandes cantidades de energía para producir cemento. Los hornos suelen quemar carbón en forma de polvo y consumen unos 450 g de carbón por cada 900 g de cemento producido. El carbón seguirá siendo un factor importante para la producción de cemento en los próximos años.

⁴ Energía primaria es toda aquella energía consumida por usuarios finales. Esto incluye la energía utilizada para generar electricidad, aunque la incluya la propia electricidad

CAPÍTULO II

CARACTERÍSTICAS, REQUERIMIENTOS Y PAGOS POR PARTE DEL CLIENTE

De acuerdo a lo mencionado en los subcapítulos anteriores del capítulo I. El carbón tiene distintos tipos de uso de acuerdo a las propiedades del mismo. Como en nuestro caso nuestro cliente es una empresa dedicada a la fabricación de cemento. Este hace el requerimiento del material de acuerdo a las necesidades del horno estos requerimientos van tener que cumplir ciertos parámetros a los que llamaremos “parámetros de calidad”.

En la descripción de la empresa del subcapítulo 1.1 se mencionó el porqué de la formación de la empresa ABC CARBÓN SAC, y este porque era debido a la existencia de una serie de necesidades por parte del cliente una de esas necesidades era la falta de entrega de un material homogéneo y cuyo tonelaje de entrega se realice de manera regular. El abordar esta necesidad a través de la implementación de una planta de acopio con el

objetivo de cubrir la necesidad de enviar un carbón homogéneo y de esta forma reducir la variabilidad en calidad, va generar beneficioso tanto para el cliente como para la empresa.

Para el cliente porque va contar con un carbón homogéneo y no va tener la necesidad de incurrir en gastos de mezcla, a la vez que reduce la incertidumbre de no contar con un material que cumpla con sus necesidades.

Para la empresa debido a que se va a poder utilizar una mayor cantidad de carbón esto quiere decir que, material que era considerado inservible debido a que no cumplían con los parámetros de calidad exigidos por el cliente, sin embargo ya se había incurrido en un costo extraerlo.

2.1 Especificaciones por parte del cliente.

Las especificaciones que requiere el cliente son basadas en cuatro variables las cuales se presentan a continuación:

- Ceniza
- Poder calorífico
- Azufre
- Volátil
- Humedad

2.1.1 **Ceniza:** La ceniza es perjudicial para el cliente debido a que el contenido de ceniza es el material incombustible del carbón, en formas de materias minerales en el crecimiento de los vegetales

iniciales, materiales extraños que penetraron en los mantos durante su proceso de formación o rocas atrapadas durante el proceso de extracción. Entre las materias minerales están las que existían en la sustancia vegetal originaria, las que fueron transportadas por las aguas en la formación e intercaladas entre la sustancia vegetal en descomposición y aquellas materias extrañas. Esta ceniza que no va a combustión va a mezclarse con los componentes utilizados en la elaboración del Clinker⁵

La ceniza es la materia inerte del carbón, cuyo exceso rebaja el poder calorífico y disminuye, por tanto, su valor.

El análisis de la ceniza afecta las tendencias de formación de escorias, ensuciamiento de los conductos para gases. El tamaño, forma y composición de las partículas de ceniza volante se reflejará en el grado de erosión en los conductos para gas y, por lo tanto, influirá en la velocidad máxima de gases.

Para los Carbones con contenido de ceniza menor de 40%, el precio de venta inicial (PVI) por tonelada métrica seca de carbón mineral, puesto en la fábrica de CASA será de S/. 75.00/TMS. (Setenta y cinco con 00/100 Nuevos Soles).

Para los Carbones con contenido de ceniza mayor de 40% hasta 50%, el precio de venta inicial (PVI) por tonelada métrica seca de carbón mineral, puesto en la fábrica de CASA será de S/. 30.00/TMS. (Treinta con 00/100 Nuevos Soles).

⁵ Calizas Carbonato de calcio, óxido de fierro, arcillas, y otros

Carbones con contenido de ceniza mayor de 50% será considerado como Lutita Carbonosa y no tendrán pago alguno, solo de reconocerá en transporte.

2.1.2 **Poder calorífico:** este es el componente más importante del carbón mineral ya que es el que va brindar la energía a sus hornos rotatorios en la elaboración del Clinker, un carbón con alto poder calorífico va permitirle al cliente disponer de mayor energía con una menor cantidad de carbón, y a su vez un carbón con alto poder calorífico va contar con un menor contenido de ceniza

- Premio: 0.036 S/. por cada Kcal/kg encima de 5000 Kcal/Kg este premio se adiciona al precio base del pago en ceniza
- Castigo: 0.005 S/. por cada Kcal/kg debajo de 4500 Kcal/Kg este castigo se resta al precio base del pago en ceniza
- Poder calorífico superior en base seca: No se recibirá carbón con PCS menor de 4,200 Kcal/Kg.

2.1.3 **Material volátil:** el material volátil, es útil para el cliente debido a que este material va ser el responsable de que sea continua la combustión, este material volátil es importante de debido a que la fábrica se encuentra sobre los 3500 metros sobre el nivel del mar. La planta ubicada en lima este material volátil no es indispensable ya que se encuentra a una altura no considerable con relación al nivel

del mar. Básicamente en material volátil esta constituidos de componentes asociados al nitrógeno y oxígeno.

- **Oxígeno**

La cantidad de oxígeno presente en el carbón afecta sus propiedades. El aumento del tanto por ciento reduce el poder calorífico, y si se trata de Carbones grasos disminuye su poder coquizante y conserva un porcentaje más elevado de humedad.

- **Nitrógeno**

El contenido de nitrógeno en los Carbones varía entre 1 y 2,5%. Si se destila o Carboniza el carbón, alrededor del 15% de nitrógeno se transforma en amoníaco, y más del 50% queda retenido en el coque. En otros tiempos, cuando el método de recuperación de amoníaco tuvo importancia económica, la proporción de nitrógeno del carbón era un dato estratégico, pero hoy, al obtener la mayor parte del amoníaco por síntesis, su contenido no es de gran importancia.

El nitrógeno del carbón, junto con el nitrógeno del aire para combustión, es el causante de las emisiones de NOx. Los NOx térmicos formados por el nitrógeno del aire son una función de la temperatura de la llama. La formación de los NOx del combustible es más compleja, pero parece ser menos sensible a las condiciones de combustión. El nitrógeno del combustible es un importante contribuyente a la producción total de NOx. Las medidas requeridas

para controlar los niveles de tales como combustión por etapas, pueden ser muy costosas para implementarlas

A continuación los premios y castigos por material volátil

- Volátil: 6% -14% no hay ni premio ni castigo
- Volátil: Carbones con volátil menor a 3% no se recibirá
- Volátil mayor a 6% se pagara 5 S/. por tonelada por % encima de 14% , este pago se adicionara al precio base de ceniza en el cual se está considerando el premio o castigo del poder calorífico
- Volátil menor a 6% se descontará 5 S/. por tonelada por % debajo de 6%, este pago se descontará al precio base de ceniza en el cual se está considerando el premio o castigo del poder calorífico.

2.1.4 **Azufre:** este compuesto es nocivo para los hornos utilizados en la fabricación del Clinker debido a que este azufre al no combustionar y al no poder mezclarse con facilidad con el Clinker en sí, se adhiere a las paredes de los hornos, llegando a formarse unas capas o también denominadas costras de azufre, las cuales si llegan a ser de considerable tamaño se llega incluso a detener el funcionamiento del horno, cosa que es muy perjudicial para fabrica dados los costos asociados a la parada y lo que se deja de producir más aun teniendo en cuenta que estos hornos trabajan las 24 horas del día durante los 365 días de año.

A continuación los premios y castigos por concepto de azufre:

- **Azufre:** para Carbones cuyo contenido de azufre sea mayor a 1% se descontara 5 S/. por tonelada por cada % encima de 1%, este descuento pago se aplicará al precio base de ceniza en el cual se está considerando el premio o castigo del poder calorífico.
- **Azufre:** El carbón cuyo contenido de azufre este por debajo de 1%, está sujeta a un premio el cual se va generar un incremento de 5.00 S/. por tonelada, por % debajo de 1%, este pago se aplicará al precio base de ceniza en el cual se está considerando el premio o castigo del poder calorífico, así como también al premio o castigo por concepto de material volátil..
- **Azufre:** El carbón cuyo contenido de azufre este por encima de 3%, no será recibido por fabrica por lo tanto no tendrá pago alguno sea cual fuere el contenido de ceniza, material volátil o poder calorífico.

Ejemplo 1:

Si llega un camión, el cual es muestreado y arroja los siguientes resultados

Peso húmedo 30Tn

Ceniza: 30%

Poder calorífico: 5600 Kcal/Kg

Material volátil: 15%

Azufre: 2.7%

Humedad: 7%

El pago por un viaje con estas características se calcula de la siguiente manera:

Primero como se mencionó el pago se realiza por tonelaje seco por lo que descontamos la humedad

$$TMS = \frac{(100\% - H\%)}{100\%} * TMH$$

$$TMS = \frac{(100\% - 7\%)}{100\%} * 30 = 27.9 TMS$$

El precio base es de 75

Como el poder calorífico es superior a 4750, el premio seria

$$P_{\text{oder cal}} = 0.036 * (5600 - 5000) = 21.6 \text{ soles}$$

Como el volátil es superior a 14, el premio seria

$$V_{\text{olátil}} = 5 * (15 - 14) = 5 \text{ soles}$$

Como el azufre es superior a 1, estaría sujeto a un descuento el cual sería:

$$A_{\text{zufre}} = 5 * (2.7 - 1) = 3.5 \text{ soles}$$

El precio final resultaría de la suma al precio base de los premios por poder calorífico y por material volátil. Así como también se le restara el castigo por presentar un alto contenido de azufre. Por lo que resultaría de la siguiente manera:

$$\text{Precio de venta} = 75 + 21.6 + 5 - 3.5 = 98.1 \text{ soles por tonelada seca}$$

El precio de ese viaje seria $90 * 27.9 = 2736.99$ soles

Considerando que la empresa paga en TMH $85*30=2550$ soles.

La utilidad bruta seria 186.99 soles

2.2 Descripción del problema principal de acuerdo a las características y requerimientos del cliente.

En el ejemplo 1, se vio claramente cómo se calcula el pago por viaje de carbón, pero en el ejemplo se entregó un carbón que tenía una ceniza menor a 40%, con lo cual no estaba sujeto a castigo. Sin embargo el descuento por ceniza es la más significativa por ser la de mayor recurrencia y perjudicial por la reducción en el precio base, ya que conlleva a realizar los cálculos sobre un precio base de 30 soles la tonelada.

En este punto tenemos que mencionar como es la manera en la que fabrica recibe el material. Debido a que al día ingresan varios camiones y no ingresa un sólo camión, esto genera un problema en cuanto a la calidad y por ende a descuento se refiere esto se va entender con el siguiente ejemplo.

TABLA 7: Recepción, y asignación de calidad de acuerdo al análisis hecho en el laboratorio.

Fecha	Placa	TMH	TMS	Humedad (%)	Ceniza (%)	Volátil (%)	Azufre (%)
06/09/2011	W1T 897	33.71	31.93	5.27	29.54	9.22	0.51
	ZG 8390	30.92	29.48	4.66	33.00	8.07	0.41
	ZG 4755	32.83	31.47	4.13	35.74	8.54	0.44
07/09/2011	A6F 981	31.94	30.02	6.01	32.11	9.59	0.53
	W1T 897	31.11	29.12	6.41	38.45	10.00	0.53
08/09/2011	ZG 8001	26.09	23.89	8.44	24.91	12.07	0.77
09/09/2011	ZG 8390	30.56	28.60	6.41	24.23	9.26	0.47
	ZG 4755	34.04	33.17	2.55	42.94	8.50	1.54
10/09/2011	W1T 897	31.22	29.83	4.44	35.89	8.94	0.48
	ZD 3079	34.46	28.55	17.14	50.82	9.02	0.48
	ZG 8001	37.01	34.80	5.96	48.44	8.00	1.45

Fuente: laboratorio UNACEM

UNACEM realiza el cálculo de un promedio ponderado del día entre el tonelaje seco y cada uno de los parámetros de interés debido a que nuestro principal problema de descuento es generado por la ceniza nos vamos a centrar en ese parámetro. Tomando como ejemplo los datos de la tabla 7, vemos que no vamos a tener problemas en ninguno de los días, salvo en el día 10/09/2011. En los demás días serán considerados con el precio base de 75 soles.

En el día 10 el promedio de ceniza salió 45.15%, por lo que nos consideran con el precio base de 30 soles por tonelada seca, esta consideración va realizarse a los tres viajes y no solo a los que individualmente pasaron el límite de 40%, en ese día el peso seco fue de

93.18 TMS, se dejó de facturar 45 soles menos sólo por el hecho de ser considerada como lutita ese día se dejó de facturar aproximadamente $93.18 \times 45 = 4418.1$ soles.

Este es un problema recurrente ya que al mes suceden al menos 2 veces, con lo que se pierde alrededor de 8500 soles en promedio y al año 102000soles, esto podría incrementar si aumentamos nuestra producción o si se cuenta con nuevos proveedores nuevos proveedores.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL CARBÓN DE ACUERDO A SU CALIDAD

En este capítulo vamos a describir y a clasificar el carbón de los diversos proveedores que actualmente contamos, esta clasificación va estar en función de los parámetros de calidad los cuales ya se mencionaron como son: ceniza, azufre, volátil y poder calorífico. Como no contamos con información por viaje del contenido del poder calorífico, mediante una regresión múltiple hallaremos el poder calorífico por viaje, dado que si contamos con el resto de las variables. Cabe mencionar que el cliente UNACEM no paga por el contenido de carbón fijo, pero este valor nos va ayudar a realizar el cálculo de regresión para hallar un estimado del valor del poder calorífico

3.1 Cálculo del poder calorífico mediante regresión múltiple.

El estudio se realizó tomando una muestra de 20 viajes para cada proveedor en donde vamos a calcular la desviación estándar de cada uno de las variables de interés, un problema que tenemos es el no contar con el poder calorífico por camión, para hallar este valor la fábrica hace el cálculo de este componente sobre un compósito de todos los viajes realizados durante la semana, mediante este procedimiento se realiza la introducción de error considerando que en una semana se realizan entre 21 y 25 viajes para evitar este error lo que vamos a hacer es demostrar la relación entre el poder calorífico y la ceniza, volátil, azufre y carbón fijo. Para ello mediante la tabla 8. Haremos el cálculo de regresión para calcular el poder calorífico por camión. Hallaremos después el coeficiente de correlación múltiple, para luego validar haciendo uso de la prueba global. Esta validación nos va permitir afirmar si existe suficiente evidencia estadística para afirmar la correlación a través del uso de la prueba de hipótesis.

TABLA 8: se observan 12 muestras con análisis completo. Los cuales han sido brindados por el laboratorio. En esos análisis se puede apreciar los contenidos de ceniza, humedad, volátil, carbón fijo, azufre y poder calorífico. Vamos a realizar un análisis de correlación múltiple, para lo cual primero mediante el uso del Excel, calcularemos los coeficientes de cada variable, así como también el punto de intersección

N° MUESTRA	Humedad (%)	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón fijo(%)	Azufre (%)	PCS (Kcal/kg)
MUESTRA 1	5.79	32.78	6.91	60.31	0.95	5,249
MUESTRA 2	4.05	26.34	11.49	62.17	0.47	6,078
MUESTRA 3	4.13	40.81	11.16	48.03	2.21	4,648
MUESTRA 4	5.69	26.65	7.43	65.92	0.78	5,847
MUESTRA 5	5.35	16.85	9.38	73.77	0.55	7,026
MUESTRA 6	5.19	32.21	9.78	58.01	0.52	5,532
MUESTRA 7	8.23	33.47	8.21	58.32	0.58	5,342
MUESTRA 8	6.29	26.52	10.72	62.76	0.44	6,019
MUESTRA 9	4.82	28.68	6.41	64.91	0.98	5,705
MUESTRA 10	5.79	17.97	9.87	72.16	0.51	6,911
MUESTRA 11	2.54	4.29	5.94	89.77	0.75	8,166
MUESTRA 12	2.12	5.39	6.44	88.17	0.95	8,040

TABLA 9: Coeficientes y error típico de las muestras

	Coeficientes	Error típico
Intercepción	-1748.59221	208.9899649
Variable X 1	0	0
Variable X 2	137.796778	10.73817724
Variable X 3	101.067795	1.859015923
Variable X 4	-3.92362726	38.26004962

TABLA 10: Análisis de varianza de las muestras

ANÁLISIS DE VARIANZA		
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>
Regresión	3	13324405.64
Residuos	8	25564.21969
Total	12	13349969.86

TABLA 11: Pronósticos de Poder Calorífico y Residuos de las muestras

<i>Observación</i>	<i>Pronóstico para Y</i>	<i>Residuos</i>
1	5295.25478	-46.21477959
2	6116.23346	-38.68346327
3	4634.8348	13.08520268
4	5934.56645	-87.56644944
5	6997.55479	28.44520995
6	5459.96276	72.03723503
7	5274.71742	67.17257814
8	6069.87765	-50.87765174
9	5691.15054	13.89122562
10	6902.51301	8.783811427
11	8139.83386	26.16613664
12	8046.23906	-6.239055443

Hallaremos el coeficiente de correlación múltiple mediante la siguiente formula:

$$R^2 = \frac{SSR}{SStotal}$$

Donde SSR: suma de cuadrados explicados por la regresión.

SSE: Suma de cuadraos del error

$$R^2 = \frac{SSR}{SStotal} = \frac{13324405.64}{13349969.86} = 0.998085073$$

Este valor significa que el 99.8% de los valores son explicados a través de la regresión.

Ahora calcularemos el error estándar múltiple mediante el uso de la siguiente formula:

$$S_{y123} = \sqrt{\frac{SSE}{n-(k+1)}}$$

n = numero de observaciones

k = numero de variables independientes

$$S_{y123} = \sqrt{\frac{25564.22}{12-(3+1)}} = 56.53$$

Por ultimo haremos una validación por medio de la prueba global. Calcularemos el valor f y con el uso de la tabla de distribución f, primero estableceremos las hipótesis:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0 \quad \text{Hipótesis nula}$$

$$C: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq 0 \quad \text{Hipótesis alternativa}$$

Se tiene $gl=(3,16)$ el valor critico f es 3.49

$$F = \frac{\frac{SSR}{k}}{\frac{SSE}{n-(k+1)}} = \frac{\frac{13324405.64}{3}}{\frac{25564.22}{12-(3+1)}}$$

La regla de decisión es: no rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes de regresión son 0, si el valor calculado de F es menor o igual que 3.49. si la F calculada es mayor que 3.49, se rechaza H_0 y se acepta la hipótesis alternativa, H_1 .

El valor de F es 1389.9, que está en la región de rechazo. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de regresión múltiple son cero. Se acepta la hipótesis alternativa, podemos decir que hay suficiente evidencia estadística para afirmar que hay dependencia con el carbón fijo, azufre, y volátil

3.2 Descripción de los parámetros de cada proveedor.

3.2.1 Corporación minera Yanarumi

En la tabla 12 se muestran los resultados de 20 viajes, los cuales han sido escogidos de manera aleatoria para realizar su respectiva clasificación de acuerdo a sus parámetros de calidad, en las tablas que se van a mostrar de cada proveedor, los valores del poder calorífico son estimados de acuerdo a la regresión calculada en el punto 3.1

TABLA 12 Resultados de muestras de Corporación Minera Yanarumi

TMS	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón Fijo (%)	Azufre (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
33.79	27.20	8.12	64.68	0.83	5904.330491
34.06	25.74	7.93	66.33	0.71	6044.548911
33.71	25.85	7.60	66.56	0.53	6022.863637
33.68	28.41	8.18	63.41	0.52	5784.942518
33.48	21.93	7.76	70.31	0.48	6425.412561
33.79	31.78	8.78	59.44	0.62	5466.080936
34.82	35.00	8.47	56.54	0.48	5129.99042
33.67	24.38	9.45	66.17	0.53	6239.80843
33.92	36.65	10.57	52.77	0.51	5040.121722
34.76	28.25	9.94	61.81	0.74	5865.277514
33.61	26.31	10.20	63.48	0.55	6071.1444
33.18	28.20	10.25	61.56	0.99	5880.966438
33.62	29.45	10.17	60.38	0.87	5751.769158
33.99	31.96	10.56	57.48	0.74	5513.492737
34.82	27.09	9.97	62.94	0.53	5984.378773
35.01	24.41	10.01	65.58	0.71	6255.885199
33.72	23.69	12.50	63.81	0.84	6420.135983
33.43	22.16	10.82	67.02	0.70	6512.889031
33.92	26.71	10.29	63.00	0.72	6034.130222
33.64	25.49	10.01	64.50	0.54	6147.496137

TABLA 13 Resultados Estadísticos Corporación Minera Yanarumi

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
σ^2	14.52139777	1.51222634	0.02127595	151122.829
DESV EST	3.810695182	1.22972612	0.14586277	388.7451981
MEDIA	27.5468895	9.57837627	0.6560592	5923.313797

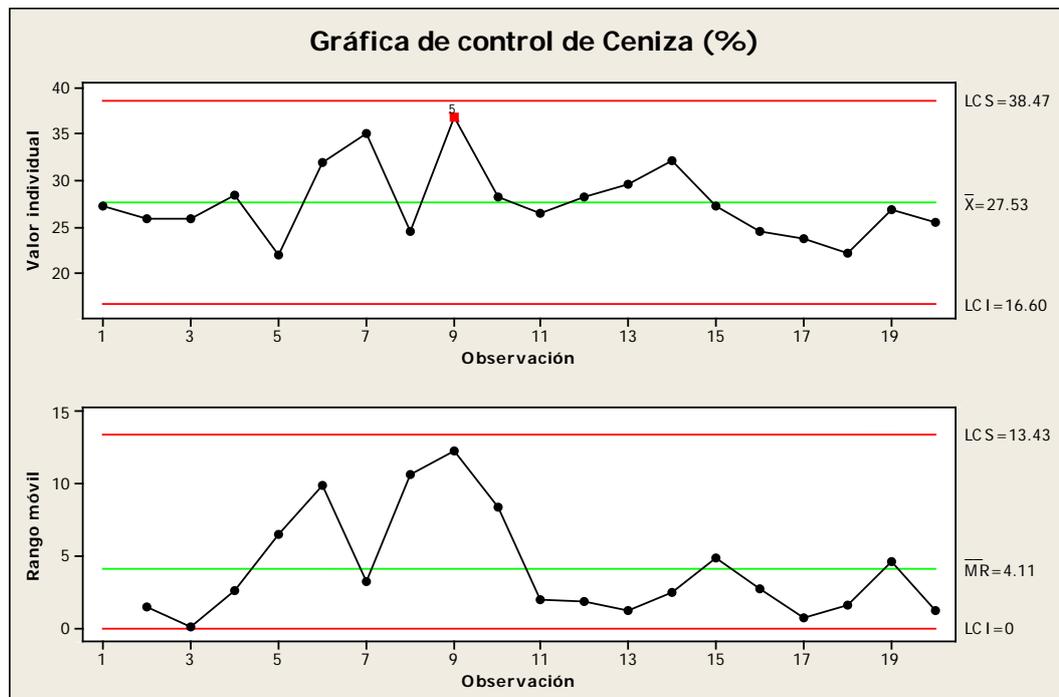


Figura 2 Gráfica de Control de Ceniza Minera Yanarumi

Se observa que es un carbón que posee una buena calidad, no presenta caso alguno cuyo valor en ceniza supere el 40%. Tiene una media de 27.28 y una desviación estándar de 3.8. lo que nos va permitir calificarlos como buen proveedor en el caso de ceniza.

En lo que respecta volátil de acuerdo a los valores no nos va a generar pérdidas ni ganancias esta variable, se encuentra en un rango neutro.

En cuanto a azufre refiere tiene una media de 0.656% de azufre y una desviación de 0.154% con lo que podríamos afirmar que es un carbón bueno en cuanto a azufre refiere.

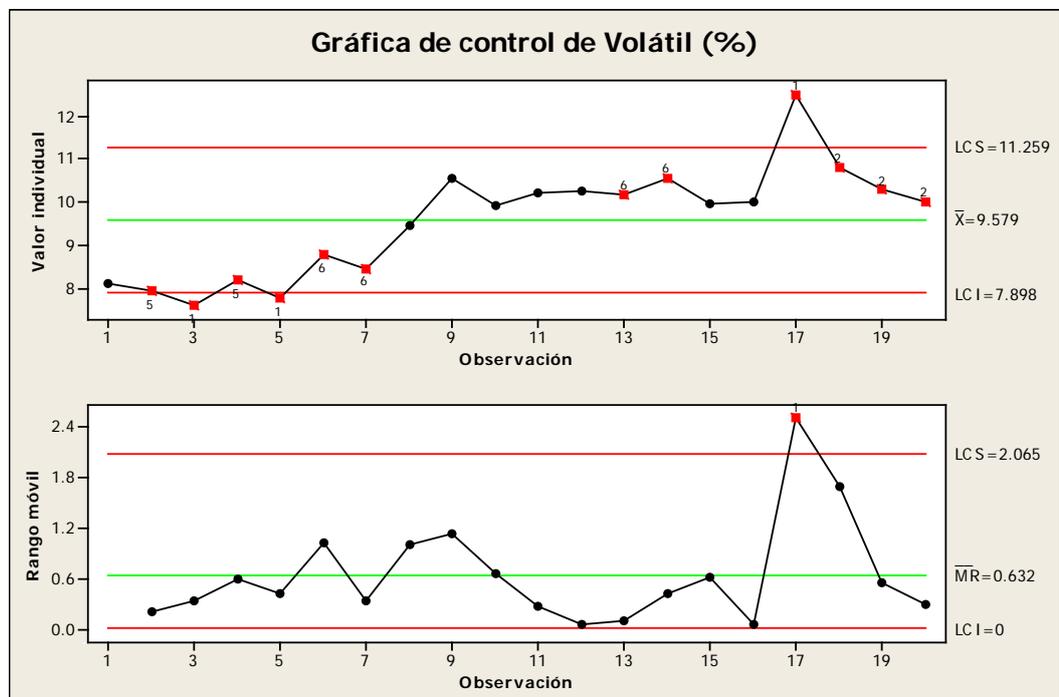


Figura 3. Gráfica de Control de Volátil Minera Yanarumi

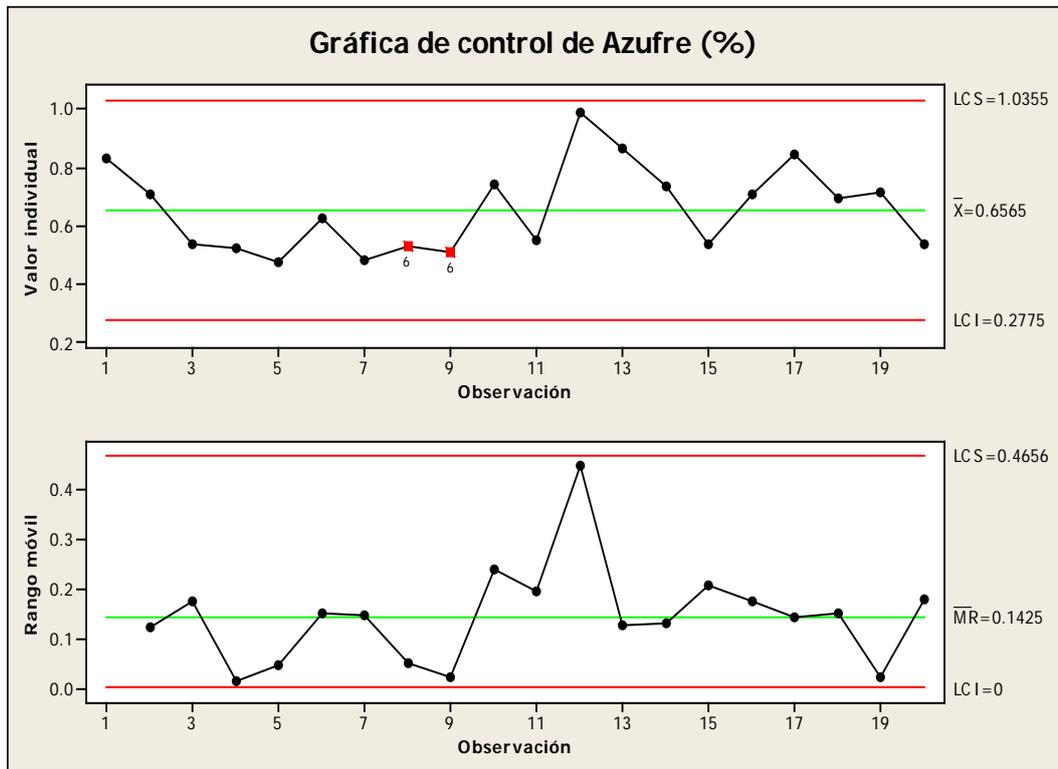


Figura 4 Gráfica de Control de Azufre Minera Yanarumi

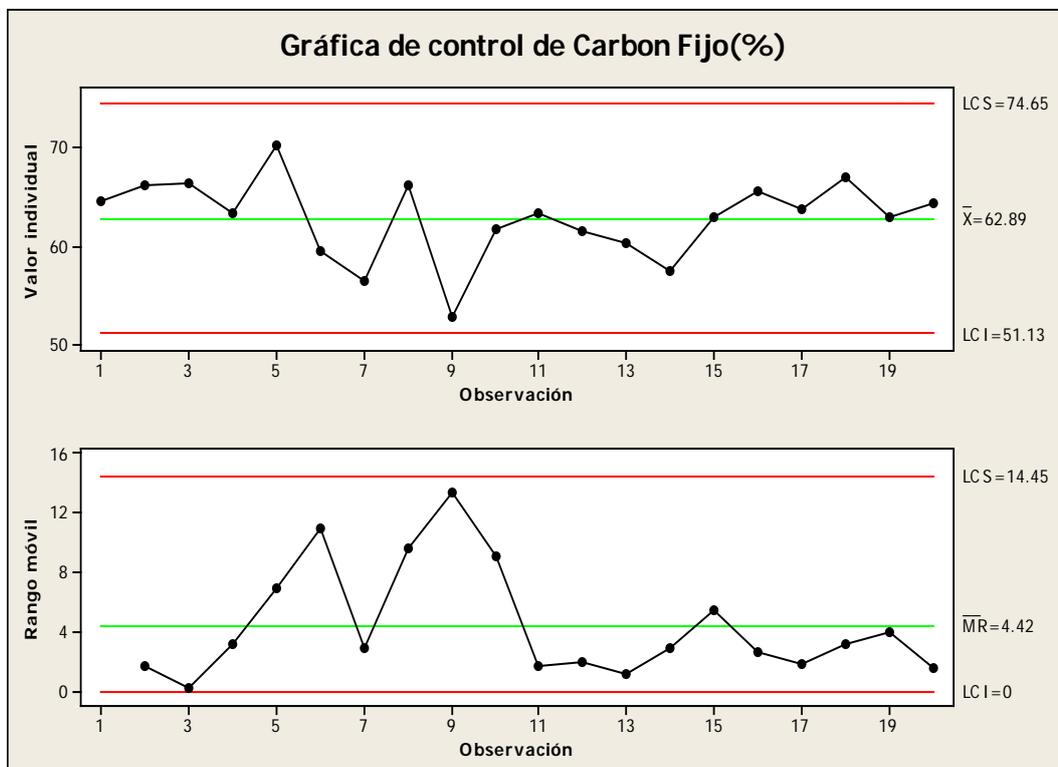


Figura 5 Gráfica de Control de Carbón Fijo Minera Yanarumi

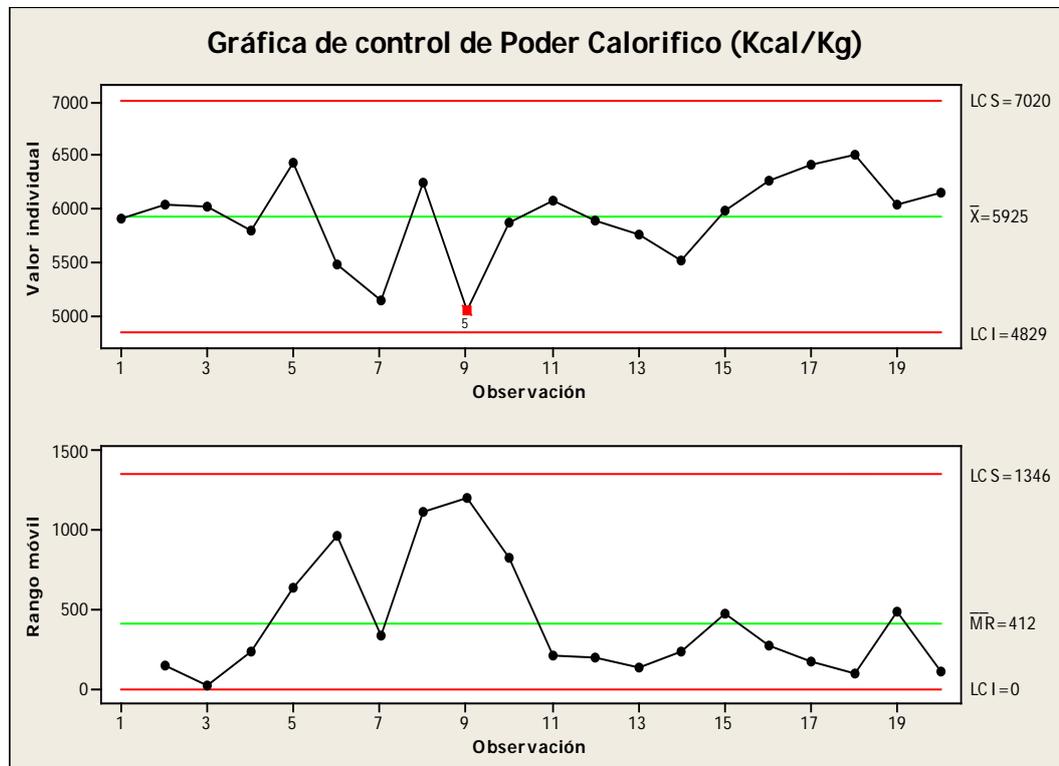


Figura 6 Gráfica de Control de Poder Calorífico Minera Yanarumi

3.2.2 Corporación minera DUO REAL

En la tabla 14 se muestran los resultados de 20 viajes, los cuales han sido escogidos de manera aleatoria para realizar su respectiva clasificación de acuerdo a sus parámetros de calidad

TABLA 14 Resultados de muestras de DUO REAL

TMS	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón Fijo(%)	Azufre (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
34.72	26.61	8.74	64.65	1.14	5985.5895
33.98	32.88	8.33	58.80	1.25	5336.298102
35.41	28.94	8.70	62.36	1.17	5748.017111
34.65	27.01	8.94	64.05	1.47	5951.307162
34.92	28.20	8.38	63.42	1.54	5810.290706
34.84	30.06	8.40	61.54	1.20	5623.801679
34.81	29.59	9.89	60.52	1.34	5725.586245
35.07	41.24	10.56	48.20	1.27	4572.736032
35.19	37.16	8.24	54.60	1.49	4899.478116
33.81	30.78	8.73	60.49	1.01	5563.68593
34.93	35.08	8.35	56.58	1.47	5114.008535
33.86	31.71	8.53	59.76	1.59	5460.182826
33.75	33.66	8.49	57.85	1.19	5263.128887
33.41	39.89	8.89	51.22	1.28	4647.936779
33.21	34.19	8.10	57.71	1.64	5193.199656
34.89	32.87	12.12	55.01	1.87	5474.192174
34.67	33.81	7.86	58.33	1.07	5225.576666
35.64	39.29	8.82	51.89	1.24	4706.317957
33.37	26.80	8.17	65.03	1.21	5944.898586
33.74	32.45	8.79	58.76	1.32	5396.205915

TABLA 15 Resultados estadísticos DUO REAL

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
σ^2	18.02286521	0.9264237	0.04345869	180119.3631
DESV EST	4.245334523	0.96250907	0.20846747	424.4047162
MEDIA	33.1598401	8.87274226	1.34005753	5327.424282

Este proveedor posee un carbón que en contenido de ceniza lo podemos calificar de regular debido a que posee una media de 32.61% y una desviación estándar de 4.245%. el volátil no va afectar dado que se encuentra entre valores que no generan ni pérdidas ni ganancias, el problema con este carbón va a ser el contenido de azufre, dado que posee un contenido medio de 1.338% además de tener una desviación estándar de 0.208%, con dichos valores vamos a estar sujetos a descuentos por este concepto.

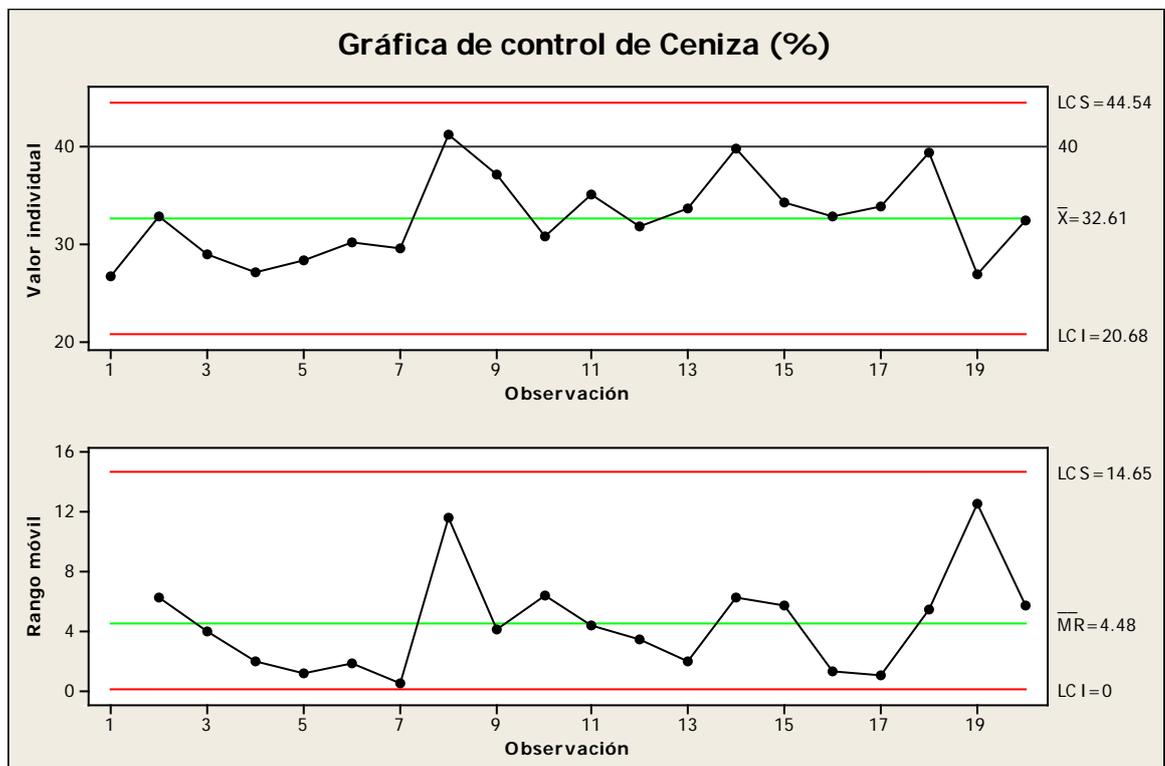


Figura 7 Gráfica de Control de Ceniza DUO REAL

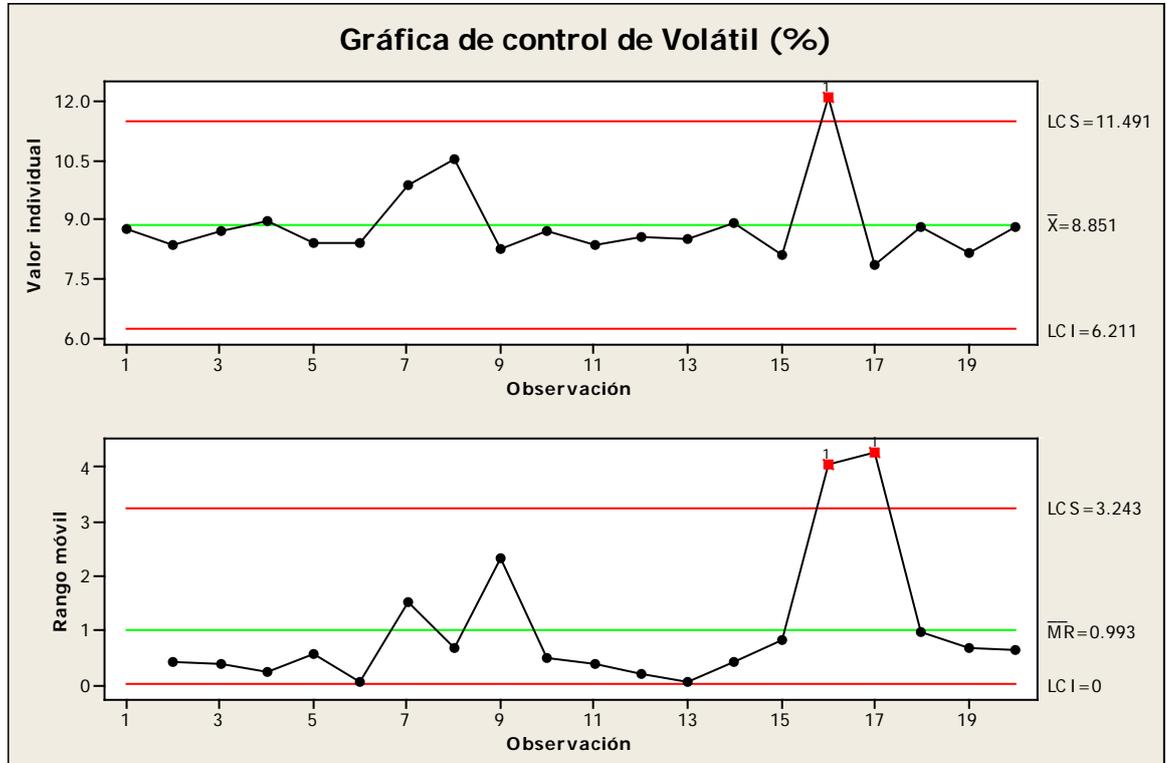


Figura 8 Gráfica de Control de Volátil DUO REAL

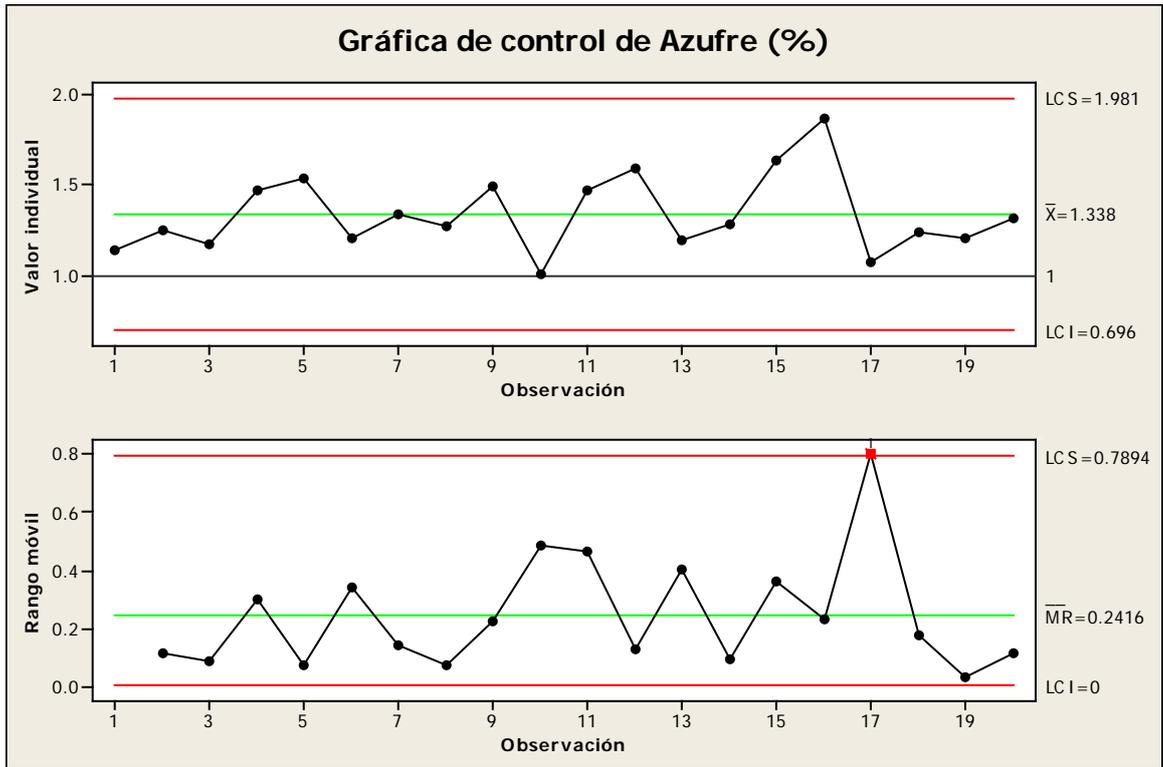


Figura 9 Gráfica de Control de Azufre DUO REAL

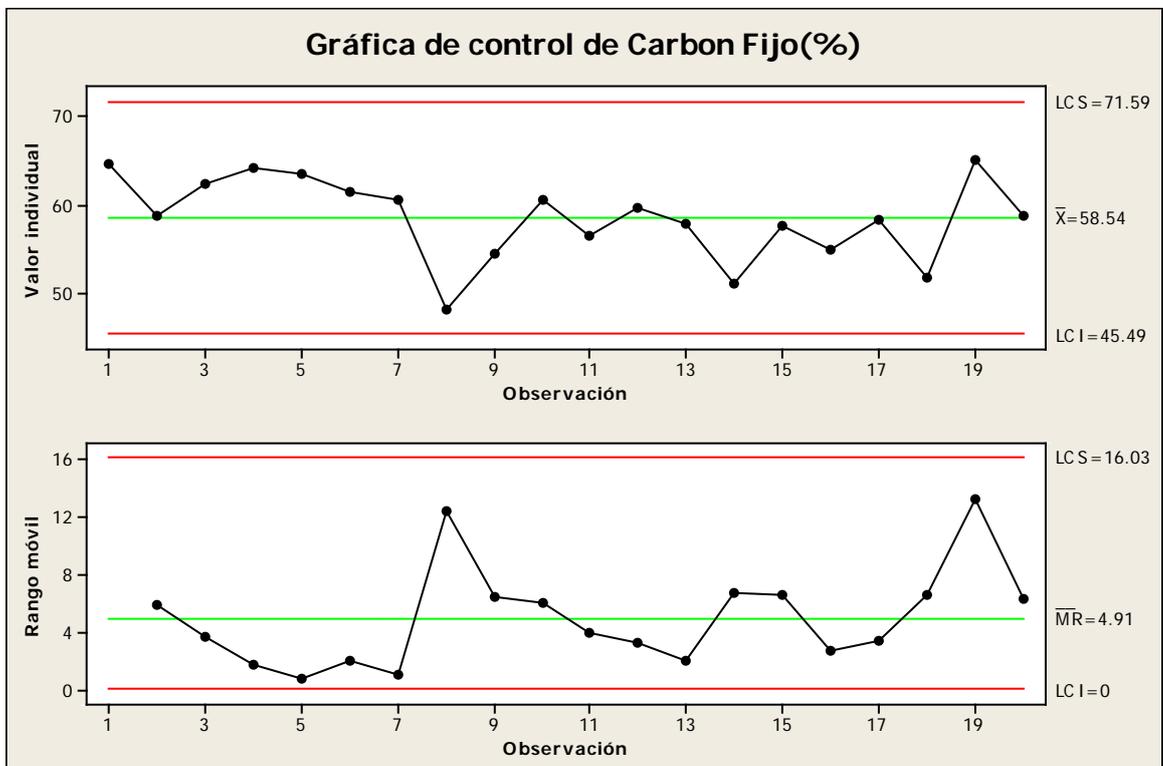


Figura 10 Gráfica de Control de Carbón Fijo DUO REAL

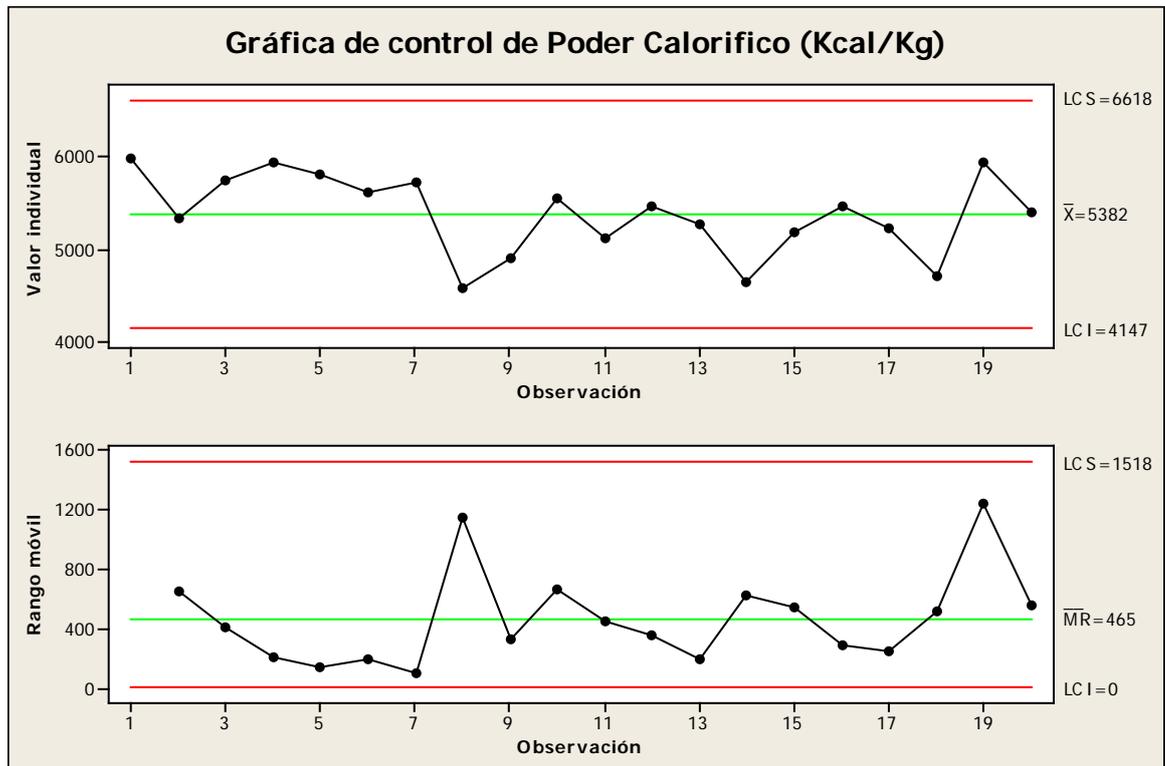


Figura 11 Gráfica de Control de Poder Calorífico DUO REAL

3.2.3 Minera Tagurama

En la tabla 16 se muestran los resultados de 20 viajes, los cuales han sido escogidos de manera aleatoria para realizar su respectiva clasificación de acuerdo a sus parámetros de calidad

TABLA 16 Resultados de Muestras de Minera Tagurama

TMS	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón Fijo(%)	Azufre (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
34.87	38.97	5.42	55.61	0.91	4614.993503
36.02	39.45	5.87	54.68	0.86	4583.287588
33.95	33.50	5.97	60.53	0.99	5187.647176
35.45	39.56	5.21	55.23	0.90	4547.647581
34.79	41.58	6.67	51.75	0.89	4397.099618
35.04	40.53	8.42	51.05	1.35	4565.840029
34.87	37.89	6.73	55.38	1.00	4771.893434
34.76	43.81	6.76	49.43	1.04	4174.603559
33.97	39.54	6.42	54.04	1.05	4593.686672
32.78	37.48	7.83	54.69	0.96	4853.926476
33.98	38.92	8.53	52.55	1.25	4733.088054
33.67	37.41	7.18	55.41	1.16	4836.230511
33.45	40.72	7.16	52.12	1.00	4501.883451
33.95	44.49	8.77	46.74	1.25	4178.889737
34.86	38.12	8.63	53.25	1.17	4817.827524
34.36	39.89	7.50	52.60	1.17	4597.030009
34.87	38.49	6.49	55.02	0.99	4702.541971
33.76	40.28	7.60	52.12	0.94	4562.448304
31.98	38.21	6.98	54.81	0.75	4749.977883
33.79	39.42	7.01	53.57	1.08	4627.36081

TABLA 17 Resultados estadísticos Minera Tagurama

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
σ^2	5.146123949	1.03071185	0.02150419	49446.21986
DESV EST	2.268506987	1.0152398	0.14664307	222.3650599
MEDIA	39.5441974	7.07216529	1.03741909	4617.225443

Con el material proveniente de este proveedor hay que tener cuidado con la ceniza esto debido a la media y desviación estándar que presenta , en cuanto al material volátil se va situar en un rango en donde es indiferente esta variable, en cuanto al azufre si generaría problema debido a que su media está por encima de 1% lo cual ya estaría generando un descuento esto se complicaría aún más considerando la desviación estándar que presenta, por último en el poder calorífico hay que tener en cuenta que castigan material cuyo poder calorífico este por debajo de 4500 Kcal/Kg, si bien la media es superior al mínimo establecido, una vez que consideremos la desviación estándar vemos que si podemos tener problemas en este aspecto. Por todo lo mencionado podemos clasificar a este material como malo

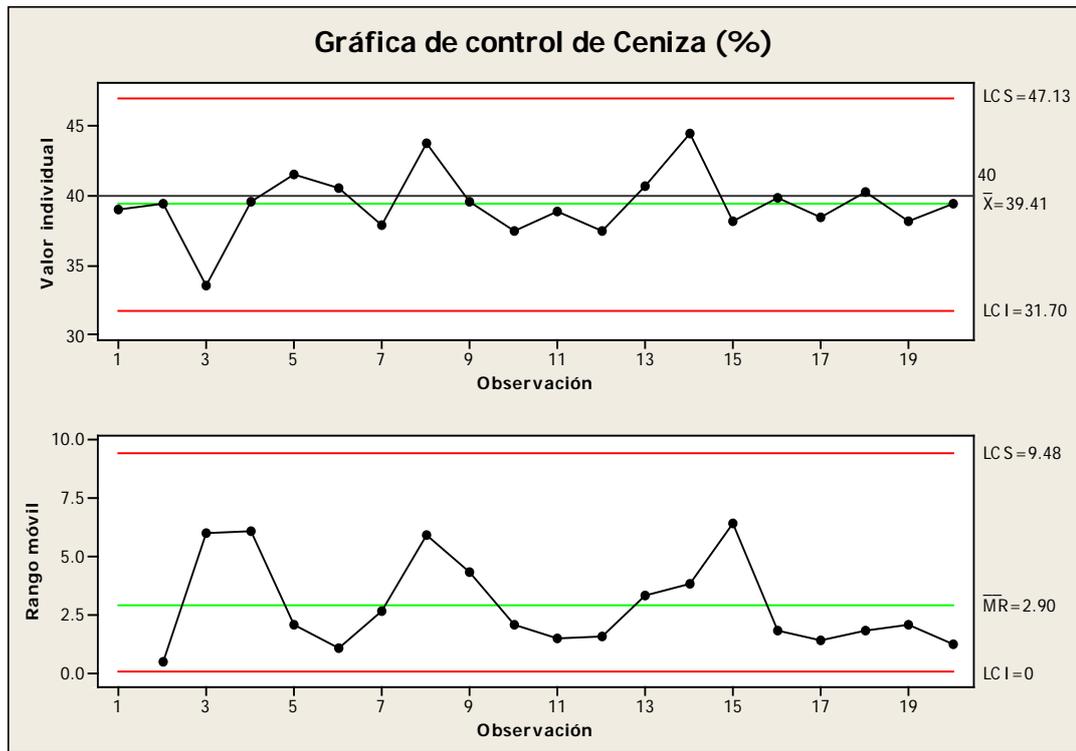


Figura 12 Gráfica de Control de Ceniza Minera Tagurama

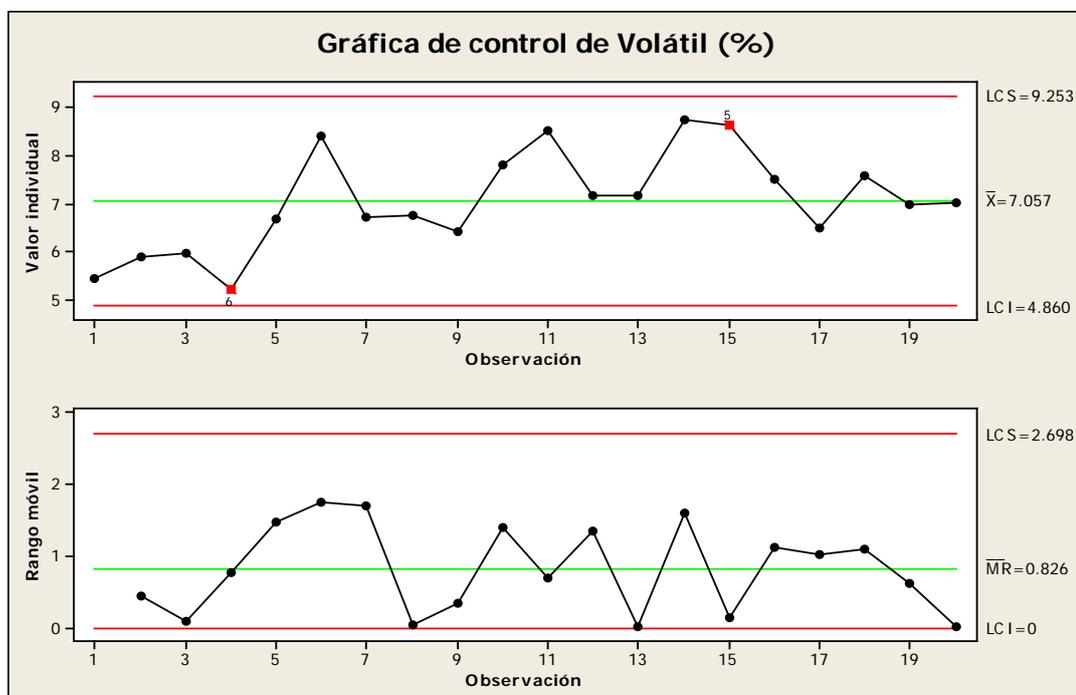


Figura 13 Gráfica de Control de Volátil Minera Tagurama

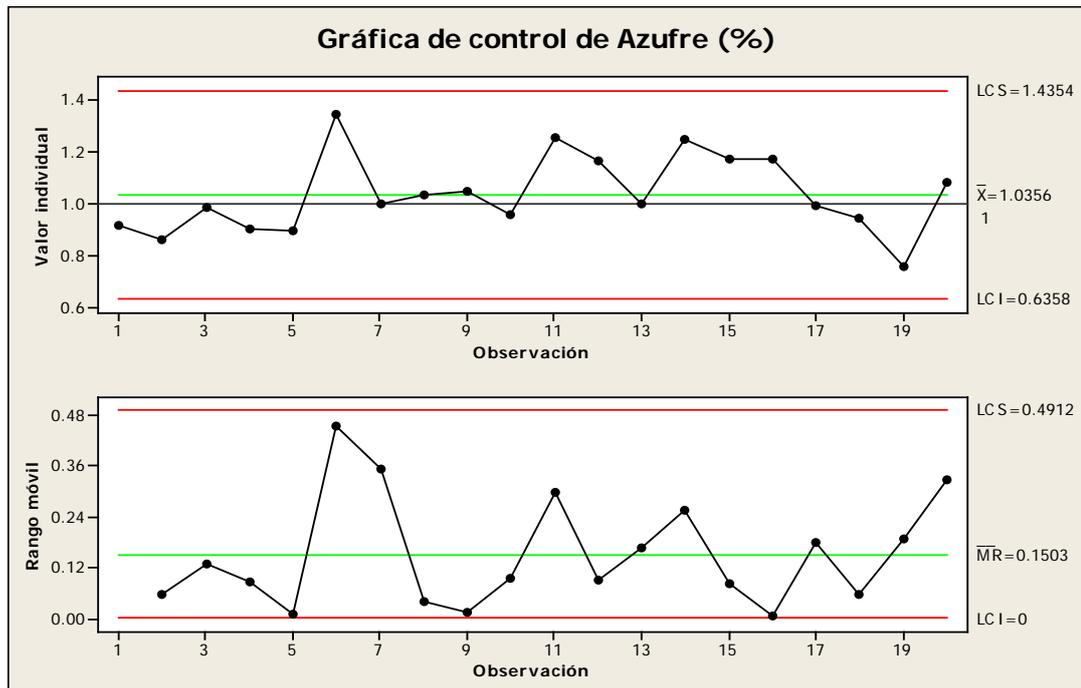


Figura 14 Gráfica de Control de Azufre Minera Tagurama

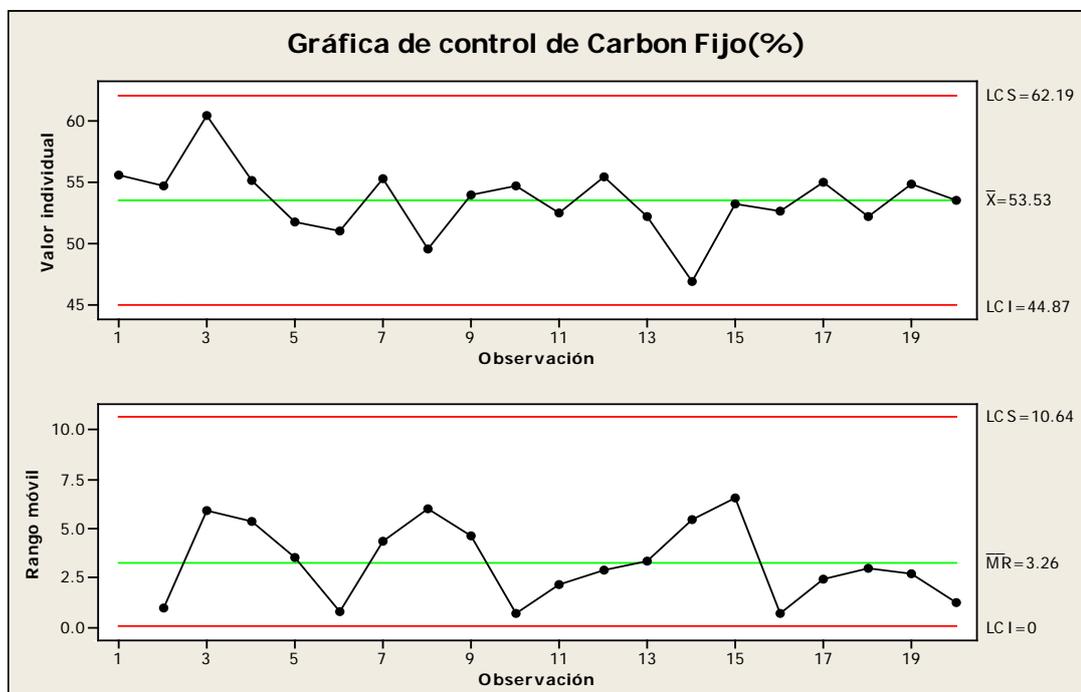


Figura 15 Gráfica de Control de Carbón Fijo Minera Tagurama

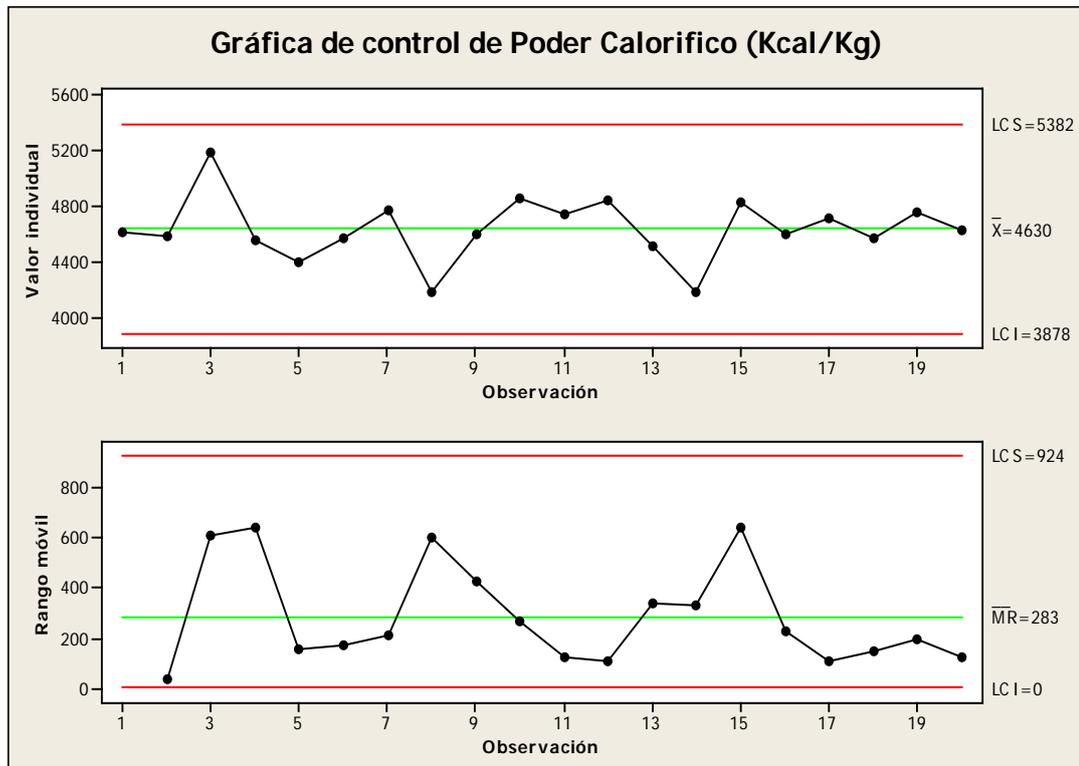


Figura 16. Gráfica de Control de Poder Calorífico Minera Tagurama

3.2.4 Multiservicios Flores Poma

En la tabla 18 se muestran los resultados de 20 viajes, los cuales han sido escogidos de manera aleatoria para realizar su respectiva clasificación de acuerdo a sus parámetros de calidad

TABLA 18. Resultados de Muestras de Multiservicios Flores Poma

TMS	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón Fijo(%)	Azufre (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
32.71	25.29	7.34	67.37	0.99	6067.950323
32.11	24.99	7.58	67.43	0.93	6106.851859
33.71	27.65	8.11	64.24	0.84	5857.744159
32.90	26.71	7.64	65.64	0.80	5935.915432
33.81	28.38	7.62	64.00	0.90	5766.108684
32.53	28.61	7.23	64.16	0.78	5729.481471
32.86	29.96	7.91	62.13	0.87	5617.308852
32.89	26.76	7.42	65.82	0.93	5922.493176
32.21	40.09	7.78	52.13	1.27	4587.14787
31.91	29.84	9.01	61.15	0.88	5669.799632
31.92	22.47	7.35	70.18	0.95	6353.424516
32.86	19.71	6.93	73.36	1.02	6616.670803
32.67	25.63	7.55	66.82	0.92	6041.513789
31.83	30.21	8.18	61.61	0.71	5602.586509
34.79	23.79	7.53	68.68	0.92	6226.743952
32.75	28.16	7.74	64.10	0.82	5793.183137
33.77	34.52	7.76	57.72	1.68	5147.752221
33.35	28.68	6.41	64.91	0.98	5691.150556
33.40	22.81	6.99	70.20	0.97	6305.760559
30.64	30.29	7.38	62.33	0.79	5564.804008

TABLA 19. Resultados estadísticos de Multiservicios Flores Poma

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
σ^2	18.70478278	0.26566489	0.04175693	185295.2617
DESV EST	4.324902633	0.5154269	0.20434514	430.4593613
MEDIA	28.4039526	7.60463096	0.96043192	5763.004416

Este proveedor presenta un material cuya ceniza que no va generar descuento alguno, tiene un buen valor considerando su desviación estándar está por debajo de 40%, en cuanto al material volátil este va ser indiferente dados los valores de la media y desviación estándar para esta variable. En cuanto al contenido de azufre, presenta una media debajo de 1% pero si tener cuidado por la desviación estándar que presenta sumado a la gráfica de control en donde vemos que es muy probable que este carbón supere el porcentaje limite permisible. Por último el contenido de poder calorífico es muy bueno y generaría premio por este concepto.

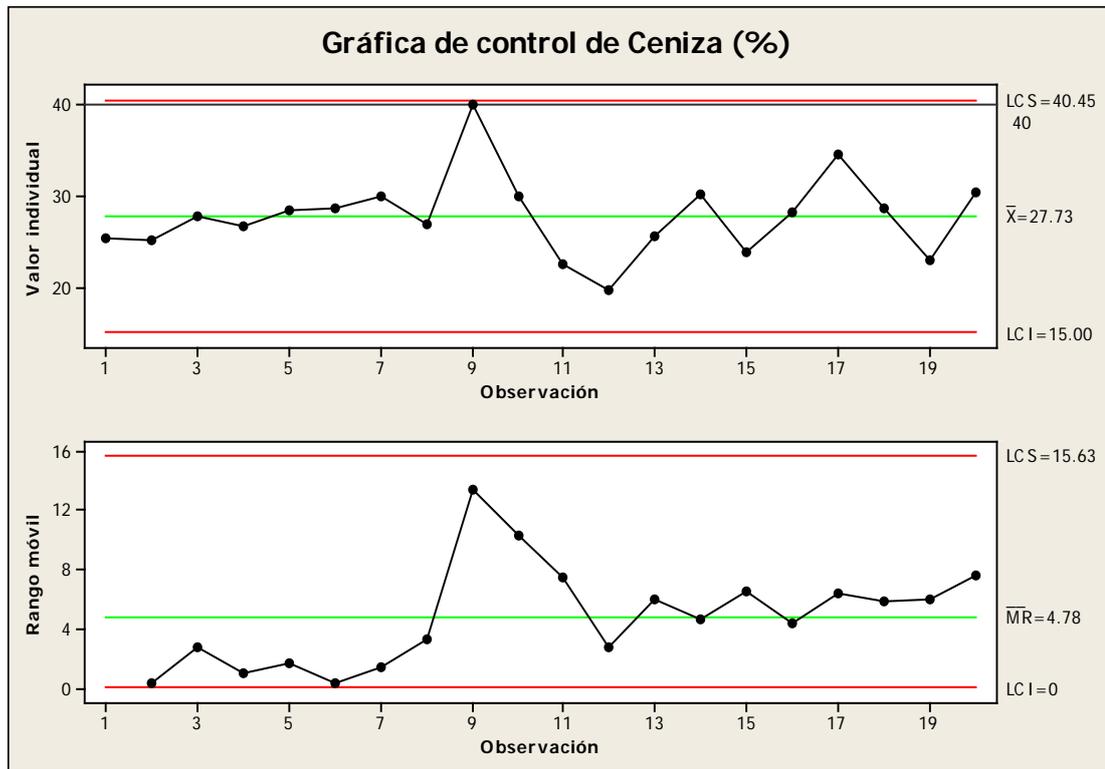


Figura 17. Gráfica de Control de Ceniza Multiservicios Flores Poma

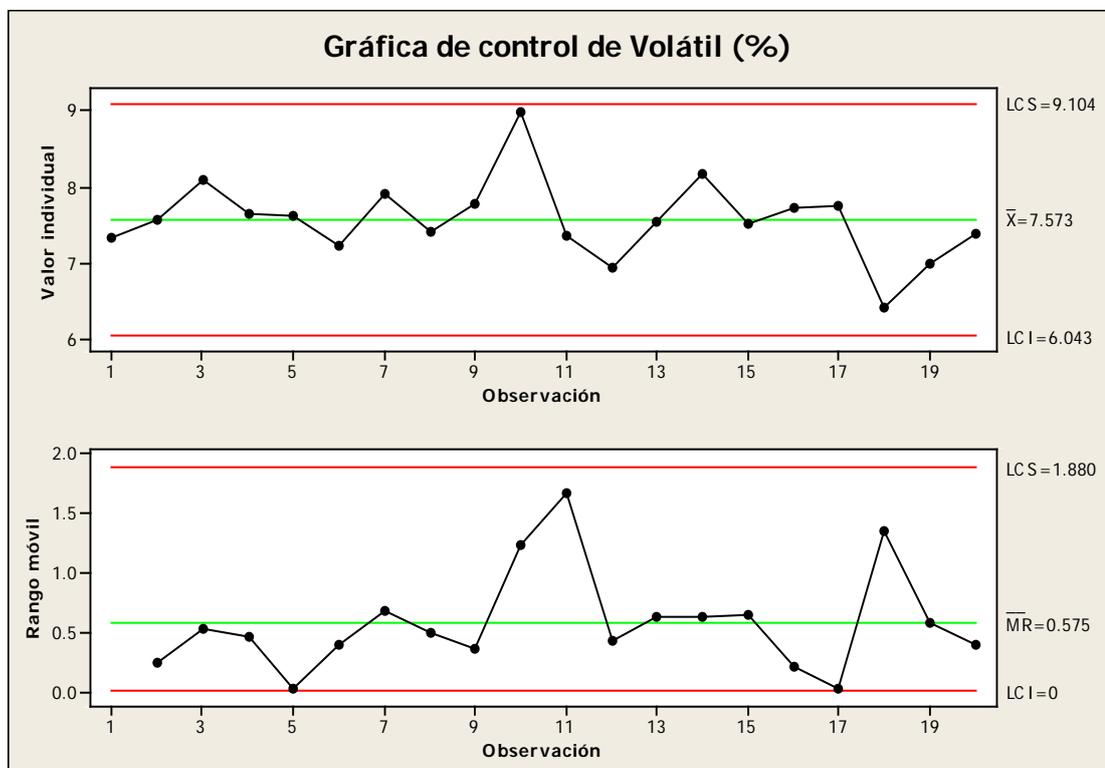


Figura 18. Gráfica de Control de Volátil de Multiservicios Flores Poma

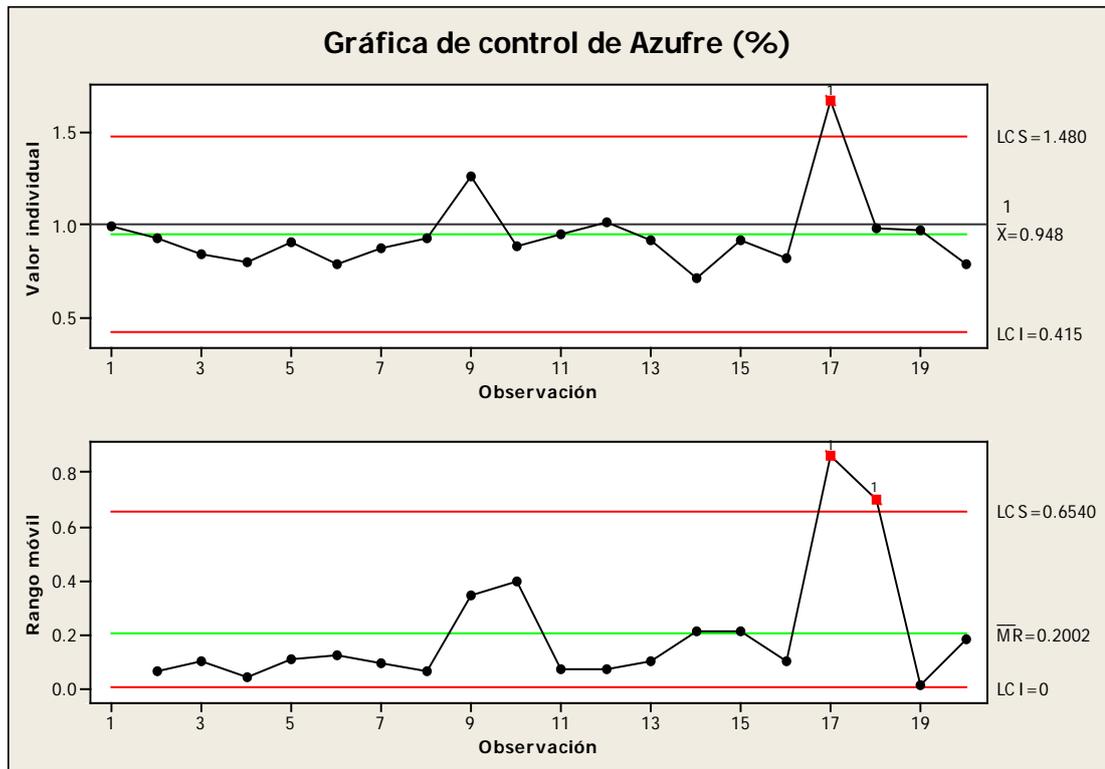


Figura 19. Gráfica de Control de Azufre de Multiservicios Flores Poma

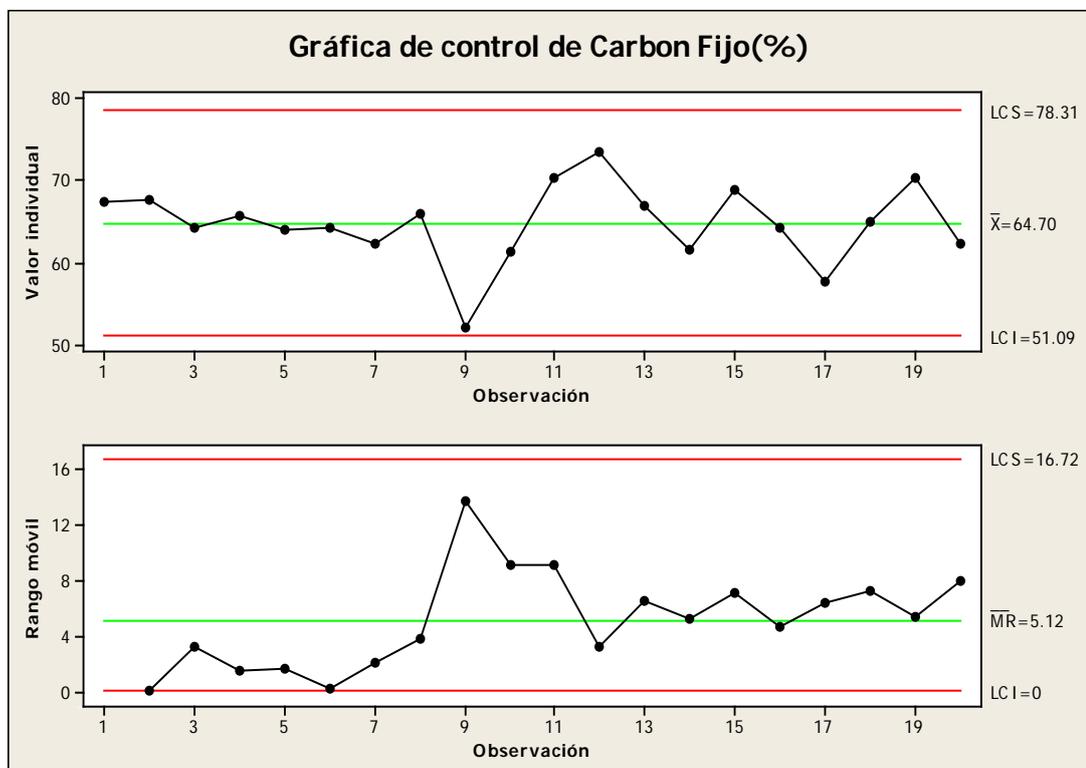


Figura 20. Gráfica de Control de Carbón Fijo de Multiservicios Flores Poma

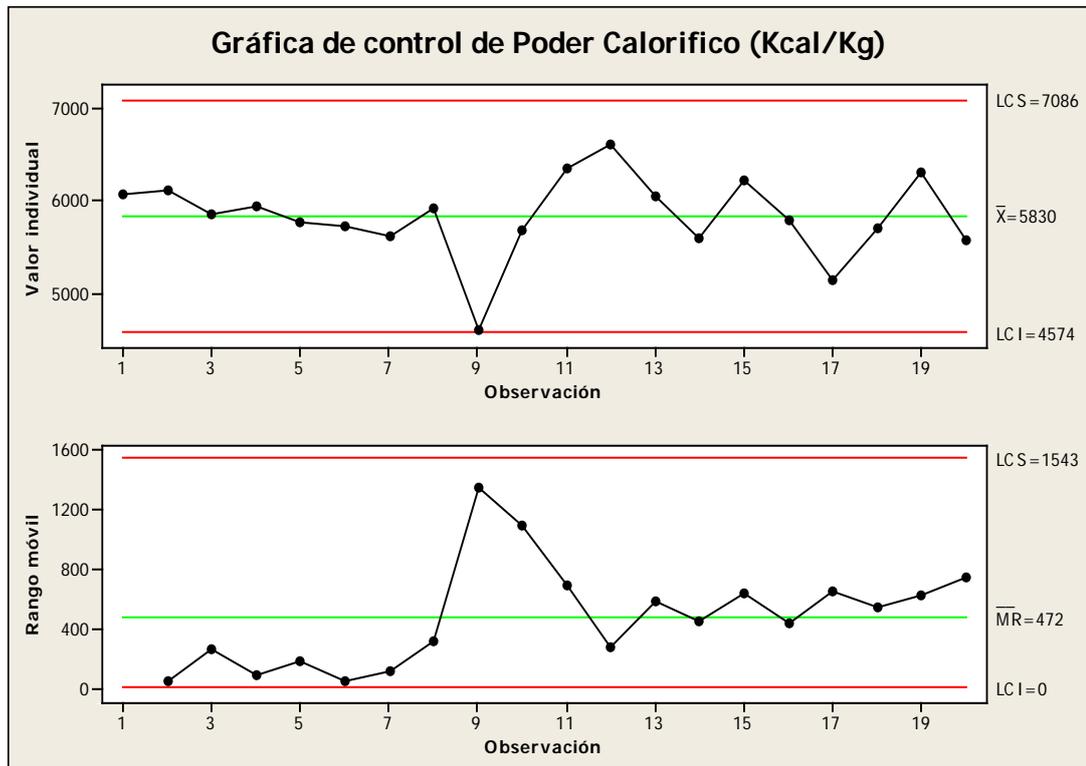


Figura 21. Gráfica de Control de Poder Calorífico de Multiservicios Flores Poma

3.2.5 Minera Pistac

En la tabla 20 se muestran los resultados de 20 viajes, los cuales han sido escogidos de manera aleatoria para realizar su respectiva clasificación de acuerdo a sus parámetros de calidad

TABLA 20. Resultados de Muestras de Minera Pistac

TMS	Ceniza (%)	Volátil (%)	Carbón Fijo (%)	Azufre (%)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
33.79	42.18	9.15	48.67	0.55	4428.87131
35.17	33.20	7.61	59.20	0.78	5279.474061
32.19	24.28	11.56	64.17	0.76	6326.117119
33.49	26.54	10.64	62.82	0.76	6063.348916
33.08	22.34	38.98	38.69	0.95	7528.600856
33.42	30.09	12.02	57.89	0.67	5755.695599
34.72	44.28	7.91	47.81	0.39	4171.901368
31.92	48.22	10.26	41.52	0.42	3859.680313
33.67	48.19	9.97	41.85	0.93	3850.687882
33.29	39.80	9.51	50.69	0.69	4681.780778
34.81	27.99	7.02	64.98	0.82	5783.628488
32.91	28.32	7.02	64.66	0.93	5749.848471
34.97	25.07	6.78	68.15	0.78	6069.765417
34.93	25.73	7.44	66.83	0.91	6027.486068
34.01	30.50	7.86	61.64	0.89	5561.007349
33.93	36.29	8.54	55.18	0.70	5001.566576
33.71	31.17	8.23	60.60	0.74	5507.595684
33.07	35.34	8.27	56.39	0.87	5086.333866
33.19	29.41	9.59	61.00	0.67	5735.495979
33.73	28.20	17.78	54.03	0.56	6158.994152

TABLA 21. Resultados estadísticos de Minera Pistac

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
σ^2	58.82180097	47.0715266	0.02495377	781437.9951
DESV EST	7.669537207	6.86086923	0.15796762	883.9898162
MEDIA	34.6589129	10.3106022	0.72011629	5231.159857

El material proveniente de este proveedor presenta una media que no genera descuento alguno el problema está en la variabilidad que es alta esto nos indica que pueden existir viajes que superen en determinado momento el máximo permitido por fabrica y genere fuerte descuento, recordemos que materiales con contenido de ceniza superiores a 40% el precio base de 30 soles y si el contenido supera el 50% no se pagara por ese carbón. En cuanto a material volátil se encuentra en una zona en donde no genera ni perdidas ni ganancias. En lo que azufre respecta su contenido generaría premio considerando aun su desviación estándar. Por ultimo en cuanto a poder calorífico refiere va a generar premio pero al igual que el caso del contenido de azufre es variable tiene una alta variabilidad el contenido de poder calorífico esto se ve reflejado tanto en el resultado obtenido de calcular la desviación estándar como en las gráficas de control,

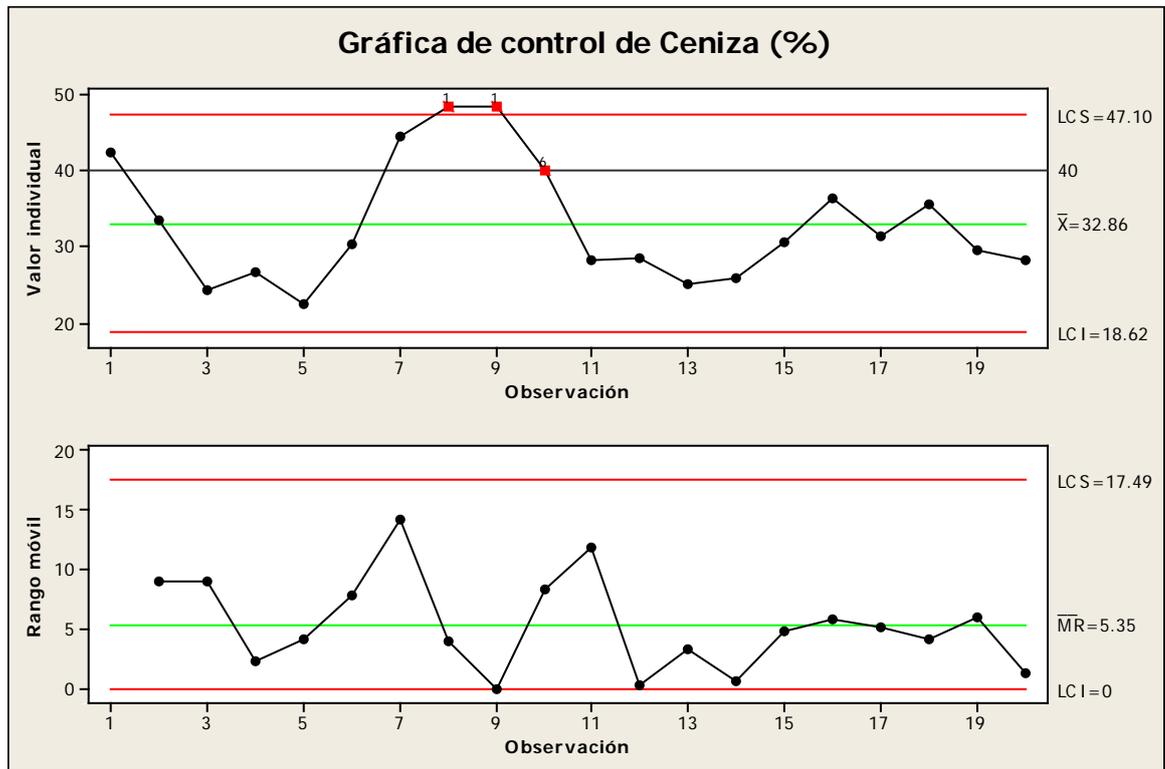


Figura 22. Gráfica de Control de Ceniza de Minera Pistac

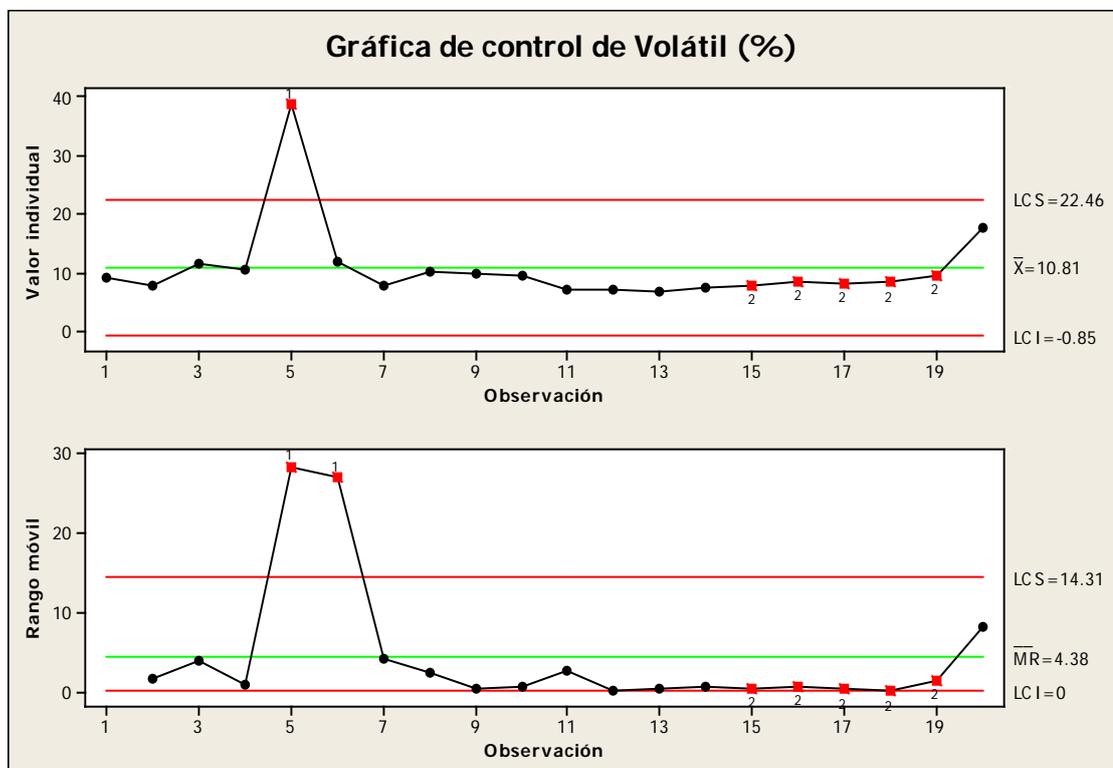


Figura 23. Gráfica de Control de Volátil de Minera Pistac

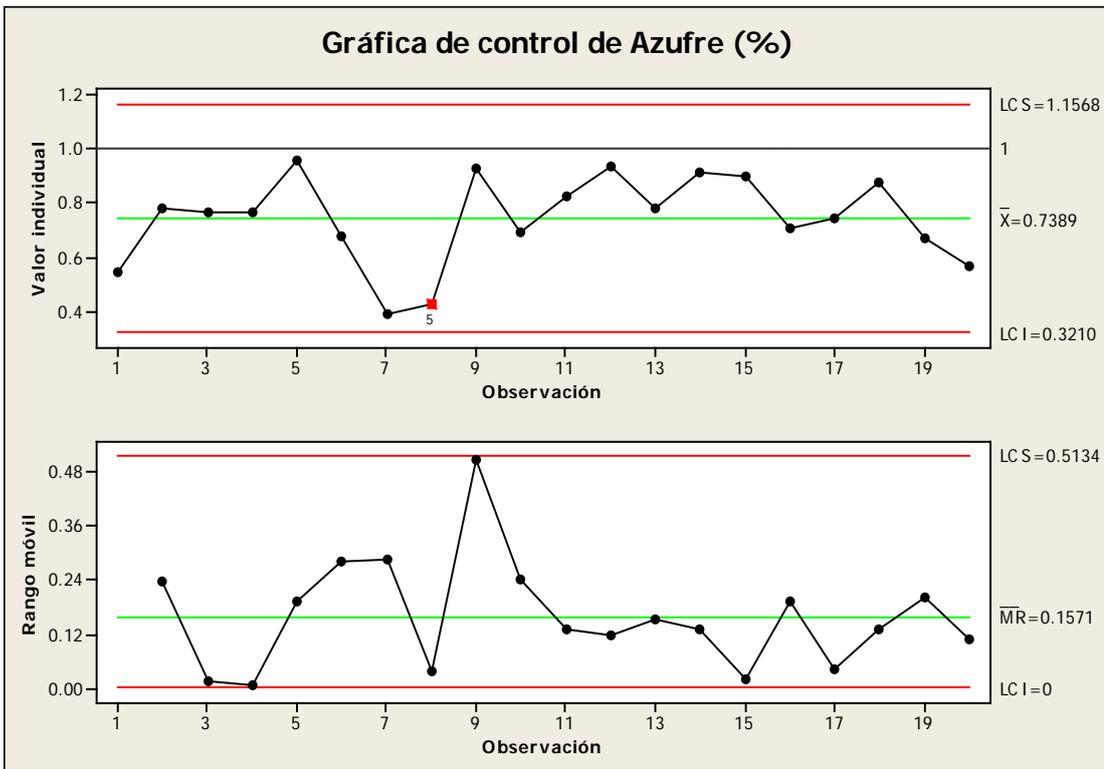


Figura 24. Gráfica de Control de Azufre de Minera Pistac

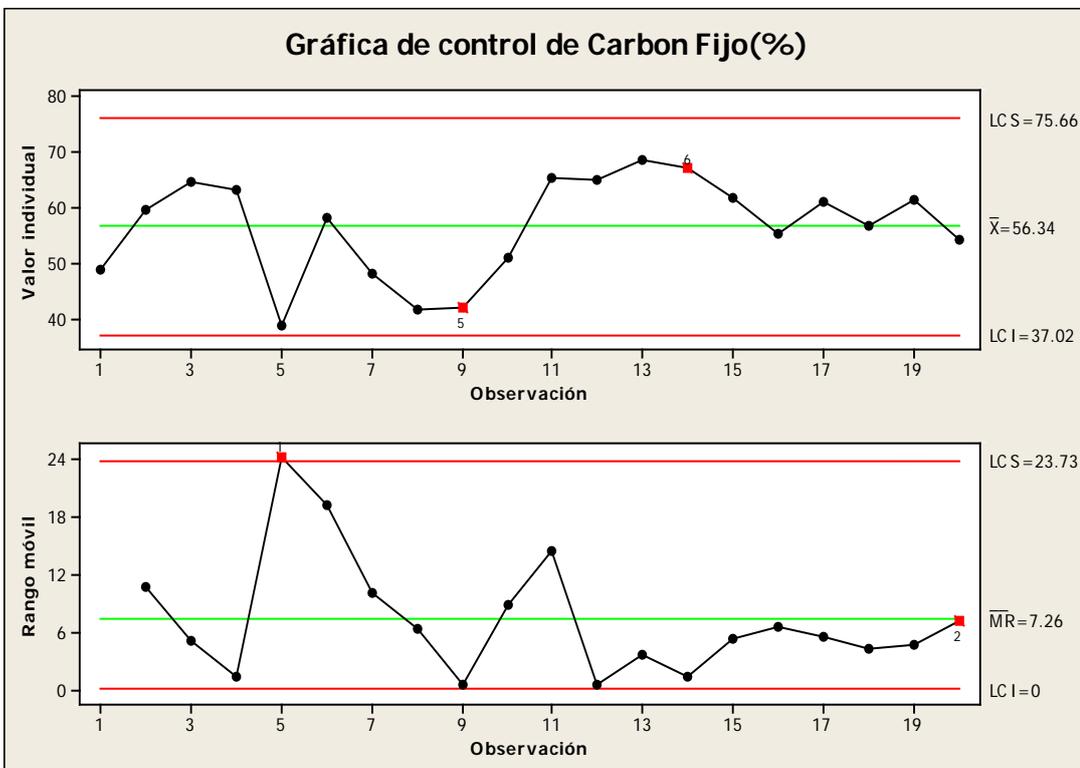


Figura 25. Gráfica de Control de Carbón Fijo de Minera Pistac

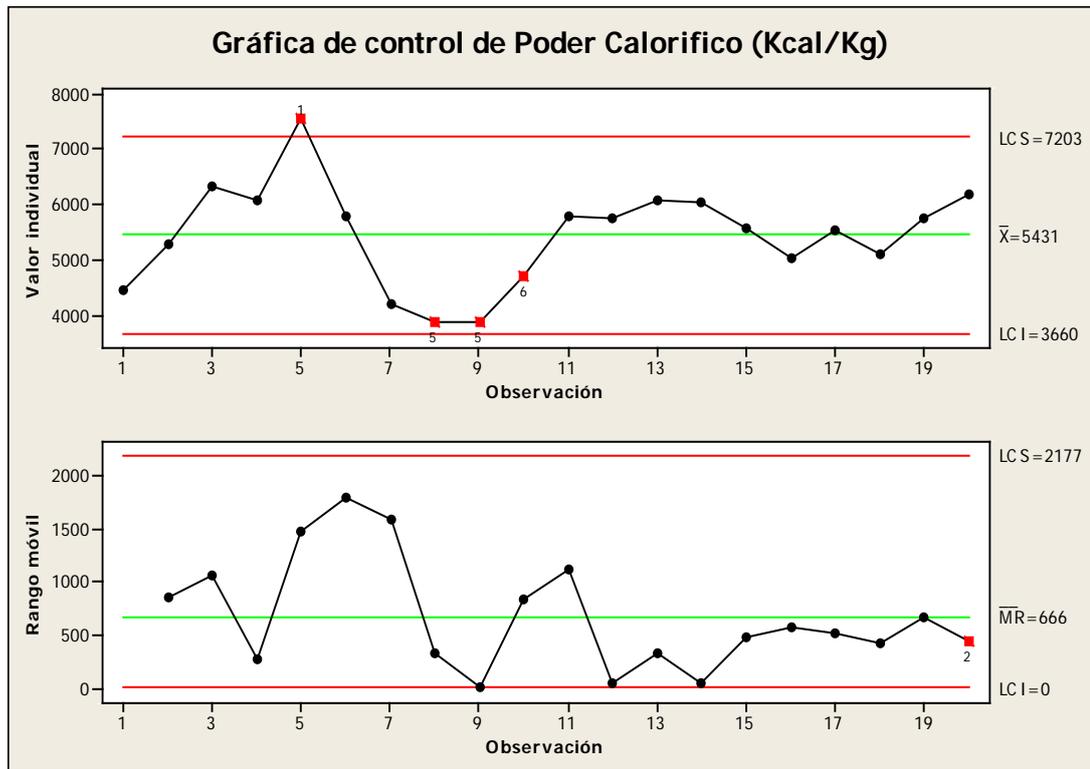


Figura 26. Gráfica de Control de Poder Calorífico de Minera Pistac

CAPÍTULO IV

PLANTA DE ACOPIO

4.1 Ubicación de la planta

La planta se ubicara en un sitio en el cual los costos que genere por su ubicación sean los bajos sean posible, para realizar la instalación de la planta actualmente se cuenta con tres alternativas, estas alternativas podemos apreciarlas en la figura 27. Para tener una mejor visión de ubicación. A continuación analizaremos cada una de estas alternativas y de acuerdo a este análisis procederemos a escoger la opción más conveniente para el proyecto.

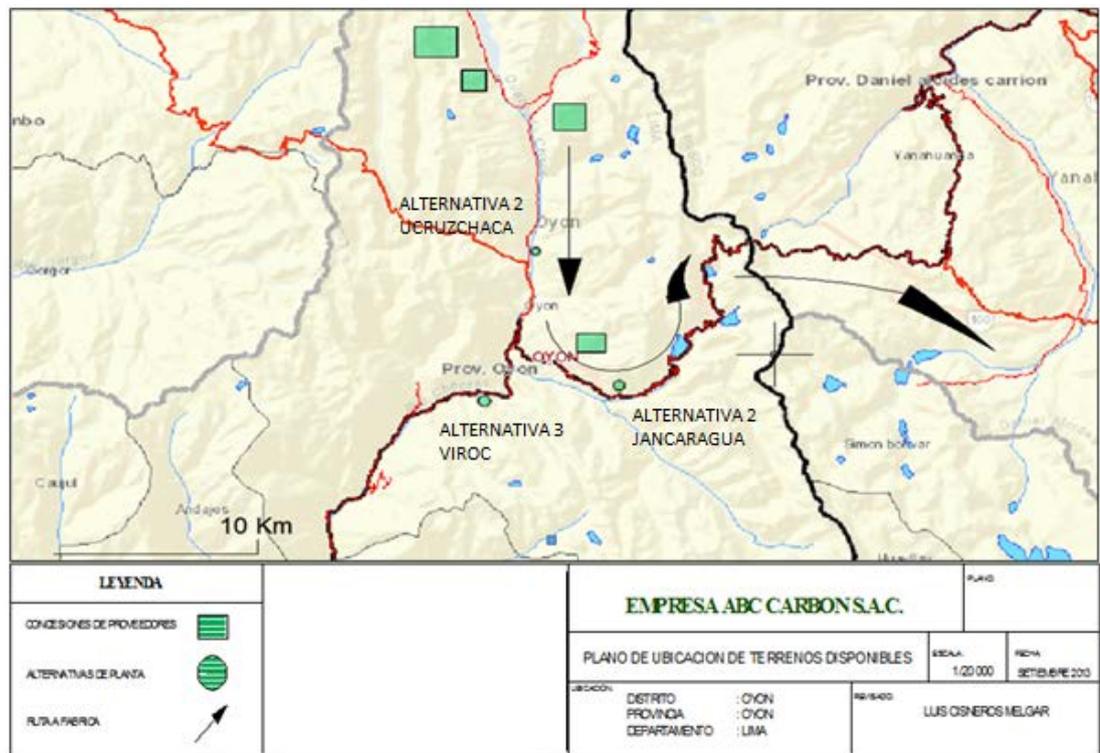


Figura 27. Plano de ubicación de posibles alternativas. Elaboración propia

Alternativa 1: son terrenos ubicados en Ucrozchaca, cerca de la comunidad de Quichas, se encuentra en la ruta hacia algunas concesiones de nuestros proveedores, cabe mencionar que se cuenta con acceso a energía como con agua, de ubicarse acá se generarían tres problemas:

- **Problema 1:** Está en que contamos con un proveedor cuya concesión Pistac, que está pasando Oyón en la ruta a fábrica, observando el figura 27 vemos que de ubicarse en Ucrozchaca la planta, el material procedente de la concesión Pistac tendría que realizar un retroceso porque cargaría en su concesión e iría a la planta de acopio y de ahí iría a fábrica generando así un incremento en el flete.

- **Problema 2:** El terreno superficial así como la concesión pertenecen a la comunidad en mención y para poder realizar la instalación así como cuando ya se encuentre en operación se tendría que contar con un convenio para ambos casos. Si bien se puede llegar a firmar dicho convenio existe la posibilidad en que la comunidad en cualquier momento no esté de acuerdo en cualquier punto y genere problemas cuando la planta se encuentre en instalación o en operación, esto debido a que existen precedentes de esta comunidad para con empresas que están relacionadas con el rubro minero que contando con convenio, ellos lo desconocían al contar con nueva junta.
- **Problema 3:** la construcción de acceso hacia la planta de acopio, si bien se encuentra cerca de la carretera se tendría que realizar trabajos de acceso a la misma por un tramo de 80 metros, los cuales incrementarían considerablemente el costo del proyecto.

Alternativa 2: se tratan de terrenos que se ubican cerca de una estancia llamada Jancaragua, que según el plano se encuentra en la carretera ruta a fabrica, se tendría que realizar 20 metros de acceso a la planta. No se generaría ningún retroceso dado que se encuentra pasando la concesión Pistac, por lo que no generaría costos en lo que respecta al flete. Tanto el área superficial como la concesión pertenecen a UNACEM, se les hizo la presentación del proyecto y se mostraron conformes, manifestaron que podían darnos en sesión el área superficial, al pertenecer tanto el área superficial como la concesión a UNACEM, los conflictos sociales de alguna manera disminuyen. En esta zona se cuenta con energía como con agua.

Alternativa 3: se tratan de terrenos próximos a la estancia llamada Viroc. Estos terrenos pertenecen a una persona natural la misma que quiere brindar sus terrenos en calidad de venta mas no alquilarlos. Al igual que los otros casos también se puede contar con energía y agua. Aquí se generarían dos problemas: Problema 1: se ubica en una zona que no está en ruta fabrica (ver figura 27) por lo que los camiones tendrían que desviarse, dejar la carga y retomar la ruta a fabrica, si bien este desvío es de 10 Km, se generaría un pequeño incremento en el flete. Problema 2: hay un costo por el terreno ya que el propietario solo quiere venderlo mas no alquilarlo. Esto incrementaría el costo del proyecto de manera inmediata.

Problema 3: la Proximidad al rio si bien el terreno es semi plano y no se necesita de la construcción de acceso se encuentra muy cercano al rio, y se corre el riesgo que en temporada de lluvia el caudal del rio incremente de manera considerable pudiendo generar la inundación de la planta perjudicando asi las operaciones y por consiguiente el envío de material a UNACEM.

De acuerdo a lo mencionado se escogería la alternativa dos como la más conveniente para realizar la instalación de la planta de acopio.

4.2 Descripción del funcionamiento y capacidad de la planta de acopio

El área que va requerir esta planta es de 10000 metros cuadrados.

La planta va contar con tres silos ubicados de manera contigua en donde los camiones van a realizar la descarga de manera directa ya que cada camión va estar identificado de acuerdo al lugar de procedencia y de acuerdo a su procedencia se procederá a la disposición del material a uno de los silos.

Cada silo va contar con una capacidad de almacenamiento de 120 toneladas lo cual va permitir que la posibilidad en que alcance su máxima capacidad sea baja, en caso extremo se dispondrá el material en la cancha donde también se va a contar con tres grupos material, para una mejor disposición en adelante. Estos silos van a contar con dosificadores mediante los cuales vamos a realizar la mezcla que nos dé el mayor beneficio posible.

Se va contar con tres silos cada uno de 120 toneladas con lo cual la máxima capacidad de esta planta será de 360, actualmente nuestro promedio por día es de 100 a 120 toneladas diarias, lo que nos va a permitir contar con la capacidad de seguir operando a pesar de tener un aumento en la producción, que es uno de objetivos de la empresa

En el anexo se puede observar la proforma realizada por la empresa

4.3 Inversión requerida para la planta.

De acuerdo a la proforma realizada por la empresa PROCIM'S INGENIEROS SAC que se encargan de realizar proyectos, montajes mantenimiento, servicios y suministros; realizada a petición de la empresa dicho presupuesto asciende aproximadamente a 60000 soles. Los detalles lo podemos ver en el documento adjunto. El costo de implementar un pequeño laboratorio es de 8000 soles, la balanza 4000 soles, gastos por obras civiles 20000 soles y otros 5000 soles. En total se requeriría una inversión total aproximada de 97000 soles

4.4 Proporción de entrega de acuerdo a la clasificación

La proporción va realizarse de acuerdo a lo visto en el Capítulo III en donde clasificamos a cada proveedor según las propiedades de sus respectivos Carbones. Dicha proporción va permitir poder enviar un material homogéneo en calidad en donde usaremos la proporción que más beneficios genere a la empresa.

TABLA 22. Resumen estadístico

TMH	TARAZONA	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
500	σ^2	5.14612395	1.03071185	0.02150419	49446.2199
	DESV EST	2.26850699	1.0152398	0.146643069	222.36506
	MEDIA	39.4243632	7.04789618	1.036016298	4628.45095

TMH	YANARUMI	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
700	σ^2	14.5213978	1.51222634	0.021275948	151122.829
	DESV EST	3.81069518	1.22972612	0.145862772	388.745198
	MEDIA	27.2835503	9.57837627	0.656059199	5923.3138

TMH	PISTAC	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
500	σ^2	58.821801	47.0715266	0.024953769	781437.995
	DESV EST	7.66953721	6.86086923	0.157967619	883.989816
	MEDIA	32.8324097	10.7540133	0.739366357	5431.97101

TMH	FLORES POMA	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
1000	σ^2	18.7047828	0.26566489	0.041756935	185295.262
	DESV EST	4.32490263	0.5154269	0.204345136	430.459361
	MEDIA	27.7067108	7.5708704	0.949326699	5832.27669

TMH	DUO REAL	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
300	σ^2	18.0228652	0.9264237	0.043458687	180119.363
	DESV EST	4.24533452	0.96250907	0.208467472	424.404716
	MEDIA	32.6188956	8.85682582	1.33847012	5381.51798

La distribución de los proveedores para cada silo sería:

SILO 1: 500 TMH TARAZONA+500TMH YANARUMI

SILO 2: 200 TMH YANARUMI+ 300 TMH DUO REAL + 500 TMH FLORES POMA

SILO 3: 500 TMH PISTAC + 500 TMH FLORES POMA

TABLA 23. Distribución de calidad por silo

	CENIZA	VOLATIL	AZUFRE	PODER CALORÍFICO
Silo 1	3.03960108	1.12248296	0.14625292	305.555129
	33.3539567	8.31313623	0.84603775	5275.882374
Silo 2	4.19819071	0.79241139	0.19388536	420.3001351
	29.0957341	8.3581582	1.00741623	5715.256501
Silo 3	5.99721992	3.68814806	0.18115638	657.2245888
	30.2695602	9.16244184	0.84434653	5632.123852

Con estos valores obtenidos para cada silo en la tabla 23 estaríamos evitando en primer lugar enviar cargas mayores a 40%, quiere decir aseguraríamos evitar el descuento por alta ceniza en contenido de ceniza, cargas con contenido mayores a 1% en contenido de azufre y se generaría premio por concepto de poder calorífico y bajo azufre.

CAPÍTULO V

BENEFICIOS OBTENIDOS

A partir de esta implementación van a generarse una serie de beneficios los cuales pasaremos a describirlos en el siguiente punto

5.1 Descripción de los beneficios obtenidos.

- Comenzaremos mencionando el beneficio más importante que es la reducción de la variabilidad lo que va generar otros beneficios, al reducir esta variabilidad vamos a evitar en primer lugar el enviar viajes que contengan cenizas encima de 40% que genera un precio base de 30 soles 45 soles menos que si se enviase carbón con ceniza menor a este valor, considerando que el cliente no premia por ceniza, sólo castiga, por lo que tenemos que evitar este castigo, hacemos hincapié en la ceniza porque es lo que genera la mayor cantidad de descuento, aproximadamente se deja de cobrar solo por este concepto(ceniza alta) es 8500 soles mensuales. En cuanto al material volátil por más mezcla que se realice no va generar ni pérdida ni ganancia. En cuanto al azufre por medio de esta implementación ya no va a presentarse promedios por encima del 1% que generen castigo

por este concepto, y por el contrario va a generar premio. Lo mismo para el caso del poder calorífico va a generar premio por presentar un promedio encima de 5000 Kcal/Kg.

- Otro beneficio va ser el control continuo de la calidad, esto debido a que continuamente se van a muestrear los vehículos antes de su partida a fabrica UNACEM-UNIDAD CONDORCOCHA, esto a que la planta va contar con un laboratorio sencillo que analizara el contenido de ceniza y aquellos vehículos cuya carga sea superior a 40% no saldrá y dicha carga será reutilizada.
- La reducción de pasivos ambientales tanto de nuestros proveedores como de proveedores que estén próximos a la planta a través de esto contaríamos con una mayor cantidad de carbón, si bien va tener una menor calidad, esto sería compensado por la mayor cantidad de carbón disponible, considerando que la empresa más va ganar por cantidad que por calidad dado el bajo precio de estos Carbones e incluso podría llegar a tener un precio de compra cero, ya que se va disminuir o eliminar Carbones considerados como pasivos ambientales.
- El control que se va a tener en el envío ya que esta planta contara con una balanza la cual nos va permitir verificar que el peso de salida de la planta sea similar al que registre en la balanza de UNACEM CONDORCOCHA. Evitando así pérdidas en el camino de carbón por parte de los choferes

CONCLUSIONES

1. Las conclusiones del presente trabajo es que realizando una inversión en la implementación de una planta de acopio se van a conseguir los objetivos trazados mencionados al inicio del trabajo
2. En primer lugar se demuestra la relación de regresión entre el poder calorífico y las otras variables como son la ceniza, el material volátil y el carbón fijo, y por medio de esto calificamos de una manera adecuada a cada proveedor
3. Se concluye en que es necesaria realizar dicha inversión la cual sería recuperable en un periodo de un año lo cual resulta expectante a la empresa.
4. Con este trabajo se demuestra que podemos aplicar el uso de la planta de acopio a Carbones que económicamente no resultan atractivos por si solos pero que si realizamos una mezcla adecuada puede convertirse en un material atractivo por valor económico

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la implementación de la planta de acopio de carbón mineral para evitar incurrir en los descuentos ya mencionados.
2. Se recomienda la aplicación de programación lineal para hallar la mezcla óptima que permita generar el mayor precio de venta por tonelada vendida.
3. Se recomienda utilizar los materiales que actualmente son considerados como desmonte cuyo contenido de ceniza se encuentre entre 40 y 50% de ceniza ya que, en especial aquellos que están en Pampahuay donde hay gran cantidad de material acumulado con estas características.
4. Ubicar la planta en Jancaragua por las ventajas ya explicadas.
5. Se recomienda que la balanza y el laboratorio sean considerados necesarios dentro de la implementación de la planta

BIBLIOGRAFIA

- Douglas Lind (2004). Estadística para Administración y Economía. 11 Edición. the University of Toledo. The Mc Graw-Hill Companies
- George L.Kerr(1900) Practical Coal Mining. Library of the University of California
- Data Histórica de análisis completo de carbón del 2003 al 2013. Brindada por laboratorio UNACEM – UNIDAD CONDORCOCHA.
- Dr. Mauricio Lefcovich (2006) canales de distribución y administración logística (Consulta: 10 de octubre 2013)
(<http://www.gestiopolis.com/canales7/mkt/la-logistica-integral-kaizen.htm>)
- Claudia Rodríguez (2006) proceso logistico de transportes en la empresa carbones colombianos del cerrejon (Consulta: 8 de noviembre 2013)
(<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/79/1/127750.pdf>)

- Logistec para profesionales informados(2013) logistica minera el siempre atractivo mercado de los minerales(Consulta: 25 de octubre 2013)
- GÓMEZ, Germán (2010) KPI'S, pp. 6-8. En: revista Mantenimiento en Latinoamérica, vol. 2, No. 2
- ARAUCANO, Eugenio (2005). "Programación Lineal Aplicado al Programa de Producción Mina San Rafael", Tesis de Grado.
- SCHRAGE, Linus (1997). "Optimization Modeling with LINDO". Fith Edition. University of Chicago.
- Handy A Taha (2004). Investigación de Operaciones.7ma Edición. University of Arkansas.
- Empresa Minera Catamutun: El mercado mundial del carbón 2010 (CONSULTA 5 de junio de 2013)
<http://www.catamutun.com/produccion/carbon/mundo.html>.
- *Instituto mundial del carbón. El carbón como recurso una visión general del carbón (CONSULTA 2 de febrero de 2013)*
<http://www.worldcoal.org/>
- *Estadística Industrial. Rosa Rodríguez Huertas. Escuela Superior de Ingeniería. Universidad de Cádiz-Diciembre de 2005*

ANEXOS



PROCIM'S Ingenieros SAC

Proyectos-Fabricación-Montaje-Mantenimiento-Servicios y Suministros

PR-031-2013

Lima, 18 de Agosto del 2013

Señores:

ABC CARBON SAC
Surco - Lima

Att.: Ing. Luis Cisneros Melgar

Ref.: Fabricación y montaje de tolvas

Estimados Señores:

De acuerdo a vuestra solicitud les hacemos llegar nuestro presupuesto por los trabajos descritos en la referencia acorde a vuestras indicaciones y requerimientos.

ALCANACES:

- o Fabricación y montaje de estructuras de vigas W 13 x 53# y perfiles de acero ASTM A 36 de acuerdo a planos aprobados para fabricación.
- o Fabricación y montaje de tolvas de planchas de acero estructural ASTM A 36, reforzados con perfiles de acero, en la medida y espesores indicados en los planos.
- o Fabricación y montaje de chutes de descarga de planchas en acero estructural, con sistema de compuerta de acuerdo a planos de Fabricación y montaje de parrillas, con platinas de 1/4" x 1 1/2" con eje de 3/8"
- o Fabricación y montaje de compuerta tipo almeja con accionamiento manual de acuerdo a planos
- o Fabricación y montaje de barandas, de tubo de 1 1/4" y 1" Std. Acero estructural, dichas barandas van a en los costados de las parrillas de acuerdo a planos.
- o Acabado: Arenado SSPC-SP7, pintura base anticorrosivo epóxico, acabado con esmalte epóxico.

ESPECIFICACIONES GENERALES

- Materiales Planchas, perfiles W, C, angulares, etc., serán en ASTM A36.
- Materiales como ejes en acero SAE-1045.
- Todas las uniones soldadas serán de acuerdo a AWS. D 1.1

Calle Los Hornos Mz. A Lte.26 – Urbanización Industrial el Naranjal Los Olivos - Lima 39
 ☎: 5214690 Fax ☎: 522-2264 ✉ Procims_ing@terra.com.pe



PROCIM'S Ingenieros SAC

Proyectos-Fabricación-Montaje-Mantenimiento-Servicios y Suministros

SUMINISTRO PROCIM'S

- Camión Gia para el montaje de los equipos
- Soldadores homologados.
- El transporte de fabricaciones a obra.
- Suministro de equipos, herramientas, la mano de obra, así como el personal requerido para la dirección, control y supervisión.
- Nivelación y alineamiento del equipo y todos sus componentes utilizando los instrumentos y elementos requeridos para cada caso. Elaboración los formatos y protocolos respectivos, los que deberán contar con la aprobación de la Supervisión.
- Cumplimiento del Reglamento de Seguridad Industrial, de las Normas Internas de Trabajo de CASA. y demás aplicables según el caso
- Suministros de consumibles.
- Ing. Residente, Ing. de seguridad, supervisor de fabricación y montaje.

PROGRAMA DE SEGURIDAD.

- Programa de Seguridad.
- Seguro Contra accidente de Trabajo (SCTR). de todo el personal asignado a obra.
- Antes de iniciar los trabajos, PROCIM'S entregará los Procedimientos de Trabajo del proyecto.
- PROCIM'S coordinará con la SUPERVISION para cumplir con las Normas y Procedimientos de Seguridad establecidas.

SUMINISTRO DEL CLIENTE

- Coordinación permanente con nuestra supervisión de campo.
- Planos y especificaciones técnicas para la ejecución de los trabajos
- Área para nuestra caseta de equipos y herramientas
- Suministro de energía eléctrica 220 V y 440 V
- Facilidades para el ingreso de nuestras unidades de transporte, equipos, herramientas y materiales usados en la obra.

Calle Los Hornos Mz. A Lte.26 – Urbanización Industrial el Naranjal Los Olivos - Lima 39

☎ : 5214690 Fax ☎ : 522-2264 ✉ Procims_ing@terra.com.pe