



DISEÑO DE UN PRODUCTO DERIVADO CLIMÁTICO PARA LA COBERTURA DE RIESGO EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN TÉRMICO EN EL DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ASESORA: DR. GLORIA INÉS MACÍAS VILLALBA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA. 2015

- JORGE ENRIQUE BARBOSA S.
- OSCAR LEONARDO CARREÑO C.
- JUAN DAVID PÉREZ S.

CONTENIDO

- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
- MERCADO DE DERIVADOS
- EL CARBÓN
- MODELOS ECONOMÉTRICOS
- DISEÑO DEL DERIVADO CLIMÁTICO

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- El carbón se constituye en uno de los productos de mayor incidencia en la economía colombiana y la tercera materia prima que más se exporta (después del petróleo y el café). En el sector del carbón, Colombia es reconocida mundialmente por producir carbón térmico de excelente calidad.
- Con el fin de proteger futuras pérdidas en la producción de carbón térmico, se presenta un proyecto de investigación enfocado en el diseño de un derivado climático para cubrir el riesgo en la producción de carbón térmico en el departamento de la Guajira.



MERCADO DE DERIVADOS

¿QUÉ SON?

- Instrumentos financieros diseñados sobre un activo (subyacente) y cuyo precio dependerá del precio del mismo.

CLASIFICACIÓN

- FORWARD.
- FUTUROS.
- SWAPS.
- OPCIONES.

DERIVADOS CLIMÁTICOS

- Los derivados climáticos son un caso particular en donde la variable de la cual depende el valor del contrato es un índice climático.



ESTRUCTURA DEL DERIVADO CLIMÁTICO

- Tipo de contrato
- Vencimiento
- Índice
- Ticker
- Strike

RIESGO CLIMÁTICO

- Cuando se habla de riesgo climático se hace referencia a las posibles pérdidas económicas, producidas por movimientos desfavorables en determinadas variables climáticas.

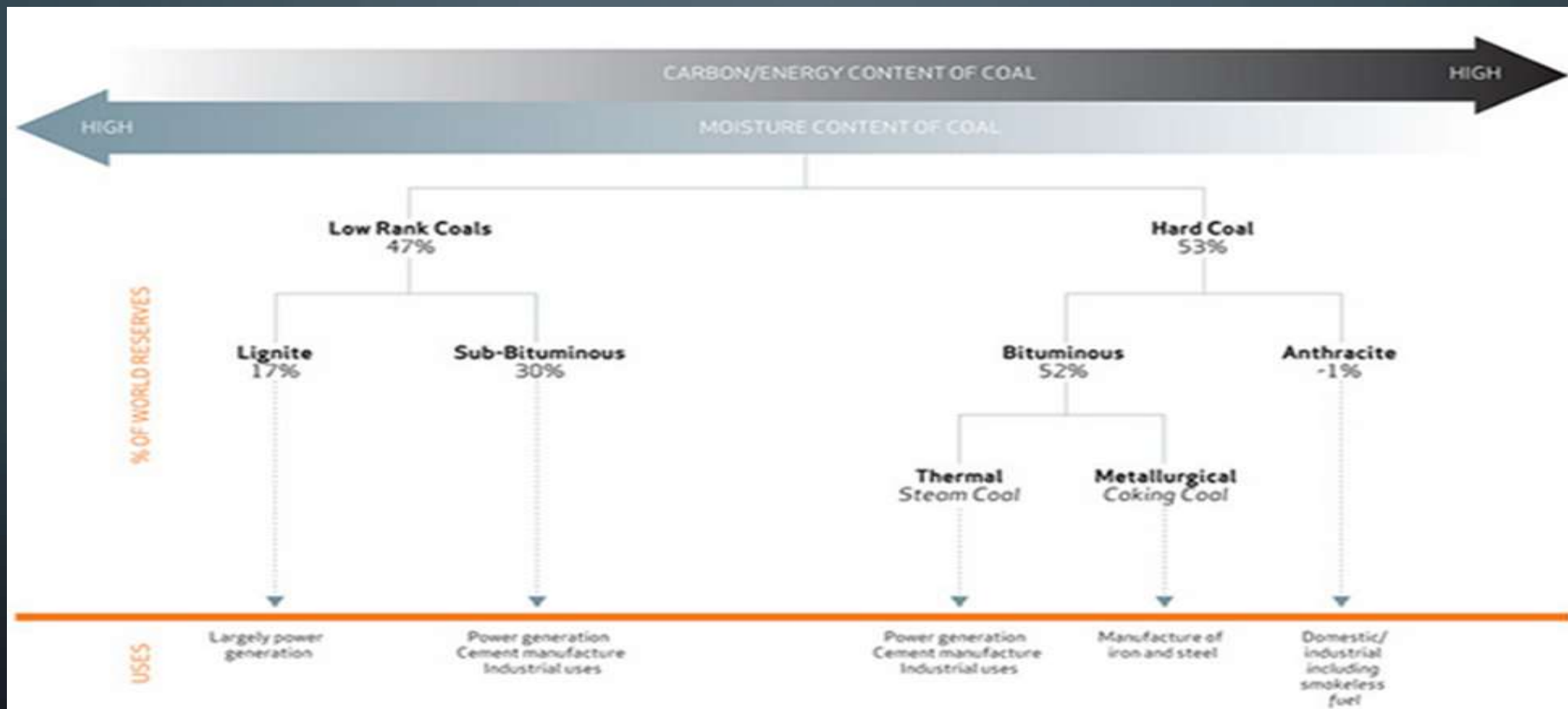


EL CARBÓN

¿QUÉ ES?

- El carbón es un combustible, sedimentario, roca orgánica, que está compuesta principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno.

USOS DEL CARBÓN Y SU CLASIFICACIÓN



Fuente: <http://www.worldcoal.org/coal/what-is-coal/>, Clasificación del carbón y reservas en el mundo.

EL CARBÓN EN EL MUNDO (2013E)

Continente	Países Productores	Carbón (Mt)	Participación	Partic. Cont.
ASIA	PR China	3561	50,275%	67,53%
	India	613	8,655%	
	Indonesia	489	6,904%	
	Kazakhstan	120	1,694%	
AMERICA	USA	904	12,763%	12,76%
EUROPA	Russia	347	4,899%	9,61%
	Germany	191	2,697%	
	Poland	143	2,019%	
OCEANIA	Australia	459	6,480%	6,48%
AFRICA	South Africa	256	3,614%	3,61%
Total		7.083,00	100%	100,00%

(E = estimado) (Mt = Millones de toneladas)

Fuente: Elaboración propia. Tomado de *International Energy Agency (IEA) Coal Information 2014*, *BP Statistical Review of World Energy 2014*

PAISES EXPORTADORES (2013E)

	Total of Which (Mt)	Steam	Coking	Steam (%)	Coking (%)	Coal (%) Country
Indonesia	426	423	3	46,03%	1,10%	35,74%
Australia	336	182	154	19,80%	56,41%	28,19%
Russia	140	118	22	12,84%	8,06%	11,74%
USA	107	47	60	5,11%	21,98%	8,98%
Colombia	74	73	1	7,94%	0,37%	6,21%
South Africa	72	72	0	7,83%	0,00%	6,04%
Canada	37	4	33	0,44%	12,09%	3,10%
Total	1192	919	273	100%	100%	100%

(E = estimado) (Mt = Millones de toneladas)

Fuente: Elaboración propia. Tomado de *International Energy Agency (IEA) Coal Information 2014*, *BP Statistical Review of World Energy 2014*

EL CARBÓN EN COLOMBIA

- Los Departamentos de mayor producción de carbón en Colombia son la Guajira y el Cesar; los dos departamentos representan más del 80% de la producción nacional

ZONAS CARBONÍFERAS

ZONAS CARBONIFERAS	RECURSOS Y RESERVAS		TIPO DE CARBON
	MEDIDAS	INDICADAS	
Antioquia	90	225	Térmico
Boyacá	170.4	682.7	Térmico y Coquizable
Cauca	16.4	66.8	Térmico
Cesar	1933	589	Térmico
Córdoba	381	257	Térmico
Cundinamarca	241.9	538.7	Térmico y Coquizable
Guajira	90	-	Térmico
N. Santander	68	101	Térmico y Coquizable
Santander	57.1	114	Térmico y Coquizable
Valle del Cauca	20.1	22.4	Térmico
TOTAL PAIS	6647.9	2596.6	

Fuente UPME: http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/areas/zonas/indice.htm. UPME, Carbón, Áreas y zonas.

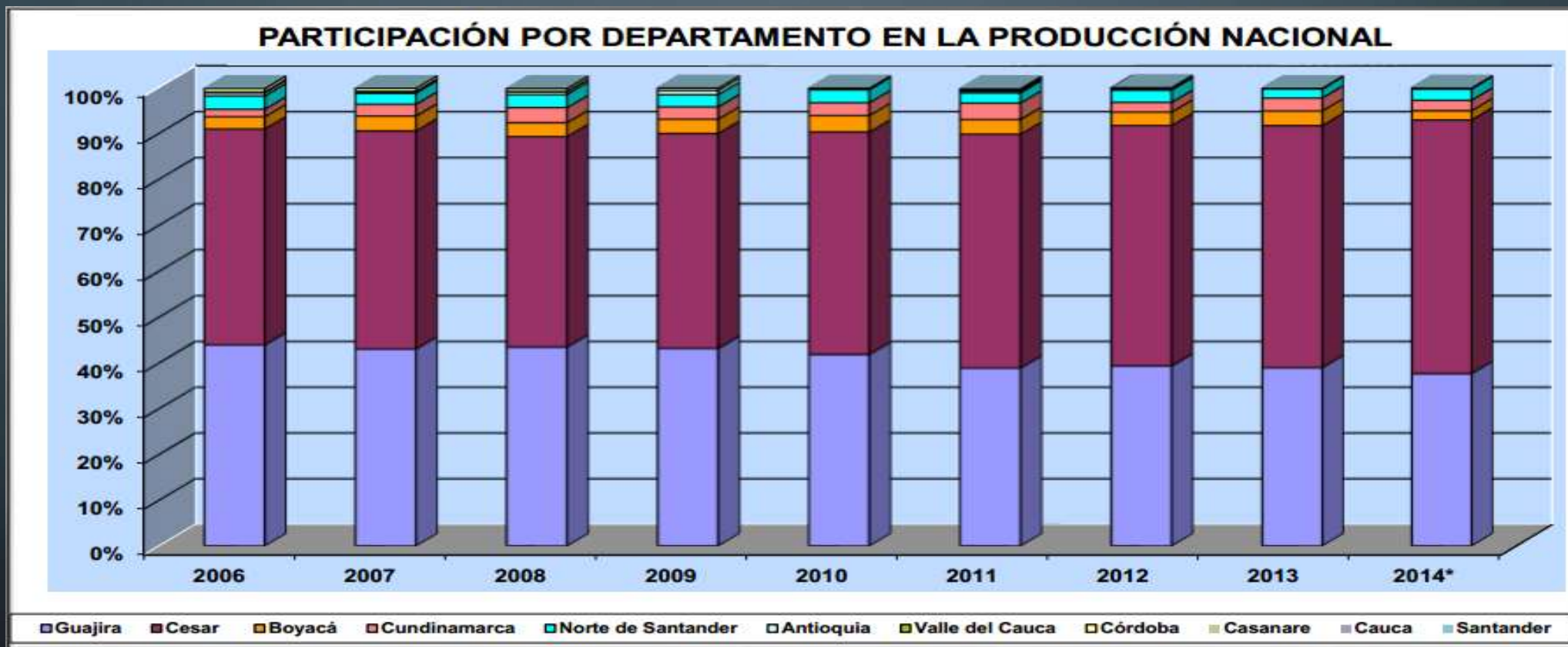
PRODUCCIÓN POR DEPARTAMENTO (MT)

DEPARTAMENTO	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*
Guajira	29.073	30.069	31.940	31.431	31.098	33.356	35.093	33.296	17.816
Cesar	31.118	33.187	33.676	34.050	36.016	43.688	46.679	45.069	26.144
Boyacá	1.756	2.275	2.231	2.276	2.676	2.754	2.625	2.723	946
Norte de Santander	1.931	1.691	2.085	1.938	2.117	1.902	2.396	1.687	1.156
Cundinamarca	1.074	1.785	2.406	1.942	2.056	3.063	1.700	2.408	1.082
Antioquia	428	230	404	656	149	334	155	109	54
Santander	157	116	178	117	136	202	92	139	60
Córdoba	512	481	493	392	100	312	224	16	32
Cauca	29	18	10	5	1	84	26	41	14
Casanare	0	0,1	0,1	0,6	0	0,5	0,7	0,8	2
Valle del Cauca	113	50	79	0	0	109	32	7	20
Total	66.192	69.902	73.502	72.807	74.350	85.803	89.024	85.496	47.327

***Segundo Trimestre, Fuente SIMCO:**

<http://www.simco.gov.co/simco/Estadísticas/Producción/tabid/121/Default.aspx> INGEOMINAS, Servicio Geológico Colombiano y Agencia Nacional de Minería. (Con base en regalías)

PRODUCCIÓN DE CARBÓN POR DEPARTAMENTO (%)



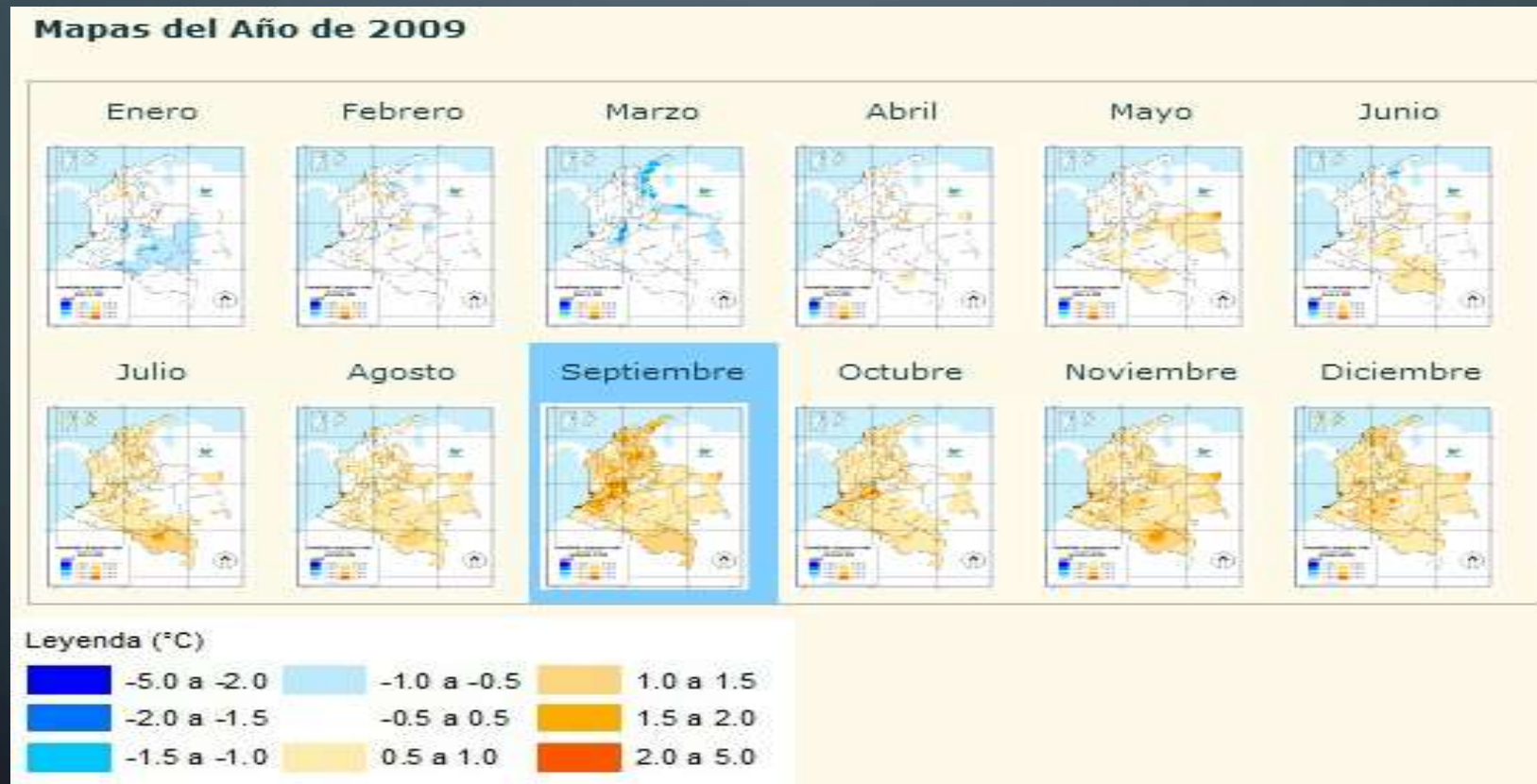
***Segundo Trimestre, Fuente SIMCO:**

<http://www.simco.gov.co/simco/Estadísticas/Producción/tabid/121/Default.aspx> INGEOMINAS, Servicio Geológico Colombiano y Agencia Nacional de Minería. (Con base en regalías)

EL CLIMA EN COLOMBIA

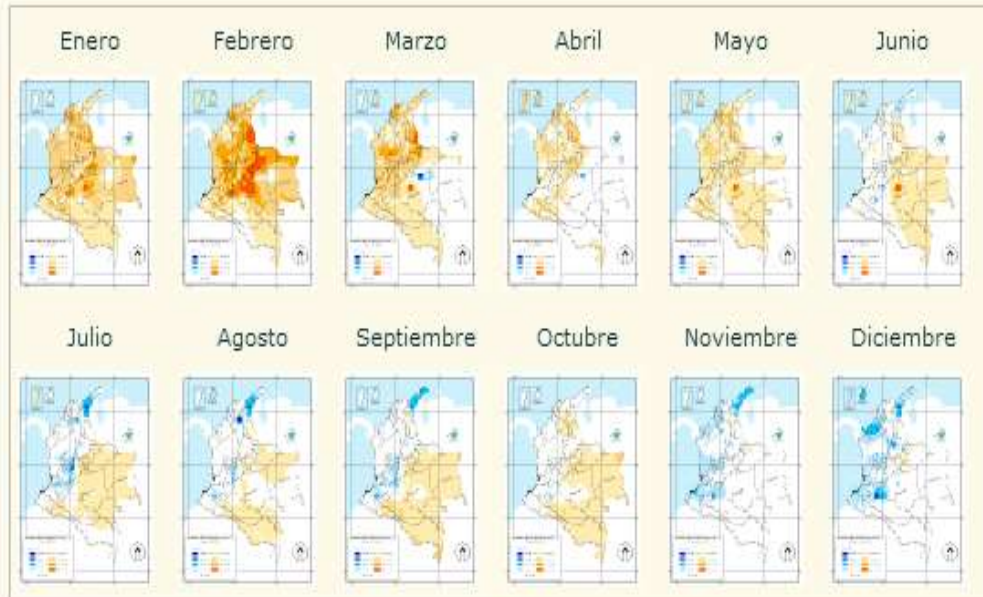
- La línea del Ecuador que atraviesa al territorio colombiano permite que tenga un clima tropical que normalmente se ha ido manteniendo a una temperatura uniforme la mayor parte del año, pero presenta una gran variedad de condiciones climáticas.

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS EN COLOMBIA Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN.

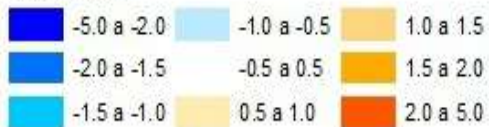


Fuente: IDEAM. Mapas de Anomalías de Temperatura Media Mensual (°C)

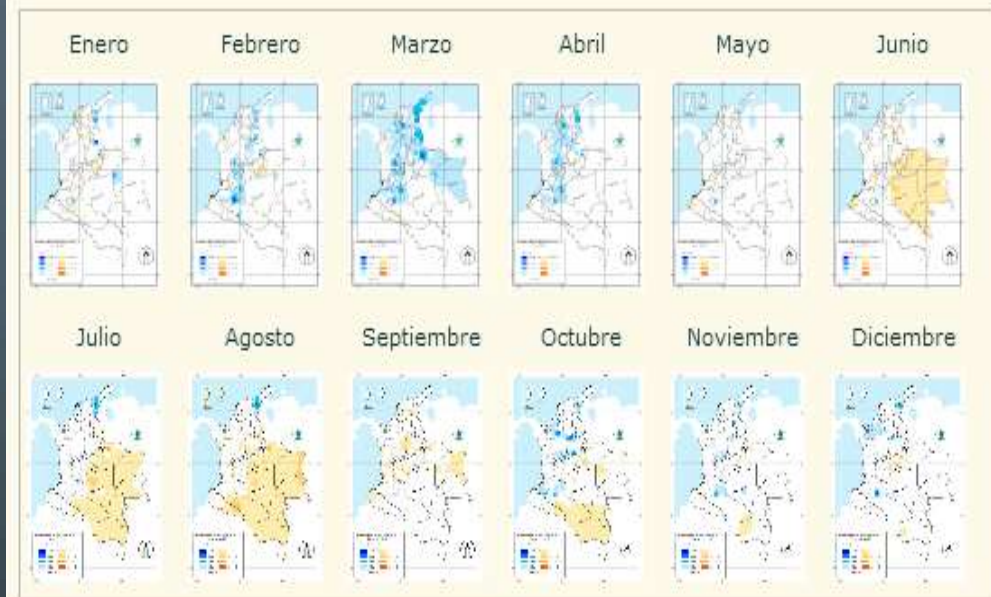
Mapas del Año de 2010



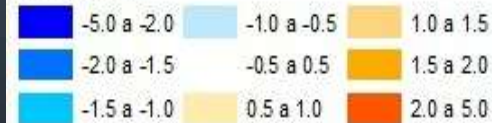
Leyenda (°C)



Mapas del Año de 2011



Leyenda (°C)



Fuente: IDEAM. Mapas de Anomalías de Temperatura Media Mensual (°C)

Fuente: IDEAM. Mapas de Anomalías de Temperatura Media Mensual (°C)



MODELOS ECONOMÉTRICOS

DATOS

LA GUAJIRA	PRODUCCIÓN TRIMESTRAL				PRECIPITACIONES TRIMESTRAL				HUMEDAD RELATIVA TRIMESTRAL			
	Ton				Mm				%			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
2004	6.260.076,0	6.210.080,0	6.685.105,0	5.391.532,0	63,67	64,33	60,67	70,67	61,67	70,00	69,00	72,33
2005	5.993.704,0	6.937.476,0	7.330.363,0	6.918.486,0	65,33	58,33	38,33	39,95	62,00	69,67	68,33	72,00
2006	7.217.720,0	7.384.889,0	7.424.366,0	7.046.510,0	0,00	48,00	64,67	48,00	63,00	67,67	66,67	74,33
2007	6.802.643,0	7.411.563,0	7.472.952,7	8.382.293,0	16,00	41,67	44,33	48,00	63,33	66,67	64,67	71,67
2008	7.778.052,0	7.948.538,2	8.801.010,4	7.412.255,0	0,00	61,67	42,67	37,67	63,67	67,00	64,67	69,00
2009	8.033.125,0	8.488.080,4	8.049.813,2	6.859.911,3	5,00	43,67	62,67	50,67	68,33	66,67	61,67	60,67
2010	7.676.331,3	8.741.523,2	7.607.192,0	7.073.201,1	21,33	29,97	35,67	35,33	58,33	64,33	71,67	74,33
2011	8.176.590,8	7.793.637,7	8.884.872,7	8.500.509,0	10,53	70,67	71,50	59,67	74,67	70,67	67,67	67,67
2012	9.007.288,0	9.385.399,2	8.738.968,0	7.961.043,4	0,33	42,73	30,50	32,33	70,67	69,33	66,00	61,00
2013	4.584.377,0	9.152.961,0	9.506.621,9	10.052.324,7	0,17	59,67	35,33	30,00	60,33	63,67	64,00	62,33

Fuente: SIMCO (Producción de Carbón Térmico Trimestral), IDEAM (Precipitaciones y Humedad relativa)

ESTADISTICA DESCRIPTIVA

Y (Producción de Carbón)		X (Precipitación)		Z (Humedad)	
Media	7.677.084,63	Media	48,2960	Media	66,783
Mediana	7.641.761,66	Mediana	41,31	Mediana	66,83
Moda	#N/A	Moda	35,6667	Moda	67,6667
Desviación estándar	1.133.580,55	Desviación estándar	13,67	Desviación estándar	4,24
Curtosis	0,48	Curtosis	(1,34)	Curtosis	(0,83)
Coeficiente de asimetría	(0,35)	Coeficiente de asimetría	0,58	Coeficiente de asimetría	0,05
Mínimo	4.584.377,00	Mínimo	33,47	Mínimo	58,3333333
Máximo	10.052.324,70	Máximo	74,67	Máximo	74,6666667
Cuenta	40	Cuenta	40	Cuenta	40

Fuente: Elaboración Propia.

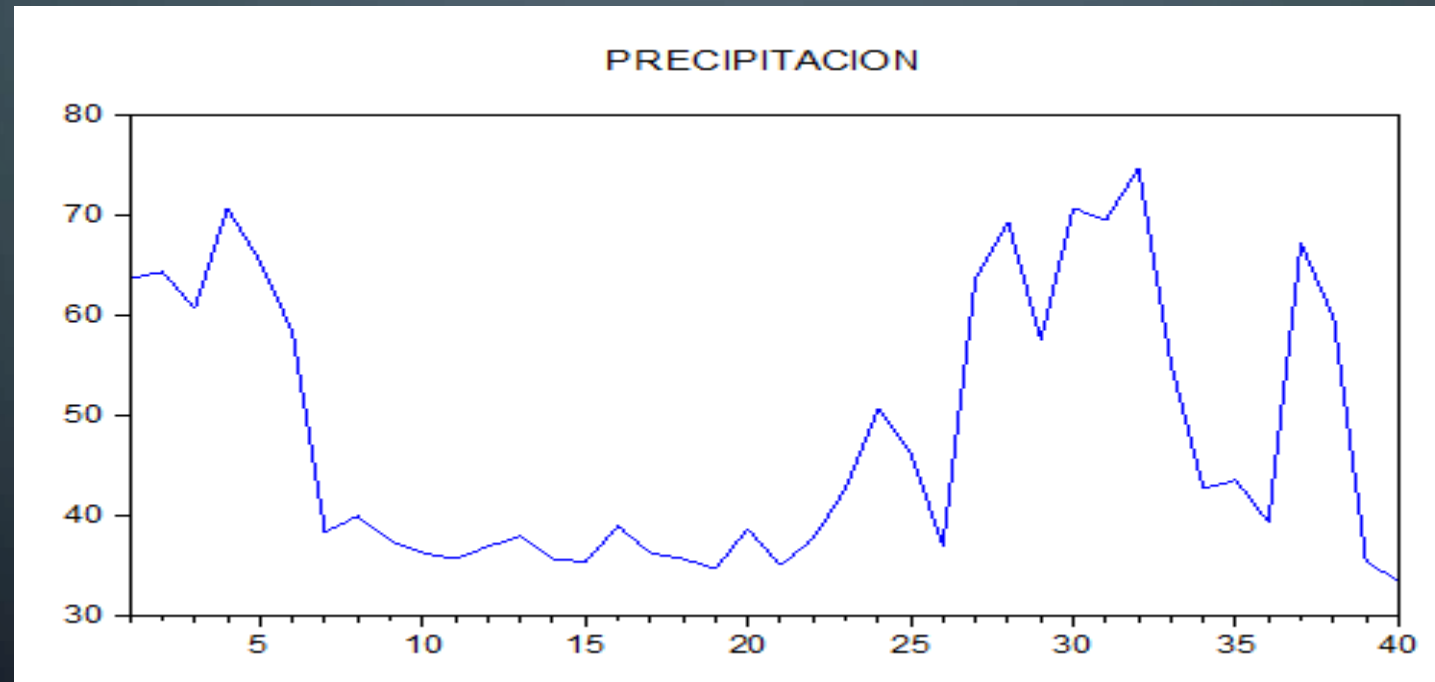
CORRELACIÓN

MATRIZ DE CORRELACIÓN			
	Producción	precipitación	humedad
y	1	-0,367346893	-0,008061683
x	-0,367346893	1	0,224694852
z	-0,008061683	0,224694852	1

Fuente: Elaboración Propia.

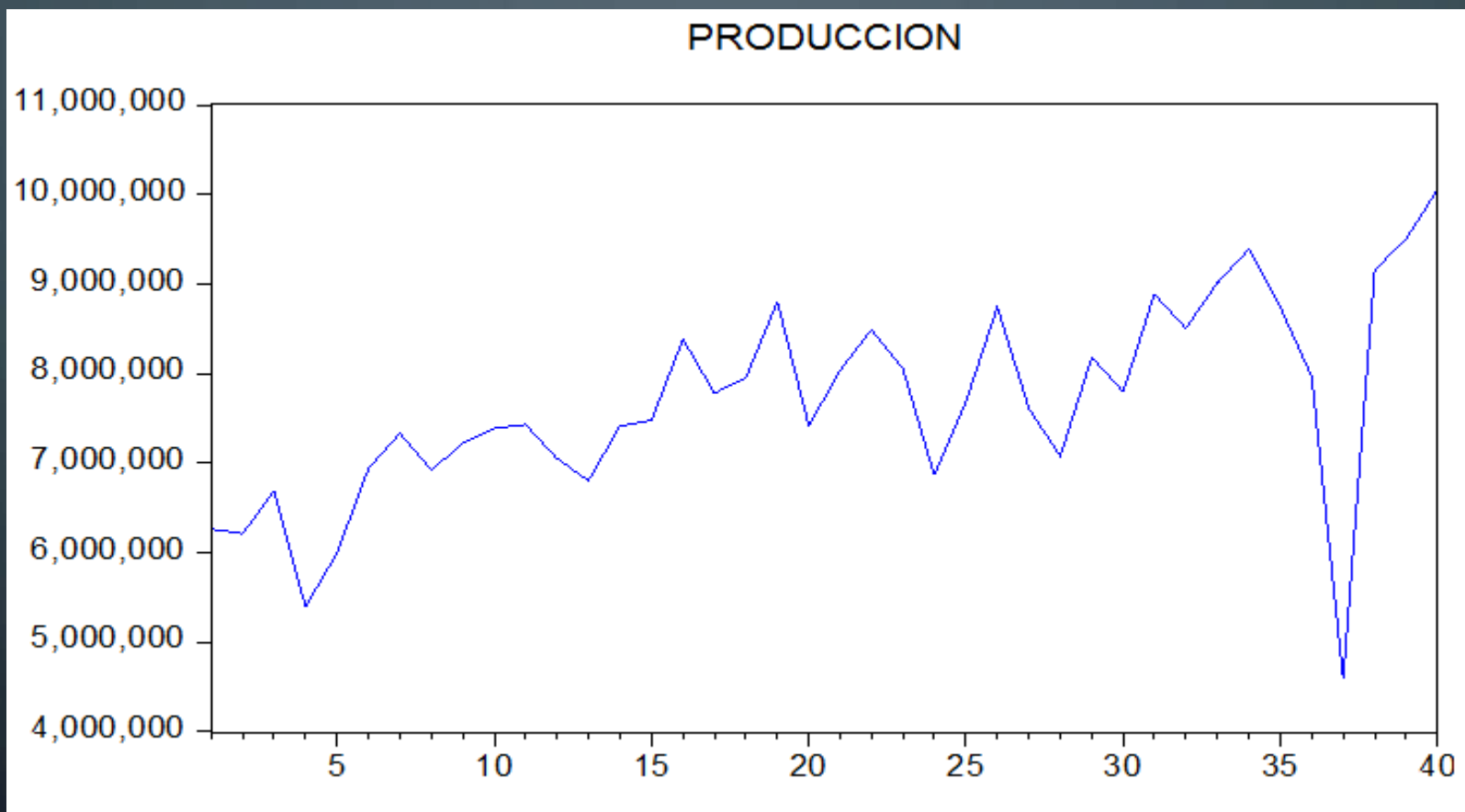
PRECIPITACIÓN VS TRIMESTRE

- el eje horizontal corresponde a los trimestres y el vertical a las precipitaciones, medidas en milímetros. En la misma, se evidencia un comportamiento irregular en los niveles de precipitación, del trimestre 5 al 7 se presenta una caída del 43%, manteniéndose baja hasta el trimestre 28 en donde se ve aumentos cercanos al 45%.



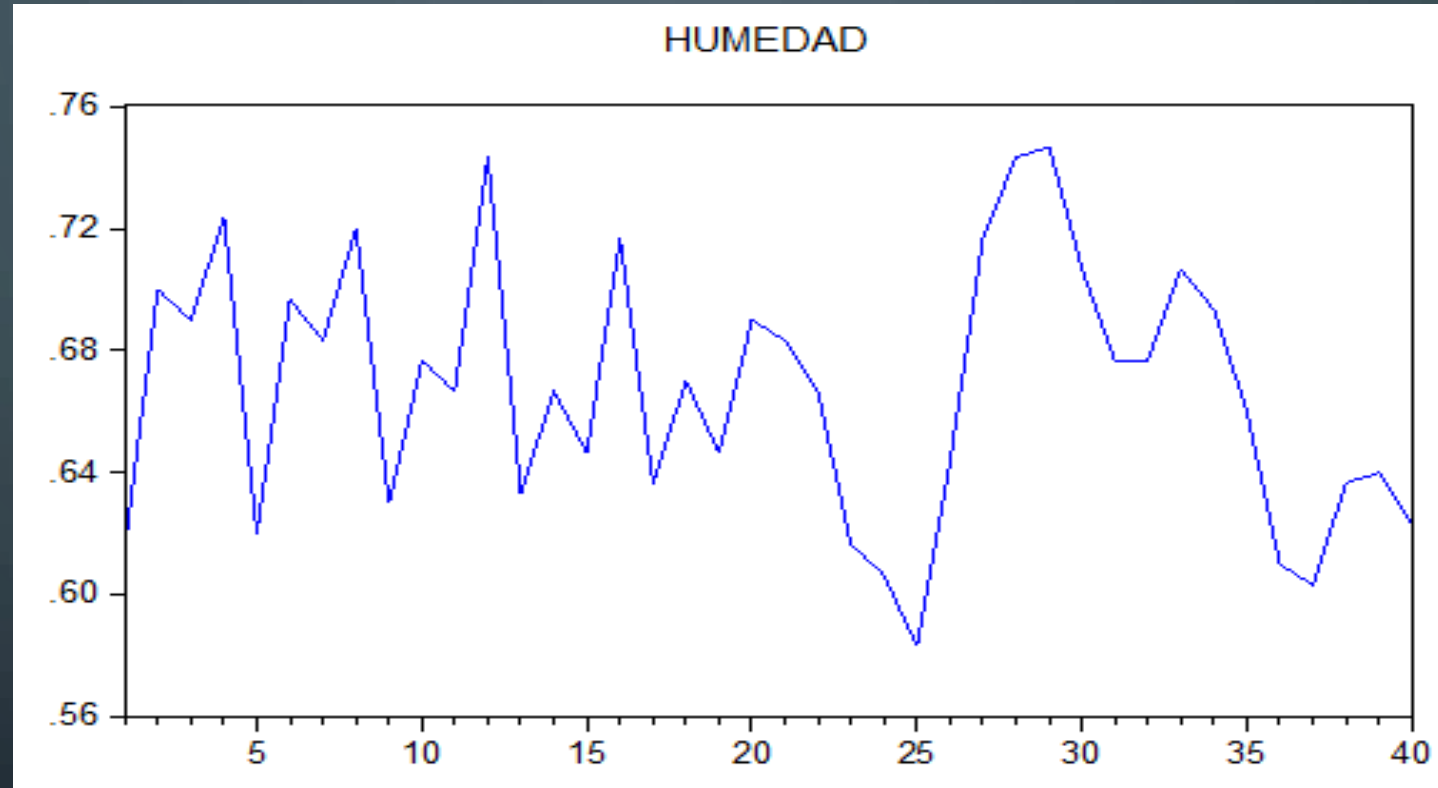
Fuente: Elaboración Propia en Eviews.

PRODUCCIÓN VS TRIMESTRE



Fuente: *Elaboración Propia en Eviews.*









































HUMEDAD VS TRIMESTRE



Fuente: Elaboración Propia en Eviews.

PRECIPITACIÓN CORRELOGRAMA:

Date: 04/29/15 Time: 23:17
Sample: 1 40
Included observations: 40

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.700	0.700	21.082	0.000
		2 0.434	-0.109	29.397	0.000
		3 0.353	0.185	35.070	0.000
		4 0.281	-0.041	38.760	0.000
		5 0.183	-0.031	40.374	0.000
		6 0.016	-0.214	40.387	0.000
		7 -0.057	0.045	40.550	0.000
		8 -0.150	-0.218	41.730	0.000
		9 -0.196	0.065	43.822	0.000
		10 -0.190	-0.041	45.839	0.000
		11 -0.285	-0.187	50.550	0.000
		12 -0.330	-0.030	57.091	0.000
		13 -0.280	0.049	61.965	0.000
		14 -0.249	-0.107	65.968	0.000
		15 -0.306	-0.161	72.270	0.000
		16 -0.335	-0.026	80.124	0.000
		17 -0.312	-0.157	87.256	0.000
		18 -0.271	0.001	92.855	0.000
		19 -0.231	-0.064	97.132	0.000
		20 -0.235	-0.151	101.77	0.000

Fuente: Elaboración Propia en Eviews.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN VS PRECIPITACIÓN

Dependent Variable: PRODUCCION

Method: Least Squares

Date: 04/29/15 Time: 08:37

Sample: 1 40

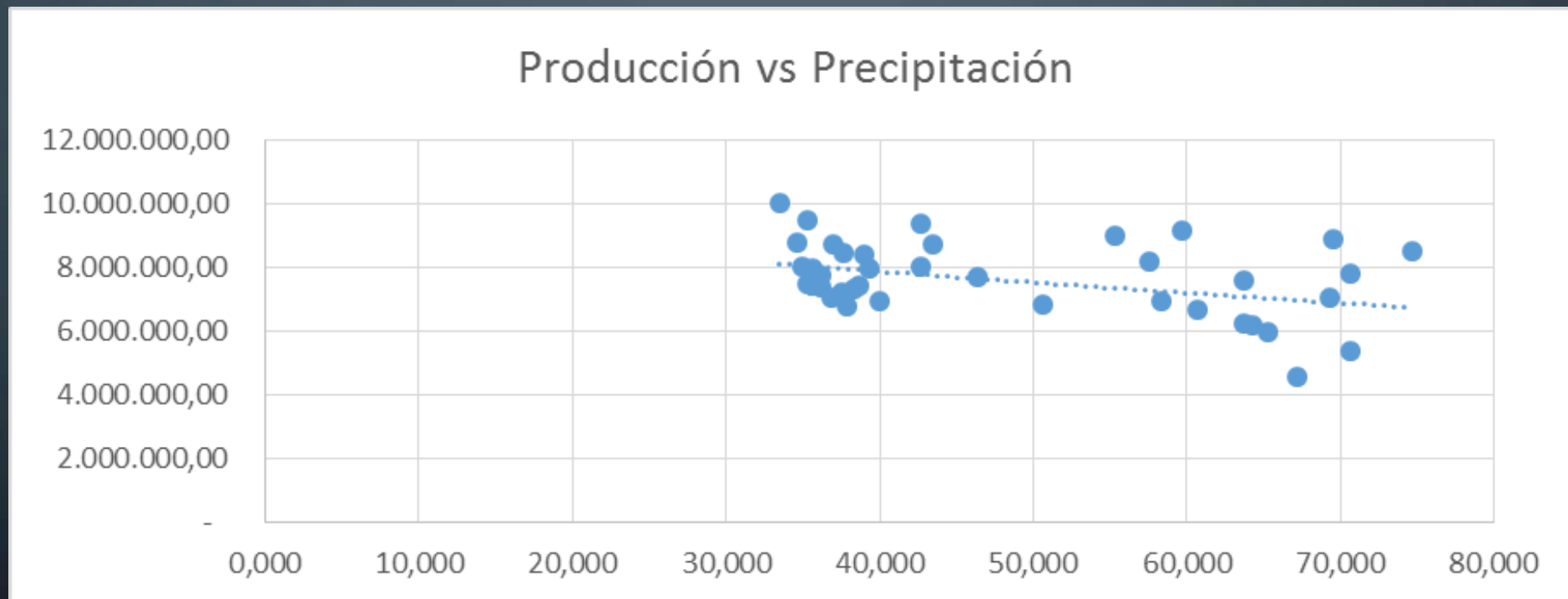
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9147936.	627280.9	14.58347	0.0000
PRECIPITACION	-30454.93	12508.69	-2.434703	0.0197

R-squared	0.134944	Mean dependent var	7677085.
Adjusted R-squared	0.112179	S.D. dependent var	1133581.
S.E. of regression	1068108.	Akaike info criterios	30.64938
Sum squared resid	4.34E+13	Schwarz criterion	30.73383
Log likelihood	-610.9876	Hannan-Quinn criter.	30.67991
F-statistic	5.927779	Durbin-Watson stat	0.870637
Prob(F-statistic)	0.019710		

Fuente: Elaboración Propia en Eviews.

PRODUCCIÓN VS PRECIPITACIÓN











































Fuente: Elaboración Propia.

HUMEDAD CORRELOGRAMA

Date: 04/29/15 Time: 23:22

Sample: 1 40

Included observations: 40

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.307	0.307	4.0567	0.044
		2	0.221	0.140	6.2136	0.045
		3	-0.296	-0.447	10.190	0.017
		4	0.107	0.399	10.723	0.030
		5	-0.230	-0.391	13.271	0.021
		6	-0.031	-0.071	13.318	0.038
		7	-0.355	-0.020	19.744	0.006
		8	-0.021	-0.135	19.768	0.011
		9	-0.268	-0.169	23.660	0.005
		10	-0.084	-0.198	24.056	0.007
		11	-0.201	0.146	26.404	0.006
		12	0.149	-0.084	27.729	0.006
		13	0.049	-0.066	27.878	0.009
		14	0.144	-0.004	29.213	0.010
		15	-0.006	0.021	29.216	0.015
		16	0.067	-0.227	29.527	0.021
		17	0.031	0.128	29.597	0.029
		18	0.034	-0.106	29.683	0.041
		19	-0.038	-0.139	29.796	0.054
		20	-0.026	0.086	29.850	0.072

Fuente: Elaboración Propia en Eviews.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN VS PRECIPITACIÓN Y HUMEDAD

Dependent Variable: PRODUCCION

Method: Least Squares

Date: 04/29/15 Time: 08:34

Sample: 1 40

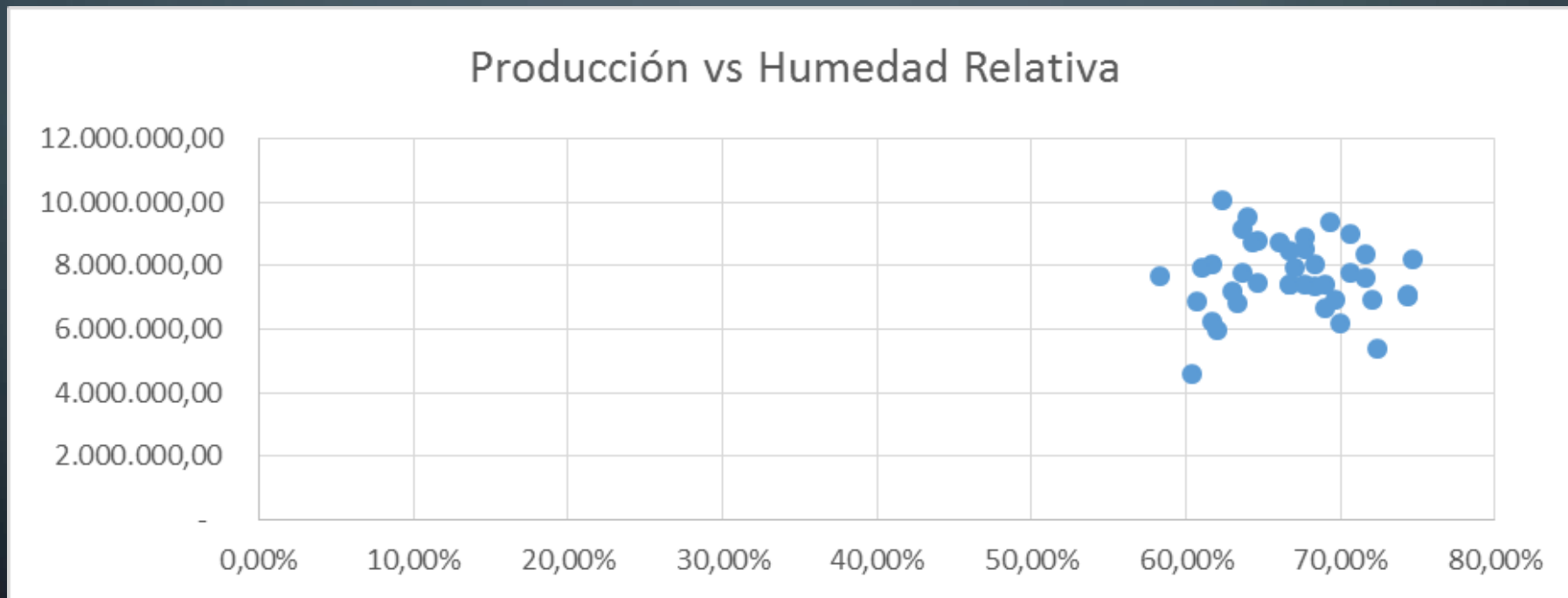
Included observations: 40

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	7818978.	2724264.	2.870125	0.0067
PRECIPITACION	-31916.13	12965.25	-2.461668	0.0186
HUMEDAD	2095623.	4178091.	0.501574	0.6189

R-squared	0.140786	Mean dependent var	7677085.
Adjusted R-squared	0.094342	S.D. dependent var	1133581.
S.E. of regression	1078784.	Akaike info criterion	30.69261
Sum squared resid	4.31E+13	Schwarz criterion	30.81927
Log likelihood	-610.8521	Hannan-Quinn criter.	30.73840
F-statistic	3.031303	Durbin-Watson stat	0.855151
Prob(F-statistic)	0.060378		

Fuente: Elaboración Propia en Eviews.


PRODUCCIÓN VS HUMEDAD



Fuente: Elaboración Propia.

ANÁLISIS

- Para la producción de carbón, la precipitación óptima debe ser de 33,47 mm como nos indica el grafico de dispersión, en el cual se observa que cuando la precipitación es de 33,47 la producción es de 10.052.324,70.
- La variable climática más relevante que influye en la producción de carbón térmico son las precipitaciones.



DISEÑO DEL DERIVADO CLIMÁTICO

TIPO DE CONTRATO

- Opción Europea: Es un contrato entre dos partes por el cual una de ellas adquiere sobre la otra el derecho, pero no la obligación, de comprarle o de venderle una cantidad determinada de un activo a un cierto precio y en un momento futuro, dicho contrato solo puede ser ejercido en la fecha de vencimiento.

VARIABLE SUBYACENTE

- Dado que el derivado que se va a desarrollar es un derivado climático, en este caso el subyacente será un índice climático.

ÍNDICE

- Precipitaciones acumuladas durante el periodo de vencimiento.

$$X = \sum_{i=1}^{Nd} T_i$$

VENCIMIENTO

- El periodo de vencimiento será trimestral, ya que cerrejón muestra su producción con esta periodicidad.

ESTRATEGIAS DE COBERTURA

Compra de opción de compra (long call):

- Derecho de compra.
- Posee el derecho de comprar el subyacente a un precio establecido en una fecha determinada.
- Se espera un comportamiento alcista del activo subyacente
- Su riesgo está limitado al valor de la prima, con un beneficio ilimitado

Venta de opción de compra (Short call):

- Obligación de vender.
- Tiene la obligación de vender el activo subyacente a precio de ejercicio en caso que el comprador decida ejercer la opción.
- Espera un comportamiento bajista del activo subyacente.
- Su ganancia es limitada por el valor de la prima y su riesgo es ilimitado.

NIVEL DE STRIKE

- El strike es el valor de referencia sobre el cual se recibirá una compensación cuando el nivel de la precipitación se encuentre por encima o por debajo de ese valor.

CALCULO DE STRIKE

Precipitación óptima: 33,47 mm.

Desviación estándar : 13,67 mm.

- *Strike 1:* 47,14 mm
- *Strike 2:* 60,81 mm
- *Strike 3:* 74,48 mm

TICKER

Este valor se establece según las especificaciones de la CME Group, quien paga 50 Usd por cada variación de pulgada del índice.

TICK	
1 pulgada	25 mm
25 mm	50 Usd
1 mm	2 Usd

Fuente: CME GROUP.

VALORACIÓN DEL DERIVADO CLIMÁTICO

Algunos de los modelos utilizados para la valoración de derivado climáticos son:

- Modelo de B-S
- Modelo Simple de Valuación
- Actuarial Pricing.

MODELO DE B-S

Este modelo no se adecua muy bien para la valoración de derivados climáticos debido a que las variables meteorológicas no cumplen los supuestos que hace este modelo, estos supuestos son:

- Los precios de los subyacentes deben seguir un proceso de movimiento browniano geométrico.
- Es posible tomar posiciones cortas en el subyacente.
- No existen oportunidades de arbitraje.
- No existen costos de transacción.
- Es posible tomar prestado y prestar dinero una tasa de interés libre de riesgo.

MARKET BASED O ARBITRAGE PRICING

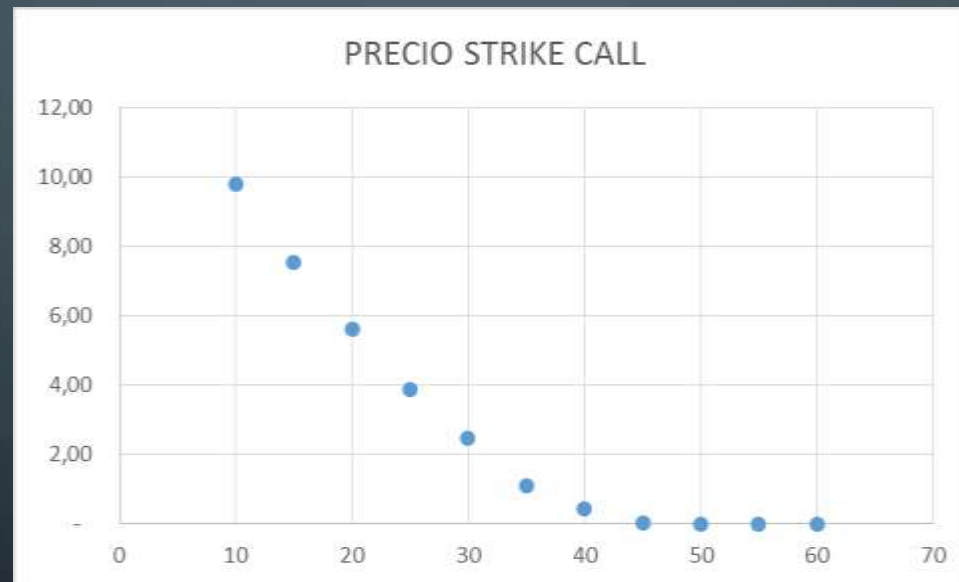
- Consiste en mirar los precios de mercado y determinar el precio de no-arbitraje para el derivado. Es importante destacar que para utilizar este método debe existir un mercado de derivados climáticos que sea observable

MODELO BURN ANALYSIS

- Es método más claro y conciso por el cual podemos calcular la primera aproximación al precio del derivado, consiste en evaluar cómo se habría comportado el contrato en los años anteriores y suponer que, en promedio, el contrato debiese mantener un comportamiento similar (Jewson y Brix, 2005)

ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO DEL PRECIO SEGÚN SU STRIKE

- Si analizamos el precio de la prima con respecto al strike, podemos observar que su relación es inversa, ya que a mayor strike menor precio.



Fuente: Elaboración Propia.

HERRAMIENTA.



CONCLUSIONES

- Existe una evidente necesidad de cubrir las grandes pérdidas que genera el sector minero a causa de los cambios en las variables climáticas.

CONCLUSIONES

- se presenta como una solución, el diseño del derivado climático, que da la posibilidad a que el mercado sea más dinámico, brindando la posibilidad de seleccionar las diferentes opciones propuestas (Long Call y Short Call);

CONCLUSIONES

- Es de suma importancia determinar con claridad y exactitud la variable climática que más afecta la producción de carbón térmico, cuando se está pensando en desarrollar un modelo de medición óptima, ya que dicha variable se convertirá en el activo subyacente sobre el cuál se establezca el contrato.

REFERENCIAS

- Association, W. C. (Septiembre de 2014). *World Coal Association*. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de World Coal Association: <http://www.worldcoal.org/resources/coal-statistics/>
- BME. (2014). Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de BME CLIMA Web site: <http://www.bmeclima.es/asp/Comun/Pagina.aspx?id=esp&l1=Riesgo&f=Home>
- Bolsa de Valores de Colombia BVC, X. S. (2009). *Estudio de Factibilidad Nuevo Mercado de Derivados Estandarizados sobre Commodities Energéticos*. Bogotá, Colombia. Obtenido de http://www.derivex.com.co/accionistas/Asamblea%20de%20Constitucion/Indice/Documentos_Asamblea/9_Estudio%20de%20Factibilidad%20DERIVEX.pdf
- BVC, X. (2009). *El mercado eléctrico de lo físico a lo financiero*. Colombia. Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de <http://www.xm.com.co/BoletinXM/Documents/fiab.pdf>
- Carreño, S. (2013). *Diseño de un Producto Derivado Climático para la Piña en Santander*. Recuperado el 20 de Abril de 2015
- Castro, M. (2009). *Managing Weather Risk with Rainfall Option*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 1 de Octubre de 2014, de <http://www.econlink.com.ar/derivados-climáticos>
- Wikipedia. (3 de Marzo de 2015). *Clima de Colombia*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de http://es.wikipedia.org/wiki/Clima_de_Colombia
- Xm. (2009). *Bolsa de Valores de Colombia y XM Compañía de Expertos en Mercados presentan proyecto de mercado de derivados energéticos*. Colombia. Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de <http://www.xm.com.co/BoletinXM/Pages/Derivadosmay27.aspx>
- CERREJÓN. (2014). Recuperado el 17 de Septiembre de 2014, de CERREJÓN: <http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa.aspx>

- CorpoGuajira. (Febrero de 2011). *Plan de Gestión Ambiental*. Recuperado el 5 de Abril de 2015, de Plan de Gestión Ambiental: http://www.corpoguajira.gov.co/web/attachments_Joom/article/57/PGAR.pdf
- Dinero. (14 de Mayo de 2012). Producción de Carbón resistió lluvias del primer semestre. *Dinero*. Recuperado el 28 de Marzo de 2015, de <http://www.dinero.com/pais/articulo/produccion-carbon-resistio-lluvias-del-primer-trimestre/150948>
- Encolombia. (2014). Recuperado el 25 de Septiembre de 2014, de Encolombia: <http://www.encolombia.com/economia/economicolombiana/carbon/>
- IDEAM. (7 de Julio de 2011). *Diagnóstico Situación de Riesgos Hidrometeorológicos en Colombia y Avances en la Zonificación de Riesgos*. Recuperado el 27 de Febrero de 2015, de http://www.cra.gov.co/apc-aa-files/36666164373034386433323930303464/10._Situaci_n_del_riesgo_de_desastres_en_Colombia_IDEAM.pdf
- IDEAM. (3 de Marzo de 2015). *Características Climatológicas de Colombia*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=812>
- Juan Sergio Cruz, A. L. (2010). *Modelo analítico de derivados de clima para eventos específicos de riesgo en la agricultura en Colombia*. Universidad Javeriana, Bogotá. Obtenido de <http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/desarrolloRural/article/view/1179>
- María E. Serrano, J. Á. (2010). *Modelos Matemáticos para la Valoración de Opciones*. Bucaramanga: Unab. Recuperado el 14 de Febrero de 2015
- Mussio, V. (s.f.). *DERIVADOS CLIMÁTICOS APLICADOS A LA AGRICULTURA*. Universidad del Rosario, Argentina, Rosario. Obtenido de <http://www.fundaj.gov.br/geral/observanordeste/veronicamussio.pdf>
- Portafolio. (17 de Enero de 2011). Invierno bajó la producción de carbón. *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/invierno-la-produccion-carbon>

- Portafolio. (26 de Septiembre de 2011). Lluvias afectan a la producción de carbón en el Cerrejón. *Portafolio*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/economia/lluvias-afectan-produccion-carbon-el-cerrejon>
- Portafolio. (13 de Febrero de 2015). Colombia Produjo 88,5 millones de toneladas de Carbón. *Portafolio*. Recuperado el 28 de Marzo de 2015, de <http://www.portafolio.co/economia/produccion-carbon-2014-885-millones-toneladas>
- Rodríguez. (29 de Septiembre de 2012). *LOS DERIVADOS FINANCIEROS: HISTORIA, TEORÍAS, DATOS Y EL CASO PERUANO*. Recuperado el 7 de Abril de 2015, de *LOS DERIVADOS FINANCIEROS: HISTORIA, TEORÍAS, DATOS Y EL CASO PERUANO*: <https://es.scribd.com/doc/108016427/LOS-DERIVADOS-FINANCIEROS-HISTORIA-TEORIAS-DATOS-Y-EL-CASO-PERUANO>
- ROFEX. (2014). *CONTRATOS DE FUTUROS Y OPCIONES SOBRE PETRÓLEO*. Colombia. Recuperado el 24 de Septiembre de 2014, de <http://www.rofex.com.ar/upload/reglamentos/guia%20de%20negociaci+%C2%A6n%20Petr+%C2%A6leo.pdf>
- S.A, P. S. (2012). Recuperado el 25 de Septiembre de 2014, de Pensemossi: http://www.pensemossi.com/web/index.php?option=com_content&view=article&id=90:el-cabon-en-colombia&catid=38:todos&Itemid=56
- SALGADOR, J. P. (26 de Julio de 2010). *Contratos Forwards*. Recuperado el 7 de Abril de 2015, de *Contratos Forwards*: <http://www.gerencia.com/contratos-forwards.html>
- SIAC. (1 de Marzo de 2015). *El Clima de Colombia*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=686&conID=1222&pagID=1480>

- SIMCO. (2012). *Cadena del Carbón*. Colombia. Recuperado el 17 de Agosto de 2014, de <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=ghcA7YSxZko=>
- SIMCO. (2013). *PRODUCCIÓN Y EXPORTACIONES DE CARBÓN EN COLOMBIA PRIMER TRIMESTRE 2013*. Colombia. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de http://www.simco.gov.co/simco/Portals/0/Otros/produccion_y_exportaciones_I_Trim_2013.pdf
- SIMCO. (s.f.). *Comportamiento de la Producción y Exportaciones de Carbón Primer Semestre y Segundo Trimestre de 2013*. Recuperado el 3 de Marzo de 2015, de <http://www.simco.gov.co/LinkClick.aspx?fileticket=V7WCOMCG9tU%3D&tabid=110>
- SIMCO, M. d. (Agosto de 2014). *Producción y Exportaciones de Carbón en Colombia Segundo Trimestre 2014*. Recuperado el 12 de Febrero de 2015, de <http://www.minminas.gov.co/documents/10180/558364/ProduccionExportacionesCarbonSegundoTrimestre2014.pdf/90fc1d10-a332-4092-b8c5-181623739dbf>
- TABLADO, L. Á. (10 de Septiembre de 2012). *Weather Derivates*. Universidad de León. Recuperado el 25 de Septiembre de 2014, de Weather Derivates: https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/1893/71551554A_GADE_septiembre12.pdf?sequence=1
- Toda-Colombia. (2013). *Clima Colombiano- Factores Atmosféricos*. Recuperado el 5 de Abril de 2015, de Clima Colombiano- Factores Atmosféricos: <http://www.todacolombia.com/geografia/climacolombiano.html>
- UPME. (s.f.). *La Cadena del Carbón*. Colombia. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de http://www.upme.gov.co/Docs/Cadena_carbon.pdf
- Vargas, P. M. (17 de Enero de 2011). Invierno bajó la producción de carbón; se dejó de producir cerca de 8,5 millones de toneladas. *Portafolio*. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de <http://www.portafolio.co/economia/invierno-la-produccion-carbon>
- Vatia, N. (11 de Febrero de 2011). *Sector Minero*. Recuperado el 20 de Marzo de 2015, de Sector Minero: <http://noticias.vatia.com.co/2011/FEBRERO/11-FEBRERO/Mineria.pdf>