



CONGRESO INTERNACIONAL DE
IV DISEÑO E
INGENIERÍA
NAVAL

11 - 13 DE MARZO DE 2015

Un Modelo Bimodal de Transporte Para Exportación de Carbón Térmico Basado en el Rio Magdalena como Eje Principal

Henry Murcia Fernández
COTECMAR



Agenda

- Introducción
- Tema Principal
- Conclusiones
- Futuros trabajos

1. Introducción

Carbón

Aprovechamientos de
los recursos naturales
en Colombia

Rios

Desarrollo de la
Industria Naval
Marítima y Fluvial

Justificación

Crecimiento de los
mercados emergentes

Crecimiento económico
del país

1. Introducción

Cordoba – Norte de Antioquia
Recursos de Carbón – 772 Mton
Área efectiva en km² – 6223,3
Área conferida en km² – 252,0
Área libre en km² – 5971,8
Calidad - Térmico

Guajira
Recursos de Carbón – 4.536 Mton
Área efectiva en km² – 336,3
Área conferida en km² – 281,3
Área libre en km² – 55,0
Calidad - Térmico

Cesar
Recursos de Carbón – 6556 Mton
Área efectiva en km² – 165,2
Área conferida en km² – 134,3
Área libre en km² – 30,8
Calidad - Térmico

Norte de Santander
Recursos de Carbón – 795 Mton
Área efectiva en km² – 1.173,4
Área conferida en km² – 231,4
Área libre en km² – 942,0
Calidad - Térmico, Metalúrgico, Antracita

Santander
Recursos de Carbón – 464 Mton
Área efectiva en km² – 1.369,5
Área conferida en km² – 112,0
Área libre en km² – 1.257,5
Calidad - Térmico, Metalúrgico, Antracita

Cundinamarca
Recursos de Carbón – 1.428 Mton
Área efectiva en km² – 1.494,3
Área conferida en km² – 132,2
Área libre en km² – 1.362,1
Calidad - Térmico, Metalúrgico, Antracita

Boyacá
Recursos de Carbón – 1720 Mton
Área efectiva en km² – 1.097,9
Área conferida en km² – 168,9
Área libre en km² – 929,0
Calidad - Térmico, Metalúrgico

Valle del Cauca – Cauca
Recursos de Carbón – 242 Mton
Área efectiva en km² – 346,8
Área conferida en km² – 65,8
Área libre en km² – 280,9
Calidad - Térmico, Metalúrgico

Antioquia – Antioquia
Recursos de Carbón – 475 Mton
Área efectiva en km² – 286,3
Área conferida en km² – 8,2
Área libre en km² – 278,1
Calidad - Térmico



1. Introducción

Objetivo

- Modelar un sistema intermodal para exportación de carbón en Colombia utilizando la hidrovía del río Magdalena como eje esencial para el transporte del mineral.

2. Tema Principal

Evolución del carbón colombiano

Producción

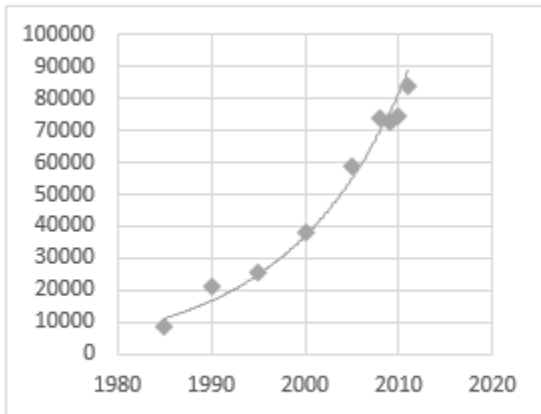


Figure 1. Coal Production in Colombia. (Data in thousands of tons)²

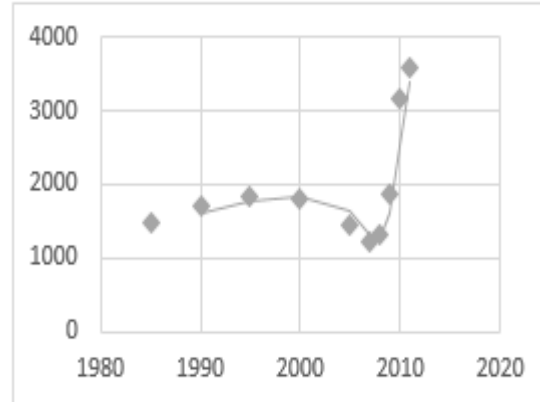


Figure 2. Coking Coal Production. (Data in thousands of tons)³

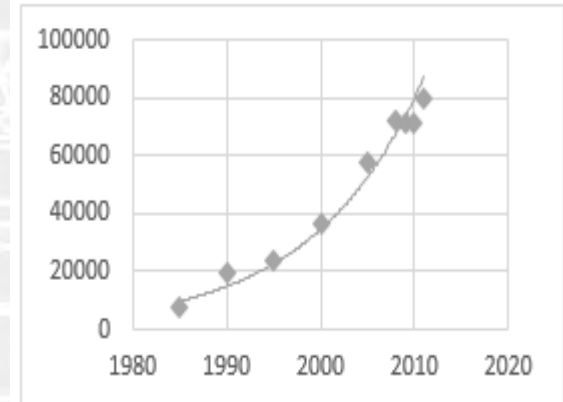


Figure 3. Steam Coal Production (Data in thousands of tons)⁴

2. Tema Principal

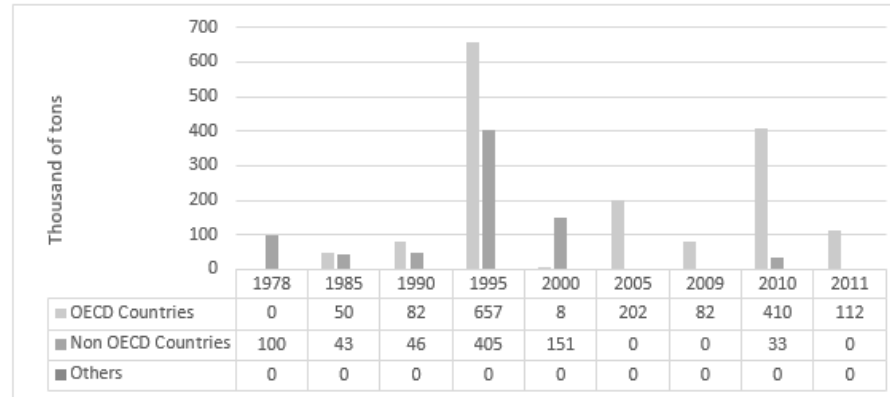


Figure 4. Colombian Coking Coal Exports/

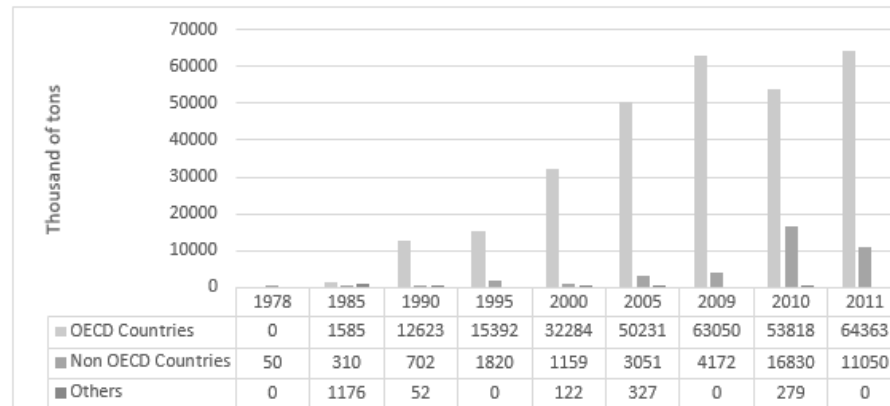


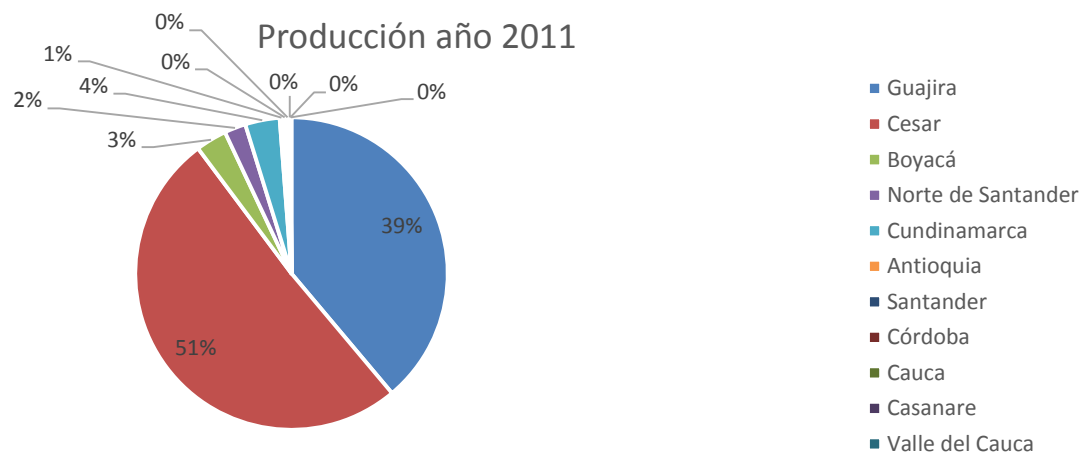
Figure 5. Colombian Steam Coal Exports. Data in thousands of tons.

Exportación

2. Tema Principal



DEPARTAMENTO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Guajira	27.180	29.073	30.069	31.940	31.431	31.098	33.356
Cesar	27.710	31.118	33.187	33.676	34.050	36.016	43.688
Boyacá	1.280	1.756	2.275	2.231	2.276	2.676	2.754
Norte de Santander	1.404	1.931	1.691	2.085	1.938	2.117	1.902
Cundinamarca	1.176	1.074	1.785	2.406	1.942	2.056	3.063
Antioquia	488	428	230	404	636	149	334
Santander	0	157	116	178	117	136	202
Córdoba	183	512	481	493	392	100	312
Cauca	44	29	18	10	5	1	84
Casanare	0	0	0,1	0,1	0,6	0	0,5
Valle del Cauca	210	113	50	50	0	0	109
Total	59.675	66.192	69.902	73.502	72.807	74.350	85.803



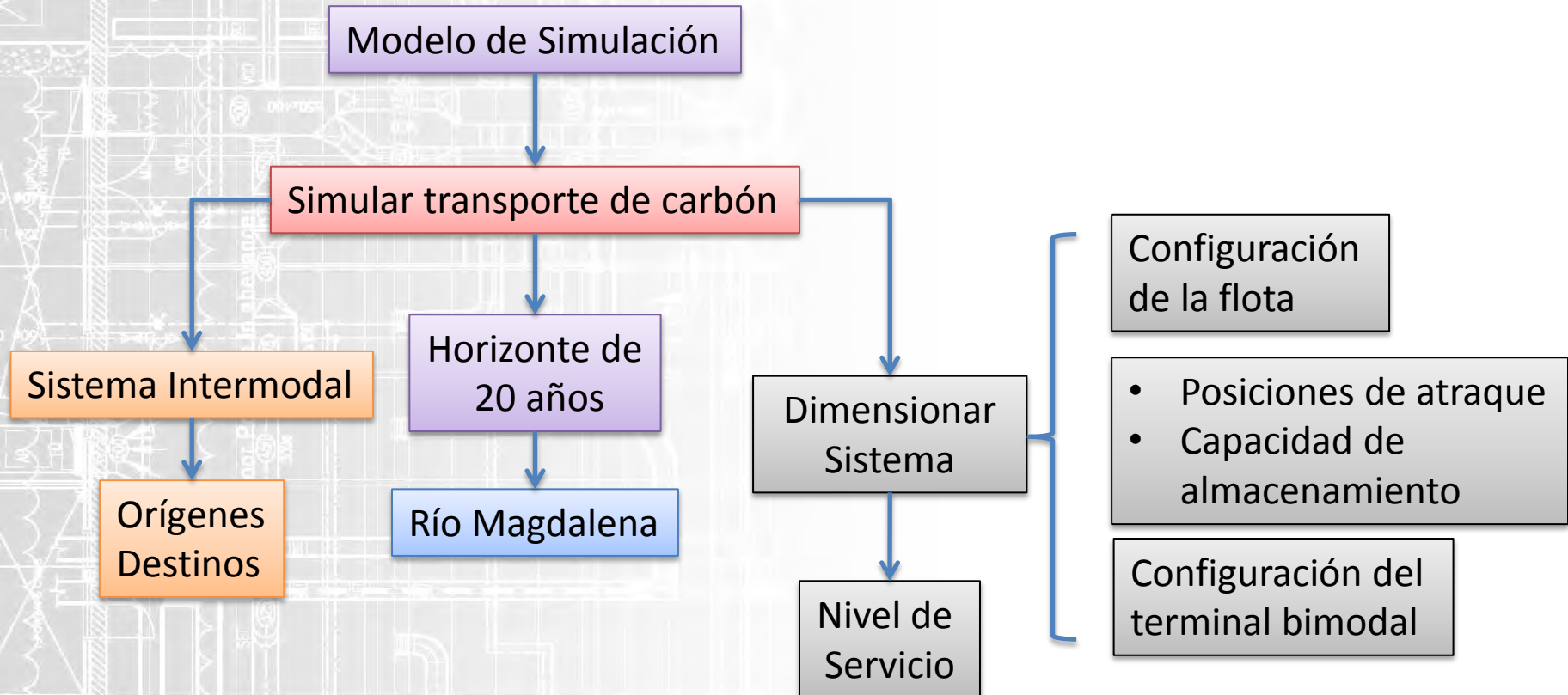
2. Tema Principal

Matriz de transporte Colombiana

Modo de transporte	Km totales	Porcentaje en la red de transporte
Carretera	214.433	85.78%
Férreo	1.194	0.48%
Fluvial	24.725	9.89%
Aéreo	610	0.24%
Ductos	9.000	3.6%
Total	249.962	100%

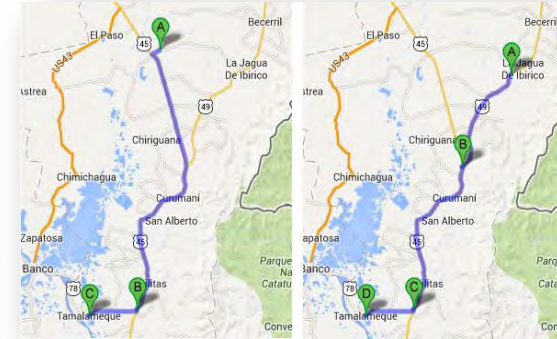
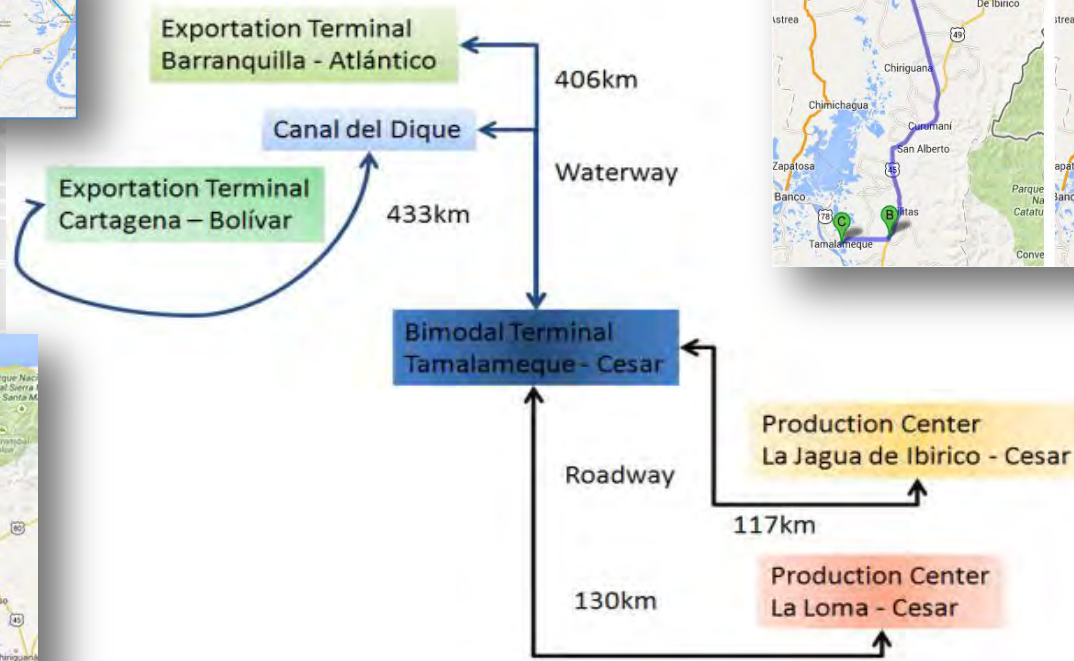
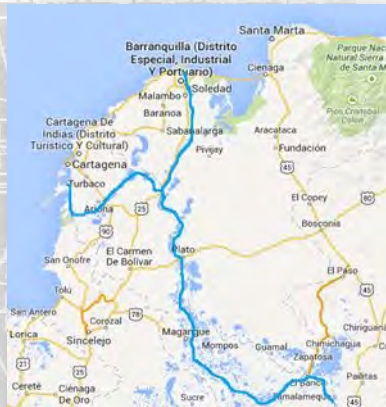
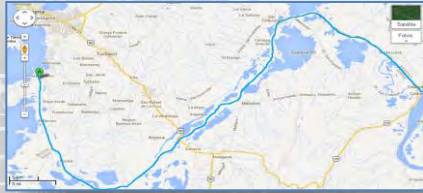
2. Tema Principal

Definición del problema



2. Tema Principal

Caracterización del problema



2. Tema Principal

Subsistemas de la operación

Subsistema
de
producción

Subsistema
de
transporte
carretero

Subsistema
terminal de
transbordo

Subsistema
de
transporte
fluvial

Subsistema
de
exportación

2. Tema Principal

Informaciones
de distancia

- Modo Carretero
- Modo Fluvial

Informaciones
de río

- Ancho
- Profundidad
- Variación del calado

Estudio de
operaciones
especiales

- Desmembramiento

2. Tema Principal

Calado

- Variación según época del año

Exportación

- Lotes medios

Aleatoriedades

- Presencia de incertezas

Vehículos

- Modo Carretero
- Modo Fluvial

2. Tema Principal

Medidas de desempeño

Niveles de stock

- Centros productores
- Terminal intermodal
- Terminales de exportación

Filas

- En todo el sistema

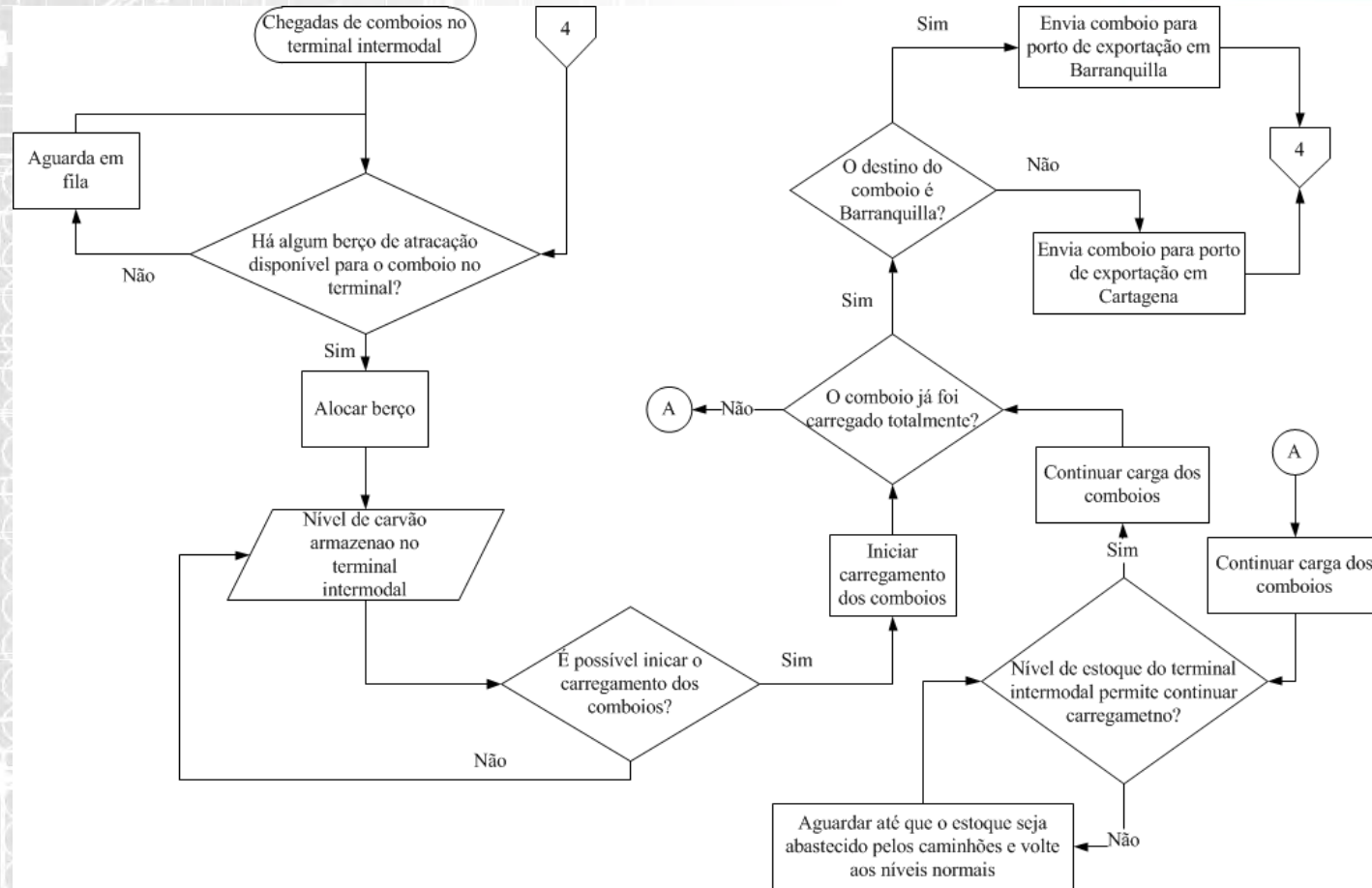
Tempo e número de ciclos

- Camiones
- Convoyes

2. Tema Principal Implementación Computacional

Etapas

- Selección del software
- Modelo conceptual
- Desarrollo del modelo



2. Tema Principal: Implementación

Lectura de datos

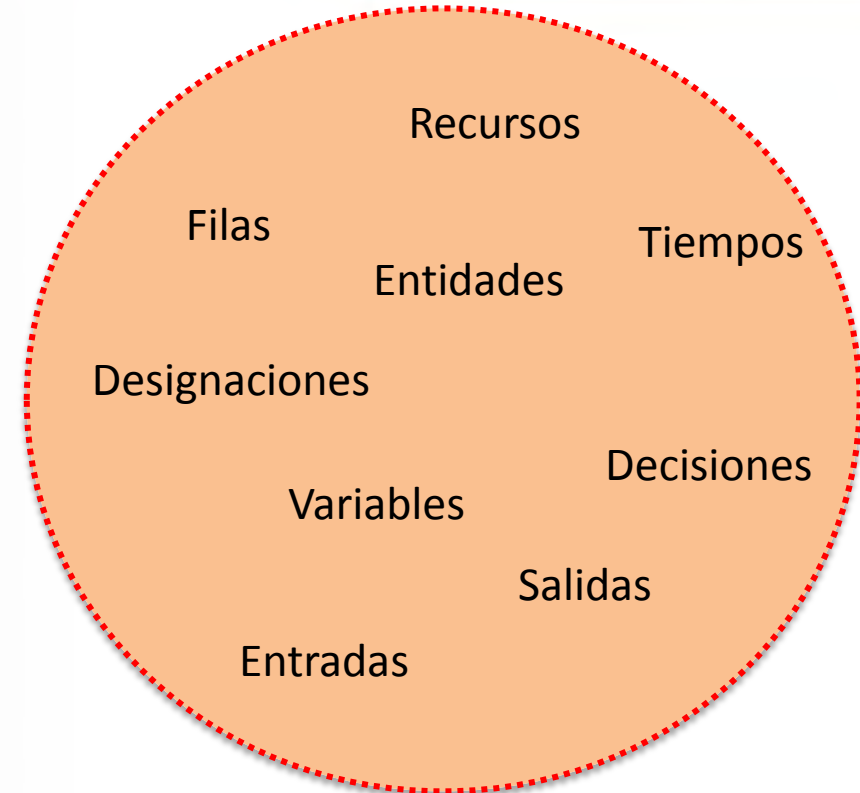
Control períodos de tiempo
Mes y año

Control de la producción

Modelamiento operación terrestre

Modelamiento operación fluvial

Modelamiento operación de exportación



2. Tema Principal: Metodología



2. Tema principal: Resultados

Objeto de Dimensionamiento	Valor
Posiciones de descarga para camiones	12
Posiciones de atraque	2
Capacidad de almacenamiento patío intermodal	10.000t
Flota Fluvial	19 convoyes

3. Conclusiones

- Basado en focos geográficos, se utilizó la metodología de simulación de eventos discretos para describir, modelar y realizar experimentos buscando la mejor configuración de un terminal de transbordo intermodal. Los siguientes elementos fueron dimensionados en este terminal: Cantidad de recursos para descarga de camiones, cantidad de recursos para carga de convoyes, capacidad de almacenamiento; también fue dimensionado la flota fluvial que año a año circula en el ciclo de exportación desde el terminal intermodal hasta los puertos del Caribe, para atender la demanda prevista de carbón térmico.
- Por medio del estudio propuesto en esta investigación se consiguió realizar el dimensionamiento de un sistema para exportación de carbón térmico considerando como región de interés la zona norte de Colombia, basado en las proyecciones de demanda mundial del mineral según datos de la IEA y proponiendo la combinación carretero-fluvial como alternativa de transporte capaz de absorber el excedente de la producción debido al estado actual de saturación que el esquema de actual de transporte presenta.

4. Futuros trabajos

- Estudiar el impacto que podría tener la utilización de embarcaciones autopropulsadas para realizar el transporte de carbón hasta los puertos de Cartagena y Barranquilla.
- Complementar el análisis del sistema sobre la visión de costo total.
- Incluir en el modelo de simulación la existencia de futuras esclusas en el Canal del Dique para entender cuál sería el impacto que estas tendrán sobre los tiempos de ciclo del sistema y el desempeño del mismo.
- Aplicar este estudio considerando otro tipo de cargas y todas las características asociadas con el objetivo de destacar la importancia que tiene el uso del Río Magdalena en la multimodalidad de los sistemas de transporte colombiano.



CONGRESO INTERNACIONAL DE
IV DISEÑO E
INGENIERÍA
NAVAL

11 - 13 DE MARZO DE 2015