

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Alcances	3
1.4. Estructura de la memoria	4
2. Antecedentes sobre ciclos en las ciencias económicas y en los <i>commodities</i>	5
2.1. Ciclos en la economía	5
2.1.1. Los ciclos económicos largos de Kondratiev	6
2.1.2. El pensamiento Keynesiano	8
2.1.3. Carencias del modelo Keynesiano	9
2.1.4. La crítica de Lucas	9
2.1.5. Las contribuciones de Prescott y Kydland	9
2.2. Antecedentes del superciclo	10
2.2.1. Década anterior de precios bajos	11
2.2.2. Concentración del mercado	11
2.2.3. Aumento en la inversión	12
2.2.4. Inelasticidad de la oferta en el corto plazo	13
2.2.5. <i>Delay</i> de ajuste de la oferta a <i>shocks</i> en la demanda	13
2.2.6. El caso del Hierro	14
2.2.7. El caso del Molibdeno	15
3. Metodologías de modelación del precio del cobre	16
3.1. Modelos basados en series de tiempo	16
3.1.1. Palaskas y Varangis	17
3.1.2. Engel y Valdés 2001	17
3.1.3. Cuddington and Jerrett 2008	18
3.2. Modelo Econométrico	19
3.3. Precio incentivo	20
3.4. Modelo de Hotelling	21
4. Modelos Basados en Agentes	23
4.1. Concepto General	23
4.2. Definiciones	24

4.2.1.	Agente	24
4.2.2.	Dinámica	24
4.2.3.	Propiedades Emergentes	25
4.3.	Modelo de Segregación de Schelling	26
4.3.1.	Un primer modelo para ilustrar	26
4.3.2.	Segundo ejemplo	27
4.4.	Santa Fe Institute Artificial Stock Market	31
4.4.1.	Estructura general del mercado	32
4.4.2.	Estructura de los agentes	33
4.4.3.	Resultados	33
5.	Un modelo basado en agentes para el mercado del cobre	34
5.1.	Marco Conceptual	34
5.2.	Estructura del modelo	35
5.3.	Yacimientos	36
5.3.1.	Propiedades de los yacimientos	36
5.3.2.	Métodos de los yacimientos	37
5.4.	Las minas	38
5.4.1.	Propiedades de las minas	38
5.4.2.	Métodos de las minas	39
5.5.	Demandantes	40
5.6.	El Mercado	40
5.6.1.	Propiedades del mercado	40
5.6.2.	Métodos del mercado	41
6.	Pruebas y validación	44
6.1.	Simulación de los parámetros	45
6.2.	Caso base: dos minas, ningún yacimiento	46
6.2.1.	Planteo y resultados esperados	46
6.2.2.	Resultados e interpretación	46
6.3.	Caso 1: 2 minas, 10 yacimientos	47
6.3.1.	Planteo y resultados esperados	47
6.3.2.	Resultados	48
6.4.	Caso 2: 2 minas, 10 yacimientos y efectos externos	49
6.4.1.	Planteamiento	49
6.4.2.	Resultados	50
7.	Resultados del modelo	52
7.1.	Resultados de simulaciones individuales	52
7.2.	Resultados de múltiples simulaciones	54
8.	Comentarios y futuras líneas de investigación	56
8.1.	Líneas de investigación futura	57
8.1.1.	Establecer variables que describan a cada <i>commodity</i>	57
8.1.2.	Mejorar los mecanismo mediante los cuales los agentes tomas decisiones	57
8.1.3.	Mecanismo de formación de precios	57
	Bibliografía	57

Índice de Ilustraciones

2.1.	Índice <i>Commodities</i> utilizado por Kondratiev. Fuente: Kondratiev 1926	6
2.2.	Precios reales del cobre en moneda 2012. Fuente: Cochilco	10
2.3.	Precios del cobre desde 1990 en términos reales, Fuente: Elaboración propia en base a datos públicos de Cochilco	11
2.4.	M&A en Minería y Metales. Fuente: Polinares, David Humphreys	12
2.5.	Inversiones en minería no ferrosa y metales(NFMs). Fuente: CRU	12
2.6.	Producción Mina y precios del cobre, Fuente: LME	13
2.7.	Precios del hierro y análisis con filtro de pasa banda. Fuente: Asian Steel Watch	14
2.8.	Precio del concentrado tostado de molibdeno. Fuente: International Molybdenum Association	15
4.1.	Estado inicial del ejemplo de Schelling, Fuente: Schelling 1971	26
4.2.	Segunda etapa en el ejemplo de Schelling, Fuente: Schelling 1971	27
4.3.	Etapa final del ejemplo, todos los individuos están satisfechos, Fuente: Schelling 1971	27
4.4.	Caso base, ambos grupo tienen igual tolerancia y cantidad de individuos, Fuente: Schelling 1971	28
4.5.	Esquema con tolerancia aumentadas, Fuente: Schelling 1971	29
4.6.	Distintos nivel de tolerancia en cada grupo, Fuente: Schelling 1971	29
4.7.	Limitando el número de blancos, Fuente: Schelling 1971	30
5.1.	Esquema general del modelo, elaboración propia	43
6.1.	Distribución de la ley de Zipf en escalas lineal y log-log. Fuente: Nielsen Norman Group	45
6.2.	Trayectoria de precios del caso base: Simulación 1, 500 periodos	46
6.3.	Trayectoria de precios del caso base: Simulación 1, 170 periodos (detalle)	47
6.4.	Trayectoria de precios del caso base: Simulación 2, 500 periodos	47
6.5.	Trayectoria de precios del caso base: Simulación 2, 170 periodos (detalle)	48
6.6.	Trayectoria de precios del caso 1: Simulación 1, 170 periodos (detalle)	48
6.7.	Trayectoria de precios del caso 1: Simulación 1, 500 periodos	48
6.8.	Trayectoria de precios del caso 1: Simulación 2, 500 periodos	49
6.9.	Trayectoria de precios del caso 1: Simulación 2, 170 periodos (detalle)	49
6.10.	Ejemplo de camino aleatorio simple	50
6.11.	Trayectoria de precios del caso 2: 500 periodos	50
6.12.	Trayectoria de precios del caso 2: 170 periodos (detalle)	51

7.1. Trayectorias de precios, Realización individual Número 1	53
7.2. Trayectorias de precios, Realización individual Número 2	53
7.3. Resultados estadísticos de 100 simulaciones, con un intervalo de confianza de dos desviaciones estandar	54
7.4. 10 realizaciones del modelo superpuestas	55
7.5. Comportamiento de la varianza del modelo en cada turno	55
8.1. Código Python, parte 1	61
8.2. Código Python, parte 2	62
8.3. Código Python, parte 3	63