Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

Documentos de Trabajo

Colusión en los procesos de licitación de proyectos de construcción vial y soluciones

Miguel de Quinto Arredonda

No. 4

2012

La serie Documentos de Trabajo es una publicación de la Superintendencia de Industria y Comercio. Los documentos son elaborados por los miembros del Grupo de Estudios Económicos o funcionarios de la entidad, y son de carácter provisional. Los análisis, opiniones y posibles errores son de responsabilidad exclusiva de los autores y no representa la posición de la Superintendencia de Industria y Comercio en la materia.

Para cualquier duda, sugerencia, corrección o comentario, escribir a: estudioseconomicos@sic.gov.co

Colusión en los procesos de licitación de proyectos de construcción vial. Modelación y algunas recomendaciones

*Miguel de Quinto Arredonda**

Resumen

Este documento tiene como propósito diseñar un mecanismo que permita explicar los esquemas colusorios que potencialmente pueden presentarse en una licitación para proyectos de obras en Colombia. Para el efecto, se toma una licitación estándar en Colombia en temas de concesión vial y siguiendo la propuesta metodológica de Harsanyi (1963), se utilizan funciones de mejor respuesta para que los entes coludidos definan sus estrategias cuando la propuesta de un tercer agente no coludido sea perfectamente previsible. También se estudia la estrategia de este cartel cuando se presentan más de tres licitantes. Al final, se enumeran algunas recomendaciones para reducir la formación de carteles en licitaciones.

Palabras clave: colusión, licitación pública, carteles, construcción, concesiones.

JEL: L41, L51, L74.

---

* Magister en Competencia y regulación de mercados. Asesor del Despacho de la Superintendencia de Industria y Comercio. E-mail: mdequinto@sic.gov.co. Dirección de correspondencia: Carrera 13 No. 27 - 00, Piso 10 (Bogotá, Colombia).
Me gustaría agradecer, sin implicarlos, a Juan Pablo Herrera, Dennis Sánchez y Carolina Liévano, compañeros de la SIC, por sus valiosos comentarios y aportaciones a este trabajo

Collusion in bidding processes for road construction projects. Modeling and recommendations

Abstract

This paper is intended to design a framework that allows explaining the collusive that can arise in some types of public procurement processes that imply construction works in Colombia. For that purpose, a standard Colombian public procurement process for road works is taken as the base and, using a Harsanyi framework, best response functions are used in order to define the strategies of the colluded firms when facing competition from another non-colluded firm, whose offer will be perfectly foreseeable. The strategy of the cartel when facing more than one non-colluded firms is also studied. At the end, some recommendations to hinder the formation of these cartels are listed.

Keywords: collusion, bidding, cartels, construction, concessions.
JEL: L41, L51, L74.

Introducción

En Colombia, al igual que en muchos países en desarrollo, una proporción importante del gasto público se realiza mediante compras públicas en muchos sectores de la economía, con el fin de responder a todas las necesidades de funcionamiento e inversión conforme a sus planes y políticas de gobierno. Sin embargo, buena parte de estos procesos de contratación pública están expuestos a múltiples factores que pueden terminar por afectar la eficiencia y la eficacia en estos procesos. Una de esas fuentes de ineficiencia social resulta explicada por aquellas conductas colusorias que los agentes realizan evitando que efectivamente el mecanismo de licitación permita elegir la opción que resulte ser más eficiente, produciendo gastos adicionales en detrimento del erario público.

En Colombia, los procesos de licitación pública tienen una mala imagen en los círculos empresariales. Por una parte, como bien indica la "Encuesta Probidad 2006", un 84,4% de los proponentes entrevistados consideró participar en un proceso de contratación, pero finalmente se retractó. Dentro de las razones indicadas se encuentran: la competencia no es justa (3,3%), complejidad del proceso licitatorio (3,2%), politización del proceso de contratación (3,2%), costo del proceso (2,8%), pagos no oficiales (2,2%) (Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio, 2006, p. 24). De otra parte, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), autoridad de competencia en Colombia, ya ha recibido distintas denuncias por falta de competencia en algunos procesos de licitación.

Lo anterior impone a la SIC la obligación de avanzar en la modelación de escenarios de colusión en estos procesos, que permitan aprender lecciones y formular recomendaciones, no solamente para las autoridades de competencia, sino para cada una de las agencias sectoriales del gobierno que se encarga de diseñar pliegos de condiciones para licitación.

En esa dirección el presente documento constituye una primera aproximación de modelación económica para cierto tipo de comportamientos colusorios. Para tal fin, el documento se divide en tres secciones. En la primera se describe un mecanismo de licitación estándar utilizado en el procesos de elección de proponentes para construcción vial en Colombia. En la segunda se propone el modelo y en la tercera se plantean, a manera de recomendaciones derivadas del modelo, los retos que deben afrontar las entidades que encargadas de diseñar los pliegos de licitaciones públicas. El último apartado contiene las conclusiones del documento.

1. Descripción de un modelo de Licitación de Concesiones para proyectos de construcción vial

Es frecuente encontrar en Colombia que buena parte de los mecanismos de licitaciones en materia vial prevean al menos tres fases. En la primera fase de la licitación, se anuncia públicamente los requerimientos exigidos y las condiciones para participar en la propuesta. En la segunda, los agentes toman la decisión o no de participar y pueden hacer observaciones a los pliegos de condiciones. En una tercera fase los agentes que deciden participar presentan toda la información necesaria para someterse a evaluación y presentan sus ofertas (OECD, 2011; SIC, 2010).

Como se puede observar, en todo este proceso la información juega un papel muy importante y en materia de competencia en el interior de las licitaciones, queda claro que un mayor cúmulo de información en el proceso incrementa la probabilidad de coludir. En ese orden, las diferentes entidades encargadas del diseño del mecanismo de licitaciones han ideado esquemas mediante los cuales se incorpora incertidumbre, en aras de reducir las posibilidades de actuar coordinadamente en las licitaciones.

Para elegir al ganador de la licitación, cada licitante i primero debe aprobar unos requisitos habilitantes, que incluyen aspectos jurídicos, financieros y de experiencia probable. Una vez los licitantes han aprobado esos requisitos habilitantes, ganarán F_i puntos por dos conceptos: factores técnicos de la propuesta o la experiencia acreditada en pasadas licitaciones (T_i) y por la oferta económica propuesta por el licitante (E_i). Para los efectos de este artículo, T_i no podrá ser mayor que 300 y E_i no podrá superar 700, por lo que el puntaje máximo de F_i será 1.000[2]. Además, las ofertas económicas de los licitantes no podrán ser mayores que un presupuesto para el proyecto M ni menores que un mínimo m. Entonces, cada licitante obtendrá puntos obedeciendo a la siguiente fórmula:

$$F_i = T_i + E_i$$

Por la parte, de los puntos derivados de las propuestas económicas E_i, cada licitante obtendrá puntos atendiendo al siguiente esquema. Primero, se hará un sorteo para escoger la fórmula a aplicar sobre las propuestas económicas presentadas por todos los licitantes para asignar una f que servirá de punto de referencia. Las fórmulas incluidas en el sorteo suelen ser: media aritmética, media geométrica, media alta, media baja y precio mínimo. Una vez escogida una fórmula de f al azar, se aplicará una fórmula distinta a cada propuesta en función de si dicha propuesta queda por encima o por debajo de f. Ambas fórmulas penalizan a las propuestas a medida que están más lejos del punto de referencia f. No obstante, dicha penalización es más acentuada sobre las propuestas que quedan por encima del punto de referencia que las que quedan por debajo. De esta forma, se incentiva a los licitantes a ofrecer precios más ajustados con el objeto de poder ganar más puntos bajo el concepto E_i.

Entonces, si la propuesta de un licitante queda por encima de f, su puntuación en E_i será:

[2] El reparto de los pesos relativos de T_i y E_i pueden variar en la práctica, pero para simplificar el análisis se van a fijar los máximos de 300 y 700. No obstante, F_i siempre es 1.000 en las licitaciones analizadas.

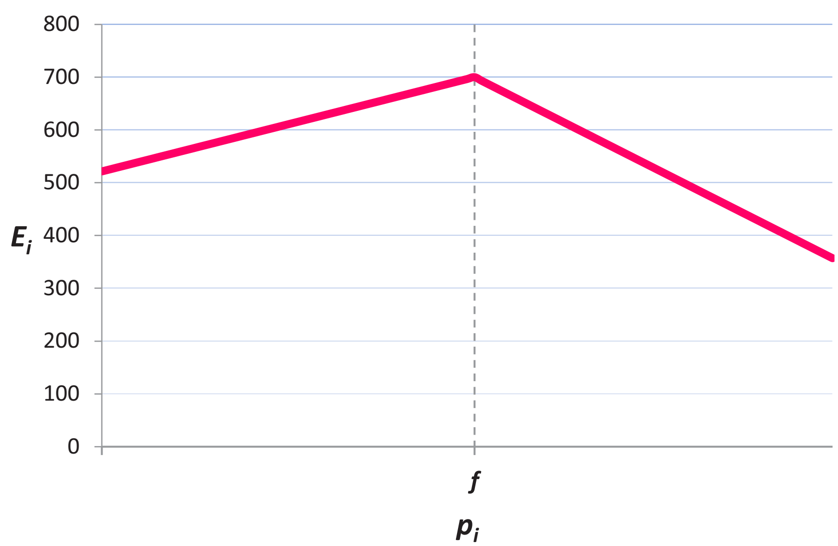
$$E_i = 700 + \frac{7000}{M}(f - p_i)$$

Siendo *M* el precio máximo admisible, *f* el punto de referencia marcado por la fórmula ganadora del sorteo y p_i la propuesta del licitante *i*. En el caso de que la propuesta del licitante sea igual o quede por debajo de *f*, la fórmula a aplicar será la siguiente:

$$E_i = 700 + \frac{7000}{2M}(p_i - f)$$

El siguiente gráfico muestra el comportamiento de las fórmulas de E_i con respecto a p_i:

Gráfico 1. Representación gráfica del valor de E_i en función de la oferta económica p_i ofrecida por el licitante una vez se ha sorteado la fórmula de definición del punto de referencia *f*.



Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 1 muestra el comportamiento de los puntos E_i que obtiene el licitante en función de oferta económica presentada y una vez se ha definido el punto de referencia *f* tras el sorteo. Nótese que cuando una propuesta p_i es igual al punto de referencia *f*, el licitante obtiene el mayor número de puntos posible bajo este concepto (700). Además, y como ya se ha indicado más arriba, si dos licitantes tienen propuestas igualmente alejadas de f, pero una está por debajo y otra por encima del punto de referencia, el licitante con la propuesta mayor recibiría una penalidad sobre su puntuación E_i el doble de la que se le aplicaría al licitante con la propuesta menor que f. Esto es así porque la pendiente de la fórmula aplicable a las ofertas mayores que f es el doble que la pendiente de la fórmula aplicable cuando p_i es menor que f.

Con estas reglas básicas del juego, ahora se va a describir la estrategia que llevarán a cabo dos licitantes coludidos con el objeto de ganar una licitación pública de obras.

2. Modelo de colusión

Como en todo modelo de interacciones y antes de proponer en detalle las especificidades de la forma como en este documento se modela la colusión, siguiendo los fundamentos de la teoría de juegos (Gibbons, 1992, 1997; Osborne, 2003), es necesario reconocer los tres elementos que conforman cualquier modelo que intente brindar alguna explicación sobre los procesos licitatorios (Motta, 2004): jugadores, estrategias y pagos.

En principio se considerará un número finito de jugadores (n). En todos los casos a considerar, se asumirá que 2 de ellos, permanentemente, estarán actuando de forma coordinada. Los n-2 restantes procederán de manera independiente y exógena.

En segundo lugar, se considerará el conjunto de estrategias de cada uno de los jugadores de la licitación, que será no numerable y delimitado por un mínimo (m) y un máximo admisible (M). Por simplicidad, se asumirá que es información pública el valor mínimo y máximo sobre el cual los agentes pueden tomar su decisión.

Finalmente, los pagos asociados a cada uno de los participantes terminan siendo una variable binaria que toma el valor de cero si no se le asigna la obra y de un monto positivo asociado a la utilidad que puede derivarse de la adjudicación de la licitación. Esa utilidad que obtendrá el ganador de la licitación será igual al precio de la oferta ganadora (p_i^*, siendo i el jugador ganador) menos el coste de la ejecución del contrato C. Por simplicidad, se asumirá que este coste C será menor que el precio mínimo admisible en la licitación m. De esta forma, se asegura que los jugadores coludidos siempre entrarán en la licitación. Igualmente, se asumirá que los jugadores, además de ganar, querrán hacerlo con el precio máximo posible. Si el ganador de la licitación es uno de los componentes del cartel, cada uno de ellos recibirá la mitad de la utilidad.

En este sentido, es importante precisar que este documento centrará su análisis en determinar la respuesta óptima que podría tener el agente coludido ante cada uno de los escenarios derivados de la conducta de los jugadores que actúan de manera independiente.

2.1. Modelo con dos jugadores coludidos y un jugador fuera del cartel

En este apartado se describirá un escenario en el que dos jugadores (jugadores 1 y 2) coluden a la hora de presentarse en una licitación, mientras que un tercer jugador (jugador 3) también se presenta sin saber de la existencia del cartel. De esta forma, las partes coludidas coordinan los precios que serán propuestos en la licitación, mientras que deben formarse expectativas sobre la propuesta que hará el jugador fuera de la colusión para ganar la licitación con un precio propuesto lo más alto posible.

Las expectativas que las partes coludidas puedan barajar sobre la propuesta de la tercera parte serán más ciertas de lo que *a priori* pueda parecer, dado que las empresas aspirantes a contratos del gobierno suelen ser las mismas y haberse encontrado en licitaciones pasadas. Por consiguiente, es fácil para las empresas coludidas saber si se encuentran ante un jugador que propone precios agresivos o que, por el contrario, acostumbra ser un oponente blando.

La agencia licitante propone en sus pliegos los criterios que pueden ser utilizados a la hora de escoger al ganador de la licitación. Estos tienen las mismas probabilidades de ser escogidos, puesto que el criterio finalmente utilizado será seleccionado al azar en un sorteo. En este modelo, los métodos prestablecidos serán: media aritmética, media alta, media baja y precio mínimo[3]. Esta fórmula definirá el punto de referencia f, que después se utilizará para establecer que fórmula de E_i se aplicará a cada jugador y conocer la puntuación obtenida. Luego, a E_i se le sumará la puntuación T_i para conocer la puntuación total del jugador F_i.

Las partes coludidas coordinarán sus propuestas para maximizar sus posibilidades de éxito en la licitación. Primero, una de las partes propondrá el precio más bajo permitido m. Esto es así para asegurarse de que el cartel ganará la licitación en caso de que el criterio de precio mínimo salga escogido en la lotería, sin importar el precio que proponga el jugador 3. A su vez, la otra parte coludida usará esta información para proponer su precio de forma estratégica, en función de los precios que pueda proponer la tercera parte fuera del cartel. El jugador 2 siempre buscará que su oferta p_2 sea igual al punto de referencia f de cada criterio, pues de esta forma conseguiría la mayor puntuación posible bajo el concepto, 700.

Así las cosas, si p_i es el precio propuesto por el jugador i y el jugador 1 propone siempre el precio mínimo m, el precio propuesto por la segunda parte del cartel será, bajo cada criterio posible:

[3] No se ha incluido la media geométrica en este estudio porque la inclusión de los exponentes de esta fórmula complica el análisis y proporciona poco valor agregado a las conclusiones generales del modelo.

- Media aritmética:

$$f_{m.ar} = p_2 = \frac{m + p_2 + p_3}{3};\ p_2 = \frac{m + p_3}{2}$$

- Media alta:

$$f_{m.al} = p_2 = \frac{\frac{m + p_2 + p_3}{3} + p_3}{2};\ p_2 = \frac{m + 4p_3}{5}$$

- Media baja:

$$f_{m.b} = p_2 = \frac{\frac{m + p_2 + p_3}{3} + m}{2};\ p_2 = \frac{4m + p_3}{5}$$

- Precio mínimo[4]:

$$f_{p.m} = p_2 = m$$

Estas son las funciones de reacción del jugador 2 ante los precios posibles que pueda proponer el jugador 3. Nótese que, bajo todos los criterios posibles (salvo en el de precio mínimo), si m y p_3 son iguales (es decir, si el jugador 3 también propone el precio mínimo m), el jugador 2 también tendría que proponer m como precio . Esto es así porque en todos los criterios, si el jugador 2 quiere ganar la licitación, su propuesta no puede ser mayor que el precio del jugador 3.

[4] En el caso que el criterio de precio mínimo ganara la lotería, el jugador 2 propondría el mismo precio que el jugador 1, el precio mínimo m. No obstante, es cierto que se puede argüir que el precio propuesto por el jugador 2 no es importante bajo este escenario, ya que de todas formas el jugador 1 (y por ende, el cartel) ganaría la licitación. Dicho esto, p_2 podría tomar cualquier valor comprendido entre m y M bajo dicho escenario. Sin embargo, se define esta igualdad para dotar de mayor simplicidad al modelo.

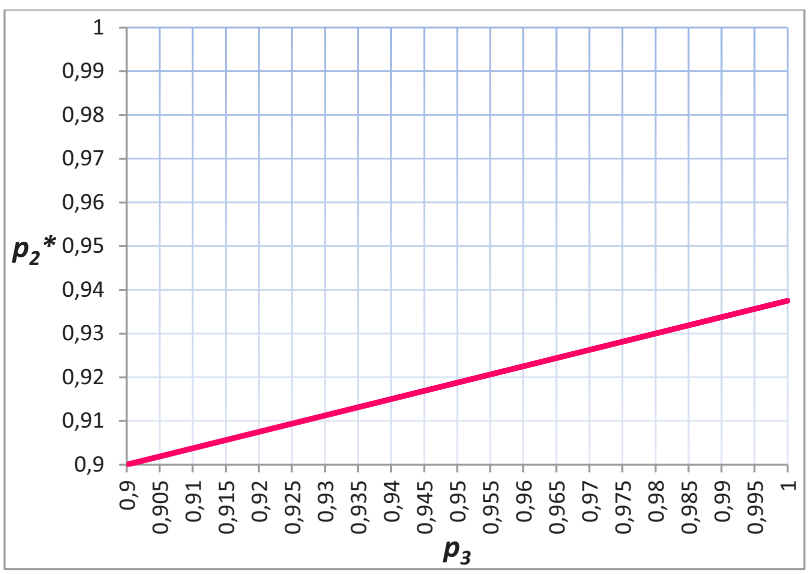
Todos estos criterios de selección de la propuesta ganadora de la licitación tienen la misma probabilidad de ganar la lotería (1/4). Dicha probabilidad multiplicará la estrategia del jugador 2 bajo cada escenario antes de sumarlas. Con todo esto, ya se puede definir cuál será la estrategia del jugador 2 antes de que la lotería tenga lugar:

$$p_2^* = \frac{1}{4}\frac{m + p_3}{2} + \frac{1}{4}\frac{m + 4p_3}{5} + \frac{1}{4}\frac{4m + p_3}{5} + \frac{1}{4}m;$$

$$p_2^* = \frac{5m + 3p_3}{8}$$

De esta forma, el jugador 2 define su propuesta en función de la propuesta del jugador 3. Esta es la función de mejor respuesta ante el precio propuesto por el jugador ajeno al cartel antes de que la lotería del criterio sea llevada a cabo.

Gráfico 2. Representación de la función de mejor respuesta del jugador 2 ante los precios que pueda proponer el jugador 3.



Nota. Los precios admisibles para la licitación van de 0,9 a 1[5].

Fuente: elaboración propia.

[5] Se han escogido estos valores para *m* y *M* porque lo habitual es que el precio mínimo admisible en las licitaciones no sea menor que el 90% del presupuesto del proyecto.

El Gráfico 2 muestra la función de mejor respuesta del jugador 2 ante los precios que pueda marcar el jugador 3. Por este motivo, m será igual a 0,9 y los valores de p_3 posibles están comprendidos entre esos dos valores.

El primer hecho que debe resaltarse es que si el jugador 3 marca el precio mínimo m (así como el jugador 1), el jugador 2 también propondría ese mismo precio. Esto también se puede comprobar en la fórmula de esta función, especificada más arriba. Como se observa, la pendiente de la función es positiva: cuanto mayor sea el precio propuesto por el jugador 3, mayor será el precio propuesto por el jugador 2. No obstante, esa pendiente es menor que 1, por lo que por cada incremento del precio del jugador 3, el aumento del precio del jugador 2 será menor.

Ahora se analizará cuáles serán las opciones de éxito de los dos componentes del cartel bajo el supuesto de que la fórmula de la media aritmética ganase el sorteo. En este caso el punto de referencia sería el siguiente:

$$f_{m.ar} = \frac{m + \frac{5m + 3p_3}{8} + p_3}{3} = \frac{13m + 11p_3}{24}$$

Bajo este punto de referencia de la fórmula, ahora se puede calcular el E_i de cada jugador. Como ya se indicó más arriba, para saber qué fórmula de E_i hay que aplicar, primero hay que saber si el precio propuesto por el jugador es mayor o menor que el punto de referencia definido aquí arriba. Este siempre será mayor o igual que m, por lo tanto se conoce la fórmula para aplicar al jugador 1. Además, vista la estrategia del jugador 2, se puede ver que $f_{m.ar}$ será menor que p_3. La única incertidumbre es saber si p_2^* puede ser mayor o menor que $f_{m.ar}$. A continuación, se realiza la comprobación:

$$f_{m.ar} \geq p_2^*$$

$$\frac{13m + 11p_3}{24} \geq \frac{5m + 3p_3}{8}$$

$$p_3 \geq m$$

Así, siempre que p_3 sea mayor o igual que m (lo cual siempre se cumple), p_2^* será menor que $f_{m.ar}$, con lo que se conoce qué fórmula de E_i aplicarle al jugador 2:

$$E_1 = 700 + \frac{7000}{2M}\left(m - \frac{13m + 11p_3}{24}\right) = 700 + \frac{9625(m - p_3)}{6M}$$

$$E_2 = 700 + \frac{7000}{2M}\left(\frac{5m + 3p_3}{8} - \frac{13m + 11p_3}{24}\right) = 700 + \frac{875(m - p_3)}{3M}$$

$$E_3 = 700 + \frac{7000}{M}\left(\frac{13m + 11p_3}{24} - p_3\right) = 700 + \frac{11375(m - p_3)}{3M}$$

Una vez se sabe qué E_i recibirá cada jugador, es posible analizar para qué valores de T_i los jugadores pertenecientes al cartel ganarán la licitación frente al jugador 3. Para que eso ocurra, su $F_{i\neq 3}$ debe ser mayor que F_3. Entonces, el jugador 1 gana frente al jugador 3 si:

$$F_1 > F_3$$

$$T_1 + 700 + \frac{9625(m - p_3)}{6M} > T_3 + 700 + \frac{11375(m - p_3)}{3M}$$

$$-300 \leq T_3 - T_1 < \frac{925(p_3 - m)}{3M} \leq 300$$

Siempre que se cumpla la condición especificada más arriba, el jugador 1 ganará frente al jugador 3 la licitación. Esta desigualdad está delimitada entre -300 y 300, dado que el valor máximo de T_i es 300 y esos son los valores mínimo y máximo que puede darse en la diferencia entre $T_{i\neq 3}$ y T_3.

Lo mismo se puede aplicar sobre el jugador 2:

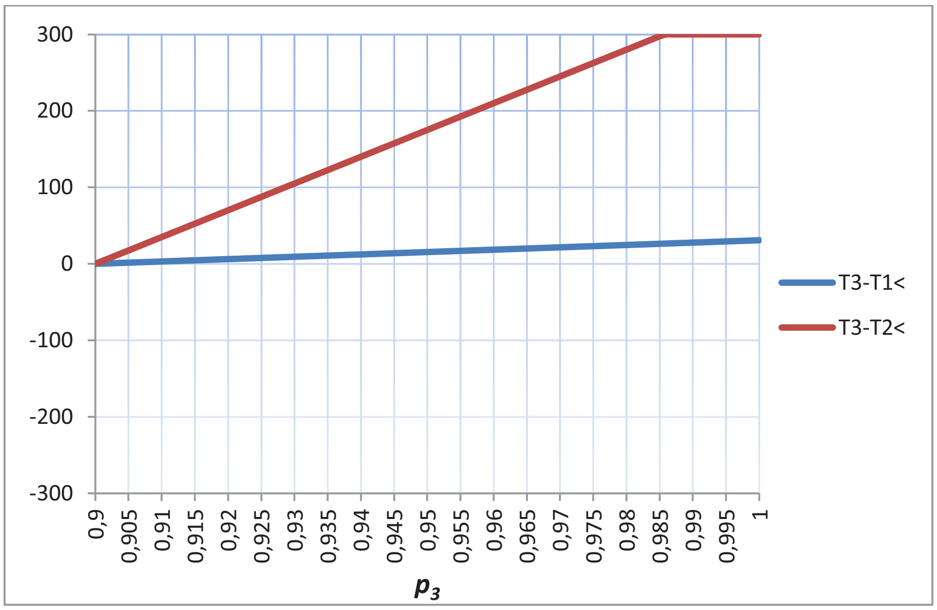
$$F_2 > F_3$$

$$T_2 + 700 + \frac{875(m - p_3)}{3M} > T_3 + 700 + \frac{11375(m - p_3)}{3M}$$

$$-300 \leq T_3 - T_2 < \frac{3500(p_3 - m)}{M} \leq 300$$

Ahora, ya están definidas las condiciones que se tienen que dar en función de las puntuaciones T_i y de p_3 para que algún jugador coludido pueda ganar la licitación si la fórmula de la media aritmética ganase el sorteo. Nótese que para ambos jugadores, si el jugador 3 propone el precio mínimo m, la diferencia entre las respectivas T debería ser negativa para que el jugador coludido ganara la licitación.

Gráfico 3. Representación de las diferencias máximas T_3-$T_{i\neq 3}$, admisibles para que el jugador coludido gane frente al jugador 3.



Nota. Los precios admisibles para la licitación van de 0,9 1 y los valores de p_3 posibles están comprendidos entre esos dos valores.
Fuente: elaboración propia.

El Gráfico 3 muestra los valores máximos de las diferencias entre T_3 y $T_{i\neq 3}$ para cada valor posible de p_3, con el fin de que cada jugador coludido gane frente al jugador 3. Dicho de otro modo, para cualquier correspondencia de valores de p_3 y de T_3-$T_{i\neq 3}$ que se dé por debajo de las funciones graficadas más arriba, el jugador coludido correspondiente ganará la licitación frente al jugador 3. Por ejemplo, si el jugador 3 ofrece un p_3 igual a 0,95 y si T_3-T_2 fuera 100, el jugador 2 ganaría la licitación. En cambio, si T_3-T_2 fuera 200, el jugador 3 ganaría frente al jugador 2. El mismo razonamiento se puede aplicar con respecto al jugador 1.

Como se puede observar, cuanto más grande es p_3, mayor puede ser esa diferencia para que siga ganando el jugador coludido. Además, para el caso del jugador 2, cuando p_3 supera $\frac{3M+35m}{35}$, dicho jugador ganaría frente al jugador 3 sin importar que la diferencia T_3-T_2 sea igual al valor máximo de 300.

El mismo análisis llevado a cabo para el caso en que la fórmula de la media aritmética gane el sorteo, se puede replicar al resto de escenarios posibles derivados del sorteo. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Resultados de los análisis bajo cada uno de los escenarios posibles tras el sorteo de fórmula para la definición del punto de referencia *f*.

	Resultado sorteo fórmula			
	Media aritmética	**Media alta**	**Media baja**	**Precio mínimo**
f	$f_{m.ar} = \frac{13m + 11p_3}{24}$	$f_{m.al} = \frac{13m + 35p_3}{48}$	$f_{m.ar} = \frac{37m + 11p_3}{48}$	$f_{p.m} = m$
$f \geq p_2^*$	Sí	Sí	No	No
E_1	$E_1 = 700 + \frac{9625(m - p_3)}{6M}$	$E_1 = 700 + \frac{30625(m - p_3)}{12M}$	$E_1 = 700 + \frac{9625(m - p_3)}{12M}$	$E_1 = 700$
E_2	$E_2 = 700 + \frac{875(m - p_3)}{3M}$	$E_2 = 700 + \frac{14875(m - p_3)}{12M}$	$E_2 = 700 + \frac{6125(m - p_3)}{6M}$	$E_2 = 700 + \frac{2625(m - p_3)}{M}$
E_3	$E_3 = 700 + \frac{11375(m - p_3)}{3M}$	$E_3 = 700 + \frac{11375(m - p_3)}{6M}$	$E_3 = 700 + \frac{32375(m - p_3)}{6M}$	$E_3 = 700 + \frac{7000(m - p_3)}{M}$

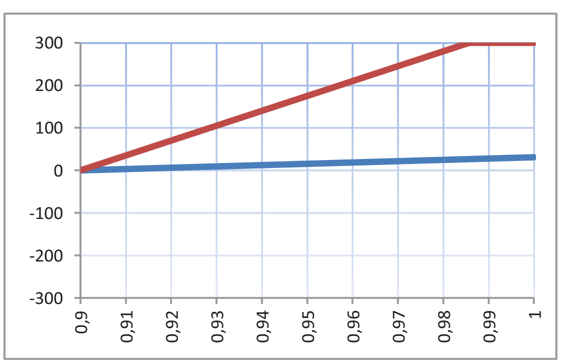
	Resultado sorteo fórmula			
	Media aritmética	**Media alta**	**Media baja**	**Precio mínimo**
T₃-T₁	$-300 \leq T_3 - T_1 < \frac{925(p_3 - m)}{3M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_1 < \frac{7875(m - p_3)}{12M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_1 < \frac{18375(p_3 - m)}{4M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_1 < \frac{7000(p_3 - m)}{M} \leq 300$
T₃-T₂	$-300 \leq T_3 - T_2 < \frac{3500(p_3 - m)}{M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_2 < \frac{2625(p_3 - m)}{4M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_2 < \frac{4375(p_3 - m)}{M} \leq 300$	$-300 \leq T_3 - T_2 < \frac{4375(p_3 - m)}{M} \leq 300$

Fuente: elaboración propia.

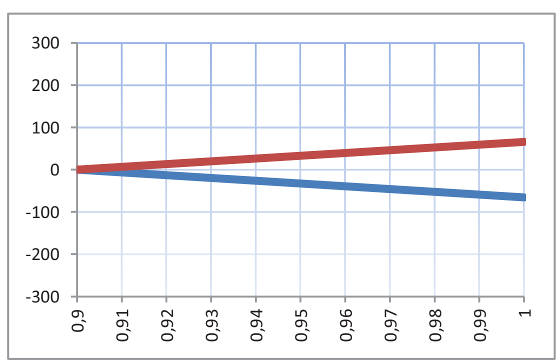
A continuación, se muestran los gráficos de T_3-T_1 y T_3-T_2 para cada escenario, cada uno representa los valores máximos que puede tomar T_3-$T_{i\neq3}$ para que el jugador coludido $i\neq3$ gane la licitación considerando los diferentes resultados del sorteo de la fórmula del punto de referencia. Las líneas azules representan las funciones de T_3-T_1, mientras que las líneas rojas representan las funciones de T_3-T_2. Otra vez, en estos casos se asume que *m* es igual a 0,9 y que *M* es igual a 1.

Gráfico 4. *T_3-T_1* y *T_3-T_2* para cada escenario.

Media aritmética

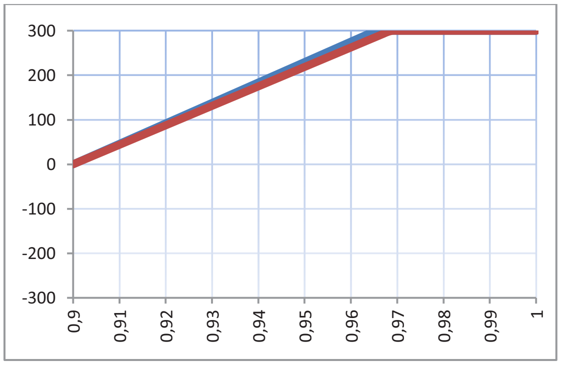


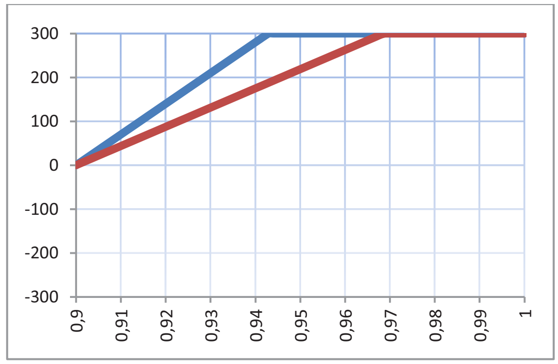
Media alta



Media baja

Precio mínimo





Fuente: elaboración propia.

Ahora, se puede hacer el promedio de las funciones para saber cuál es el valor de la diferencia T_3-$T_{i\neq 3}$ máxima que permite a los jugadores coludidos ganar la licitación antes de que se celebre el sorteo de fórmula del punto de referencia. Estas funciones promedio deberán ser definidas por tramos, dado que bajo algunos escenarios las funciones llegan al máximo posible de 300 y entonces se produce una esquina. Para el jugador 1, la función promedio $\overline{T_3 - T_1}$ será:

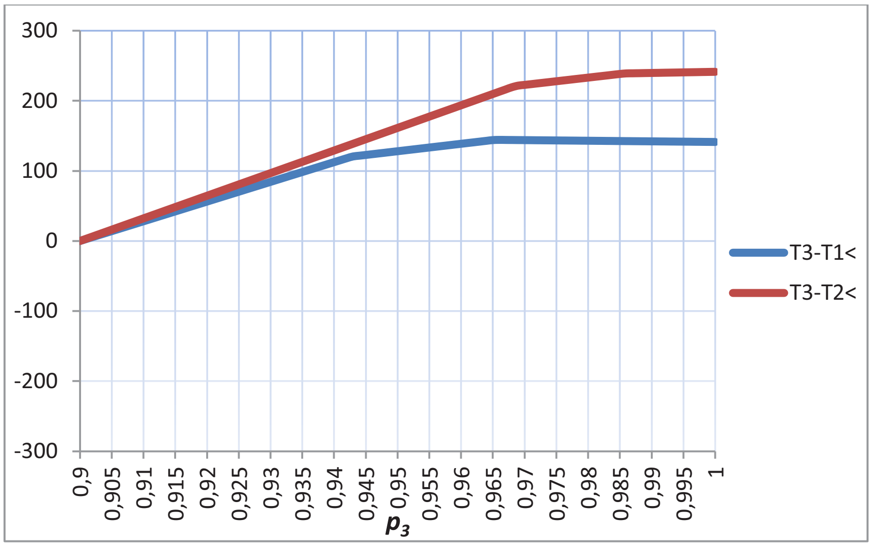
$$-300 \leq \overline{T_3 - T_1} < \left\{ \begin{array}{c} \frac{67475(p_3 - m)}{24M}, \text{ si } m \leq p_3 \leq \frac{3M}{70} + m \\ \frac{25475(p_3 - m)}{24M} + 75, \text{ si } \frac{3M}{70} + m < p_3 \leq \frac{16M}{245} + m \\ \frac{-4175(p_3 - m)}{48M} + 150, \text{ si } \frac{16M}{245} + m < p_3 \leq M \end{array} \right\} \leq 300$$

Para el jugador 2, esta función promedio $\overline{T_3 - T_2}$ será:

$$-300 \leq \overline{T_3 - T_2} < \left\{ \begin{array}{c} \frac{51625(p_3 - m)}{16M}, \text{ si } m \leq p_3 \leq \frac{12M}{175} + m \\ \frac{16625(p_3 - m)}{16M} + 150, \text{ si } \frac{12M}{175} + m < p_3 \leq \frac{3M}{35} + m \\ \frac{2625(p_3 - m)}{16M} + 225, \text{ si } \frac{3M}{35} + m < p_3 \leq M \end{array} \right\}$$
$$\leq 300$$

Estas funciones pueden ser graficadas, como se hace a continuación.

Gráfico 5. Diferencias máximas T_3-$T_{i\neq 3}$ admisibles antes de la celebración del sorteo.



Nota. Los precios admisibles para la licitación van de 0,9 a 1 y los valores de p_3 posibles están comprendidos entre esos dos valores.
Fuente: elaboración propia.

Con el escenario representado en el gráfico 4, antes de que el sorteo tenga lugar, si por ejemplo, el jugador 3 propone un precio de 0,97, el jugador 1 le ganará la licitación si T_3-T_1 es igual a 100, pero perderá si esa diferencia es de 200. En el caso del jugador 2, este ganará si T_3-T_2 es 200, pero perderá si esa diferencia llega al máximo de 300.

Como se puede observar en el gráfico, ambas funciones discurren por la parte positiva del rango posible, por lo que el jugador 3 carecerá de cualquier opción de éxito en la licitación si su T_3 es inferior a los otros $T_{i\neq 3}$. Además, la función referente al jugador 2 siempre es superior a la del jugador 1. Eso significa que el jugador 2 sufre menor presión por parte de la diferencia T_3-T_2 a la hora de enfrentarse al jugador 3. Este hecho llevaría a las partes coludidas a repartirse las estrategias de tal forma que el jugador que tuviese un mayor $T_{i\neq 3}$ de los dos sería el que actuaría como jugador 2, mientras que el otro con menor $T_{i\neq 3}$ actuaría como el jugador 1 y ofrecería el precio menor m. De esta forma, maximizarían sus opciones de éxito.

Si todos los puntos que quedan por debajo de las funciones son los puntos que dan la victoria a cada jugador coludido, respectivamente, y se asume que tanto T_3-$T_{i\neq 3}$ como p_3 pueden ser aleatorios, entonces es posible calcular la probabilidad de victoria en la licitación para cada jugador coludido. La probabilidad será el área que quede por debajo de las funciones, dividida por el área total posible:

$$P(\text{gana jugador coludido}) = \frac{1}{2} + \frac{\int_m^M \overline{T_3 - T_{\iota\neq 3}}\, dp_3}{600(M-m)}$$

Entonces, para cada jugador, la fórmula corresponderá a:

$$P(\text{gana jugador 1}) = \frac{1}{2} + \frac{481945M^2 - 296450Mm - 204575m^2}{2822400M(M-m)}$$

$$P(\text{gana jugador 2}) = \frac{1}{2} + \frac{66903M^2 - 87150Mm + 18375m^2}{134400M(M-m)}$$

Bajo el escenario específico en el que M es 1 y m es 0,9, las probabilidades de victoria de los jugadores 1 y 2 frente al jugador 3 serían de 0,6751 y de 0,7494, respectivamente. Estas probabilidades son claramente superiores a las del caso en que los jugadores coludidos no formaran un cartel, ya que sus probabilidades de éxito sólo serían de 0,333 al haber 3 jugadores.

Este escenario sólo es aplicable si los agentes coludidos son capaces de observar cuál será el p_3 ofrecido por el jugador 3 y cuál será su puntuación T_3. Como ya se ha indicado, aunque este supuesto pueda parecer poco plausible en la realidad, el caso es que las empresas que se presentan a estos tipos de licitación suelen ser siempre las mismas y, por este motivo, no es difícil prever con cierto grado de exactitud cuál puede ser la oferta que propondrá el jugador no coludido y la puntuación que recibirá bajo el concepto de T_3.

2.2. Modelo con dos jugadores coludidos y varios jugadores fuera del cartel

En este apartado, se examina el escenario en que las dos partes coludidas se presentan a la licitación junto con dos o más jugadores fuera del cartel. Todos los demás detalles del juego se mantienen inalterados con respecto al anterior apartado.

Siguiendo el mismo razonamiento lógico que en el apartado anterior, podemos llegar a la siguiente función de reacción del jugador 2 frente a los precios propuestos por los jugadores ajenos al cartel:

$$p_2^* = \frac{1}{4}\frac{m + \sum_{i=3}^{n} p_i}{n-1} + \frac{1}{4}\frac{m + \sum_{i=3}^{n} p_i + np^{max}}{2n-1} + \frac{1}{4}\frac{(n+1)m + \sum_{i=3}^{n} p_i}{2n-1} + \frac{1}{4}m$$

En este caso, n representa el número de oferentes en la licitación y p^{max} representa el precio máximo ofrecido por un jugador fuera del cartel.

Asumiendo una vez más que el jugador 2 sabe perfectamente cuáles van a ser las propuestas de los jugadores ajenos al cartel, podrá marcar un precio p_2^* que le asegurará un T_i^{max}-T_2 máxima mayor, que le otorgaría el éxito en la licitación.

Es obvio que cuanto mayor sea el número de jugadores, esta presunción será menos adecuada, pero este escenario muestra que no es imposible para el jugador 2 pueda conocer qué precio maximizará sus probabilidades de éxito.

3. Medidas para desincentivar la colusión en las licitaciones públicas

En este apartado se van a enumerar algunas medidas para minimizar las probabilidades de éxito de carteles en estos procesos de licitación.

3.1. Eliminación del precio mínimo *m*

La propuesta más obvia sería la eliminación del precio mínimo *m* en los pliegos de la licitación. De esta forma y bajo el escenario analizado más arriba, el jugador 1 tendría que ofrecer un precio igual al coste que le supondría el proyecto para así seguir ganando la licitación bajo el supuesto de que el precio mínimo ganara el sorteo de métodos de definición de *f*. Esto, además de aumentar la eficiencia asignativa[6] en la licitación, hace que el cartel, si ganara el proceso con la propuesta del jugador 1, no obtuviera ningún beneficio extraordinario que repartirse. Este hecho claramente desincentiva la formación del cartel, puesto que los jugadores coludidos podrían llegar al mismo resultado sin los costos de sincronización (ni los posibles costos de ser multados tras haber sido detectado) que supone la formación del cartel.

Uno de los argumentos que defienden la existencia del precio mínimo admisible en las licitaciones es que de esta forma el gobierno se cubre ante el riesgo de que el licitante haga una oferta demasiado agresiva que le otorgue la victoria en la licitación, para después tratar de renegociar el precio del proyecto o para ejecutar el proyecto con unos estándares de calidad más bajos de lo que se espera.

Para solucionar estos problemas, el contrato de la licitación debe ser lo suficientemente explícito en todas sus especificaciones para no dejar opción a la renegociación: cuando el licitante haga una propuesta económica debe entender que ese precio ofrecido va a ser vinculante para la ejecución del proyecto con las calidades exactamente especificadas en los pliegos. Se podría objetar que esto haría más complejo el proceso de definición de los pliegos y que, en consecuencia, los costos de transacción se dispararían para el gobierno. No obstante, estos costos podrían ser contrarrestados por la desaparición de los carteles que se dejarían de formar con esta medida.

---

[6] El hecho de que una empresa (licitante) venda sus productos (proyectos de construcción) a un precio igual a su coste de ejecución es lo que en economía se conoce como eficiencia asignativa.

Además, ¿por qué no se le puede permitir a una empresa licitante ofrecer un precio por debajo de *m,* legítimamente, si está determinado a hacerlo así? ¿Por qué el gobierno debe comprometerse a pagar más por un proyecto de lo que un licitante estaría dispuesto a cobrar? Y sobre las calidades en la ejecución de un proyecto, ¿qué frena a la empresa licitante ganadora a cobrar un precio por encima de *m* y además ejecutar la obra con una calidad inferior a la esperada si los pliegos no están suficientemente bien definidos? Todas estas preguntas carecen de respuesta convincente.

3.2. Sorteo de los pesos relativos para el sorteo de la fórmula de referencia

Cuando las partes coludidas saben cuál es la probabilidad de que una fórmula gane el sorteo para definir el punto de referencia *f*, les resulta más fácil poder definir la oferta p_2^* para maximizar las opciones de éxito del cartel. Si también se escogiera al azar los pesos relativos de éxito de cada método y la probabilidad de que cada uno fuera escogido, es decir, que no fuera de 1/4 (o de 1/5 si se incluye el método de media geométrica que se ha excluido del análisis de este documento), el jugador 2 no sabría qué pesos relativos imponer a cada mejor respuesta para definir su propuesta antes del sorteo.

Una manera de conformar este nuevo sorteo sería sacar un número del 1 al 100 al azar para cada fórmula de definición de *f,* que definiría el número de bolas que tendría cada método en el bombo del sorteo. De esta manera, cada método tendría como probabilidad de ganar el sorteo ese número asignado al azar entre el sumatorio de todos los números de todos los métodos. Esta combinatoria de probabilidades complicaría mucho a los jugadores coludidos, ya que correspondería a saber qué peso aplicarle a cada estrategia de mejor respuesta para cada método a la hora de aleatorizar su estrategia antes del sorteo.

4. Conclusión

Este documento describe la estrategia que ejecutará un cartel formado por dos licitantes para maximizar sus opciones de éxito en una licitación pública, para algún proyecto de construcción vial. Se ha podido observar que una parte coludida propondrá un precio en función del precio previsto del licitante no coludido, mientras que la otra parte propondrá siempre el precio mínimo admisible en la licitación. Después, se analizan qué diferencias en las puntuaciones recibidas por aspectos técnicos le otorgaría la victoria de la licitación frente a la empresa que no forma parte del cartel. Por último, se ha avanzado en una propuesta para desincentivar la formación de carteles en este tipo de licitaciones.

La literatura futura en el campo podría investigar el escenario en que se repita el juego analizado en este artículo y sus repercusiones sobre la estabilidad del cartel, dado que, como ya se ha indicado, los licitantes suelen ser siempre los mismos en este tipo de licitaciones.

Referencias bibliográficas

Confederación Colombiana de Cámaras de Comercio (2006). Encuesta Probidad 2006 (Documentos de coyuntura N 11). Bogotá: Hipertexto Ltda.

Gibbons, R. (1997). An Introduction to Applicable Game Theory. *Journal of Economic Perspectives*, 11(1), pp. 127-149.

Gibbons, R. (1992). *Game Theory for Applied Economists*. New Jersey: Princeton University Press.

Motta, M. (2004). *Competition Policy. Theory and Practice*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2011). *Fighting Bid Rigging in Public Procurement in México. A Secretariat report on IMSS' procurement regulations and practices*. Paris: OCDE.

Osborne, M. (2003). An Introduction to Game Theory. Oxford: Oxford University Press.

Superintendencia de Industria y Comercio (2011). *Guía práctica. Combatir la colusión en las licitaciones*. Bogotá: Imprenta Nacional.

Lo invitamos a visitar el micrositio del Grupo de Estudios de Estudios Económicos

La colección completa de la serie de documentos de trabajo se encuentra disponible en