



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Propuesta de metodología para evaluación de procesos de licitación

Trabajo realizado por:

Renzo Martín Grados Marañón

Dirigido por:

Maria del Mar Casanovas Rubio

Gonzalo Ramos Schneider

Máster en:

Ingeniería Estructural y de la Construcción

Barcelona, mayo del 2019

Departamento de Ingeniería de la Construcción

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Agradecimientos

*A mi familia por el total apoyo
en las decisiones que he tomado*

A mi tía Mabby y abuela Ana

*Al profesor Gonzalo Ramos Schneider
y Maria del Mar Casanovas Rubio por la
orientación durante el desarrollo de la tesis*

Resumen

Esta tesis de fin de máster presenta una nueva metodología con el propósito de evaluar diferentes procesos de licitación relacionados con la industria de la construcción como proyectos, concesiones y servicios desde una dirección objetiva. Esta evaluación se realizará en una herramienta simple modelada en Excel, con la finalidad de obtener una oferta adecuada por parte de los diferentes oferentes que presentarán sus propuestas. Además, este método le permitirá al gobierno o a la administración pública comparar y examinar las diferentes ofertas propuestas por las empresas durante la fase de licitación. Luego, esta evaluación, basada en un análisis multicriterio, seleccionará la mejor alternativa propuesta.

El desarrollo de esta metodología, se realizó partiendo de un análisis al pliego de condiciones administrativas particulares de diferentes administraciones para distinguir las valoraciones que toman durante el proceso de selección. Además, se hizo un estudio de artículos científicos con la intención de captar más conocimiento acerca del tema y así poder realizar este trabajo de fin de máster de una manera óptima.

El objetivo de esta nueva metodología es evitar rotundamente alguna inconsistencia que se pueda presentar durante el proceso evaluativo. Por lo tanto, con esta metodología se busca seleccionar a la compañía que presente una mejor propuesta técnica, de buenas características, y una oferta económica sensata al tipo de obra que se va a ejecutar.

Por lo tanto, para conseguir esta evaluación, se diseñó un árbol de valor incluyendo categorías, criterios y sub-criterios; los cuáles se consideran importantes para esta nuevo proceso de evaluación. Además, este evaluación esta dividida en dos fases; la primera, que consiste en la fase de pre-calificación, donde aquellas empresas que se presenten a concurso deberán cumplir rotundamente con siete de los ocho sub-criterios que se ha escogido para esta fase. Entonces, al cumplir con estos requisitos, las empresas podrán continuar en competencia al entrar a la segunda fase de este proceso. La segunda fase esta complementada con una serie de sub-criterios donde las compañías serán valoradas de acuerdo a la calidad de sus propuestas, en los cuatro grupos que se despliegan en esta

segunda fase de valoración, los cuáles son propuesta técnica, impacto ambiental, impacto social y propuesta económica.

Asimismo, para poder valorar estos sub-criterios, se realizó el análisis de diferentes métodos multicriterio; llegando a la conclusión de utilizar, para este trabajo de fin de máster, la Teoría de Utilidad Multi-Atributo. Luego, para asignar los pesos a cada categoría, criterio y sub-criterio, se considera que el método de asignación directa y el método de matriz de escala de ratio son los adecuados para tomar en cuenta; ya que estos métodos consideran las predilecciones de la persona encargada de decidir y también la jerarquía que tienen unos criterios hacia otros. Finalmente, el método de suma ponderada se presentó como el más apto para esta metodología ya que es un método simple de poder utilizar. Además, la suma ponderada es un método muy intuitivo, rápido y simple de aplicar y, por ello, es el método más conocido y utilizado.

Finalmente, se creó un ejemplo de licitación con la finalidad de aplicar la metodología de una manera práctica. Asimismo, para realizar este caso práctico, se utilizó la herramienta modelada en Excel obteniendo resultados positivos. Presentándose, esta metodología, como una metodología flexible de adaptación ya que los cuadros de la primera y segunda fase se pueden modificar dependiendo del tipo de obra que se vaya a realizar. Además, la columna de rangos en los cuadros de cada sub-criterio de la segunda fase, también pueden modificarse dependiendo de la valorización que cada administración quiera establecer.

Resum

Aquesta tesi de final de màster presenta una nova metodologia amb el propòsit d'avaluar diferents processos de licitació relacionats amb la indústria de la construcció com a projectes, concessions i serveis des d'una adreça objectiva. Aquesta avaluació es realitzarà en una eina simple modelada en Excel, amb la finalitat d'obtenir una oferta adequada per part dels diferents oferents que presentaran les seves propostes. A més, aquest mètode li permetrà al govern o a l'administració pública comparar i examinar les diferents ofertes proposades per les empreses durant la fase de licitació. Després, aquesta avaluació, basada en una anàlisi multicriteri, seleccionarà la millor alternativa proposada.

El desenvolupament d'aquesta metodologia, es va realitzar partint d'una anàlisi al plec de condicions administratives particulars de diferents administracions per distingir les valoracions que prenen durant el procés de selecció. A més, es va fer un estudi d'articles científics amb la intensió de captar més coneixement sobre el tema i així poder realitzar aquest treball de fi de màster d'una manera òptima.

L'objectiu d'aquesta nova metodologia és evitar rotundament alguna inconsistència que es pugui presentar durant el procés avaluatiu. Per tant, amb aquesta metodologia es busca seleccionar a la companyia que presenti una millor proposta tècnica, de bones característiques, i una oferta econòmica sensata al tipus d'obra que es va a executar.

Per tant, per aconseguir aquest avaluació, es va dissenyar un arbre de valor incloent categories, criteris i sub-criteris; els quals es consideren importants per a aquesta nou procés d'avaluació. A més, aquest avaluació aquesta dividida en dues fases; la primera, que consisteix en la fase de pre-qualificació, on aquelles empreses que es presentin a concurs hauran de complir rotundament amb set dels vuit sub-criteris que s'ha escollit per a aquesta fase. Llavors, en complir amb aquests requisits, les empreses podran continuar en competència en entrar a la segona fase d'aquest procés. La segona fase aquesta complementada amb una sèrie de sub-criteris on les companyies seran valorades d'acord a la qualitat de les seves propostes en els quatre grups que es despleguen en aquesta segona fase de valoració, els quals són proposta tècnica, impacte ambiental, impacte social i proposta econòmica.

Així mateix, per poder valorar aquests sub-criteris, es va realitzar l'anàlisi de diferents mètodes multicriteri; arribant a la conclusió d'utilitzar, per a aquest treball de fi de màster, la Teoria d'Utilitat Multi-Atribut. Després, per assignar els pesos a cada categoria, criteri i sub-criteri, es considera que el mètode d'assignació directa i el mètode de matriu d'escala de ràtio són els adequats per tenir en compte; ja que aquests mètodes consideren les predileccions de la persona encarregada de decidir i també la jerarquia que tenen uns criteris cap a altres. Finalment, el mètode de suma ponderada es va presentar com el més apte per a aquesta metodologia ja que és un mètode simple de poder utilitzar. A més, la suma ponderada és un mètode molt intuïtiu, ràpid i simple d'aplicar i, per això, és el mètode més conegut i utilitzat.

Finalment, es va crear un exemple de licitació amb la finalitat d'aplicar la metodologia d'una manera pràctica. Així mateix, per realitzar aquest cas pràctic, es va utilitzar l'eina modelada en Excel obtenint resultats positius. Presentant, aquesta metodologia, com una metodologia flexible d'adaptació ja que els quadres de la primera i segona fase es poden modificar depenent del tipus d'obra que es vagi a realitzar. A més, la columna de rangs en els quadres de cada sub-criteri de la segona fase, també es poden modificar depenent de la valorització que cada administració vulgui establir.

Abstract

This master thesis presents a new methodology with the purpose of evaluating different bidding processes related to the construction industry such as projects, concessions and services from an objective direction. This evaluation will be carried out in a simple tool modeled in Excel, with the purpose of obtaining an adequate offer from the different bidders that will present their proposals. In addition, this method will allow the government or public administration to compare and examine the different offers proposed by the companies during the bidding phase. Then, this evaluation, based on a multicriteria analysis, will select the best proposed alternative.

The development of this methodology was based on an analysis of the specific administrative conditions of different administrations in order to distinguish the weights they consider during the selection process. In addition, a study of scientific articles was also made with the intention of catching more knowledge about the subject and be able to build this thesis in the best optimal way.

The objective of this new methodology is to completely avoid any inconsistency that may arise during the evaluation process. Therefore, this methodology seeks to select the company that presents a better technical proposal, with good characteristics, and a reasonable economic offer according to the type of work that is going to be executed.

Thus, in order to achieve this evaluation, a value tree was designed including categories, criteria and sub-criteria; which are considered important for this new evaluation process. In addition, this evaluation is divided into two phases; the first, which consists of the pre-qualification phase, where those companies that present to the contest must comply with seven of the eight sub-criteria that have been chosen for this phase. Then, by complying with these requirements, the companies will be able to continue competing on the second phase of this process. The second phase is complemented by a series of sub-criteria, where companies will be valued according to the quality of their proposals in the four groups that are deployed in this second assessment phase, which are technical proposal, environmental impact, social impact and economic proposal.

Likewise, in order to evaluate these sub-criteria, the analysis of different multicriteria methods was carried out; arriving to the conclusion of using the Multi-Attribute Utility Theory for this thesis project. Then, in order to assign the weights to each category, criterion and sub-criterion, it is considered that the direct assignment method and the ratio scale matrix method are appropriate to take into account; since these methods consider the predilections of the person in charge to decide and also the hierarchy that have some criteria towards others. Finally, the weighted sum method was presented as the most suitable method for this methodology since it is a simple method to be able to use. In addition, the weighted sum is a very intuitive, quick and simple method to apply and, therefore, it is the most known and used method.

Finally, an example of bidding was created with the purpose of applying the methodology in a practical way. Also, to make this case study, the tool modeled in Excel was used; obtaining positive results. Moreover, this methodology presented itself as a flexible adaptive methodology since the tables of the first and second phases can be modified depending on the type of work that will be executed. In addition, the column of ranges in the tables of each sub-criterion of the second phase, can also be modified depending on the evaluation that each administration wants to establish.

Índice

Índice.....	10
Lista de figuras.....	12
Lista de gráficos	14
1. Introducción	15
2. Historia	17
3. Planteamiento del Problema.....	19
4. Objetivos.....	20
4.1. Objetivo general.....	20
4.2. Objetivos específicos.....	20
5. Análisis de referencias de contratación de diferentes entidades y bibliografía de artículos científicos	22
5.1. Análisis del manual de contratación de diferentes entidades.....	22
5.2. Análisis bibliográfico de artículos científicos.....	31
6. Evaluación de métodos de análisis de decisiones multicriterio	37
6.1. Introducción	37
6.2. Estado del conocimiento de los métodos de decisión multicriterio	37
6.3. Métodos existentes de decisión multicriterio.....	38
6.4. Procesos para elaborar la función valor.....	41
6.5. Técnicas para asignación de pesos	44
6.6. Técnicas de agregación de preferencias.....	46
7. Propuesta de nueva metodología.....	48
8. Propuesta inicial: Método de evaluación de las ofertas en licitaciones de obra	
50	
8.1. Propuesta inicial de la Fase 1: Pre-calificación.....	50

8.2 Propuesta inicial de la Fase 2: Evaluación de las ofertas mediante un árbol de valor	53
9. Propuesta final: Método de evaluación de las ofertas en licitaciones de obra	57
9.1. Modificaciones a la propuesta inicial de las Fases 1 y 2.....	57
9.2. Propuesta final de la Fase 1: Pre-calificación	60
9.3. Propuesta final de la Fase 2: Evaluación de las ofertas mediante un árbol de valor	68
9.4. Funciones valor de cada sub-criterio de la segunda fase de evaluación	78
9.4.1. Control de calidad.....	78
9.4.2. Consumo de energía	79
9.4.3. Consumo de materiales reciclados o reutilizados.....	82
9.4.4. Emisiones de CO ₂	83
9.4.5. Afección a negocios y servicios	86
9.4.6. Riesgos laborales	88
9.4.7. Subcontratación	89
9.4.8. Transporte público y privado.....	89
9.4.9. Bicicletas	91
9.4.10. Oferta económica.....	93
10. Evaluación práctica de la metodología mediante el programa modelado en Excel	95
10.1. Licitación creada para práctica de la metodología.....	95
10.2. Manejo de la metodología en Excel para evaluar licitaciones	108
10.3. Conclusiones de la práctica de la metodología.....	142
11. Conclusiones.....	144
Referencias	146
Referencias Generales	146
Referencias del PCAP de las diferentes administraciones.....	152
Anexo A	155

Lista de figuras

Figura 1. Funciones valor con diferentes formas y tendencias (Fuente: Casanovas (2014))	42
Figura 2. Fase 1: Pre-Calificación (propuesta inicial)	51
Figura 3. Fase 2: Evaluación de ofertas (propuesta inicial)	54
Figura 4. Fase 1: Pre-Calificación (propuesta final)	61
Figura 5. Fase 2: Evaluación de ofertas (propuesta final)	69
Figura 6. Información de las empresas	108
Figura 7. Datos a ingresar en la hoja excel datos	108
Figura 8. Tiempo de entrega	110
Figura 9. Proyectos similares	111
Figura 10. Equipo técnico	112
Figura 11. Seguridad y salud, Calidad e Impacto ambiental	112
Figura 12. Índice de endeudamiento	113
Figura 13. Capital propio	114
Figura 14. Lista de sub-criterios de la fase de pre-calificación	115
Figura 15. Resultados de la evaluación de la primera fase de pre-calificación	116
Figura 16. Resultados de la primera fase de calificación de la práctica de la metodología	116
Figura 17. Inversión control de calidad	119
Figura 18. Consumo de energía	120
Figura 19. Consumo de materiales reciclados o reutilizados	123
Figura 20. Emisiones de CO₂	125
Figura 21. Afección a negocios y servicios	128
Figura 22. Riesgos laborales	131
Figura 23. Subcontratación	132
Figura 24. Transporte público y privado	134
Figura 25. Bicicletas	136
Figura 26. Oferta económica	139
Figura 27. Lista de sub-criterios de la segunda fase de calificación	141
Figura 28. Resultados de la evaluación de la segunda fase de calificación	142
Figura 29. Valor final obtenido para cada empresa en la segunda fase de evaluación	142

Lista de tablas

Tabla 1. Licitaciones ofertadas por administraciones de Madrid	22
Tabla 2. Licitaciones ofertadas por administraciones de Barcelona	25
Tabla 3. Licitaciones ofertadas por administraciones de Miami	28
Tabla 4. Licitaciones ofertadas por administraciones de Lima	30
Tabla 5. Métodos existentes de decisiones multicriterio (Fuente: Casanovas (2014))	40
Tabla 6. Métodos para determinar la función valor (Fuente: Casanovas (2014))	43
Tabla 7. Método de normalización de las evaluaciones (Fuente: Casanovas (2014))	44
Tabla 8. Índice de endeudamiento según la cuantía (Fuente: Galeano & Arias (2001))	67
Tabla 9. Rangos de contrato en RMV	109

Lista de gráficos

Gráfico 1. Función valor del indicador control de calidad	78
Gráfico 2. Función valor del indicador consumo de energía en la fabricación de los materiales (hormigón, acero y asfalto)	80
Gráfico 3. Función valor del indicador consumo de energía en el transporte de los materiales (hormigón, acero y asfalto)	81
Gráfico 4. Función valor del indicador consumo de energía para la maquinaria de obra	82
Gráfico 5. Función valor del indicador consumo de materiales reciclados o reutilizados	82
Gráfico 6. Función valor del indicador emisiones de CO₂ en la fabricación de materiales (hormigón, acero y asfalto)	84
Gráfico 7. Función valor del indicador emisiones de CO₂ en el transporte de materiales (hormigón, acero y asfalto)	85
Gráfico 8. Función valor del indicador emisiones de CO₂ debido al uso de maquinaria en obra	86
Gráfico 9. Función valor del indicador tiempo (negocios y servicios)	87
Gráfico 10. Función valor del indicador área (negocios y servicios)	88
Gráfico 11. Función valor del indicador riesgos laborales	88
Gráfico 12. Función valor del indicador subcontratación	89
Gráfico 13. Función valor del indicador tiempo (transporte público y privado) ...	90
Gráfico 14. Función valor del indicador distancia (transporte público y privado)	91
Gráfico 15. Función valor del indicador tiempo (bicicletas)	92
Gráfico 16. Función valor del indicador distancia (bicicletas).....	93
Gráfico 17. Función valor del indicador oferta económica	94

CAPÍTULO I

1. Introducción

La evaluación de procesos de licitación de obra pública como edificación e infraestructura (urbana, transporte, e hidráulica); se presenta como un instrumento que genera competitividad entre entidades interesadas en la obtención de dicha obra pública. Generalmente, esta evaluación de licitación pública es ejecutada por la administración del país, que solicita una empresa para la realización de una obra de construcción determinada. De esta manera, el requisito principal y fundamental para la evaluación de una licitación en un proceso de selección es que esta evaluación sea transparente; según Gimeno (2014), “la transparencia permite reforzar el principio de integridad.” Así, la transparencia forma parte del derecho a una buena administración que se garantiza en el artículo 41 de la Carta de los derechos fundamentales de la Unión Europea (incorporada ya al ordenamiento español en virtud de la Ley orgánica 1/2008, de 31 de julio). Sin transparencia real, existe el riesgo de la corrupción, que es la más grave patología en un estado de derecho y que supone negar el derecho a una buena administración.

Por lo tanto, las compañías constructoras deben de cumplir íntegramente con los requisitos que se solicitan durante este proceso, con la finalidad de que no milite algún índice de corrupción. Otro requerimiento importante para que una compañía pueda tener éxito en la evaluación es que no sólo se enfoque en el ámbito constructivo, sino también en las repercusiones que puede causar esta construcción hacia el medio ambiente y los riesgos laborales que se pueden presentar dentro de la obra a ejecutar. Además, tomar en cuenta la calidad en la construcción y el impacto económico, ya que también son factores significativos dentro de la ejecución de un proyecto constructivo.

De acuerdo con Casanovas (2014), “en anteriores épocas los proyectos se han venido valorando de acuerdo al tiempo, coste y calidad del mismo.” Pero es verdad que actualmente la humanidad está tomando mayor cuidado con los efectos que puede causar las acciones del ser humano sobre el medio ambiente y las demás personas. En consecuencia, las personas cada vez declaran con más frecuencia las molestias causadas por una construcción, y es así que las administraciones públicas toman más conciencia

sobre el problema y estudian nuevos métodos de aplicación para poder evitar estas molestias causadas hacia los residentes que viven alrededor de la obra.

De esta manera, para poder lograr una evaluación óptima de estos procesos de licitación, este trabajo de fin de master plantea una metodología que le permita al organismo encargado de esta evaluación evitar alguna inconsistencia durante el proceso, factores particulares que afecten el proceso, o riesgos relacionados al tiempo, costos, y calidad de la obra. Este proceso de evaluación está dividido en dos fases, la primera fase que abarca la pre-calificación donde las empresas que se presenten deberán cumplir con ciertos requisitos propuestos, y la segunda fase constará en una calificación más minuciosa a las compañías que previamente hayan superado la primera fase de pre-calificación.

CAPÍTULO II

2. Historia

En cada país alrededor del mundo, usualmente la licitación pública se rige por una ley respaldada por el estado de cada país. Según el Organismo Superior de las Contrataciones del Estado (OSCE, 2009), “las contrataciones públicas son el principal instrumento que tiene el Gobierno para el cumplimiento de sus objetivos y para ello requiere de un sistema de contrataciones del sector público que convierta eficientemente el presupuesto aportado por todos los ciudadanos en bienes, obras y servicios para la comunidad”.

Sin embargo, durante mucho tiempo estas administraciones encargadas de evaluar a las diferentes empresas durante un proceso de licitación no han sido muy objetivas ya que solamente se han venido enfocando en seleccionar a la mejor opción según la oferta técnica y, sobre todo, la oferta económica.

Se puede poner como muestra el método de contrataciones del Perú hace casi 30 años, época de los noventa, donde el Perú no poseía un sistema para contratos del Estado y esta selección de empresas de construcción solamente se definía aisladamente. Es decir, los políticos dentro del gobierno eran los que elegían a ciertas compañías para otorgarles estos contratos en forma de agradecimiento por financiar sus campañas durante el proceso electoral o retribuyendo diversos favores recibidos anteriormente. Por consiguiente, estas desigualdades que se presentaban daban paso libre a la corrupción en la licitación de obras públicas.

A consecuencia de esta desigualdad por parte de la administración; se presentó la ley 26850, Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, en el año 1997. Esta ley entró en vigor ese mismo año y se facilitó la apertura a un proceso con el fin de unificar la normativa y las políticas que existían en esa época. A su vez, se fundó el CONSUCODE (Consejo Superior de Contrataciones y Adquisiciones del Estado), hoy llamado OSCE.

Después de unos años, OSCE presenta el plan estratégico de contrataciones públicas del estado peruano; donde este documento contiene el plan estratégico para constituir un

sistema de contrataciones públicas eficiente, transparente, libre de corrupción y promotor del desarrollo.

CAPÍTULO III

3. Planteamiento del Problema

Los procesos de selección se consideran como procedimientos públicos por los cuales se realizan los contratos públicos, procesos en los cuales puede participar cualquier compañía que cumpla con la bases y requerimientos, y esté debidamente inscrito en el registro nacional de contratistas del determinado país y no estar incluido en el registro de inhabilitados para contratar con el estado (Lahiton, 2010).

Cabe resaltar, que la actividad económica de un país puede verse afectada indirecta o directamente por estas licitaciones de obras públicas. A su vez, estas licitaciones de obras públicas tienen gran influencia en las actividades de las diferentes divisiones del sector económico y, por lo tanto, del progreso del país. Por consiguiente, las licitaciones públicas contribuyen a que las compañías de construcción obtengan más oportunidades y así fomentar la inversión; con la finalidad de prosperar en el ámbito laboral y también de generar empleo.

No obstante, como se mencionó anteriormente y partiendo de hechos ocurridos en años pasados, los procesos de licitaciones de obra pública se han visto afectados por diferentes inmoralidades como la corrupción, aplazamientos infundados en la entrega de proyectos, elección de empresas sin experiencia previa, y mucho más. Es por eso que, con la presente metodología, se propone implementar de forma sencilla una metodología donde las entidades encargadas de evaluar los procesos de licitación puedan seleccionar con éxito a la compañía constructora mejor posicionada para poder ejecutar el proyecto constructivo requerido.

CAPÍTULO IV

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Este trabajo de fin de máster tiene como objetivo principal determinar una metodología la cual permita a aquella entidad responsable de los procesos de licitación evaluar y seleccionar de forma objetiva a la empresa de construcción con la mejor propuesta técnica y económica, pero también a aquella empresa que tenga dentro de su propuesta el interés por el aspecto social, aspecto ambiental y riesgos laborales que son considerados también significativos en un proceso constructivo.

Por lo tanto, esta metodología permitirá examinar, ponderar y evaluar las diferentes ofertas de las empresas que se presenten durante la evaluación previa a la selección. Es decir, la administración a cargo de este proceso podrá examinar los diferentes impactos que pueden causar las propuestas de estas empresas, compararlos entre si, y finalmente seleccionar la mejor opción para adjudicar el determinado proyecto a ejecutar.

Además, esta metodología también tiene como propósito que las entidades a cargo puedan tomar decisiones lo más objetivas posible en relación al impacto ambiental que pueden generar estos tipos de construcción; también el impacto social, la seguridad y salud en la obra, y por supuesto la propuesta económica del ofertante.

En definitiva, esta metodología prevé ser adaptable en distintos países con tan solo ajustar los pesos de los criterios y sub-criterios, dependiendo en el país que se vaya a aplicar. Asimismo, se podrá excluir los sub-criterios que no se consideren relevantes según el entorno que se presente. O también se podrá incluir algún criterio nuevo en el caso que sea necesario.

4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos del presente trabajo final de máster son los siguientes:

1. Indagar como evalúan las ofertas de licitaciones algunas administraciones de Madrid y Barcelona (España), Miami (Florida, Estados Unidos de América) y Lima (Perú); analizando los requisitos que despliegan para seleccionar a sus contratistas. Comparar estas ofertas de estas diferentes administraciones y distinguir las ventajas e inconvenientes que pueden presentar.
2. Analizar los diversos tipos de métodos de decisión multicriterio con la finalidad de escoger cuál de ellos se adecúa mejor a la toma de decisiones en el campo de la construcción.
3. Determinar el método de evaluación de la primera fase del proceso de licitación (fase eliminatoria o de pre-calificación); establecer los criterios, sub-criterios e indicadores.
4. Determinar las categorías, criterios, y sub-criterios económicos, técnicos, ambientales y sociales que pueden ser considerados para la decisión de la mejor propuesta de una compañía para el proceso constructivo que se necesite ejecutar para la segunda fase de la evaluación ordenados en un árbol de valor.
5. Establecer los pesos (importancias) para cada categoría, criterio y sub-criterio de las categorías expuestas en el árbol de valor.
6. Definir el indicador para cada sub-criterio para la primera y segunda fases del proceso de evaluación de las empresas que se presenten.
7. Definir las funciones valor que transforman las distintas unidades de medida de los indicadores en unidades de valor o satisfacción.
8. Realizar una aplicación práctica del método a un caso real.

CAPÍTULO V

5. Análisis de referencias de contratación de diferentes entidades y bibliografía de artículos científicos

5.1. Análisis del manual de contratación de diferentes entidades

Se realiza un análisis del pliego de condiciones para contratos de licitación presentado por diversas entidades, específicamente administraciones de España, Estados Unidos de América y Perú. El objetivo principal es poder examinar los requisitos que se solicitan para que una empresa de construcción pueda entrar en competencia; además, examinar detalladamente el tipo de evaluación que elaboran para seleccionar a dicha empresa que va a ser adjudicataria del contrato. Por consiguiente, para comenzar con el estudio de estas licitaciones, primeramente, se consideró seis ofertas de licitación en España. Concretamente tres de Madrid y tres de Barcelona, las cuáles se presentan en la Tabla 1 y Tabla 2, respectivamente.

MADRID:

Tabla 1. Licitaciones ofertadas por administraciones de Madrid

OBRA	ENTIDAD EVALUADORA
Construcción de 9 aulas de infantil, SUM y comedor para un nuevo colegio en Alcorcón	Consejería de Educación e Investigación
Actuaciones en franjas y márgenes de calles de rodaje y eliminación de obstáculos – Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas	Dirección de Contratación - AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea)
Obras de conservación y mantenimiento para la renovación del drenaje y pavimentación de los bajo muelles y de la red de abastecimiento de agua del Mercado Central de Frutas y Hortalizas de la Unidad Alimentaria Mercamadrid	Comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A.

En Madrid y Barcelona, cada PCAP (Pliego de Cláusulas Administraciones Particulares) para la adjudicación de estas obras son relativamente diferentes ya que se definen los criterios dependiendo al tipo de obra a ejecutar. Además, se pudo apreciar que la metodología utilizada para evaluar las ofertas por parte de cada administración es diferente.

Observaciones:

1. Respecto a las garantías: para estas tres obras se solicita una garantía provisional de entre el 2% y 3% del presupuesto máximo de licitación, IVA excluido. La garantía definitiva solicitada es del 5% del precio final ofertado por el licitador, IVA excluido.

2. Respecto a seguros:
 - Para la Consejería de Educación e Investigación, los seguros no proceden.
 - Para la Dirección de Contratación – AENA, proceden los siguientes: Responsabilidad Civil Aviación y vehículos, Guerra y Terrorismo, Responsabilidad Civil General, Responsabilidad Civil Patronal y Todo Riesgo Construcción.
 - Para la comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A. proceden los siguientes: Todo Riesgo Construcción, Responsabilidad Civil Extracontractual.

3. Respecto a la documentación a entregar y las puntuaciones:

La Consejería de Educación e Investigación evalúa según,

- a) Precio ofertado, hasta 60 puntos.

- b) El valor técnico hasta 25 puntos.
 - Medidas de seguridad y salud, hasta 4 puntos.
 - Equipos humanos, hasta 4 puntos.

- Descripción completa de la obra, hasta 12 puntos.
- Memoria del impacto ambiental del proceso constructivo, hasta 5 puntos.

c) Disminución del plazo de ejecución, hasta 15 puntos.

La Dirección de Contratación – AENA evalúa según,

a) Memoria constructiva y programa de trabajos, hasta 50 puntos.

- Memoria, hasta 25 puntos.
- Programa de trabajo, hasta 5 puntos.
- Conocimiento del proyecto, hasta 20 puntos.

b) Calidad a obtener (Plan de aseguramiento de la calidad), hasta 10 puntos.

c) Programa de actuaciones medioambientales, hasta 15 puntos.

d) Memoria de seguridad y salud, hasta 15 puntos.

e) Tecnología, hasta 10 puntos.

f) Mejoras económicas: AENA solicitará mejoras económicas (mediante ronda económica o mediante subaste electrónica) de su oferta a aquellos licitadores cuya puntuación técnica sea igual o superior al valor mínimo de calidad técnica.

La Comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A. evalúa según,

a) Valoración económica, hasta 80 puntos.

b) Valoración técnica, hasta 20 puntos.

- Memoria descriptiva del proceso de ejecución y programa de trabajo
- Control de calidad
- Programa de actuaciones medioambientales y gestión de residuos
- Memoria de seguridad y salud

Entonces, se pueden observar que mientras para la Consejería de Educación e Investigación y la Comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A., la valoración económica es de 60 y 80 puntos, respectivamente, para la Dirección de

Contratación – AENA solicitará la mejora económica siempre y cuando las empresas hayan tenido una buena calificación técnica.

En relación a la calidad técnica, la Consejería de Educación e Investigación valora esta con 25 puntos y agrega un criterio más que es disminución del plazo de ejecución otorgándole 15 puntos. La Dirección de Contratación – AENA valora la calidad técnica con 100 puntos y la Comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A. con 20 puntos. En general, en la parte técnica, estas tres administraciones piden como requisitos importantes tomar interés en la seguridad y salud, impacto ambiental, control de calidad y memoria del proceso de ejecución. Una explicación más detallada de cómo asignan el valor a cada requisito, se puede ver en el pliego de cláusulas administrativas particulares de cada oferta de licitación.

BARCELONA:

Tabla 2. Licitaciones ofertadas por administraciones de Barcelona

OBRA	ENTIDAD EVALUADORA
Obras acometidas eBicing Fases 2 y 3, con medidas de contratación pública sostenible	La comisión de Gobierno – Ayuntamiento de Barcelona
Obras de la Fase V.1 de la nueva red de bus, y el fomento del empleo de personas con dificultades particulares de inserción en el mercado laboral	La comisión de Gobierno – Ayuntamiento de Barcelona
Reforma del local para adolescentes y jóvenes en la calle Leiva número 67 y el fomento de subcontratación con empresas de economía social	La Gerencia Municipal - Ayuntamiento de Barcelona

Observaciones referentes al pliego de condiciones de la comisión de Gobierno del Ayuntamiento de Barcelona para la obra del eBicing:

1. Garantías: la empresa seleccionada con la mejor oferta deberá constituir una garantía definitiva consistente en el 5 por 100 del precio ofertado, IVA excluido.

2. Respecto a la documentación a entregar y las puntuaciones:
- a) Criterios de adjudicación evaluables mediante juicio de valor, hasta 40 puntos.
- a.1.) Plan de obras, hasta 16 puntos.
- Planificación de la obra y plazo de ejecución, hasta 11 puntos.
 - Justificación de los rendimientos de la obra de cinco tareas críticas y principales, hasta 5 puntos.
- a.2.) Proceso de ejecución, hasta 16 puntos.
- Proceso constructivo, hasta 6 puntos.
 - Mejoras de la calidad técnica que optimicen el proceso constructivo, hasta 5 puntos.
 - Soluciones a los problemas de afectaciones en el espacio público, hasta 5 puntos.
- a.3.) Seguridad y salud en la ejecución de las obras, hasta 4 puntos.
- Mejoras en materia de seguridad y salud de los trabajadores/as, hasta 4 puntos.
- a.4) Impacto ambiental de las obras, hasta 4 puntos.
- Medidas para reducir el impacto ambiental de la obra, hasta 4 puntos.
- b) Criterios de adjudicación evaluables automáticamente, hasta 60 puntos.
- b.1.) Por el precio ofertado, hasta 45 puntos.
- b.2.) Para la oferta de ampliación del plazo de garantía, hasta 15 puntos.

De acuerdo con la instrucción del Ayuntamiento de Barcelona de 15 de marzo del 2018, de aplicación de la LCSP (Ley de Contratos del Sector Público), publicada en la Gaceta del día 16 de marzo del 2018, la puntuación mínima de los criterios evaluables automáticamente es de 60% de la puntuación total.

La comisión de Gobierno para la licitación de la obra de la nueva red de bus, evalúa según,

- a) Por el precio ofertado, hasta 90 puntos.
- b) Por el incremento en el porcentaje establecido en las condiciones especiales de ejecución de tipo social, hasta 10 puntos.
 - Para la contratación de personas con dificultades particulares de inserción en el mercado laboral y la subcontratación con Centros Especiales de Trabajo y/o Empresas de Inserción Sociolaboral.

La Gerencia Municipal, evalúa según,

- a) Para la Gerencia Municipal, el único criterio para la licitación de la reforma del local para adolescentes y jóvenes es el precio más bajo.

Entonces, se pueden observar que para la Comisión de Gobierno para las obras acometidas eBicing, le otorgan una valoración de 40 puntos a los criterios técnicos que incluyen plan de obra, procesos de ejecución, seguridad y salud, e impacto ambiental; y le dan una valoración de 60 puntos a la parte económica que incluye el precio de la oferta y ampliación del término de garantía.

Para la Comisión de Gobierno de la nueva red de bus, valoran la oferta económica con 90 puntos y con 10 puntos a la subcontratación de centros especiales de trabajo y/o empresas de inserción sociolaboral.

Por último, la Gerencia Municipal tiene como único criterio el precio de oferta, es decir, la mejor oferta será la oferta más baja.

Entonces, se puede observar que en el caso de estas tres administraciones los requerimientos para participar son muy diferentes, ya que la primera se preocupa tanto por la parte técnica y económica; mientras que las otras dos administraciones enfatizan principalmente el criterio de la oferta económica que presenten las empresas; y solamente indican que tienen que cumplir, de acuerdo con la normativa, con los aspectos ambientales y sociales.

Adicionalmente, se eligieron dos ofertas de Miami, Florida (Estados Unidos de América). Estas dos ofertas de licitación se muestran en la Tabla 3:

MIAMI:

Tabla 3. Licitaciones ofertadas por administraciones de Miami

OBRA	ENTIDAD EVALUADORA
Servicios de Demolición	Departamento de Compras, City of Miami
Lotes de la Ciudad y derecho de paso de paisajismo	Departamento de Trabajos Públicos, City of Miami

Observaciones:

1. Después de analizar los documentos de estos dos departamentos, se ha podido observar que la ciudad de Miami solicita una serie de certificaciones que las empresas que se presenten a evaluación tendrán que presentar. Esta documentación es la siguiente: La ciudad y el contratista acuerdan cumplir y observar todas las leyes, códigos y ordenanzas aplicables, ya que esto puede afectar de alguna manera los bienes o equipos ofrecidos, incluidos, entre otros, los siguientes:
 - Orden ejecutiva 11246, que prohíbe la discriminación contra cualquier empleado, solicitante o cliente por motivos de raza, creencia, color, origen, nacionalidad, sexo o edad.
 - Ley de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), según corresponda a esta Solicitud Formal.
 - Los Estatutos del Estado de Florida, Sección 287.133 (3) (A) sobre Delitos de Entidades Públicas.
 - Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), según corresponda a esta Solicitud Formal.
 - Código de Comercio Uniforme (Estatutos de la Florida, Capítulo 672).
 - Ley de Estadounidenses con Discapacidades de 1990, según enmendada.
 - Instituto Nacional de Riesgos para la Seguridad Ocupacional (NIOSH), según corresponda a esta Solicitud Formal.

- Asociación Nacional de Productos Forestales (NFPA), según corresponda a esta Solicitud Formal.
- Ordenanza de adquisiciones de la ciudad, Código de la ciudad, sección 18. Artículo III.
- Conflicto de intereses. Código de la ciudad Sección 2-611; 61.
- Cono de silencio, Código de la ciudad, sección 18-74.
- Las Secciones 218.73 y 218.74 de los Estatutos de la Florida sobre el pago puntual.

2. Requisitos de calificación mínima:

- Las ofertas se considerarán sólo de los formularios que participan regularmente en el negocio de proporcionar servicios de demolición como se describe en la oferta; que tengan un registro de desempeño por un período de no menos de cinco (5) años; y que cuenten con suficiente apoyo financiero, equipamiento y organización.
- Todos los oferentes deben mantener y presentar con su respuesta de oferta (y mantener la misma durante toda la duración del contrato) una Licencia válida del Contratista General del Estado de Florida o un Certificado de Competencia para Trabajos de Demolición emitido por el Condado de Miami Dade. Si no se presenta dicha prueba, se rechazará la respuesta a esta solicitud de calificación (RFQ).
- No tener ningún miembro, funcionario o accionista que esté en mora o que esté en incumplimiento de cualquier deuda o contrato que involucre a la ciudad, es una garantía de incumplimiento de lo contrario, por cualquier obligación con la Ciudad, y/o no ha cumplido fielmente en cualquier Contrato previo con el Ayuntamiento.
- No tiene registro de juicios pendientes o actividades delictivas, y nunca ha sido declarado en bancarrota.

En general, los dos departamentos de la ciudad de Miami se enfocan preferentemente en las ofertas económicas más bajas de las empresas que se presentan a licitación. Pero,

también toman énfasis en cumplir con las leyes y códigos relacionados a los aspectos ambientales y sociales de obra para poder entrar a ofertar.

Por último, se seleccionaron dos ofertas de licitación de dos administraciones en Lima, Perú, las cuáles se presentan en la Tabla 4:

LIMA:

Tabla 4. Licitaciones ofertadas por administraciones de Lima

OBRA	ENTIDAD EVALUADORA
Construcción de pistas y veredas en la avenida Santa Rosa, Distrito de San Martín de Porres.	Municipalidad Distrital de San Martín de Porres
Construcción de edificio institucional del Jurado Nacional de Elecciones dentro del proyecto de inversión pública “Mejoramiento de las condiciones para la prestación de servicios a usuarios del Jurado Nacional de Elecciones”.	Jurado Nacional de Elecciones

Observaciones:

1. Garantías: El postor ganador debe entregar a la Entidad la garantía de fiel cumplimiento del contrato. Esta deberá ser emitida por una suma equivalente al diez por ciento (10%) del monto del contrato original y tener vigencia hasta el consentimiento de la liquidación final.
2. Respecto a la documentación a entregar:

La Municipalidad Distrital de San Martín de Porres evalúa dos partes, la propuesta técnica y la segunda es la propuesta económica. Cada una con puntajes máximos de 100 puntos.

- a) Evaluación técnica: hasta 100 puntos.
 - a.1) Factor “Experiencia en obras en general”, hasta 20 puntos.

- a.2.) Factor “Experiencia en obras similares”, hasta 35 puntos.
 - a.3.) Factor “Experiencia y calificaciones del personal propuesto”, hasta 30 puntos.
 - a.4.) Factor “Cumplimiento en la ejecución de obras”, hasta 15 puntos.
- b) Propuesta económica: hasta 100 puntos.

El Jurado Nacional de Elecciones también evalúa dos etapas, la primera que es la propuesta técnica y la segunda es la propuesta económica. Cada una con puntajes máximos de 100 puntos.

- a) Evaluación técnica: hasta 100 puntos.
 - a.1.) Factor “Experiencia en obras en general”, hasta 15 puntos.
 - a.2.) Factor “Experiencia en obras similares”, hasta 35 puntos.
 - a.3.) Factor “Experiencia y calificaciones del personal propuesto”, hasta 35 puntos.
 - a.4.) Factor “Cumplimiento en la ejecución de obras”, hasta 15 puntos.
- b) Propuesta económica: hasta 100 puntos.

Se ha podido observar que ambas administraciones valoran en la parte técnica la experiencia que tenga la empresa y el personal, además, que hayan cumplido con las ejecuciones de obras anteriores. Por lo contrario, no especifican la necesidad de cumplir con requisitos como la seguridad y salud, impacto social e impacto medioambiental. Con esto no se puede confirmar que estas administraciones no se preocupen por estos aspectos importantes, pero se considera que deberían de especificarlos claramente dentro de los requerimientos que se necesitan para que una empresa pueda entrar a calificación.

5.2. Análisis bibliográfico de artículos científicos

En épocas pasadas la contratación pública no contaba con un proceso de evaluación objetivo; ya que los políticos, que tenían un cargo importante dentro del gobierno, eran los que seleccionaban a ciertas compañías para adjudicar estos contratos en forma de agradecimiento por financiar sus campañas durante el proceso electoral o retribuyendo

diversos favores recibidos anteriormente. Por otra parte, de acuerdo con Casanovas (2014), “en anteriores épocas los proyectos se han venido valorando de acuerdo al tiempo, coste y calidad del mismo.” Pero es verdad que actualmente la humanidad esta tomando mayor cuidado con los efectos que puede causar las acciones del ser humano sobre el medio ambiente y las personas que viven alrededor de su entorno.

En el artículo publicado por Fuentes-Bargues et al. (2015), señalan que la construcción pública ha sido desde un principio una de las principales bases del sector de la construcción en España. A pesar de que en estos últimos años la construcción ha disminuido en el país, esta ha supuesto durante las últimas décadas cerca del 10% del PIB (Producto Interior Bruto); afirmándose como un elemento importante de la economía española. Esto quiere decir que la industria de la construcción pública influye de manera positiva en la economía del país y, a su vez, genera más empleo.

Fuentes-Bargues et al. (2015) también realizan un análisis de la situación actual de la contratación pública, analizando contratos públicos abiertos, restringidos, negociados, y el diálogo competitivo, que fue creado por la norma española. En base a ese análisis recomiendan algunos puntos fundamentales para mejorar la evaluación de la licitación pública por parte de las entidades encargadas.

Comienzan analizando los pliegos de cláusulas administrativas y técnicas, el anuncio de licitación y el proyecto de ejecución para poder observar las carencias de la evaluación. También detallan que, en la actualidad, las administraciones utilizan como principal criterio para licitar la oferta económica más baja además de la calidad y el valor técnico. Estos últimos aspectos son evaluados actualmente en el proceso de evaluación aquí en España.

Sin embargo, se han presentado casos donde algunas compañías han propuesto ofertas económicas bajas con el único objetivo de ganar la licitación, pero al hacer esto han provocado un retraso en la ejecución de las obras y, en ocasiones, también ponen en duda la desarrollo de la misma.

De manera general, Fuentes-Bargues et al. (2015) recomiendan que el acceso a la documentación de la obra sea más sencillo para que las compañías puedan informarse

mejor acerca de los documentos que se necesitan presentar y así poder entrar a competencia. Además, se debería de reducir el peso del criterio de la oferta económica y darle mayor peso al criterio medio ambiental, social y de seguridad y salud. Por último, Fuentes-Bargues et al. (2015) sostienen que se debería detallar con mayor veracidad el contenido de los criterios evaluables mediante un juicio de valor.

Aboelmagd (2018) comenta en su publicación que el problema en la mayoría de construcciones importantes se manifiesta al momento de seleccionar a la compañía que mejor se posicione para poder ejecutar el determinado proyecto. Por este motivo, Aboelmagd (2018) realiza un estudio utilizando como base el método de jerarquías con la finalidad de minimizar los riesgos que las organizaciones afrontan durante el proceso de decisión y selección.

Además, hace referencia al importante uso de AHP (Analytical Hierarchy Process) como una técnica muy eficaz durante el proceso de pre-calificación ya que ayuda tanto a empresas públicas como privadas a lograr presentar los requerimientos de los proyectos a los que se vayan a presentar. Asimismo, comenta sobre el Value Engineering (VE) y su uso significativo para elevar los niveles de desempeño y, a su vez, reducir los costos. Aboelmagd (2018) detalla que con el uso de AHP y VE las ventajas que se pueden generar son minimizar el tiempo de proyecto y costo, y maximizar la calidad del mismo.

Por otra parte, Aboelmagd & Aziz (2019) publican en el artículo llamado “Integration between different construction bidding models to improve profitability and reduce prices” que se han desarrollado diferentes modelos para detectar desequilibrios dentro de las licitaciones de obra y también para aumentar la ejecución sistematizada de la misma. El artículo tiene como finalidad lograr integrar y analizar las diferentes técnicas de modelos de licitación para determinar el precio y aprovechar los beneficios que puede ofrecer la administración encargada de licitar.

Entonces, después de que Aboelmagd & Aziz (2019) analizaran las diferentes técnicas de licitación que utilizan las administraciones para poder estimar la oferta del proyecto a ejecutar, llegaron a la conclusión que, al hacer uso del modelo máximo/mínimo, la administración tiene la posibilidad de realizar variaciones en los precios mediante desequilibrio sin perjudicar el precio total de la oferta. Por lo tanto, enfatizan que el

modelo máximo/mínimo es uno de los modelos favoritos en muchas partes del mundo, y que el beneficio del contratista puede maximizarse con este modelo.

Sin embargo, para lograr ganar una licitación dentro de un proceso de evaluación competitivo, ésta va a depender mucho del margen de la oferta económica que las empresas presenten, así como también del éxito de esta oferta va a ser posible mediante la exactitud de la estimación del costo del proyecto que se brinde. Tanako et al. (2018) comentan que, a pesar de que es complicado estimar el coste de los proyectos de construcción, se ha podido medir un crecimiento promedio de 88% del coste de los proyectos. Además, mencionan que, la estimación del costo se puede hacer ajustando la cantidad de recursos utilizados para tal estimación.

Por lo tanto, para ganar un contrato, las compañías deben de presentar una oferta inferior a la de los otros competidores. Pero, si las estimaciones de costos de los otros competidores son inexactas, por consiguiente, la oferta será muy baja y a la vez difícil para que la compañía interesada obtenga el contrato (Tanako et al., 2018).

No obstante, otros autores como Wibowo et al. (2007) comentan que, para ganar una licitación, todo depende de la estrategia que la empresa aplique. Asimismo, remarcan que las estrategias de ofertas en construcción se definen como habilidades de gestión que utilizan todos los recursos disponibles, tanto físicos como financieros, para poder ofrecer una oferta tolerante y competitiva, con el único objetivo de ganar la competición, y así proporcionar el máximo desempeño del proyecto (Wibowo et al., 2017).

Del mismo modo, exponen que hay muchos factores que influyen en la estrategia que se va a aplicar para ofertar y, a su vez, que existen muchos indicadores que se necesitan considerar para el desempeño del proyecto a ejecutar. Es por eso que la relación entre la oferta y la realización del proyecto es complicada en algunos casos ya que siempre aparecen compañías con ofertas económicas bajas teniendo muchas posibilidades de ganar la licitación y otras con ofertas económicas altas con posibilidades muy bajas de ganar.

Según Wibowo et al. (2017), “existen tres grupos de variables relacionadas, identificados como factor externo, factor interno y factor ambiental. El factor externo consiste en las

características del cliente, características del proyecto y el contrato. El factor interno consiste en el beneficio del negocio, financiamiento del proyecto, características de la compañía y la experiencia que tiene la compañía. Mientras que el factor ambiental incluye la oferta, condiciones económicas y la competencia.” Entonces, a través de la oferta estratégica, las empresas no solo intentan ganar la licitación sino también acogerse a los requerimientos con la finalidad de desempeñar una buena ejecución del proyecto.

Por otra parte, Lai et al. (2004) publicaron un nuevo método basado en métodos multicriterio para la evaluación de ofertas económicas en el campo de la construcción de China. Primeramente, la industria de la construcción China fue conocida por su baja efectividad y eficiencia. Bajo el antiguo plan del sistema económico antes de los años ochenta, el gobierno chino no fue sólo responsable del libre crédito financiero que ofrecía en los trabajos de construcción, sino que también fue responsable de asignar los proyectos de construcción a las compañías de construcción (Lai et al., 2004).

Para renovar este antiguo plan, el gobierno chino después de plantear una política de reforma económica, ayudó a promover la competencia económica entre los sectores. Asimismo, con esta política también se implementaron numerosas reformas en la industria de la construcción con la finalidad de mejorar la efectividad y eficiencia de las ofertas económicas y así aumentar el mercado de la construcción china para alcanzar entrar en el mercado internacional.

Con la nueva metodología propuesta, Lai et al. (2004) indican que “esta metodología especificó que el comité para evaluar las ofertas organizadas por los propietarios de la construcción o un agente designado por los propietarios es el principal responsable de la evaluación de la oferta o la selección del contratista (...) los expertos invitados deben de constituir no menos de dos tercios de todos los comisionados. El licitador con los puntos máximos se adjudica el proyecto de construcción. Las ofertas se abren, se evalúan y se seleccionan bajo la supervisión de la oficina de administración para la invitación y la presentación de ofertas para proyectos de construcción de Beijing.”

Respecto a la unión temporal de empresas (UTE's), Franco-Borges Jr. et al. (2017) realizaron un estudio para examinar los diferentes tipos de red de negocios que se formaron para la construcción de una carretera en Minas Gerais, Brasil; con el objetivo

de cumplir todos los requerimientos establecidos por una nueva ley de ofertas económicas llamada Régimen Diferencial de Contratación Pública. Para poder realizar este estudio, los autores analizaron los documentos de licitación, contratos, y el lugar donde se iba a llevar a cabo la obra.

Los autores llegaron a la conclusión que el Régimen Diferencial de Contratación Pública ha creado formas ágiles, económicas y eficientes para los procesos de contratación pública de obras. En la fase de licitación los precios se analizan primero y así se reduce el periodo de tiempo del proceso de contratación. Además, la contratación integrada elimina el periodo de tiempo para los procedimientos necesarios para contratar empresas de diseño y la preparación efectiva del proyecto antes de la licitación de la construcción. En la fase de ejecución del trabajo, la contratación integrada hace que las soluciones de las adaptaciones de proyectos de ingeniería técnica sean más ágiles (Franco-Borges Jr. et al., 2017).

También, después de realizar una encuesta, Franco-Borges Jr. et al. (2017) observaron que la principal preocupación de las compañías era cumplir con los requerimientos de licitación para poder lograr el máximo puntaje técnico. Los entrevistados revelaron que el Régimen Diferencial de Contratación Pública influye en la cadena de suministros restringiendo la subcontratación al 30% del valor total de contrato de una obra. Entonces, se puede observar que, en ciertos casos, la subcontratación influye de manera positiva o negativa en el desarrollo de una obra de construcción.

En conclusión, los procesos de evaluación para licitación de obras públicas han ido mejorando y continúan mejorando a través de los años con el único objetivo de ser una evaluación más equilibrada y transparente. Aun así, estos procesos de evaluación deberían de ser más flexibles y rápidos con la presentación de un pliego de cláusulas administrativos mejor definido y detallando todos los criterios que esté requiriendo la administración para que las compañías entren a competencia. Asimismo, se debería enfatizar dentro de estos pliegos aspectos importantes a tomar en cuenta como el impacto ambiental, social, y la seguridad y salud laboral.

CAPÍTULO VI

6. Evaluación de métodos de análisis de decisiones multicriterio

6.1. Introducción

Para el desarrollo de la metodología, se tuvo que evaluar los diferentes métodos de análisis de decisiones multicriterio. Primeramente, el análisis de decisiones multicriterio se presenta como una valiosa herramienta para asistir al decisor durante el proceso de toma de decisiones multicriterio. Los métodos del MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis) no pretenden sustituir al decisor en el proceso de toma de decisiones ni eliminar la subjetividad inherente a dicho proceso, sino ayudar al decisor a pensar de manera sistemática y ordenada sobre problemas complejos para mejorar la calidad de las decisiones finales, permitiendo la incorporación de diferentes criterios y visiones de la realidad (Ríos-Insua et al., 2002; citados en Casanovas, 2014).

Igualmente, según Ferrís (2008), “los métodos del MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis) se muestran válidos para ayudar al decisor a resolver problemas de decisión, tanto continuos como discretos, que implican diferentes criterios o puntos de vista en conflicto y múltiples agentes interesados, incorporando los aspectos tangibles e intangibles del proceso de decisión, así como el subjetivismo y la incertidumbre del proceso. Como resultado de su aplicación a problemas de decisión multicriterio se obtiene la selección, ordenación o clasificación de las alternativas, según el método utilizado”.

6.2. Estado del conocimiento de los métodos de decisión multicriterio

Se entiende por decisión multicriterio, el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido del conocimiento) (Moreno-Jiménez, 1996; citados en Aznar & Guijarro, 2012).

Durante la década de los 90, y en especial a finales de la misma, los métodos de toma de decisión multicriterio (MCDM, del inglés Multi-Criteria Decision Making) han comenzado a trascender del ámbito académico y se han extendido al ámbito público y empresarial. Hoy en día estas técnicas se emplean con múltiples y diversas finalidades: localización de empresas, selección de maquinaria o contratistas, predicciones financieras, definición de estrategias empresariales, análisis y selección de inversiones, análisis y selección de alternativas en infraestructuras, como es el caso de este artículo, etc. Los métodos de decisión multicriterio son poderosas herramientas que ayudan a generar consenso en contextos complejos de decisión (García-Cascales, 2009; citado en Muñoz & Romana, 2016).

Por lo tanto, para seleccionar el método que mejor se adapte a esta metodología, se realizó un estado del conocimiento de los diversos métodos que existen para la ayuda de decisión multicriterio. Se ha podido observar que estos métodos de análisis de decisión multicriterio están orientados a ayudar a la evaluación y a la toma de decisiones frente a cualquier dificultad que genere incertidumbre; así como también a las complicaciones que pueden generar la selección de empresas que se le otorgue un proyecto constructivo.

6.3. Métodos existentes de decisión multicriterio

Según Muñoz & Romana (2016), “Dentro de los Métodos de Decisión Multicriterio (MCDM) se pueden distinguir dos grupos o familias principales, por una parte los métodos basados en la llamada Teoría de la Utilidad Multi-Atributo (MAUT – Multi-Attribute Utility Theory), propios de la Escuela Americana y por otro los métodos llamados de Superación o Sobreclasificación o Outranking, propios de la Escuela Europea, conocida hasta hace poco como Escuela Franco-Belga.”

Como se puede observar en la Tabla 5, se encuentran estos dos grupos de técnicas de decisión multicriterio que se están analizando dentro de este estado del conocimiento. En concordancia con Muñoz & Romana (2016), la familia de los métodos de la Teoría de la Utilidad Multi-Atributo consiste en agregar los diferentes criterios a una función, la cuál tiene que ser maximizada.

Por otra parte, de acuerdo con Fülöp (2005), “El concepto de superación o sobreclasificación fue propuesto por Roy (1968). La idea básica es como sigue: la alternativa A_i supera a la alternativa A_j si para la mayor parte de los criterios A_i es al menos igual de buena que A_j (condición de concordancia), mientras que no hay ningún criterio para el cual sea notoriamente inferior (condición de discordancia). Después de determinar para cada par de alternativas si una supera a otra, esta pareja debe ser combinada en un ranking parcial o completo”.

Es decir, así como lo explican Barba-Romero & Pomerol (1997), la teoría de las relaciones de sobreclasificación o superación se basa en los coeficientes de concordancia y discordancia creados para cada par de alternativas. Además, a través de estas técnicas pueden surgir incomparabilidades, intransitividad e inclusive ciclos entre alternativas, y esto se debe al resultado de acoger posibilidades, como los umbrales de indiferencia que otras técnicas no toleran. Entonces, al analizar esta teoría de sobreclasificación o superación, se puede observar que los resultados que se obtengan podrían tener muchas deducciones las cuales pueden conllevar a conclusiones muy opuestas para un mismo problema. Por lo tanto, distinguiendo este detalle, para esta metodología se decide no tomar en cuenta estos métodos de sobreclasificación o superación.

Sin embargo, los métodos de la Teoría de la Utilidad Multi-Atributo (MAUT) son diferentes porque la alternativa que contenga el mejor valor de la función agregada se puede considerar como la mejor opción. Ya que, en un ranking parcial, en este caso de un método de superación, la mejor opción no se puede valorar como mejor alternativa de forma inmediata. Cabe resaltar que esta Teoría de la Utilidad Multi-Atributo (MAUT), fue desarrollada por Keeney & Raiffa en el año 1976.

La Teoría de Utilidad Multi-Atributo (MAUT) se basan en estimar una función parcial para cada atributo, de acuerdo con las preferencias de las personas responsables de tomar las decisiones, que luego se agregan en una función MAUT en forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas, se consigue una ordenación del conjunto de las alternativas que intervienen en el proceso (Ross, 2007; citado en Berumen & Llamazares, 2007).

Tabla 5. Métodos existentes de decisiones multicriterio (Fuente: Casanovas (2014))

Técnicas para la decisión multicriterio		Referencias
Teoría de la Utilidad Multi-Atributo	Suma ponderada	Barba-Romero y Pomerol, 1997; Ferrís, 2008
	Producto ponderado	
	Proceso Analítico Jerárquico	Saaty, 1980, 1995, 2000
	Proceso Analítico en Red	Saaty, 1996, 2001, 2005
	Método PRES y PRES II multiexperto	Gómez-Senent, 1992; Gómez-Senent et al., 1997; Aragonés y Gómez-Senent, 1997; Aragonés et al., 2001
Teoría de las Relaciones de Sobreclasificación	Métodos ELECTRE	Benayoun et al., 1966; Roy, 1968, 1971, 1985, 1990, 1991
	Métodos PROMETHEE	Brans y Vincke, 1985; Brans et al., 1986; Brans y Mareschal, 1990, 1992, 1995

Conjuntamente, de acuerdo con Casanovas (2014), “la Teoría de Utilidad Multi-Atributo se basa en la existencia de una función utilidad o valor que representa la utilidad, valor o satisfacción que cada alternativa tiene para el decisor. La función integra los distintos criterios, generalmente en conflicto, reduciendo el problema multicriterio a un problema de optimización monocriterio”.

En general, esta Teoría de la Utilidad Multi-Atributo se basa en exponer las preferencias que tenga la persona o personas encargadas de tomar la decisión final. Por consiguiente, el método que se pretende utilizar en este trabajo de fin de máster y que se estima sería el mejor para adecuarse a esta metodología de evaluación de procesos de licitación es la Teoría de Utilidad Multi-Atributo.

6.4. Procesos para elaborar la función valor

Primero que todo, Aznar & Guijarro (2012) mencionan que “la valoración es la ciencia aplicada que tiene como objetivo la determinación del valor de un bien, teniendo en cuenta los elementos de comparación, características o variables explicativas que lo caracterizan, el entorno económico-temporal en que se encuentra, mediante la utilización de un método contrastado de cálculo aplicado por un tasador profesional, y que permita al experto incorporar tanto el conocimiento objetivo y las variables cuantitativas, como el conocimiento subjetivo y las variables cualitativas.”

Los indicadores que se le otorgan a los sub-criterios son aquellos que miden y valoran las opciones que ofrecen los mismos. Además, teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos cada indicador es diferente y sus unidades de medida también son diferentes, no es recomendable comparar los resultados de estos indicadores de forma directa.

Por consiguiente, para hacer posible una comparación entre estas opciones, es necesario utilizar las funciones valor. Según Muñoz & Romana (2016), “la base de los métodos MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) es el uso de la función de utilidad. Estos métodos parten del supuesto de que el decisor trata de maximizar una función de utilidad que agrega los distintos criterios que intervienen en el problema. Cuando el problema es discreto y no existe una situación de incertidumbre, esta función se denomina función valor”.

Las funciones valor permiten transformar las distintas unidades de medida de los indicadores en unidades de valor o satisfacción. Estas funciones son la medida de satisfacción del decisor con respecto a la respuesta que produce una alternativa a un indicador. Cuando una alternativa se prefiera a otra, el valor asociado a la primera es mayor que el valor asociado a la segunda (Casanovas, 2014).

Por consiguiente, los métodos basados en la función de valor consisten en construir una función (v) que asocia un número real a cada una de las alternativas posibles. Este número refleja el valor o la utilidad que cada alternativa tiene para el decisor. Sin embargo, la principal dificultad de estos métodos consiste precisamente en encontrar dicha función de

valor, pero una vez obtenida, el problema de decidir la mejor de las alternativas se reduce a obtener el máximo/mínimo de todos los valores calculados (Muñoz & Romana, 2016).

Entonces, primero se tiene que determinar la escala de medida del valor. Comúnmente, la satisfacción se calcula entre 0 y 1. Tomando como referencia la definición de Casanovas (2014), “Un valor de 1 de la función valor corresponde a la máxima satisfacción y un valor de 0 corresponde a una satisfacción nula, aunque por razones prácticas o de interpretación se pueden tomar otros valores ... las funciones valor pueden adoptar tendencias (creciente, decreciente o mixta) y formas (lineal, convexa, cóncava o en “s”) muy variadas dependiendo de cómo varía la satisfacción al variar la respuesta del indicador.”

En la Figura 1, se muestran los gráficos de los distintos tipos de funciones valor mencionados:

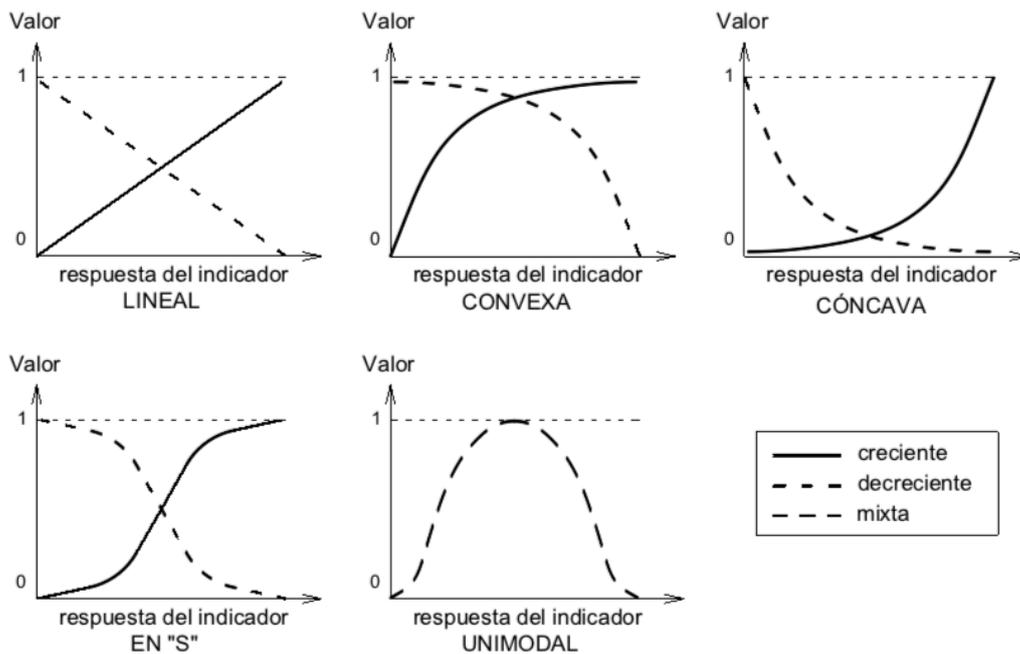


Figura 1. Funciones valor con diferentes formas y tendencias (Fuente: Casanovas (2014))

La búsqueda de la función valor se presenta como principal problema del análisis multiatributo. Por consiguiente, para tratar de resolver este inconveniente, se plantean los métodos que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Métodos para determinar la función valor (Fuente: Casanovas (2014))

Métodos de construcción de la función valor		Referencias
Definición por puntos e interpolación	Evaluación directa	Barba-Romero & Pomerol, 1997
	Método de las razones	
	Método de las categorías	
	Método de la bisección	
	Método de solubilidad	
Definición matemática	Métodos de normalización de las evaluaciones	Barba-Romero & Pomerol, 1997; Ferrís, 2008
	Expresión de la herramienta MIVES	Manga, 2005
	A partir de la función tangente hiperbólica	Pulido, 2008

En el primer grupo de métodos se definen una serie de puntos de la función valor y también se utiliza la interpolación. En el segundo grupo, los métodos expuestos se basan en definiciones matemáticas predefinidas.

Después de revisar los distintos métodos encontrados, se puede concluir que; primero, que se debería determinar la tendencia de la función creciente, decreciente o mixta; y la forma de estas funciones, las cual puede ser lineal, cóncava, convexa, en s, y unimodal. Segundo, conociendo la tendencia y forma de estas funciones, así como el valor de éstas en puntos determinados, y utilizando la interpolación para obtener los valores en aquellos puntos que se consideran relevantes, entonces ya no sería necesaria un término matemático para definir la función en aquellos puntos.

Siguiendo la teoría de Casanovas (2014), si la función valor es lineal, su determinación se simplifica. Por lo tanto, existen cuatro procedimientos que se podrían adecuar para su obtención. Estos procedimientos son los métodos de normalización de las evaluaciones, que se pueden encontrar en diferentes bibliografías como Barba-Romero & Pomerol (1997) y Ferrís (2008). Entonces, de estos cuatro procedimientos, se ha podido observar que el procedimiento uno, mostrado en la Tabla 7, es el más corriente y el que se podría

utilizar. Es decir, su definición es más simple haciendo referencia a la fracción del máximo posible y, a su vez, respeta la proporcionalidad. Cabe resaltar que el término Z_{ij} es la medición o evaluación de la alternativa i respecto al criterio j en sus correspondientes unidades y el V_{ij} obtenido es su correspondiente valor o utilidad.

Tabla 7. Método de normalización de las evaluaciones (Fuente: Casanovas (2014))

	Definición	Vector normalizado	Módulo de V	Interpretación
Procedimiento 1	$V_{ij} = (Z_{ij}) / (\text{máx } \{Z_{ij}\}_{j=\text{ct.}})$	$0 < V_{ij} \leq 1$	Variable	% del máximo Z_i

6.5. Técnicas para asignación de pesos

Un problema de decisión consiste, básicamente, en decidir entre un grupo de alternativas posibles (1, 2, ..., n) cuál de ellas es la que más nos interesa. Y, esta elección, no se realiza en vacío, sino que la priorización de las distintas alternativas se realiza en función de una serie de criterios (elegiremos el automóvil que nos interesa, en función del prestigio de la marca, de su consumo, de su imagen etc.). Por lo tanto, el primer paso en un proceso de toma de decisiones es definir los criterios que nos ayudaran a decidir y una vez definidos estos criterios es lógico pensar que todos no tienen por qué tener la misma importancia, por lo que el siguiente paso será ponderar (determinar el peso o importancia) de los criterios (Aznar & Guijarro, 2012).

Después de realizar el estudio de algunos métodos de asignación de pesos, se ha decidido considerar tres de ellos para poder analizarlos de una mejor manera. Los métodos seleccionados son los siguientes:

1. Método de asignación directa
2. Método de matriz de escala ratio
3. Método de pesos iguales

De entre estos tres métodos seleccionados, se realiza un comentario de forma sencilla de cómo se aplica cada uno y así poder elegir el o los métodos más convenientes para adaptarlos a esta metodología de procesos de licitación.

1. Método de asignación directa: se presenta como un método simple donde la persona encargada de decidir suministra información acerca del orden de los criterios y la importancia que tienen los mismos. Por consiguiente, este método entrará en consideración.
2. Método de matriz de escala ratio: en este método la persona encargada de tomar la decisión, primero compara la jerarquía de cada criterio con los demás que se presenten. Además, con este método se puede comparar varios criterios y así la persona responsable puede observar la importancia relativa entre ellos.
Asimismo, Casanovas (2014) describe que “este método, asimismo, permite una cierta inconsistencia en la matriz que se puede resolver mediante varios métodos: media aritmética, media geométrica, búsqueda del autovector propio, etc.” Por lo tanto, este método también fue tomado en cuenta.
3. Método de pesos iguales: Barron & Barrett (1996), detallan que éste se reconoce como el método más fácil para poder establecer los pesos de cada criterio en el caso de que no exista información alguna de estos. Por ende, se aprecia no tomar este método en consideración para la elaboración de esta tesis porque las predilecciones de las personas encargadas de decidir si serán tomadas en cuenta ya que se dispondrá de información.

Por consiguiente, se ha llegado a la conclusión que el método de asignación directa y el método de matriz de escala de ratio son los adecuados para tomar en cuenta en esta metodología de procesos de licitación; ya que estos métodos consideran las predilecciones de la persona encargada de decidir y también la jerarquía que tienen unos criterios hacia otros.

Adicionalmente, cuando es posible establecer una jerarquía de criterios, se pueden asignar los pesos comenzando por el nivel de mayor complejidad de la jerarquía e ir descendiendo hacia los niveles de menor complejidad. El criterio del nivel superior de la jerarquía tiene

el valor de 1 o 100, y a cada sub-criterio de los niveles inferiores de la jerarquía le corresponde un peso local y un peso global (Ferrís, 2008; citado en Casanovas, 2014).

Ferrís (2008) define que el peso local de un sub-criterio simboliza una porción del peso del criterio del nivel inmediatamente superior del cual deriva. Por consiguiente, la suma de los pesos locales en el árbol de valor da como resultado 100. Por otra parte, el peso global de un sub-criterio se define como el resultado de multiplicar el peso local del sub-criterio mediante una composición jerárquica. Por consiguiente, en esta tesis se opta por asignar los pesos de cada criterio y sub-criterio de forma jerárquica.

6.6. Técnicas de agregación de preferencias

Con la elaboración de la función valor, se manifiestan varias alternativas en relación a cada criterio que se presenta, entonces con esta función valor se puede obtener la utilidad parcial de una entre todas las alternativas. Para reforzar este concepto, se realizó una observación a tres métodos o técnicas de agregación de preferencias como el método de suma ponderada, proceso analítico en red y proceso analítico jerárquico. El método de suma ponderada parte de la matriz de posibles soluciones y consiste en determinar la evaluación global de cada alternativa ($U(a)$, $U(b)$, $U(c)$, ...) para luego comparar resultados y escoger aquella alternativa con mejor puntaje (Smith et al., 2000; citado en Galarza, 2011).

Por lo tanto, el método de Proceso Analítico en Red (ANP) fue desarrollado por Thomas L. Saaty en el año 1996. Sampedro-Durá et al. (2011), comentan que “este método permite realizar un profundo análisis de los diferentes criterios, sus influencias y de las valoraciones de los candidatos de manera que se puedan extraer conclusiones teóricas y metodológicas para resolver este tipo de problemas.”

Por último, el método de Proceso Analítico Jerárquico (AHP), puede transportar un problema multicriterio a un problema de escala menor o de prioridades. Los juicios y valores varían de un individuo a otro, por lo que se necesita una nueva ciencia de juicios y prioridades que posibilite alcanzar la universalidad y la objetividad (Saaty, 1994).

Después de realizar el análisis de estos tres métodos, se llegó a la conclusión que el método de suma ponderada podría ser el más apto para esta metodología ya que es un método simple de poder utilizar. Además, la suma ponderada es un método muy intuitivo, rápido y simple de aplicar y, por ello, es el método más conocido y utilizado. Además, en su aplicación, si se cambia el conjunto de pesos por otro conjunto de pesos proporcionales, no cambia la ordenación final (Casanovas, 2014).

Asimismo, de acuerdo con Aznar & Guijarro (2012), “el método de la suma ponderada calcula la ponderación de las alternativas como resultado del sumatorio del producto del peso de cada variable (calculado por Diakoulaki, entropía o por ordenación simple) por el valor que toma para esa alternativa la variable correspondiente”

CAPÍTULO VII

7. Propuesta de nueva metodología

La nueva metodología que se está planteando, tiene como objetivo que la administración encargada de evaluar las diferentes ofertas de las compañías que se presenten a licitación pueda comparar estas diversas propuestas que se entreguen durante el concurso, analizarlas mediante los criterios que se solicitan y así seleccionar a la empresa de construcción que ofrezca un impacto inferior en relación las otras opciones.

Entonces, el objetivo principal de esta nueva metodología es evitar rotundamente alguna inconsistencia que se pueda presentar durante el proceso evaluativo. Por lo tanto, con esta metodología se busca seleccionar a la compañía que presente una mejor propuesta técnica, de buenas características, y una oferta económica sensata al tipo de obra que se va a ejecutar.

Para conseguir este análisis, en esta metodología se considera dividir el proceso de evaluación en dos fases; la primera que consiste en la pre-calificación, donde aquellas empresas que se presenten a concurso deberán cumplir con ciertos requisitos que son considerados muy importantes y así poder continuar en competencia en la segunda fase de este proceso. Por lo tanto, se trata de una fase eliminatoria. La segunda fase se basa en la definición de un modelo multicriterio donde las compañías serán valoradas de acuerdo a la calidad de sus propuestas en los cuatro grupos que se despliegan en esta segunda fase de valoración, los cuáles son propuesta técnica, impacto ambiental, impacto social y propuesta económica.

Por lo tanto, las entidades públicas o privadas al utilizar esta nueva propuesta de metodología para evaluación de procesos de licitación de obra pública, podrán obtener las siguientes ventajas:

- Examinar, valorar y seleccionar las ofertas de una manera más objetiva y práctica.
- Es una metodología flexible, ya que se puede adaptar a diferentes situaciones o tipos de obra.

- Se puede descartar sub-criterios y ajustar los requisitos que se requieren en el tipo de obra que se presente.
- Se puede elegir al mejor postor mediante un análisis multicriterio.
- Aumenta la concienciación con respecto a la sostenibilidad que deberían de tener los proyectos.
- Mejora las propuestas para seguridad y salud.
- Mejora las propuestas para impacto ambiental.
- Mejora las propuestas para impacto social.
- Mejora la presentación de ofertas económicas.

CAPÍTULO VIII

8. Propuesta inicial: Método de evaluación de las ofertas en licitaciones de obra

A continuación, se presenta la propuesta inicial que se ha ido modificando y mejorando durante el transcurso de la elaboración de este trabajo de fin de máster.

8.1. Propuesta inicial de la Fase 1: Pre-calificación

Esta primera propuesta del árbol de valor para esta metodología está dividida en dos etapas, las cuáles todas las empresas que se presenten a evaluación deberán cumplir con los requisitos expuestos, tanto en la primera etapa que es la pre-calificación y la segunda etapa que es un estudio más detallado de las propuestas presentadas por las empresas que entren a concurso en este proceso de evaluación para adjudicación de obra. Por consiguiente, como se puede apreciar en la Figura 2, tanto esta primera etapa como la segunda, cuentan con diferentes categorías, criterios y sub-criterios, los cuáles se irán explicando conforme se vayan presentando las diferentes figuras.

Respecto a la primera etapa, *pre-calificación*, la cuál es la primera fase a calificar en este proceso; los criterios que se tomaron en cuenta, como se puede observar en la Figura 2, fueron *experiencia, general y capacidad financiera*.

El primer criterio, *experiencia*, consta de tres sub-criterios; el tiempo de entrega, proyectos similares, y trabajadores. Además, a este primer criterio se le asignó un peso mayor respecto a los otros dos criterios en esta etapa de pre-calificación; el peso asignado fue de 40%. Esta asignación se realizó pensando en que el tiempo de entrega de las obras construidas anteriormente no hayan tenido un retraso de más de seis meses porque este retraso tendría un impacto social no favorable. Asimismo, los proyectos similares construidos anteriormente representan un factor importante en esta primera fase a calificar porque las administraciones encargadas de esta evaluación podrán informarse de que ya existe una experiencia previa de la empresa con el tipo de proyecto que se esta proponiendo ejecutar. El último sub-criterio que se planteó para este primer criterio,

experiencia, fue los trabajadores y la experiencia que pueden poseer. Es decir, se podría tomar como recomendación que los empleados de la compañía, que se presente a este proceso de evaluación, tengan como mínimo cinco años de experiencia cada uno. Los pesos que se le establecieron a estos tres sub-criterios, tiempo de entrega, proyectos similares y trabajadores, como se muestra en la Figura 2, fueron 35%, 32.5% y 32.5%, respectivamente.

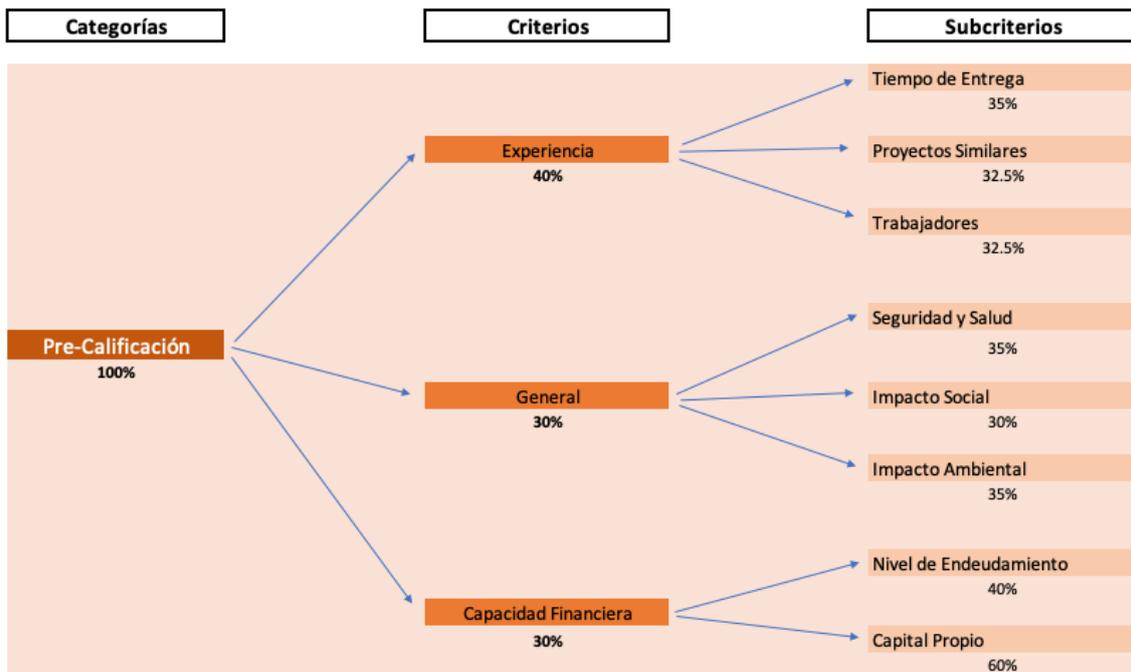


Figura 2. Fase 1: Pre-Calificación (propuesta inicial)

El segundo criterio de esta primera etapa de pre-calificación, *general*, tiene como planteamiento los sub-criterios dirigidos a la seguridad y salud, impacto social, e impacto ambiental. El peso asignado a este segundo criterio, que forma parte de la precalificación, fue de 30%. Esta valoración que tiene menor peso en relación a la experiencia, pero que se considera también elemental, se otorgó pensando primero en las propuestas de seguridad y salud que deberán cumplir las empresas que estén en competencia. Entonces, como primer requisito se examinará cuántos accidentes hayan tenido estas empresas anteriormente en los proyectos ejecutados; se presenta en este sub-criterio un mínimo de 2 a 3 accidentes. Asimismo, cabe resaltar que a este sub-criterio se le asignó un peso de 35%, siendo este peso igual al del impacto ambiental ya que se consideran que tiene un nivel de importancia mayor al impacto social. Por lo tanto, se le concede este peso de

35% a la seguridad y salud ya que se valoriza como un requerimiento importante, respetando la integridad física de los trabajadores.

Con respecto al segundo sub-criterio, se presenta el impacto social con un peso asignado de 30%. Este requisito fija la afectación que pueden experimentar los servicios, como negocios, entidades públicas y privadas; y la movilidad, como los peatones, bicicletas y el transporte público y privado. Es decir, que cantidad o nivel de afectación puede conllevar un proceso constructivo. Ya que, si una obra tiene menos bloqueo de rutas o si termina pronto, entonces los vecinos que residen alrededor de la obra tendrán menos molestias. El tercer sub-criterio, impacto ambiental, como se mencionó anteriormente, tiene un peso de 35% al igual que la seguridad y salud. El impacto ambiental es muy significativo en toda obra de construcción; ya que genera un impacto notable tanto en el suelo como en el ambiente. Para esta primera fase de calificación se toma en cuenta la cantidad de residuos y emisiones que han originado estas empresas previamente en las obras que hayan realizado. Asimismo, se considerará importante la administración de estos residuos generados.

El tercer criterio dentro de esta categoría, como se observa en la Figura 2, está dirigido a la *capacidad financiera*, y tiene como sub-criterios el nivel de endeudamiento y capital propio de la empresa. A la capacidad financiera se le otorga un peso de 30% ya que se considera también importante en esta primera fase. En relación al primer sub-criterio, nivel de endeudamiento, se le asignó un peso de 40%. Este nivel de endeudamiento se refiere a que la empresa que se presente al proceso de evaluación tenga un índice de endeudamiento menor o igual a 70%. Con este porcentaje se trata de fijar un índice, el cual las empresas deberán poseer para poder obtener una evaluación positiva. Por otro lado, al capital propio se le asigna un peso de 60%. Este peso es mayor al nivel de endeudamiento porque se considera más relevante, ya que la empresa deberá tener una cantidad apropiada para cubrir gastos. Por lo tanto, la empresa deberá contar con un capital igual o superior al 65% del costo total de la obra.

Por ende; las empresas que superen esta primera fase de precalificación, pasarán a la segunda fase donde sus propuestas serán analizadas detalladamente para finalmente seleccionar a la empresa que cumple con el mejor porcentaje posible.

8.2 Propuesta inicial de la Fase 2: Evaluación de las ofertas mediante un árbol de valor

Las categorías que se plantean dentro de esta primera propuesta de árbol de valor para esta segunda fase son *propuesta técnica*, *propuesta de calidad*, *impacto social* y *propuesta económica*.

Primeramente, los pesos que se le asignaron a cada categoría están reflejados en la Figura 3. A la *propuesta técnica* se le asignó un peso de 25%, a la *propuesta de calidad* un peso de 30%, al *impacto social* un peso de 25% y, por último, a la *propuesta económica* se le fijó un peso de 20%. La explicación de estos pesos se ha ido exponiendo según se han ido presentando los criterios y sub-criterios de cada categoría propuesta dentro de este primer concepto de árbol de valor.

Por consiguiente, como se puede ver en la Figura 3, a la *propuesta técnica* se le otorgó un peso de 25% ya que se considera un elemento importante en esta segunda etapa de evaluación. Los criterios a analizar que se presentaron en la propuesta son *maquinaria* y *equipo de trabajo*. Y como sub-criterio de ambos se considera que la experiencia es el principal elemento a evaluar, ya que la experiencia de las maquinas en relación a los años de uso es relevante porque al ser muy antiguas o estar en mal estado pueden verse reflejados en atrasos en cada periodo de la obra. Del mismo modo, la experiencia del equipo de trabajo es más importante aún porque los años de experiencia del personal de trabajo va a influir mucho en el desarrollo de la obra. Ya que éste debe de estar a cargo de personas capacitadas y con experiencia en cada puesto de trabajo. Los pesos que se le asignaron a estos dos criterios que se tomaron en cuenta para esta propuesta técnica, *maquinaria* y *equipo de trabajo*, son de 45% y 55%, respectivamente.

La segunda categoría para esta segunda fase de evaluación es la *propuesta de calidad*. Como se puede observar en la Figura 3; a esta categoría se le valoró un mayor peso con respecto a las otras tres categorías, 30%, ya que dentro de esta categoría se encuentra el *control de calidad*, la *seguridad y salud*, y el *impacto ambiental*. Siendo estos tres criterios significativos dentro de esta evaluación para procesos de licitación de obra. Los pesos asignados a estos criterios fueron de 30%, 30% y 40%; siendo el impacto ambiental

el criterio con mayor peso ya que se considera más importante en comparación a los anteriores ya mencionados.

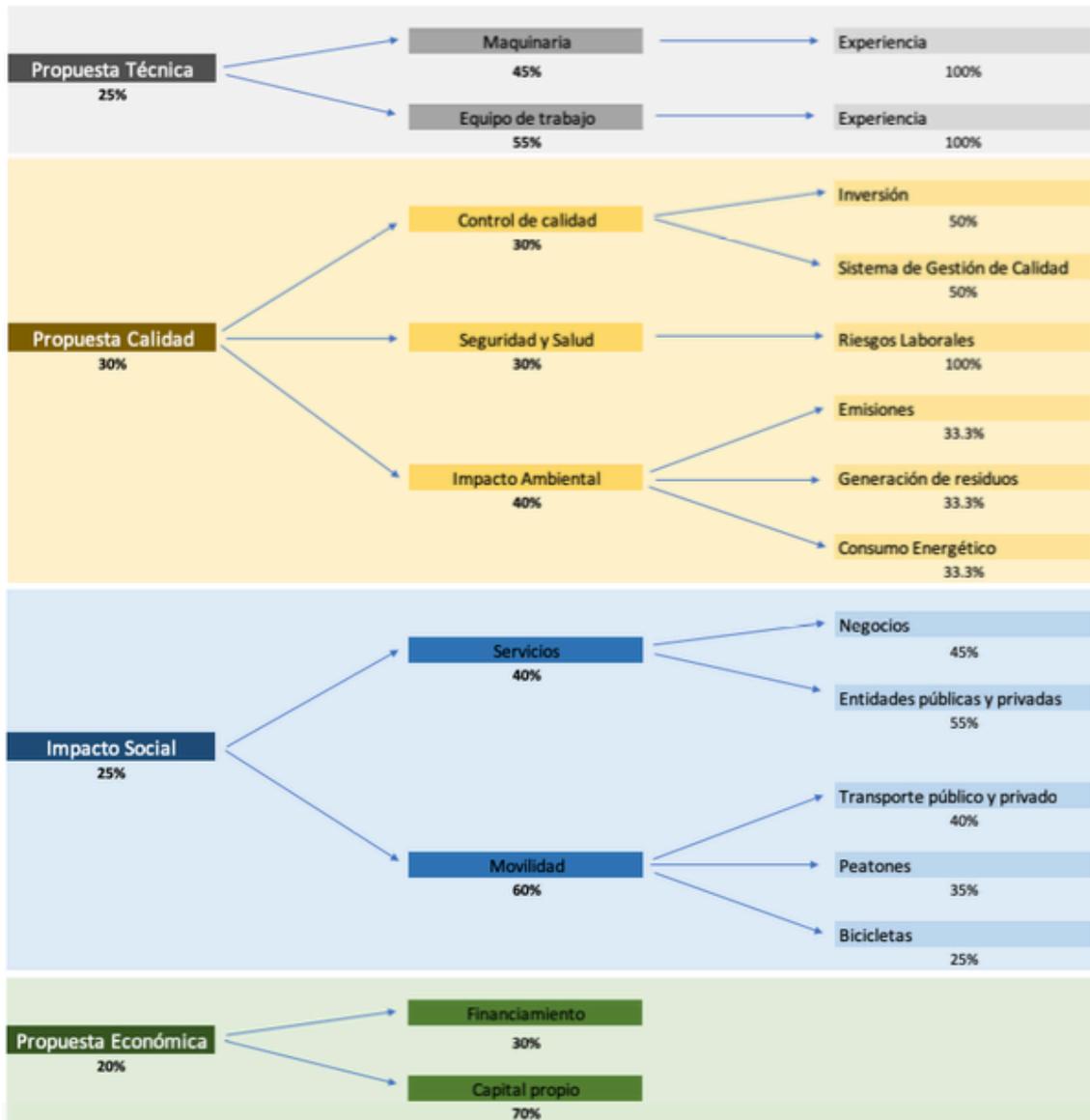


Figura 3. Fase 2: Evaluación de ofertas (propuesta inicial)

Entonces; al *control de calidad*, 30%, se le estableció dos sub-criterios los cuáles son inversión y sistema de gestión de calidad. Con respecto al primer sub-criterio, inversión, se enfoca en percibir la cantidad de dinero que se podría necesitar para el tipo de control de calidad y ensayo que se utilizará en la obra. Por otro lado, la entidad encargada de la evaluación revisará si las empresas cuentan con algún sistema de gestión de calidad. Es decir, si estas empresas cumplen con plazos y costes, y también si cuenta con

certificaciones. A estos dos sub-criterios se le estableció un mismo peso de 50%, para cada uno.

El segundo criterio, *seguridad y salud*, de la categoría de propuesta de calidad, cuenta con un peso de 30%. Se le establece este peso ya que se considera significativo que la empresa cuente con sistema óptimo para evitar riesgos laborales dentro del proceso constructivo, y así prevenir algún accidente inesperado que se pueda presentar. La seguridad y salud de cada trabajador es un aspecto importante a tomar en cuenta ya se pueden presentar enfermedades posteriores a los trabajos realizados en obra, o accidentes de diferentes tipos en el momento que se está ejecutando la obra durante una jornada laboral.

En relación al *impacto ambiental*, como se indicó anteriormente, se le concedió un peso de 40%. Una propuesta con miras al cuidado del impacto ambiental durante una obra de construcción deberá ser orientada según a los siguientes sub-criterios; como primer sub-criterio, la cantidad de emisiones que puede generar la obra, por ejemplo, las maquinarias o camiones que se encarguen del transporte de los materiales a la obra. Los otros dos sub-criterios que se toman en cuenta dentro del impacto ambiental son la generación de residuos y el consumo energético. Dentro de estos dos sub-criterios, se analizará la cantidad de residuos generados y, a su vez, la cantidad de energía utilizada o generada durante el proceso de construcción. A estos tres sub-criterios se le fijó un peso similar de 33.3%.

Como tercera categoría de esta segunda fase de evaluación, se valoró tomar en cuenta el *impacto social* que puede causar el tipo de obra que se esté ejecutando en el área. Como se puede ver en la Figura 3, a este *impacto social* se le fijó un peso de 25% porque se valora que es significativo dentro de esta segunda fase de evaluación para procesos de licitación. Entonces, se planea analizar las problemas o molestias que pueden causar este impacto social hacia la población que reside alrededor de la obra de acuerdo al tiempo que se necesite para la culminación de la misma.

Dentro de esta categoría, como se puede apreciar en la Figura 3, se encuentran dos criterios que son *servicios* y *movilidad* con sus respectivos pesos de 40% y 60%. Con respecto a los *servicios*, 40%, se toman en cuenta como sub-criterios los negocios y las entidades públicas y privadas que se puedan ver afectadas con el desarrollo de la obra en

la zona donde se encuentren. En otras palabras, se tendrá que analizar la propuesta de la empresa en relación a la menor afectación que puede ofrecer hacia estos servicios públicos y privados. Se valora el sub-criterio negocios con un peso de 45% y el sub-criterio entidades públicas y privadas con un peso de 55%.

Por otra parte, la *movilidad* dentro del impacto social que genera una obra se le confiere un peso de 60%, ya que se considera que es más relevante porque se trata de valorar el efecto que puede producir el bloqueo de carreteras y desvíos del transporte público y privado. Así como también, el bloqueo de veredas y rutas, tanto para los peatones como para los ciclistas. Es decir, mientras menor bloqueo puedan ofrecer en el plan que proponen estas empresas, mejor será la calificación durante esta segunda fase de evaluación. Para estos tres sub-criterios; transporte público y privado, peatones y bicicletas, se les asignó un peso de 40%, 35%, y 25%, respectivamente.

La última categoría que se planteó en esta segunda etapa para ser calificada por medio de las administraciones encargadas de la evaluación de los procesos de licitación de obra fue la *propuesta económica*. A esta categoría, como se puede observar en la Figura 3, se le atribuyó un peso de 20% porque se asume que la propuesta económica no es tan relevante; ya que esta metodología va a estar dirigida a seleccionar a las mejores compañías de construcción y sus propuestas encaminadas, más que todo, a la propuesta técnica, propuesta de calidad e impacto social. En otras palabras, sin darle mucha importancia a la cantidad de dinero que vayan a cobrar por realizar una obra, ya que lo más importante será tomar importancia por el medio ambiente, la seguridad y salud, y además hacer todo lo posible para evitar molestias hacia los residentes que viven en torno a la obra.

Después de lo expuesto, para esta *propuesta económica* se le propuso dos criterios, el primero que es el *financiamiento* con un peso de 30% y el *capital propio* con un peso de 70%. El *financiamiento* que pueda obtener la empresa por medio de una entidad bancaria o terceros, tiene menos peso ya que lo razonable es que la empresa cuente con suficiente capital para poder ejecutar la obra. Finalmente, el último criterio a examinar por parte de la entidad evaluadora es el *capital propio* de la compañía que se este presentando; es decir, que cuente con una solvencia económica apropiada para cubrir los gastos que se requieran.

CAPÍTULO IX

9. Propuesta final: Método de evaluación de las ofertas en licitaciones de obra

9.1. Modificaciones a la propuesta inicial de las Fases 1 y 2

Las categorías, criterios y sub-criterios planteados anteriormente en la propuesta inicial de árbol de valor, han tenido cambios con la finalidad de poder mejorarlo y así realizar un mejor planteamiento, el cuál pueda permanecer como diseño final para esta metodología para procesos de licitación. Por lo tanto, con respecto a la pre-calificación, primera etapa de esta evaluación, después de analizar detalladamente estas propuestas expuestas para el árbol de valor, las recomendaciones que se consideraron a tomar en cuenta fueron las siguientes:

1. La fase de pre-calificación se sugiere que sea más simple, como propuestas básicas fáciles de evaluar. En otras palabras, la administración analizará si la compañía que entre a competencia cumple o no con los requisitos que se piden en esta primera etapa de evaluación.
2. Reducir los sub-criterios en la parte de pre-calificación.
3. En la fase de pre-calificación se recomienda que las empresas cumplan con 7 de los 8 indicadores presentados, por lo tanto, ya no se van a necesitar los pesos en esta fase.
4. En relación al sub-criterio, trabajadores. Primero se recomienda cambiar el nombre del sub-criterio por “Equipo Técnico”. Segundo, requerir una experiencia mínima de 5 años por cada empleado es excesivo. Se recomienda que no sea por cada empleado ya que en una obra hay muchas personas como, por ejemplo, practicantes que recién están comenzando su carrera profesional. Por lo tanto, esta experiencia mínima de 5 años sería recomendable aplicarla al equipo técnico o máximos jefes de la empresa como el jefe de obra, jefe de seguridad y salud, etc.

5. Se recomienda utilizar para el segundo criterio la definición “Social y Ambiental” en lugar de nombrarlo “General”.
6. Primero, se recomendó que, en lugar de separar el tema ambiental, social y de seguridad y salud, se pueda reagrupar estos temas y nombrarlo social y ambiental; ya que usualmente en una propuesta técnica esta la calidad, el medio ambiente y la seguridad y salud. Por consiguiente, este punto necesita ser revisado nuevamente.
7. Con respecto al sub-criterio de seguridad y salud, no se puede verificar con exactitud cuántos accidentes han tenido las empresas anteriormente porque hay empresas que ya vienen trabajando en este rubro por más de 60 o 70 años. Entonces sería muy difícil que solamente hayan tenido de 2 a 3 accidentes. Como recomendación, se podría fijar los accidentes como graves, muy graves y mortales. Es decir, se podría plantear analizar los accidentes mortales por año por cada 1000 trabajadores.
8. En la primera etapa de pre-calificación con respecto a la seguridad y salud, se podría analizar si la empresa cumple con algún estándar.
9. Respecto al sub-criterio, impacto ambiental, es difícil poder medir la cantidad de residuos y emisiones, entonces sería más fácil plantear una propuesta en donde la empresa tenga implantado el sistema de gestión ambiental ISO 14001.
10. El nivel de endeudamiento que se propuso ser menos o igual a 70%, no estaba definido de forma clara ya que no se explicó si era un 70% del capital social o de la facturación anual. Por lo tanto, tiene que ser revisado nuevamente para ser tomado en cuenta.
11. En conclusión; para esta primera etapa de pre-calificación, se sugirió que esta etapa sea como una lista de chequeo donde las empresas que se presenten a evaluación tengan que cumplir ciertos requisitos para poder calificar a la segunda etapa.

Del mismo modo, las sugerencias que se tomaron en cuenta para la segunda etapa de este proceso de evaluación fueron las siguientes:

1. Con respecto al sub-criterio, maquinaria, se tendrá que explicar mejor si el estudio estará enfocado en el tipo de maquinarias, si son adecuadas para el trabajo o no, o la antigüedad de las maquinas. Se necesita revisar este sub-criterio nuevamente o proponer un mejor sub-criterio.
2. Se recomienda colocar el sub-criterio, seguridad y salud, dentro del impacto social y el sub-criterio, control de calidad, dentro de la propuesta técnica.
3. Seguridad y Salud, como se recomendó en la primera etapa, se tiene que evaluar mediante un índice, ratio de accidentes y no el número de accidentes ocurridos en una empresa.
4. En el sub-criterio, riesgos laborales, sería recomendable valorar cuánto dinero las empresas van a invertir en prevención de riesgos laborales.
5. Los sub-criterios, emisiones y generación de residuos, se tendría que prever cuanta emisión habría, que después evidentemente se tendría que controlar. Así como también, previsión de residuos, consumo energético. Otra recomendación sería evaluar la cantidad de residuos generados en obra se reutilizarán o reciclarán en la misma o en otra.
6. Con respecto al criterio movilidad, los sub-criterios propuestos se tendría que medir de alguna manera. ¿Cómo se podría saber que una empresa realizará menos bloqueo de vías que otra? Se podría tomar en cuenta los metros que se bloquean y el tiempo de duración.
7. Nivel de endeudamiento, se sugiere quitar este sub-criterio en la segunda etapa de calificación porque, primero, usualmente no es requerido en esta fase; y, segundo, porque ya se calificó en la fase de precalificación. Lo que se podría valorar es una oferta económica concreta por parte de las empresas.

8. Se recomienda agregar los costes de mantenimiento en la categoría de propuesta económica.
9. Por último, no es razonable asignarle un 20% de peso a la propuesta económica en la segunda etapa de la calificación. Por lo tanto, se le tendría que asignar un mayor peso ya que es parte esencial, sobre todo por la oferta económica que pueden presentar cada empresa.

Después de analizar la primera propuesta del árbol de valor para esta metodología de procesos de licitación y considerando realizar ciertos cambios en ambas etapas con el objetivo de mejorarlo, se presenta un árbol de valor renovado. A su vez, se incluye la descripción de los indicadores de cada criterio y sub-criterio para esta segunda parte del proceso. Esta descripción de indicadores se encuentra en los apartados 9.2 y 9.3.

9.2. Propuesta final de la Fase 1: Pre-calificación

En cuanto a la primera fase, *pre-calificación*, se decidió presentarla como una fase más simple, pero a su vez, exigente. Primeramente, de los ocho sub-criterios que se presentan en esta primera fase de evaluación, se propone que, como mínimo, las compañías que se presenten a evaluación cumplan con siete de ellos; considerando un porcentaje de 87.5% como positivo para que las compañías que se estén presentando a este proceso de evaluación puedan calificar a la segunda fase y así continuar en competencia.

Por lo tanto, las empresas de construcción que se presenten a evaluación tendrán que cumplir una serie de requisitos en esta primera fase; los cuáles son considerados de gran importancia por la administración encargada de realizar la evaluación. Es decir, se examinará si las compañías cumplen o no cumplen con los requisitos propuestos por la entidad, con el propósito de poder calificar a la segunda etapa de esta evaluación de procesos de licitación.

Entonces, como se puede observar en la Figura 4, para la primera fase de este proceso de evaluación que es la *pre-calificación*, se decidió eliminar el peso de la categoría; así como también el peso de los criterios y sub-criterios, con el propósito de establecer una etapa donde la calificación de la empresa dependa de los requisitos que necesitan cumplir a

través de los requerimientos por parte de la administración que esté a cargo del proceso de evaluación.

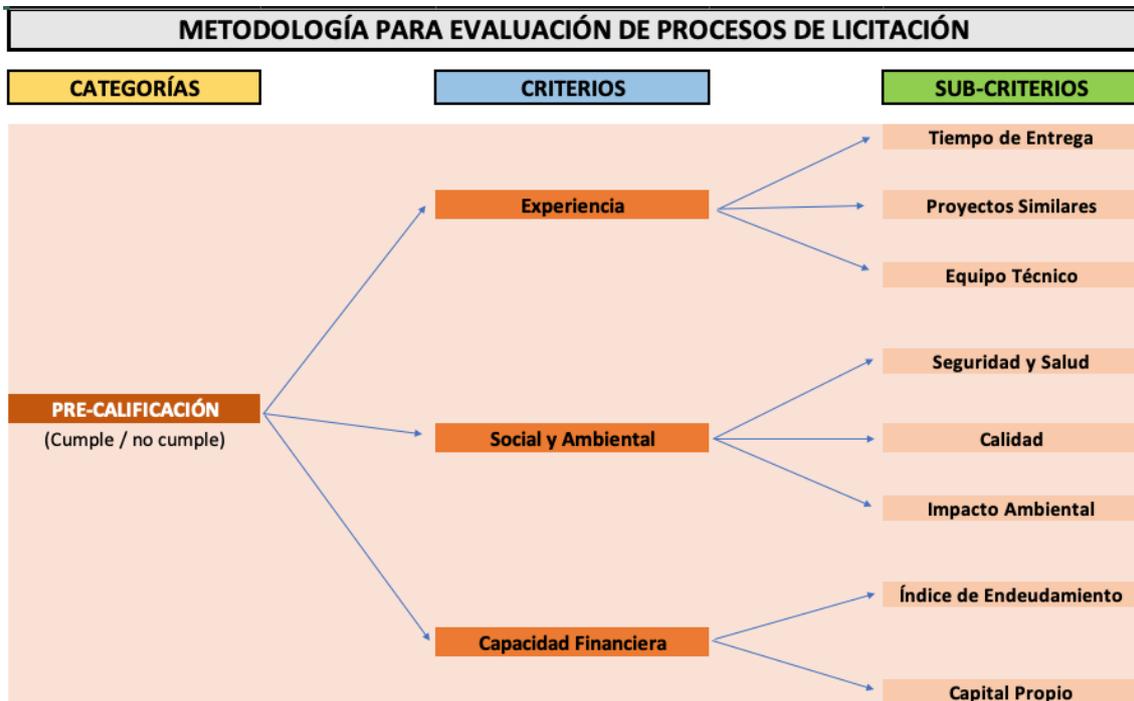


Figura 4. Fase 1: Pre-Calificación (propuesta final)

Por lo tanto; dentro del primer criterio, *experiencia*, primero se optó por cambiar el sub-criterio “Trabajadores” por “Equipo Técnico” ya que así se puede especificar que este sub-criterio estará basado en evaluar que las empresas presenten el listado del equipo técnico que se precise de acuerdo al tipo de obra que se va a ejecutar. Sin embargo, para presentar este listado, primeramente, la administración encargada de este proceso definirá que equipo técnico mínimo se necesita para la obra en concreto que se va a licitar. Entonces, luego de obtener la información sobre el equipo técnico que se necesita, la compañía tendrá que incluir junto con ese listado, titulaciones y años de experiencia de los principales ingenieros que estarán a cargo de la obra. Por ejemplo, como principales ingenieros se pueden considerar los siguientes que se mencionan a continuación:

- Jefe de Obra:
Experiencia: 5 años
Estudios mínimos: Ingeniería técnica

Conocimientos necesarios: presupuestos, control de costes, seguimiento de obra, etc.

- Asistente de Obra:
Experiencia: 5 años
Titulación: Ingeniero Civil
Conocimientos: Experiencia como residente de obras públicas
- Coordinador de Seguridad y Salud:
Experiencia: 3 años
Titulación: Máster en prevención de riesgos laborales
- Responsable de calidad:
Experiencia: 5 años
Estudios mínimos: Grado en Ing. Civil
Conocimientos: obra lineal, o en implantación de sistemas de calidad.

Para la presentación de este listado del equipo técnico, se ha creado una ficha donde la empresa tendrá que rellenar los datos, estudios realizados y experiencia de los ingenieros que forman parte de este equipo técnico. Esta ficha se puede encontrar en el Anexo A.

De igual forma, la administración encargada de este proceso de evaluación tendrá que comprobar si la empresa que se presente haya cumplido o no con los otros dos sub-criterios de este primer criterio, *experiencia*, los cuales son tiempo de entrega y proyectos similares. Respecto al sub-criterio, tiempo de entrega, la empresa que se presente a evaluación tendrá que cumplir con los siguientes requisitos solicitados por la administración:

- Primero, las compañías deberán presentar los proyectos realizados de los últimos 3 años, junto con sus respectivos certificados.

- Segundo, para verificar cuántos de estos proyectos se entregaron sin retraso, la administración va a considerar que, una obra estuvo con retraso, cuando haya superado el 15% del tiempo contractual.
- Tercero, después de que la administración se informe de cuántos proyectos sin retraso tuvo la empresa, esta cantidad de proyectos sin retraso se dividirá con el total de proyectos ejecutados en esos últimos 3 años.
- Finalmente, la administración considerará un porcentaje de igual o mayor al 60% como favorable para este primer sub-criterio.

Por ejemplo, de 10 proyectos realizados en 3 años por la empresa ICA S.A., se pudo verificar que 7 proyectos no superaron el 15% del tiempo estimado de entrega. Por lo tanto, estos son proyectos sin retraso. Sin embargo, 3 proyectos si fueron entregados con retraso ya que sobrepasaron el 15% del tiempo contractual. Entonces, estos 7 proyectos sin retraso se emplearán en la siguiente fórmula para que la administración pueda informarse si la compañía que se está presentando a evaluación, puede obtener el porcentaje deseado para una buena calificación:

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{\text{Proyectos sin retraso en los últimos 3 años}}{\text{Total proyectos construidos en los últimos 3 años}} \times 100\% \geq 60\%$$

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{7}{10} \times 100\% = 70\% \geq 60\% \text{ (Cumple)}$$

No obstante, si una empresa ha realizado 6 proyectos en sus últimos 3 años. Y se verifica que solamente 3 proyectos fueron entregados sin retraso y que los 3 proyectos restantes se entregaron con retraso, esta empresa no podrá obtener un porcentaje favorable y, por lo tanto, no conseguirá una calificación positiva en este primer sub-criterio.

$$\text{Tiempo de entrega} = \frac{3}{6} \times 100\% = 50\% < 60\% \text{ (No cumple)}$$

Para la presentación de este listado de obras ejecutadas en los últimos 3 años, se ha creado una ficha donde la compañía tendrá que rellenar los datos de estas obras junto con sus respectivos certificados. Esta ficha se puede encontrar en el Anexo A.

Como se observa en la Figura 4, en el segundo sub-criterio, proyectos similares, la administración que esté a cargo, evaluará la cantidad de proyectos similares que la empresa haya ejecutado anteriormente, siendo como mínimo dos proyectos similares. Sabiendo que existen tipos de obra como se describen a continuación,

- Vías terrestres y de comunicación como carreteras, vías férreas, puertos y canales, y aeropuertos.
- Hidráulica como presas y redes de distribución.
- Urbana como calles, parques, alumbrado público, etc.
- Edificación como conjuntos habitacionales, edificios de condominios, oficinas, centros comerciales, etc.

Se tomará en cuenta la cantidad de presupuesto similar a las obras anteriores ejecutadas por parte de la compañía. Para esto, las empresas que se presenten a este proceso de evaluación podrán hacerlo siempre y cuando hayan realizado obras no menores al 25% del presupuesto planteado por la administración con fines de invertir en dicha obra. Sin embargo, las empresas que hayan realizado proyectos de presupuesto mayor a la propuesta de la administración, podrán presentarse sin ningún problema; ya que se deduce que si han realizado obras similares de mayor presupuesto, entonces no tendrían problemas para realizar una obra de menor envergadura, ya que cuentan con una experiencia destacada.

Por ejemplo; si existe una obra de 1.000.000,00 euros, la empresa que se decida presentar una oferta, tendrá una evaluación favorable en el sub-criterio si ha realizado obras del mismo tipo de mayor presupuesto como se mencionó anteriormente, pero no podrá si ha ejecutado obras menores al 75% de ese presupuesto indicado. Por lo tanto, puede

presentarse sin problemas si ha ejecutado obras de 2 millones o más, pero no menores a 750.000,00 euros. Por lo tanto, este sub-criterio se evaluará como favorable si se cumple:

Presupuesto proyecto similar ≥ 0.75 x Presupuesto total de la obra

Cabe resaltar que, en el caso de presentarse empresas pequeñas a evaluación y no estén en el rango sugerido, entonces tendrán la opción de formar una unión temporal de empresas (UTE) y así poder entrar en competencia.

Para la presentación de la experiencia en proyectos similares por parte de la compañía que se encuentre en evaluación, se ha elaborado una ficha donde la compañía tendrá que rellenar los datos de estos proyectos. Esta ficha se encuentra en el Anexo A.

Consecuentemente, como se puede observar en la Figura 4, se decidió utilizar la nueva definición *Social y Ambiental* para el segundo criterio de esta primera fase de evaluación. Entonces, en el primer sub-criterio de este segundo criterio, seguridad y salud, la administración solicitará que la compañía que se presente a este proceso, tenga implantado algún sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo; con el objetivo de contribuir a la prevención de accidentes dentro de cualquier proceso constructivo. Es decir, específicamente que tenga implantada la norma ISO 45001. Según, ISO.org, “esta nueva norma ayudará a las organizaciones a reducir esta carga al proporcionar un marco para mejorar la seguridad de los empleados, reducir los riesgos en el lugar de trabajo y crear condiciones de trabajo mejores y más seguras en todo el mundo.” Por lo tanto, la compañía que se encuentre en evaluación deberá presentar una copia del certificado que confirme que este sistema está implantado en la compañía acorde con las normas.

Además, como se puede ver en la Figura 4, se optó por cambiar la denominación del sub-criterio “Impacto Social” por “Calidad”; donde la administración tendrá como objetivo informarle a la compañía que deberá de tener implantada un sistema de gestión de calidad; tomando en consideración la importancia de contar con la norma ISO 9001. Ya que, gracias a la implementación del Sistema de Gestión de Calidad, según la norma ISO 9001, “la empresa podrá demostrar su capacidad para conseguir ofrecer a sus clientes productos o servicios eficientes que satisfagan sus necesidades.” De esta manera, la compañía

deberá presentar una copia del certificado que ratifique que este sistema está implantado en la empresa acorde con las normas.

En relación al último sub-criterio, impacto ambiental, la empresa que se presente a esta primera fase de evaluación, tendrá que tener implantada la norma ISO 14001. La implementación de un Sistema de Gestión Ambiental, según la norma ISO 14001, “le ofrece la posibilidad de sistematizar todos los aspectos ambientales que se generan en cada actividad de la organización para elaborar la evaluación de estos aspectos.” Por consiguiente, la compañía deberá presentar una copia del certificado que ratifique que este sistema está implantado en la compañía acorde con las normas.

Cabe resaltar que la administración suministrará un documento donde el encargado de la empresa lo presentará firmado y, a su vez, deberá adjuntar la copia del certificado de la implantación de estos sistemas en la seguridad y salud, calidad e impacto ambiental. Este documento se encuentra alojado en el Anexo A.

Respecto al criterio, *capacidad financiera*, el cuál es el tercer criterio de esta primera fase de calificación, como se aprecia en la Figura 4; se decidió definir el primer sub-criterio índice de endeudamiento y el segundo sub-criterio capital propio. Para este primer sub-criterio, índice de endeudamiento, la administración le informará a las compañías que se presenten a evaluación que deberán presentar el porcentaje del índice de endeudamiento con el propósito de poder verificar que la empresa no tiene dentro de sus planes utilizar los recursos entregados por la administración para, por ejemplo, el pago de deudas habidas.

Entonces, se permitirá un porcentaje de endeudamiento del 60% para un contrato de gran cuantía, del 70% para contratos de cuantía moderada y del 80% para contratos de cuantía baja. Galeano & Arias (2001), proponen estos porcentajes basándose en el SMMLV (Salario Mínimo Mensual Legal Vigente) en Colombia. Por lo tanto, tomando esta idea como guía y aplicándola en este sub-criterio, se va a determinar el valor del 60% para el índice de endeudamiento de un contrato de gran cuantía bajo la responsabilidad de entregar obras de construcción de gran envergadura o longitud según su alta cuantía. Ya que, como ellos detallan, no se podría correr el riesgo de adjudicar un contrato de grandes

cantidades de dinero a una empresa que pueda requerir otras obligaciones con terceros y que, por lo tanto, pueda surgir atrasos en la ejecución.

Luego, para contratos de cuantía moderada, se propone un máximo de 70% de índice de endeudamiento. Se considera un 70% porque aún siguen siendo cuantías importantes de dinero. Además, este rango reunirá la mayor cantidad de licitaciones que realiza el estado. Finalmente, para contratos de cuantía baja, se puede llegar a un máximo de índice de endeudamiento del 80%. Estos contratos suelen ser contratos menores como mantenimiento. De esta manera, se les concede la oportunidad a empresas emergentes de ganar experiencia.

Por lo tanto, poniendo a España como ejemplo y conociendo que el salario mínimo interprofesional (SMI) actual, según el Real Decreto 1462/2018, es de 900 euros; se propone el siguiente despliegue en la Tabla 8 como guía:

Tabla 8. Índice de endeudamiento según la cuantía (Fuente: Galeano & Arias (2001))

Cuantía	Rangos en SMI (Salario Mínimo Interprofesional)	Cuantía para el caso de España (SMI = 900 €)	Índice de Endeudamiento
Alta	Mayor que 5.001,00	> 4.500.900,00	60%
Moderada	Entre 5.000,00 y 2.001,00	4.500.000,00 < X > 1.800.900,00	70%
Baja	Menor que 2.000,00	< 1.800.000,00	80%

Por último, el segundo sub-criterio, capital propio, la administración encargada del proceso de evaluación, tendrá que verificar si la compañía cuenta con un capital apto para la magnitud de la obra que se necesita ejecutar. Por lo tanto, la administración utilizará la siguiente fórmula para comprobar que este capital sea igual o mayor al 60% del valor total de la obra.

$$\text{Capital Propio} \geq \text{Valor total de la obra} \times 0.60$$

Finalmente, las empresas de construcción que se hayan presentado a este proceso de licitación y hayan obtenido en esta primera fase, *pre-calificación*, una valoración favorable en 7 de los 8 sub-criterios (puntuación igual o mayor a 87.5%), tendrán la posibilidad de continuar en competencia y así ingresar a la segunda fase donde se les evaluará de acuerdo a los respectivos pesos de los indicadores de cada sub-criterio que se muestra en la Figura 5.

9.3. Propuesta final de la Fase 2: Evaluación de las ofertas mediante un árbol de valor

Entonces, en la segunda fase de calificación dentro de este proceso de evaluación, las categorías que se plantearon dentro de este nuevo árbol de valor fueron modificadas por *propuesta técnica*, *impacto ambiental*, *impacto social* y *propuesta económica*. Además, como se puede observar en la Figura 5, a la *propuesta técnica* se le ha asignado un nuevo peso de 20%, al *impacto ambiental* un peso de 25%, al *impacto social* un peso de 25% y, por último, a la *propuesta económica* se le fijó un peso de 30%. La explicación de estos nuevos pesos propuestos se irá explicando según se vayan presentando los nuevos cambios realizados en los criterios y sub-criterios de cada categoría para este nuevo árbol de valor.

Por ende; como se mencionó anteriormente, a la *propuesta técnica* se le otorgó un peso de 20% ya que se considera un elemento significativo en esta segunda etapa de calificación de este nuevo árbol de valor. Asimismo, se tomó la decisión de establecer como único sub-criterio el *control de calidad*.

Siendo así, para el criterio de esta categoría, *control de calidad*, se le fijó un peso de 100% ya que es el único factor que se tiene en cuenta dentro de la propuesta técnica que exhiban las empresas que se presenten a este proceso de evaluación. Por consiguiente, la administración encargada de este proceso, estudiará la inversión, que es el principal y único sub-criterio de este criterio mencionado. Entonces, la administración analizará la inversión que propone la empresa para el control de calidad como la prevención, ensayos, inspección, etc.

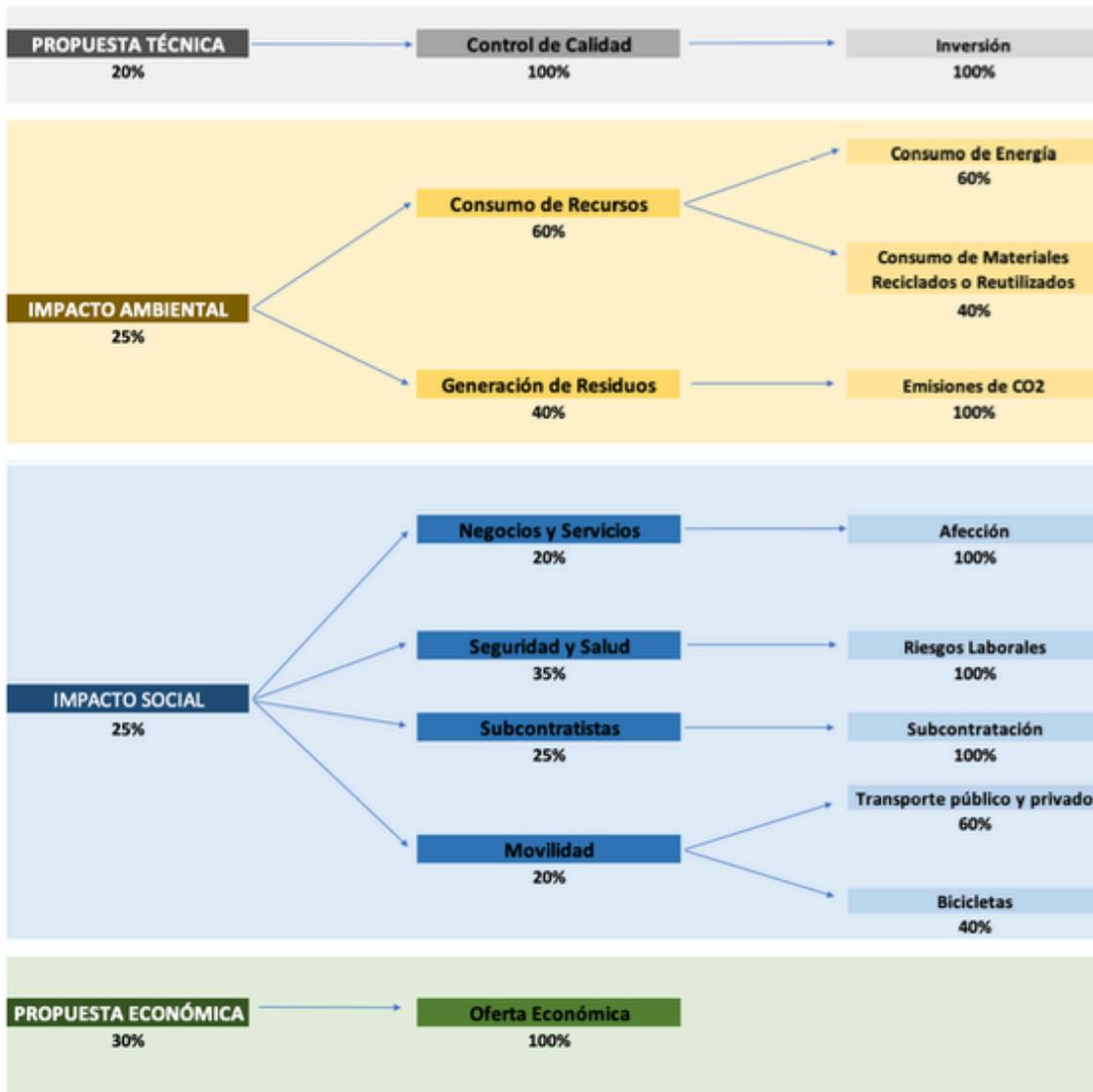


Figura 5. Fase 2: Evaluación de ofertas (propuesta final)

Se considera que, mientras más inversión por parte de la compañía en el control de la calidad, mejor calificación obtendrá. Por lo tanto, se establece una inversión de hasta 2.5% del valor total de la obra. Se concede este porcentaje promedio de inversión basándose en el análisis que se realizó en algunos pliegos de cláusulas administrativas particulares (PCAP) de licitaciones de obra pública de la ciudad de Madrid, España. Entonces, el indicador que se podría utilizar para este sub-criterio sería el siguiente:

$$I_{\text{inversión}} = \% \text{ de inversión destinado al control de calidad}$$

Para la inversión en el control de calidad, la administración suministrará un documento a la compañía, donde el encargado de la empresa lo presentará relleno y firmado. Este documento se puede ver en el Anexo A.

A la segunda categoría de esta segunda fase de calificación, *impacto ambiental*, se le concedió un peso de 25%. Se le asignó este porcentaje porque se considera que es un componente elemental a tomar en cuenta dentro de la evaluación que va a realizar la administración encargada del proceso.

El impacto ambiental que vaya a generar la construcción de una obra se considera significativo ya que promoviendo el cuidado del medio ambiente, la empresa que se encuentre en competencia podrá tener más opciones de poder adquirir un mejor puntaje. Por consiguiente, como se puede observar en la Figura 5, esta categoría contiene los siguientes nuevos criterios, *consumo de recursos* y *generación de residuos*.

Respecto al primer criterio, *consumo de recursos*, se le otorgó un peso de 60% porque es primordial reconocer que las empresas que estén en esta segunda fase de competencia posean dentro de sus prioridades la disminución de estos consumos que se manifiestan durante la ejecución de la obra. Además, este primer criterio está acompañado por dos sub-criterios que son consumo de energía y consumo de materiales reciclados o reutilizados.

Al consumo de energía, sabiendo que la fabricación del material es lo que consume más energía, se le concedió un peso de 60%. Además, la empresa que se encuentre en esta segunda fase de evaluación tendrá que presentar lo siguiente:

- El informe, por parte de la empresa suministradora, de la energía empleada en la fabricación de los materiales. La energía se medirá en la unidad Megajoules (MJ).
- El informe de la distancia que se necesita para transportar el material desde la fábrica hasta la obra. La unidad a utilizar será kilómetros (km).
- La energía consumida por el tipo de maquinaria utilizada. La energía se medirá en la unidad Megajoules (MJ).

Es importante mencionar que, este consumo de energía para la fabricación y transporte de los materiales, estará basado en los tres principales materiales a considerar que son el acero, concreto y asfalto. Además, se valorará mejor a la empresa que compre materiales a fábricas cercanas a la obra, con la finalidad de disminuir la distancia de transporte de este material.

Por ejemplo, para la construcción de un puente de 500 metros, la empresa LIMA S.A. necesitará como principales materiales a utilizar el hormigón, acero y asfalto. Esta empresa propone como objetivo comprar estos materiales en fábricas cercanas al lugar de la obra con la finalidad de disminuir el consumo de energía durante el transporte de estos materiales.

Por lo tanto, en el caso del acero, se conoce que existen dos fábricas de acero relativamente cercanas de la obra. Una de estas fábricas, nombrada A, se localiza 5 km de distancia, y tiene un consumo de energía para la fabricación de este material de 22.15 MJ/kg del producto. Mientras tanto, la otra fábrica, nombrada B, se encuentra a 8 km de distancia, y tiene un consumo de energía de 24.40 MJ/kg del producto; tomando como referencia valores descritos en Hammond & Jones (2008).

Entonces la empresa LIMA S.A. propone comprar el material en la fábrica más cercana a la obra y, a su vez, la que genera menos consumo de energía para así contribuir con la disminución de este consumo, siendo la fábrica A la elegida por la compañía. Por lo tanto, este consumo de energía se podría calcular por medio del siguiente indicador:

$$I_{CE} = \text{Energía empleada en fabricación del material} + \text{transporte de material a obra} + \text{tipo de maquinaria utilizada}$$

Para la presentación del consumo de energía, la administración otorgará una ficha a la compañía donde tendrán que detallar la maquinaria utilizada por la empresa. Esta ficha se encuentra en el Anexo A.

Con respecto al consumo de materiales reciclados o reutilizados, y conociendo que los materiales tienen mucha notoriedad cuando se consumen los recursos durante una

construcción, y estando de acuerdo con Casanovas (2014) que a mayor cantidad de materiales consumidos, mayor impacto ambiental; se le asignó un peso de 40%.

Para este sub-criterio, se valorará con una mejor calificación a las empresas que tengan como propuesta invertir un porcentaje significativo en el uso de materiales reciclados o reutilizados durante el proceso constructivo. Es decir, la administración analizará, a partir de la cantidad total de material que se va a utilizar, que porcentaje será reciclado o reutilizado en la obra. Para este sub-criterio, se va a considerar un máximo de inversión ,para el uso de materiales reciclados o reutilizados, del 100%; ya que se podría presentar la posibilidad de que una empresa proponga ejecutar el trabajo haciendo uso total de materiales reciclado o reutilizados.

Se considera importante el uso de materiales reciclados o reutilizados porque así se prescinde el proceso de extracción y de producto de la materia prima (Casanovas, 2014). Y, por consiguiente, se toma cuidado del medio ambiente y se realiza una construcción sostenible. Por lo tanto, el indicador a utilizar para calificar este sub-criterio será la siguiente:

$$I_{CMRR} = \% \text{ de materiales reciclados o reutilizados en obra}$$

Para la propuesta de inversión en el consumo de materiales reciclados o reutilizados, la administración suministrará un documento a la compañía, donde el encargado de la empresa lo presentará relleno y firmado. Este documento se puede encontrar en el Anexo A.

En relación al segundo criterio, *generación de residuos*, el cuál pertenece a la segunda categoría de esta segunda fase de calificación, se le asignó un peso de 40% porque es importante poder corroborar que las compañías que se encuentren en esta fase tengan dentro de sus propuestas un control positivo en la generación de residuos que se generan dentro de la ejecución de la obra, como son las emisiones de CO₂ que se disparan cada año marcando una alarmante tendencia.

Por lo tanto, en esta segunda fase de calificación, la compañía tendrá que presentar lo siguiente a la administración que esta a cargo del proceso:

- Los informes de emisiones de CO₂ que se va a generar en la fabricación de los materiales principales que se necesiten en la obra; tales como el hormigón, acero y asfalto. Estos informes tendrían que ser brindados por el fabricante. Las emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.
- El informe de la distancia que se necesita para transportar el material desde la fábrica hasta la obra. Esta distancia se medirá en la unidad kilómetros (km).
- Las emisiones de CO₂ generada por el tipo de maquinaria utilizada. Las emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.

Cabe mencionar que se valorará mejor a la empresa que compre materiales a fábricas que se encuentren localizadas cerca de la obra, ya que de esta manera se reducirá la distancia a recorrer durante el transporte de los materiales.

Por ejemplo, se consideran 2 fábricas a determinada distancia que fabrican el cemento, y la fábrica C tiene unas emisiones de CO₂ de 0.90 kgCO₂/kg de producto; mientras la fábrica D tiene unas emisiones de CO₂ de 0.83 kgCO₂/kg; tomando como referencia datos de Hammond & Jones (2008). Entonces la compañía que se presente a evaluación obtendrá mejor puntaje si compra el material a la empresa más cercana y que genere menos emisiones de CO₂; en este caso, si realiza la compra de materiales a la fábrica D.

Entonces, el indicador a utilizar para poder calcular la emisión de CO₂ sería el que se presenta a continuación:

$$I_{\text{Emisión de CO}_2} = \text{Emisión generada en la fabricación del material} + \text{transporte de material a obra} + \text{tipo de maquinaria utilizada}$$

Para la presentación de emisiones de CO₂ por parte de la empresa, la administración otorgará una ficha a la compañía donde tendrán que detallar la maquinaria utilizada por la empresa. Esta ficha se encuentra en el Anexo A.

La tercera categoría de esta segunda fase de evaluación, como se puede observar en la Figura 5, es el *impacto social*. Como se explicó anteriormente, otra prioridad a considerar por parte de la administración es el impacto social que puede generar cierto tipo de obra que se esté ejecutando en un área determinada. Entonces, como se puede ver en la Figura

5, a esta tercera categoría se le fijó un peso de 25% porque se valora que es también importante dentro de esta segunda fase de evaluación para procesos de licitación.

Por consiguiente, se podrá analizar las problemas y molestias que puede causar este impacto social hacia la población que reside alrededor de la obra de acuerdo al tiempo que se necesite para la culminación de la obra de construcción propuesta. Dentro de esta categoría, se decidió considerar cuatro criterios, los cuáles son *negocios y servicios*, *seguridad y salud*, *subcontratistas*, y *movilidad*.

Para el primer criterio, *negocios y servicios*, se le concedió un peso de 20%; ya que la afección hacia los negocios como tiendas, y servicios como entidades públicas y privadas, es el principal factor a considerar en esta segunda fase de calificación.

Al sub-criterio, afección, le corresponde un peso de 100%, por tratarse del único sub-criterio dentro de negocios y servicios. Siendo así, la administración informará a las empresas que se presenten a evaluación que, éstas tendrán una mejor calificación si el tiempo de ejecución de la obra es menor comparado con la propuesta de otras empresas. Asimismo, se tomará en cuenta el área de trabajo que ocupe esta empresa para ejecutar la obra propuesta.

Entonces, el indicador a utilizar para calcular la afección a los negocios y servicios sería el siguiente:

$$I_{NYS} = \text{Tiempo de ejecución (días)} \times \text{Área de trabajo (m}^2\text{)}$$

Ahora, para el segundo criterio de esta tercera categoría, como se puede apreciar en la Figura 5, es la *seguridad y salud*. A este criterio se le asignó un peso de 35%, ya que se considera también significativo que la empresa cuente con un sistema apto para evitar riesgos laborales dentro del proceso constructivo y así prevenir algún accidente que se pueda presentar. Por lo tanto, la administración evaluará la inversión que proponga la empresa para riesgos laborales. Mientras mayor inversión proponga, mejor será la calificación.

Para este sub-criterio, riesgos laborales, basándose en el análisis de los costes de prevención en obras de construcción realizado por López-Alonso et al. (2015), se

establece que la empresa presente un porcentaje de inversión no menor del 5% del valor total de la obra. Es importante mencionar que la seguridad y salud de cada trabajador es un aspecto elemental a tomar en cuenta ya que, por ejemplo, se pueden presentar enfermedades posteriores a los trabajos realizados en obra, o accidentes de diferentes tipos en el momento que se está ejecutando la obra durante la jornada laboral. Entonces, el indicador que se podría utilizar para este sub-criterio de riesgos laborales sería el siguiente:

$$I_{RL} = \% \text{ de inversión destinado a la Seguridad y Salud}$$

Por lo tanto, para la inversión en seguridad y salud, la administración suministrará un documento a la compañía, donde el encargado de la empresa lo presentará relleno y firmado. Este documento se puede ver en el Anexo A.

Para el tercer criterio de esta tercera categoría, como se observa en la Figura 5, es *subcontratistas*. A este criterio se le estableció un peso de 25%. Por lo tanto, para poder calificar esta sección, la entidad evaluadora calificará mejor a aquella compañía que invierta en la subcontratación con empresas de inserción social o centros especiales de empleo. Por lo tanto, se considera realizar una inversión máxima del 5% del presupuesto total de la obra. Esta media de porcentaje de subcontratación se otorga después de los análisis realizados a algunos pliegos de cláusulas administrativas particulares de licitaciones de las ciudades de Madrid y Barcelona.

Con este requisito, de subcontratar con empresas de inserción social o centros especiales de empleo, y basándose en la Ley 44/2007 [25], de 13 de diciembre, para la regulación del régimen de las Empresas de Inserción, se intenta integrar a la sociedad laboral a aquellas personas que se encuentran excluidas; ya sea por alguna discapacidad o el pasado que hayan tenido anteriormente. Entonces, el indicador que se utilizará para este sub-criterio, subcontratación, será el siguiente:

$$I_{\text{subcontratación}} = \% \text{ de inversión destinado a la subcontratación con empresas de inserción social o centros especiales de empleo}$$

Cabe indicar que, para presentar la propuesta de inversión, la administración suministrará un documento donde el encargado de la empresa lo presentará relleno y firmado. Este documento se encuentra ubicado en el Anexo A.

El último criterio de la categoría de impacto social es la *movilidad*. A este criterio, *movilidad*, se le confiere un peso de 20%. Este criterio es también importante porque se trata de valorar el efecto que puede producir la interrupción de carreteras y desvíos del transporte público y privado. Asimismo, la afectación que puede causar hacia los ciclistas la interrupción de los carriles que utilizan diariamente. Entonces, para este tercer criterio, *movilidad*, se le atribuye dos sub-criterios, los cuales son transporte público y privado, y bicicletas.

Para el primer sub-criterio, transporte público y privado, se le asignó un peso de 60%. Por ende, la administración valorará y va a diferenciar las propuestas que presenten las empresas con un menor tiempo de interrupción de estaciones y carriles. A su vez, se tomará en consideración la distancia causada por esta interrupción.

Por ejemplo, si se necesita realizar una obra y ésta afecta una parada de bus durante el tiempo de ejecución de la obra. Una compañía propone que el tiempo de interrupción será menor pero la parada de bus quedará anulada durante el tiempo de ejecución; y otra empresa propone realizar el trabajo con un tiempo de afectación mayor y sin bloquear la parada de bus ya que considera realizar la obra en dos fases. Entonces, la administración podría considerar la segunda propuesta ya que no afectará a los usuarios el uso de la determinada parada de bus. Por consiguiente, el indicador que se propone utilizar en este sub-criterio, transporte público y privado, es el siguiente:

$$I_{TPP} = \text{Tiempo de interrupción (días)} \times \text{Distancia afectada (m)}$$

En el segundo sub-criterio, bicicletas, como se puede observar en la Figura 5, se le asignó un peso de 40%. Para este sub-criterio, la administración tomará en cuenta el tiempo y metros de interrupción de estos carriles de bicicletas; y va a diferenciar las propuestas que presenten las empresas con un menor tiempo y metros de interrupción hacia estos carriles. Por lo tanto, el indicador a utilizar para este sub-criterio, bicicletas, será el siguiente:

$$I_{\text{Bicicletas}} = \text{Tiempo de interrupción (días)} \times \text{Distancia afectada (m)}$$

Como se puede notar, la fórmula para el indicador de transporte público y privado como para bicicletas es el mismo, pero los resultados a obtener serán diferentes ya que se trata de carriles diferentes en ambos casos. Además, podría haber la posibilidad que durante la ejecución de una obra solo se puedan estar afectando los carriles de bicicletas o solamente los carriles de transporte público y privado, dependiendo de la obra.

Finalmente, la última categoría de esta segunda fase de este proceso de evaluación, como se puede apreciar en la Figura 5, es la *propuesta económica*. Se decidió otorgarle un mayor peso, 30%, ya que se considera una parte esencial, sobre todo por la oferta económica que pueden presentar cada empresa. Por lo tanto, se decidió también valorar como único criterio para esta última categoría la *oferta económica*.

En consecuencia, la administración evaluará la oferta económica que presente cada empresa. Para esto, se va a considerar que esta propuesta económica no sobrepase y mucho menos sea muy baja al presupuesto que se va a indicar. Por consiguiente, el indicador a utilizar para este último criterio, oferta económica, es el siguiente:

$$I_{\text{OE}} = \% \text{ de baja respecto al precio de licitación}$$

Para la presentación de la oferta económica propuesta por parte de la empresa que se encuentre en competencia, la administración otorgará una ficha a la compañía donde tendrán que describir esta oferta económica. Esta ficha se encuentra en el Anexo A.

Después de explicar cada sub-criterio de la primera y segunda fase de evaluación, se precisa indicar que se aplicarán penalidades por incumplimiento en las propuestas que presenten las empresas, así como algún retraso injustificado en la ejecución de la obra a realizar. Por lo tanto, después de realizar un análisis a diferentes licitaciones, se concluye que esta penalidad tendrá un monto máximo de 10% del monto total de la obra.

9.4. Funciones valor de cada sub-criterio de la segunda fase de evaluación

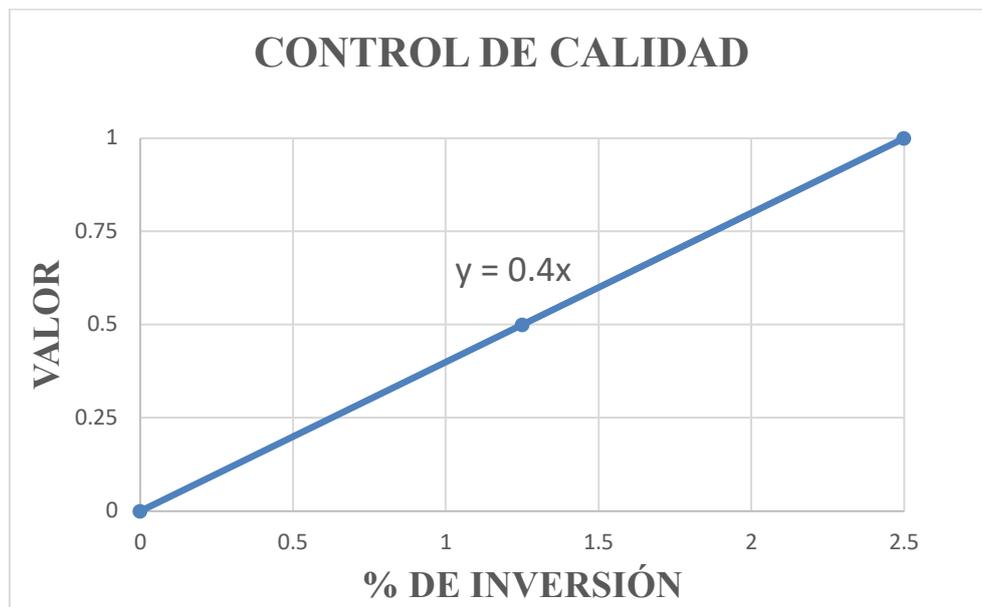
Es este apartado se muestran las funciones valor con la respectiva medida de cada sub-criterio a tomar en cuenta en esta segunda fase del proceso de evaluación. Donde el valor o satisfacción de cada indicador se medirá entre 0 y 1, siendo 0 un valor o satisfacción nula y 1 un valor considerado como máximo valor o satisfacción. Es importante mencionar que el cálculo del valor de cada indicador de estos sub-criterios se pondrá en práctica en la aplicación práctica que se presenta en el capítulo 10.

9.4.1. Control de calidad

Este sub-criterio, como se menciona en el apartado anterior y se puede observar en la Figura 5, se le otorga un peso de 100% y se va a considerar una inversión de hasta 2.5% del valor total de la obra.

Por consiguiente, el indicador de este sub-criterio, control de calidad, se representa en el siguiente Gráfico 1:

Gráfico 1. Función valor del indicador control de calidad



Entonces, como se aprecia en el Gráfico 1, para este sub-criterio un máximo porcentaje de inversión en el control de calidad, genera una satisfacción máxima. Por lo contrario, mientras la inversión va disminuyendo, la satisfacción, a su vez, irá disminuyendo.

9.4.2. Consumo de energía

A este sub-criterio se le otorga un peso de 60%. Los indicadores que influyen en este consumo de energía, como se mencionó anteriormente, son los siguientes:

- a) La energía empleada en la fabricación de los materiales. Esta energía se medirá en la unidad Megajoules (MJ).
- b) La distancia que se necesita para transportar del material desde la fábrica hasta la obra. La unidad a utilizar será Kilómetros (km).
- c) La energía consumida por el tipo de maquinaria utilizada, la cual se medirá en la unidad Megajoules (MJ).

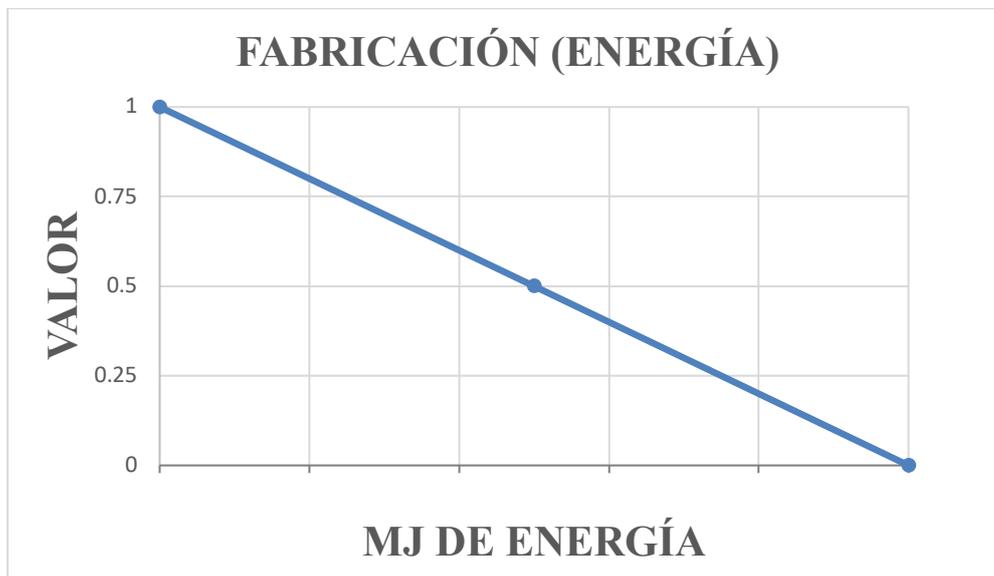
Cabe mencionar que, este consumo de energía estará basado en los tres principales materiales a considerar que son el acero, hormigón y asfalto. Pero, si la compañía que se encargará de suministrar los materiales, no dispone de informes relacionados al consumo de energía de la fabricación de estos tres principales materiales, entonces se utilizarán los datos de consumo de energético elaborados a partir del “Inventory of carbon and energy”, (Hammond & Jones, 2008), o de otras versiones actualizadas que se vayan a publicar en un futuro. Este inventario incluye la energía que se consume desde la extracción de la materia prima hasta que el material se distribuye hacia las obras. Se precisa que, la información en este inventario se basa específicamente en la recolección de datos de publicaciones revisadas por personas especializadas en el tema.

A continuación, se pasa a definir cada indicador de este consumo de energía mediante un gráfico.

- a) Fabricación: por ejemplo, Hammond & Jones (2018), determinan un promedio de consumo máximo, de entre todos los mejores valores del inventario, para cada uno de estos materiales a considerar. Para el asfalto, definen un promedio de 2.6 MJ de consumo de energía por kg del material; para el hormigón, definen un promedio de 3.01 MJ de consumo de energía por kg del material; y para el acero, definen un promedio de 29.36 MJ de consumo de energía por kg del material.

Por lo tanto, el eje de consumo de energía en el Gráfico 2, para realizar el cálculo, se va a determinar de la adición del consumo de energía que genere estos tres materiales principales. Pero este resultado total ya irá dependiendo esencialmente de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será el consumo de energía máximo que se presente de entre todas las ofertas.

Gráfico 2. Función valor del indicador consumo de energía en la fabricación de los materiales (hormigón, acero y asfalto)

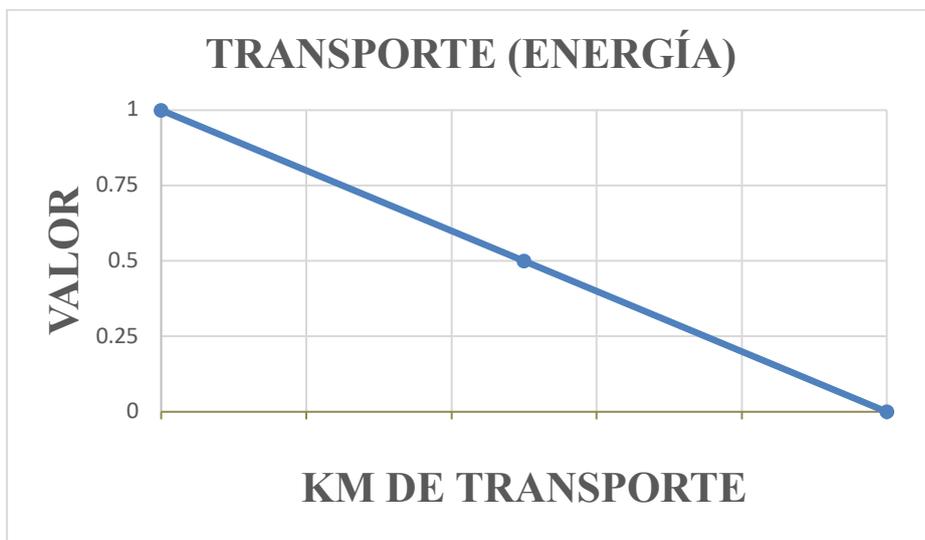


Basándose en el Gráfico 2, se considera que una fábrica que consuma mayor energía proporciona menor satisfacción.

- b) Transporte: Con respecto a la distancia del transporte del material desde la fábrica hasta la obra, se conocerá la distancia que se recorrerá para realizar el transporte

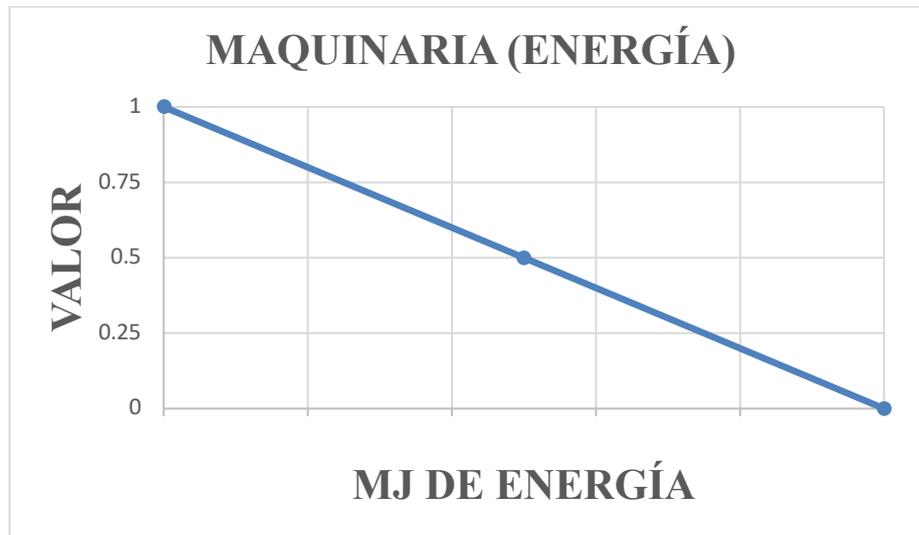
de estos tres materiales que se están considerando como principales. Luego de saber la distancia del transporte de cada material, se sumarán las distancias y finalmente el total será el máximo valor a utilizar en el eje del gráfico para transporte. Entonces, como se observa en el Gráfico 3, si esta distancia del transporte del material va disminuyendo, será mejor para la compañía porque la satisfacción será mayor.

Gráfico 3. Función valor del indicador consumo de energía en el transporte de los materiales (hormigón, acero y asfalto)



- c) Maquinaria: para este indicador, el eje de consumo de energía en el Gráfico 4, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el valor o satisfacción cero corresponderá a la oferta que tenga un mayor consumo entre todas las ofertas que se presenten a concurso. Si este exceso de energía utilizada por las maquinarias va disminuyendo, mejor calificación obtendrá la empresa ya que la satisfacción será mayor.

Gráfico 4. Función valor del indicador consumo de energía para la maquinaria de obra

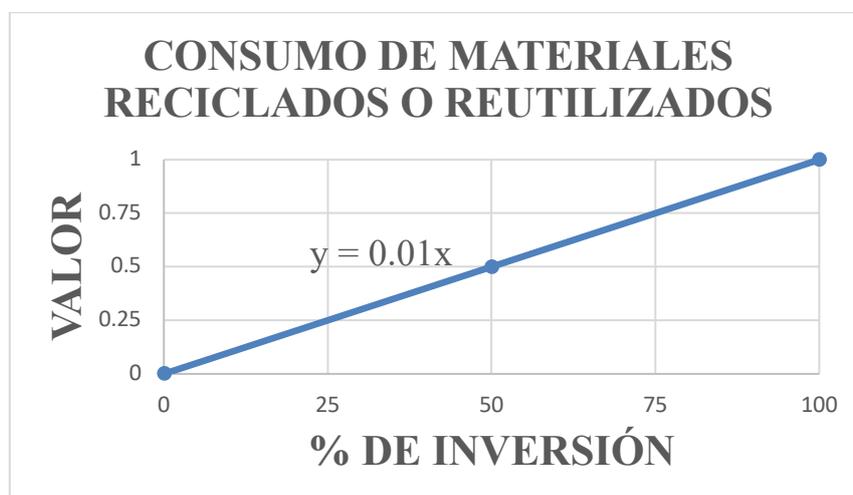


9.4.3. Consumo de materiales reciclados o reutilizados

Como se observa en la Figura 5, este sub-criterio se le otorga un peso de 40%. Además, se considera un porcentaje máximo de inversión de 100% para el uso de materiales reciclados o reutilizados como se explicó anteriormente.

Entonces, el indicador de este sub-criterio, consumo de materiales reciclado o reutilizados, se representa en el Gráfico 5:

Gráfico 5. Función valor del indicador consumo de materiales reciclados o reutilizados



Como se aprecia en el Gráfico 5, para este sub-criterio, un máximo porcentaje de inversión en el uso de materiales reciclados o reutilizados, genera una satisfacción máxima. Por lo contrario, mientras esta inversión va disminuyendo, la satisfacción también irá reduciéndose.

9.4.4. Emisiones de CO₂

A este sub-criterio, siendo el único, se le asigna un peso de 100%. Los indicadores que se consideran influyentes en estas emisiones de CO₂, como se mencionó anteriormente, son los siguientes:

- a) Las emisiones de CO₂ que se van a generar en la fabricación de los materiales principales que se necesiten en la obra, tales como el hormigón, acero y asfalto. Estos informes tendrían que ser brindados por el fabricante. Estas emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.
- b) La distancia que se necesita para transportar estos materiales desde la fábrica hasta la obra. Esta distancia se medirá en la unidad kilómetros (km).
- c) Las emisiones de CO₂ generada por el tipo de maquinaria utilizada. Las emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.

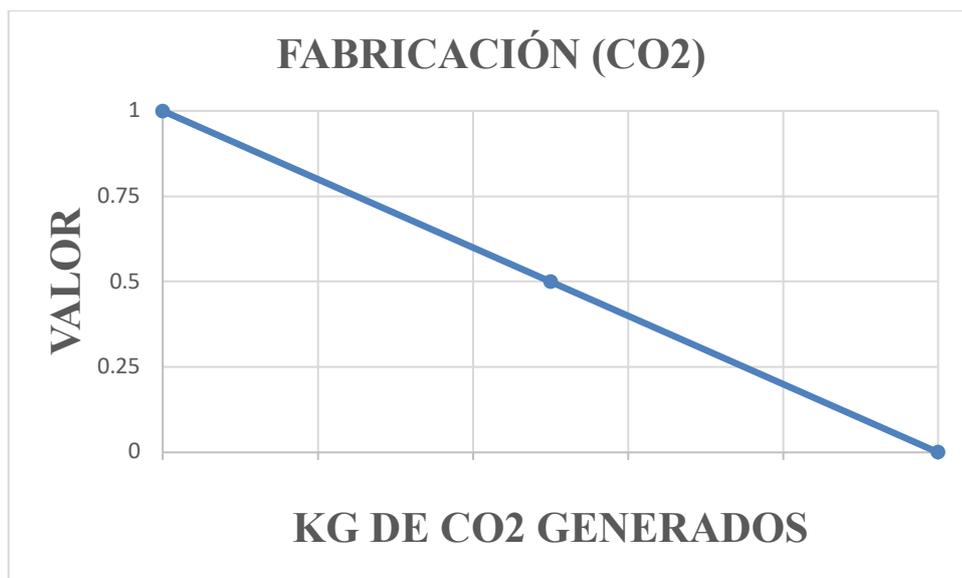
Como se indicó, los principales materiales a tratar son el acero, hormigón y asfalto. Si la compañía que se encargará de suministrar los materiales, no dispone de informes relacionados a las emisiones generadas por la fabricación de estos tres principales materiales a considerar, entonces también se utilizarán los datos de consumo de energético elaborados a partir del “Inventory of carbon and energy”, (Hammond & Jones, 2008), o de otras versiones actualizadas que se vayan a publicar en un futuro.

A continuación, se pasa a definir cada indicador influyente en la generación de CO₂ mediante un gráfico.

- a) Fabricación: por ejemplo, Hammond & Jones (2018), determinan un promedio de generación máxima de CO₂ de entre todos los mejores valores del inventario para cada uno de estos materiales a considerar. Para el asfalto, definen un promedio de 0.045 kg de CO₂ por kg de este material; para el concreto, definen un promedio de 0.130 kg de CO₂ por kg de este material; y para el acero, definen un promedio de 1.77 kg de CO₂ por kg de este material.

El eje de generación de CO₂ en el Gráfico 6, se va a determinar de la adición de la generación de CO₂ por parte de estos tres materiales principales. Pero este valor total ya irá dependiendo esencialmente de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el valor o satisfacción cero corresponde a la máxima de generación de CO₂ entre todas las ofertas presentadas.

Gráfico 6. Función valor del indicador emisiones de CO₂ en la fabricación de materiales (hormigón, acero y asfalto)

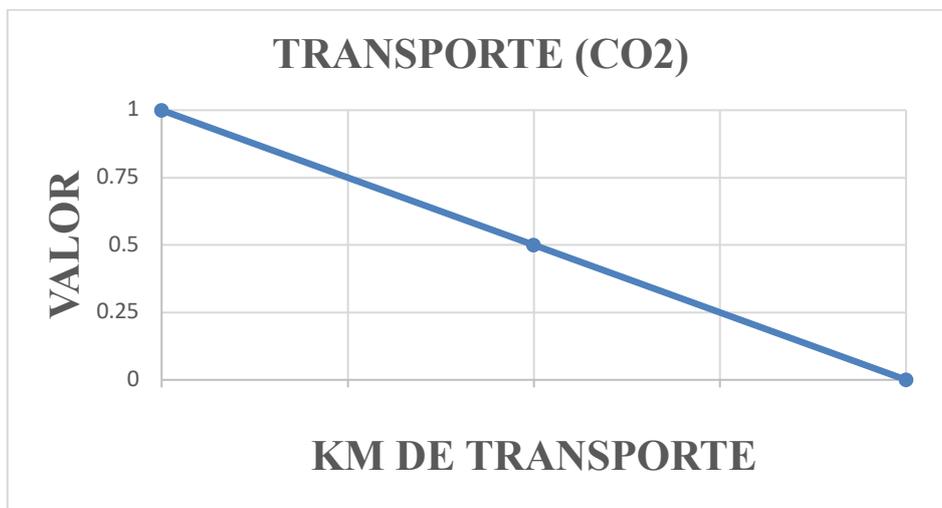


Como se observa en el Gráfico 6, se considera que una fábrica que genere mayor emisión de CO₂, va a suministrar menor satisfacción. Pero, esta fabricación produciría mayor satisfacción si las emisiones de CO₂ van disminuyendo en la fabricación de los materiales.

- d) Transporte: en relación a la distancia del transporte del material desde la fábrica hasta la obra, se podrá conocer la distancia que se va a recorrer para realizar el

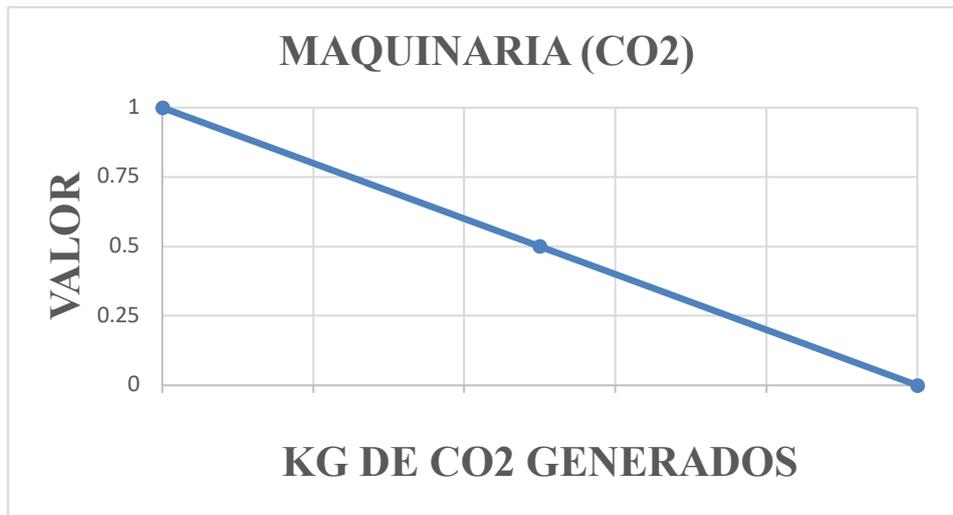
transporte de estos tres materiales. Luego de saber la distancia del transporte de cada material, estas distancias serán sumadas y finalmente el total de esta adición será el máximo valor a utilizar en el eje del gráfico referido al transporte. Entonces, como se observa en el Gráfico 7, si esta distancia del transporte del material va disminuyendo, será mejor para la compañía porque la satisfacción será mayor.

Gráfico 7. Función valor del indicador emisiones de CO₂ en el transporte de materiales (hormigón, acero y asfalto)



- a) Maquinaria: para este indicador, el eje de generación de CO₂ en el Gráfico 8, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la generación excesiva de CO₂ que se presente de entre todas las ofertas. Si este exceso de CO₂ generado por las maquinarias va disminuyendo, mejor calificación obtendrá la empresa ya que la satisfacción será mayor.

Gráfico 8. Función valor del indicador emisiones de CO₂ debido al uso de maquinaria en obra



9.4.5. Afección a negocios y servicios

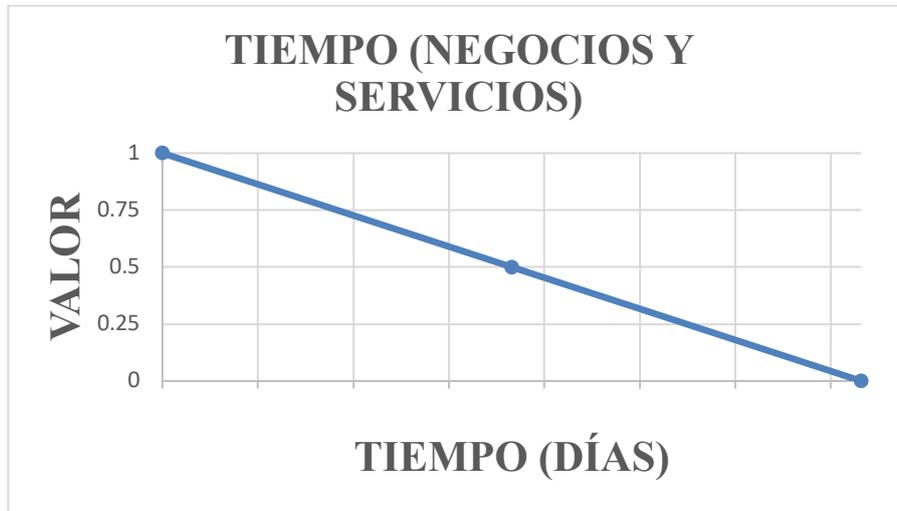
A este sub-criterio, siendo el único, se le asigna un peso de 100%. Los indicadores que consideran en esta afección a negocios y servicios, como se mencionó anteriormente, son los siguientes:

- a) El tiempo de ejecución de obra; en el cuál, la unidad de medida a utilizar será días.
- b) El área de trabajo a ocupar durante la ejecución de la obra. La unidad de medida a utilizar será m².

A continuación se pasa a definir cada indicador que influyen en esta afectación a negocios y servicios mediante un gráfico.

- a) Tiempo: se considera como factor esencial que el tiempo de ejecución de la obra sea menor. Ya que, a menor tiempo de ocupación, menor afectación a los residentes que viven alrededor de la obra. Para este indicador, el eje de tiempo en el Gráfico 9, se va a determinar también dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

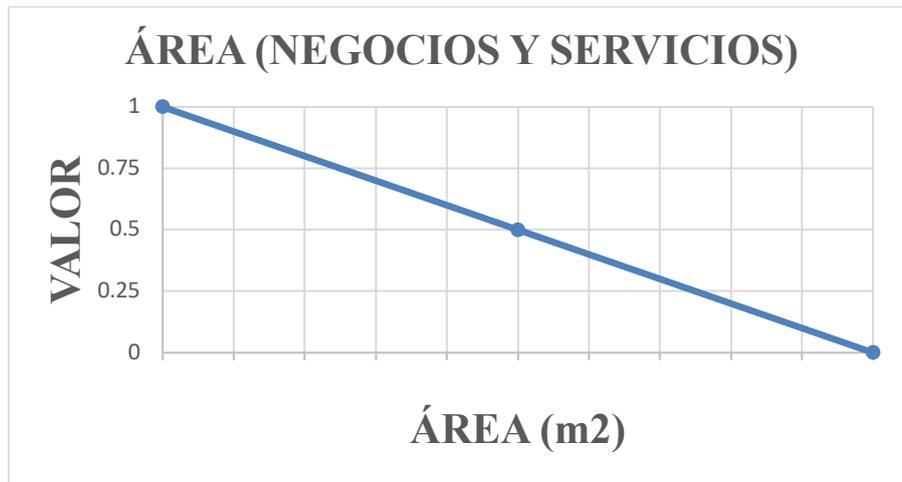
Gráfico 9. Función valor del indicador tiempo (Negocios y Servicios)



Como se observa en el Gráfico 9, a mayor tiempo de ejecución, surge una satisfacción menor. Por lo contrario, a menor tiempo de ejecución de la obra, la satisfacción será mayor.

- b) Área: se va a considerar que el área de trabajo para la realización de la obra sea menor. Ya que, a menor área de ocupación, la afectación también será menor hacia los residentes que viven alrededor de la obra. Para este indicador, el eje correspondiente al área en el Gráfico 10, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

Gráfico 10. Función valor del indicador área (Negocios y Servicios)

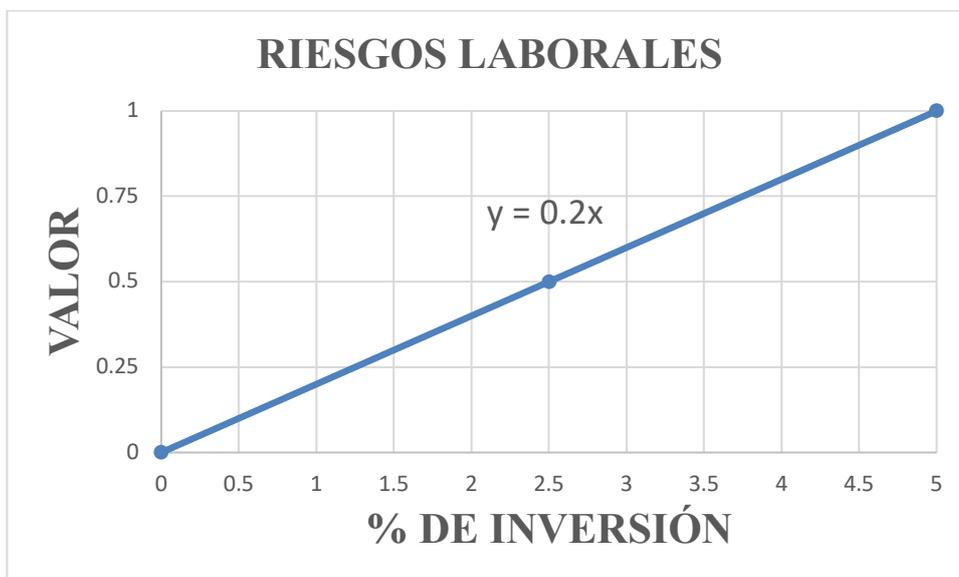


Como se observa en el Gráfico 10, a mayor área ocupada, se genera una satisfacción menor. Pero, a menor área ocupada en la obra, la satisfacción será mayor.

9.4.6. Riesgos laborales

Como se observa en la Figura 5, este sub-criterio se le otorga un peso de 100%. Entonces, el indicador de este sub-criterio, riesgos laborales, se representa en el Gráfico 11:

Gráfico 11. Función valor del indicador riesgos laborales



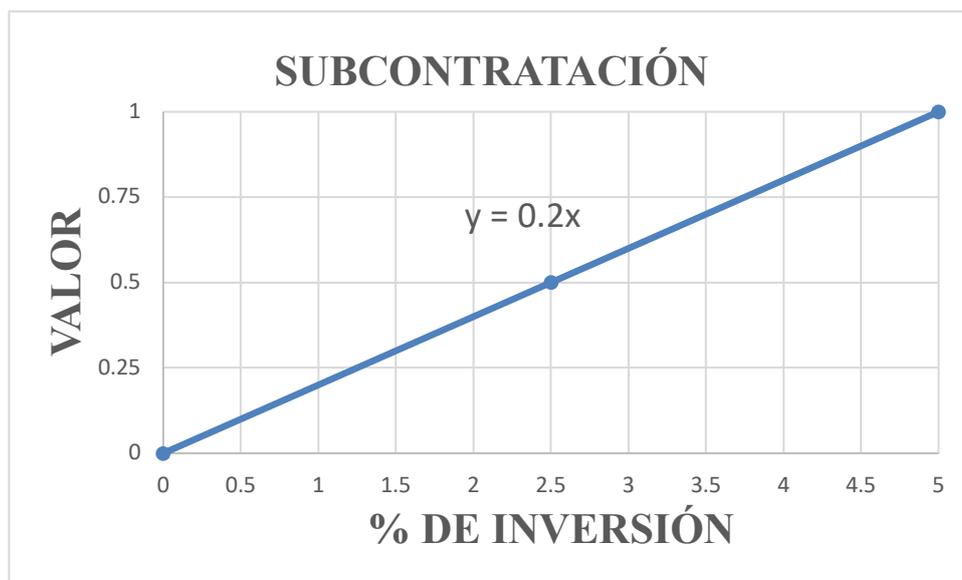
Como se aprecia en el Gráfico 11, una inversión de 5% genera una satisfacción máxima. Pero, si esta inversión disminuye, entonces la satisfacción también irá disminuyendo.

9.4.7. Subcontratación

Como se puede ver en la Figura 5, a este sub-criterio, siendo el único a considerar, se le otorga un peso de 100%. Además, se establece que, la empresa que se presente a este proceso de evaluación proponga una inversión de hasta el 5% del valor total de la obra.

Entonces, el indicador de este sub-criterio, subcontratación, se representa en el Gráfico 12 de la siguiente manera:

Gráfico 12. Función valor del indicador subcontratación



Como se observa en el Gráfico 12, una inversión del 5% genera una satisfacción máxima. Pero, si esta inversión disminuye, entonces la satisfacción también disminuye y no será bueno para la empresa que se esté presentando a evaluación.

9.4.8. Transporte público y privado

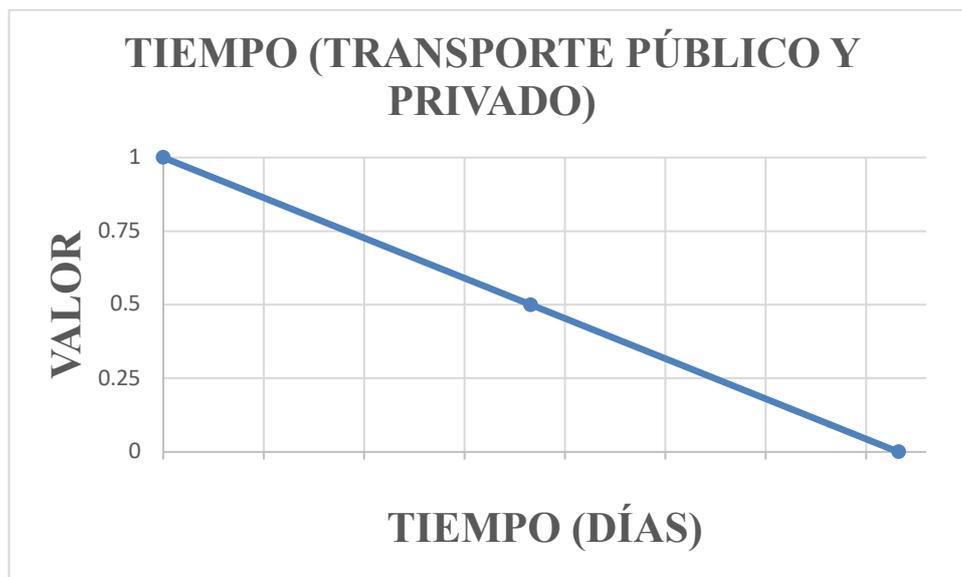
A este sub-criterio, se le asigna un peso de 60%. Los indicadores que consideran en esta afectación a los carriles del transporte público y privado, como se mencionó anteriormente, son los siguientes:

- a) El tiempo de interrupción de carriles de vehículos a causa de la obra. La unidad de medida a utilizar será días.
- b) La distancia afectada durante la ejecución de la obra. La unidad de medida a utilizar será metros (m).

A continuación, se pasa a definir cada indicador que influyen en la afectación a estos carriles del transporte público y privado mediante un gráfico.

- a) Tiempo: se considera como factor primordial que el tiempo de ejecución de la obra sea menor. Ya que, a menor tiempo de interrupción de los carriles, menor afectación a los vehículos que transitan. Para este indicador, el eje de tiempo en el Gráfico 13, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

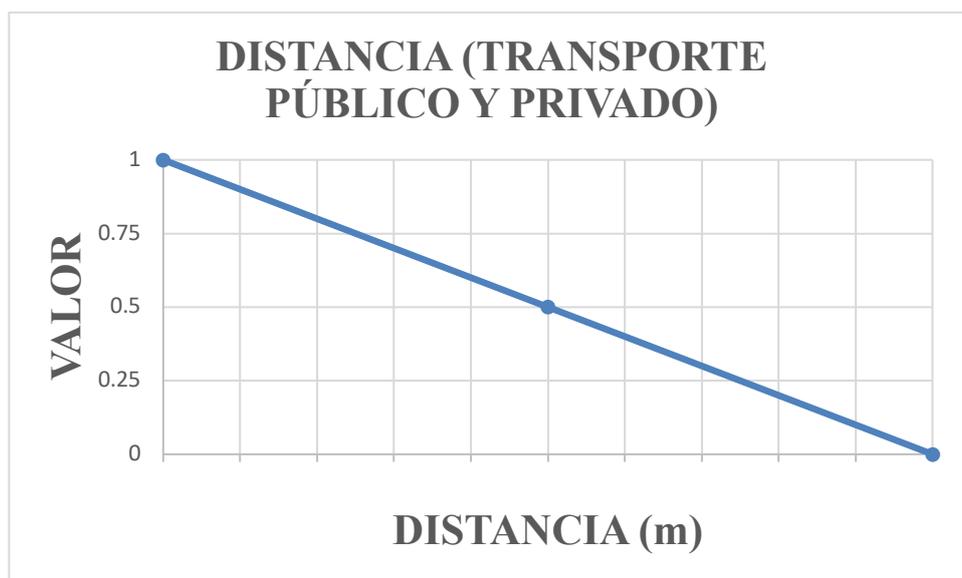
Gráfico 13. Función valor del indicador tiempo (Transporte público y privado)



Como se ve en el Gráfico 13, a mayor tiempo de interrupción, surge una satisfacción menor. Por lo contrario, a menor tiempo de interrupción de estos carriles, la satisfacción será mayor.

- b) Distancia: se va a considerar que la distancia de afectación para la ejecución de la obra sea menor. Para este indicador, el eje que corresponde a la distancia en el Gráfico 14, se va a determinar también dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

Gráfico 14. Función valor del indicador distancia (Transporte público y privado)



Como se observa en el Gráfico 14, a mayor distancia ocupada, se genera una satisfacción menor. Pero, a menor distancia ocupada en la realización de la obra, la satisfacción será mayor.

9.4.9. Bicicletas

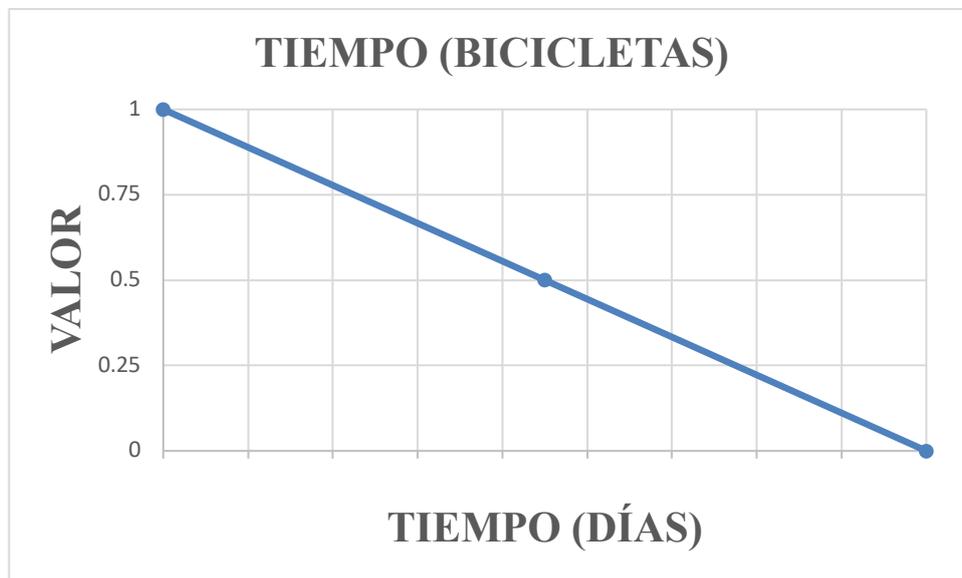
A este sub-criterio, se le asigna un peso de 40%. Los indicadores que consideran en esta afectación a los carriles de bicicletas, como se mencionó anteriormente, son los siguientes:

- a) El tiempo de interrupción de carriles de bicicletas a causa de la obra. La unidad de medida a utilizar será días.
- b) La distancia afectada a estos carriles durante la ejecución de la obra. La unidad de medida a utilizar será metros (m).

A continuación, se pasa a definir cada indicador que influyen en esta afectación de estos carriles de bicicletas mediante un gráfico.

- a) Tiempo: se considera que el tiempo de ejecución de la obra sea menor. Ya que, a menor tiempo de interrupción de los carriles, menor afectación a las bicicletas que transitan en esos determinados carriles. Para este indicador, el eje de tiempo en el Gráfico 15, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

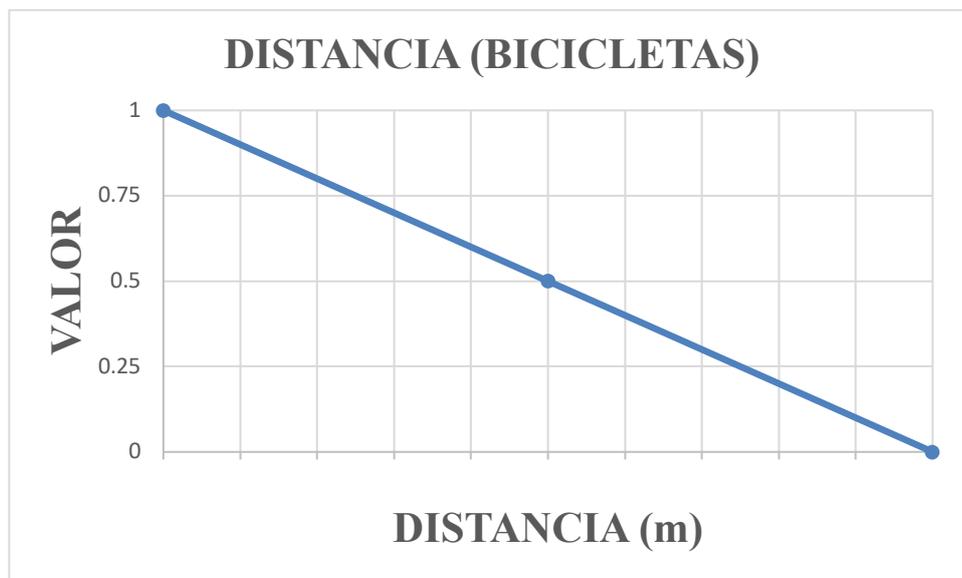
Gráfico 15. Función valor del indicador tiempo (Bicicletas)



Como se ve en el Gráfico 15, a mayor tiempo de interrupción en los carriles de bicicletas, surge una satisfacción menor. Por lo contrario, a menor tiempo de interrupción, la satisfacción irá aumentando.

- b) Distancia: se va a considerar que la distancia de afectación a los carriles sea menor. Para este indicador, el eje de distancia en el Gráfico 16, se va a determinar dependiendo de las propuestas y ofertas de las empresas que se presenten a evaluación. Es decir, el cero o valor máximo en el gráfico será la oferta más desfavorable que se presente de entre todas las ofertas.

Gráfico 16. Función valor del indicador distancia (Bicicletas)

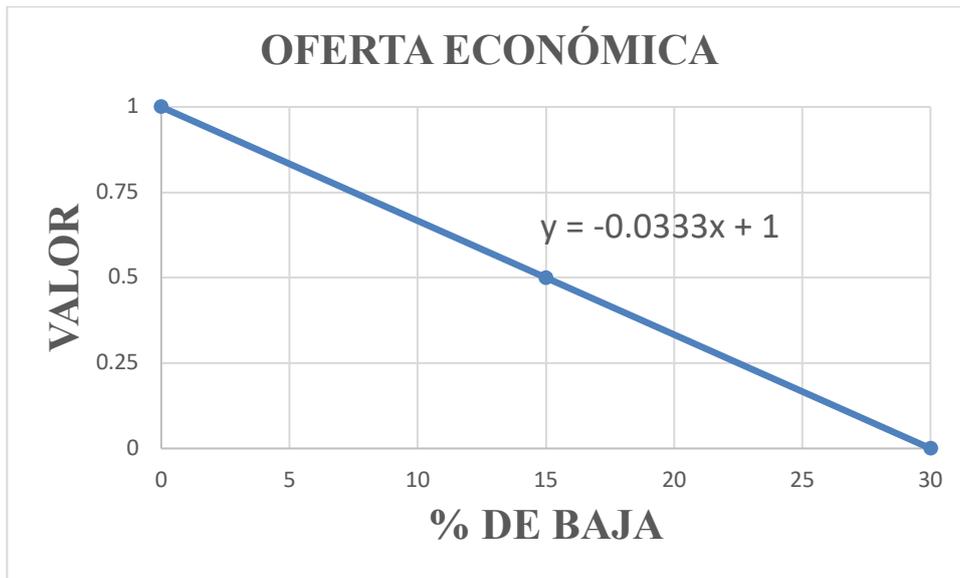


Como se observa en el Gráfico 16, a mayor distancia ocupada de los carriles de bicicletas, se genera una satisfacción menor. Pero, a menor distancia ocupada durante la realización de la obra, la satisfacción será mayor.

9.4.10. Oferta económica

Como se puede ver en la Figura 5, a este criterio, se le otorga un peso de 100%. Además, como se mencionó anteriormente, se va a considerar un porcentaje de baja límite de hasta 30%. Entonces, el indicador de este criterio, oferta económica, se representa en el Gráfico 17:

Gráfico 17. Función valor del indicador oferta económica



Como se observa en el Gráfico 17, un porcentaje de baja de 30% genera una satisfacción nula. Pero, si este porcentaje de baja disminuye, entonces la satisfacción irá aumentando y eso será beneficioso para aquella empresa que se encuentre en competencia.

CAPÍTULO X

10. Evaluación práctica de la metodología mediante el programa modelado en Excel

Este apartado contiene una aplicación práctica creada para aplicar esta metodología de evaluación para procesos de licitación. Esta licitación se creó con la ayuda de algunos ejemplos de licitación de obra pública obtenidos de algunas entidades de las ciudades de Ica y Lima, localizadas en Perú. Por consiguiente, este apartado estará dividido en tres sub-apartados; el primero que muestra la oferta de licitación creada con el propósito de evaluar a las tres empresas que se estarán presentando a este proceso de evaluación. El segundo trata sobre el manejo del programa modelado en Excel para que la administración pueda evaluar a estas empresas mediante los criterios y sub-criterios que plantean, tanto en la primera fase que es la pre-calificación como en la segunda fase que es una evaluación más detallada de las ofertas de las empresas que hayan superado la primera fase. Finalmente, en el tercer sub-apartado se encuentran las conclusiones de la práctica de la metodología.

10.1. Licitación creada para práctica de la metodología

MUNICIPALIDAD DE ICA



ACTA DE ELABORACIÓN DE BASES ADMINISTRATIVAS

LICITACIÓN PÚBLICA N° 05-2019-CE/MDI

“CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS DE RIVERA EN LA CIUDAD DE ICA”

En La Oficina de la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Ica, siendo las 10:00 horas del día Miércoles 17 de Abril del 2019, se reúne el Comité Especial encargado de conducir el Proceso de Selección Licitación Pública N° 05-2019-CE/MDI, designado mediante Resolución de Gerencia Municipal N° 178-2056-GM/MDI de fecha 15-04-2019, para la ejecución de la Obra: **“CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS DE RIVERA, CIUDAD DE ICA”**.



BASES ADMINISTRATIVAS

EJECUCIÓN DE LA OBRA

“CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS DE RIVERA EN LA CIUDAD DE ICA”

2019

SECCIÓN GENERAL

DISPOSICIONES COMUNES DEL PROCESO DE SELECCIÓN

(ESTA SECCIÓN NO PUEDE MODIFICARSE EN NINGÚN EXTREMO, BAJO SANCIÓN DE NULIDAD, SALVO AQUELLAS DISPOSICIONES QUE EXPRESAMENTE SE INDIQUE EN LAS BASES QUE PUEDEN SER INCLUIDAS Y/U OMITIDAS)

CAPÍTULO I

ETAPAS DEL PROCESO DE SELECCIÓN

1.1. CONVOCATORIA

Se efectuará de conformidad con lo señalado en el Artículo 51° del Reglamento, en la fecha señalada en el cronograma.

1.2. REGISTRO DE PARTICIPANTES Y ENTREGA DE BASES

El registro de participantes se efectuará desde el día siguiente de la convocatoria y hasta un (1) día hábil después de haber quedado integradas las Bases. En el caso de propuestas presentadas por un consorcio, bastará que se registre uno de sus integrantes, de conformidad con el Artículo 53° del Reglamento.

La persona natural o persona jurídica que desee participar en el proceso de selección deberá acreditar estar con inscripción vigente en el Registro Nacional de Proveedores (RNP) conforme al objeto contractual. La Entidad verificará la vigencia de la inscripción en el RNP y que no se encuentra inhabilitado para contratar con el Estado.

1.3. FORMULACIÓN DE CONSULTAS A LAS BASES

Las consultas a las Bases serán presentadas por un período mínimo de cinco (05) días hábiles, contados desde el día siguiente de la convocatoria, de conformidad con lo establecido en el artículo 55° del Reglamento.

1.4. FORMULACIÓN DE OBSERVACIONES A LAS BASES

Las observaciones a las Bases serán presentadas dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes de haber finalizado el término para la absolución de las consultas, de conformidad con lo establecido en el artículo 57° del Reglamento.

1.5. FORMA DE PRESENTACIÓN Y ALCANCE DE LAS PROPUESTAS

Las propuestas se presentarán en dos (2) sobres cerrados, de los cuales el primero contendrá los documentos requeridos por la administración para la primera parte de este proceso la cual es la pre-calificación; y el segundo las propuestas de las compañías que hayan calificado a la segunda fase de calificación.

Si las propuestas se presenten en hojas simples se redactarán por medios mecánicos o electrónicos, llevarán el sello y la rúbrica del postor y serán foliadas correlativamente empezando por el número uno.

1.6. PRESENTACIÓN DE PROPUESTA

La presentación de propuestas se realiza en acto público, en la fecha y hora señaladas en el calendario del proceso.

El acto se inicia cuando el Comité Especial empieza a llamar a los participantes en el orden en que se registraron para participar en el proceso, para que entreguen sus propuestas. Si al momento de ser llamado el participante no se encuentra presente, se le tendrá por desistido. Si algún participante es omitido, podrá acreditarse con la presentación de la constancia de su registro como participante.

Los integrantes de un consorcio no podrán presentar propuestas individuales ni conformar más de un consorcio.

1.7. CONTENIDO A PRESENTAR EN LA PRIMERA FASE, PRE-CALIFICACIÓN

Primeramente, de los 8 sub-criterios que se presentan a continuación en esta primera fase de evaluación, se propone que como mínimo las compañías que se presenten a evaluación tendrán que cumplir con 7 de estos 8 sub-criterios; considerando un porcentaje de 87.5% como positivo para poder calificar a la segunda fase.

1. **Tiempo de Entrega:** La empresa que se presente en esta primera fase, tendrá que cumplir los siguientes requisitos:
 - Primero, deberán presentar los proyectos realizados de los últimos 3 años, con sus respectivos certificados.
 - Segundo, para verificar cuántos de estos proyectos se entregaron sin retraso, se va a considerar que una obra estuvo con retraso cuando haya superado el 15% del tiempo contractual.

- Tercero, después de saber cuántos proyectos sin retraso tuvo la empresa, esta cantidad de proyectos se dividirá con el total de proyectos ejecutados en esos últimos 3 años.
- Finalmente, se considerará un porcentaje de 60% como favorable para este primer sub-criterio.

2. **Proyectos Similares:** Se evaluará la cantidad de proyectos similares que la empresa haya elaborado anteriormente, siendo como mínimo 2 proyectos.

Para esto, se tomará en cuenta la cantidad de presupuesto similar a las obras anteriores ejecutadas. Entonces, las empresas que se presenten a evaluación podrán hacerlo siempre y cuando hayan ejecutado obras no menores al 25% del presupuesto planteado por la entidad para invertir en dicha obra.

Sin embargo, las empresas que hayan realizado proyectos de presupuesto mayor a la propuesta, podrán presentarse sin ningún problema; ya que se deduce que si han realizado obras similares de mayor presupuesto, entonces no tendría problemas para realizar la obra propuesta ya que cuenta con una experiencia sobresaliente.

3. **Equipo Técnico:** La empresa que entre a evaluación tendrá que presentar el listado del equipo técnico que se precise de acuerdo al tipo de obra que se vaya a realizar. Este listado deberá incluir titulaciones y años de experiencia de los principales ingenieros que estarán a cargo de la obra.

4. **Seguridad y Salud:** La empresa tendrá que contar con un plan de seguridad y salud, con el objetivo de contribuir a la prevención de accidentes en el trabajo. Es decir, específicamente que tenga implantada la ISO 45001. Entonces, la compañía deberá presentar una copia del certificado que ratifique que el sistema está implantado acorde con las normas.

5. **Calidad:** La empresa deberá de tener implantada un sistema de gestión de calidad tomando en consideración la importancia de contar con la ISO 9001.

Entonces, la compañía deberá presentar una copia del certificado que ratifique que el sistema está implantado acorde con las normas.

6. **Impacto Ambiental:** La empresa que se presente a evaluación tendrá que cumplir notablemente con la ISO 14001.

Entonces, la compañía deberá presentar una copia del certificado que ratifique que el sistema está implantado acorde con las normas.

7. **Índice de Endeudamiento:** Las empresas deberán presentar el porcentaje del índice de endeudamiento para poder verificar que la empresa no utilizará los recursos entregados por la entidad para, por ejemplo, el pago de deudas habidas. Entonces, se permitirá un porcentaje de endeudamiento del 60% para un contrato de gran cuantía, del 70% para contratos de cuantía moderada y del 80% para contratos de cuantía baja.

Por lo tanto, poniendo a España como ejemplo y sabiendo que el salario mínimo interprofesional (SMI) actual según el Real Decreto 1462/2018, es de 900 euros. Por ende, como se mencionó anteriormente, se propone el despliegue en la Tabla 8 como guía.

8. **Capital Propio:** La entidad evaluadora tendrá que verificar si esta empresa cuenta con un capital apto para la magnitud de la obra propuesta. Por lo tanto, este capital deberá ser igual o mayor al 60% del valor total de la obra.

1.8. EVALUACIÓN DE PROPUESTAS

La evaluación de propuestas se realizará en dos (2) etapas: La etapa de pre-calificación y la segunda etapa que es un análisis detallado de las propuestas de los ofertantes.

Los máximos puntajes asignados a las propuestas son las siguientes:

Pre-calificación : de 87.5% a 100%.

Análisis de las propuestas : Valor de 0 a 1.

1.9. CONTENIDO A PRESENTAR EN LA SEGUNDA FASE, ANÁLISIS DE PROPUESTAS

1. **Inversión:** se evaluará la inversión que propone la empresa para el control de calidad como la prevención, ensayos, inspección, etc. Mientras más inversión, mejor calificación. Estableciéndose una inversión de hasta 2.5% del valor total de la obra.

2. **Consumo de Energía:** La empresa que se presente a evaluación tendrá que presentar lo siguiente:
 - El informe, por parte de la empresa suministradora, de la energía empleada en la fabricación de los materiales. La energía se medirá en la unidad Megajoules (MJ).

 - El informe de la distancia que se necesita para transportar del material desde la fábrica hasta la obra. La unidad a utilizar será Kilómetros (km).

 - La energía consumida por el tipo de maquinaria utilizada. La energía se medirá en la unidad Megajoules (MJ).

3. **Consumo de Materiales reciclados o reutilizados:** se va a considerar con más valor a las empresas que tengan como propuesta invertir un porcentaje significativo en el uso de material reciclado o reutilizados durante el proceso constructivo. Es decir, la administración analizará que, a partir del porcentaje total de material que se va a utilizar, que porcentaje será reciclado o reutilizado en la obra. Para este sub-criterio, se va a considerar una inversión de hasta 100%.

4. **Emisiones de CO₂:** La empresa que se presente a evaluación tendrá que presentar lo siguiente:
 - Los informes de emisiones de CO₂ que se va a generar en la fabricación de los materiales principales que se necesiten en la obra. Estos informes tendrían que ser brindados por el fabricante. Las emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.

 - El informe de la distancia que se necesita para transportar del material desde la fábrica hasta la obra. Esta distancia se medirá en la unidad Kilómetros (km).

- Las emisiones de CO₂ generada por el tipo de maquinaria utilizada. Las emisiones de CO₂ se medirán en la unidad kgCO₂.
5. **Afección a negocios y servicios:** Las empresas que se presenten a evaluación tendrán mejor calificación si el tiempo de ejecución de la obra es menor comparado con las propuestas de otras empresas. También, se tomará en cuenta el área de trabajo que ocupe esta empresa para ejecutar la obra propuesta.
 6. **Riesgos Laborales:** La administración evaluará la inversión que propone la empresa para riesgos laborales. Mientras mejor inversión proponga, mejor será la calificación. Por lo tanto, se establece que la empresa presente un porcentaje de inversión de hasta 5% del valor total de la obra.
 7. **Subcontratación:** la entidad evaluadora calificará mejor a aquella empresa que invierta en la subcontratación con empresas de inserción social o centros especiales de empleo. Se considera realizar una inversión de hasta 5% del presupuesto total de la obra.
 8. **Transporte Público y Privado:** Se valorará y se va a diferenciar las propuestas de las empresas con un menor tiempo de interrupción de estaciones y carriles. A su vez, se tomará en consideración la distancia causada por esta interrupción.
 9. **Bicicletas:** la administración tomará en cuenta el tiempo y metros de interrupción de estos carriles de bicicletas; y va a diferenciar las propuestas que presenten las empresas con un menor tiempo y metros de interrupción hacia estos carriles.
 10. **Oferta Económica:** La administración evaluará la oferta económica que presente cada empresa. Para esto, se va a considerar que esta propuesta económica no sobrepase y mucho menos sea muy baja al presupuesto indicado. Entonces, se va a considerar un porcentaje de baja límite de hasta 30%.

SECCIÓN ESPECÍFICA

CONDICIONES ESPECIALES DEL PROCESO DE SELECCIÓN

(En esta sección la Entidad deberá completar la información exigida de acuerdo a las instrucciones indicadas)

GENERALIDADES

1.1. ENTIDAD CONVOCANTE

Nombre: Municipalidad Distrital de Ica, Ica

RUC (Registro Único de Contribuyentes) N°: 201313748959

1.2. DOMICILIO LEGAL

Av. Municipalidad N° 169, Ica, Perú

1.3. OBJETO DE LA CONVOCATORIA

El presente proceso de selección tiene por objeto la ejecución de la obra:

**“CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS
DE RIVERA EN LA CIUDAD DE ICA”**

1.4. VALOR REFERENCIAL

El valor referencial asciende a S/. 2'046,000.00 (Dos Millones Cuarenta y Seis Mil con 00/100 Nuevos Soles), incluido los impuestos de Ley y cualquier otro concepto que incida en el costo total de la obra.

1.5. EXPEDIENTE DE CONTRATACIÓN

El expediente de contratación fue aprobado mediante Resolución Gerencia Municipal N° 253-2019-GM/MDI de fecha 05 de Marzo del 2019.

1.6. LOCALIZACIÓN DE LA OBRA

La obra se encuentra localizada EN LA AV. NICOLÁS DE RIVERA.

Distrito : ICA

Provincia : ICA

Departamento : ICA

Región : ICA

1.7. PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

El plazo de ejecución de la obra es de ciento ochenta (180) días calendarios .

1.8. RECURSOS HUMANOS Y FÍSICOS MÍNIMOS REQUERIDOS

- Experiencia y calificación del personal propuesto

PROFESIONAL	Nº	CARGO Y/O RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA
Ingeniero Civil	1	Residente de obra	-Profesional Titulado y Colegiado. - Declaración Jurada o copia del Certificado de Habilidad Vigente. - Experiencia comprobada como Residente de Obras públicas similares (obras de pavimentación y obras de ejecución de veredas. Asimismo, de mejoramiento, rehabilitación, ampliaciones, reconstrucción, construcción de carreteras).
Ingeniero Civil	1	Asistente de obra	-Profesional Titulado y Colegiado. - Declaración Jurada o copia del Certificado de Habilidad Vigente. - Experiencia comprobada como Residente de Obras públicas similares (obras de pavimentación y obras de ejecución de veredas. Asimismo, de mejoramiento, rehabilitación, ampliaciones, reconstrucción, construcción de carreteras).
Ingeniero Civil	1	Especialista en suelos	- Profesional Titulado y Colegiado. - Declaración Jurada o copia del Certificado de Habilidad vigente. - Experiencia comprobada en la elaboración de Estudios de Suelo para Obras de pavimentación y obras de ejecución de veredas. Asimismo, de mejoramiento, rehabilitación, ampliaciones, reconstrucción, construcción de carreteras.

Para realizar la evaluación práctica de este ejemplo de licitación, la administración utilizará un programa modelado en Excel. El manejo de este programa y resultados finales de este programa se presentan en el siguiente apartado 9.2.

10.2. Manejo de la metodología en Excel para evaluar licitaciones

Para el manejo del programa modelado en Excel en esta primera etapa de evaluación, precalificación, y obtener los resultados finales para esta evaluación práctica de la metodología, la administración deberá seguir los siguientes pasos:

1. En la primera hoja Excel, **Constructora**, se agrega la información de la(s) empresa(s) que va(n) a participar en esta etapa de evaluación. Estos datos incluyen el nombre de la empresa, RUC (Registro Único de Contribuyentes, en el caso de Perú), dirección de la empresa y teléfono de la empresa.

Para esta práctica de la metodología, se crearon tres empresas que van a entrar a este proceso de evaluación. Estas compañías se muestran en la Figura 6:

Código	Nombre de la Compañía	R.U.C	Dirección	Teléfono
Cons_01	LIMA S.A.	10443038508	Av. El Derby 502, Edificio Lima Central Tower, Oficina 701-702, Lima	01-2761037
Cons_02	Hugrelid S.A.C.	10170802086	Urb. San Antonio, A-4, Ica	056-228374
Cons_03	G y M Constructores	10394857234	Calle San Germán 350, Lima	01-4828493

Figura 6. Información de las empresas

2. En la segunda hoja Excel, **Datos**, se agrega lo siguiente:

2.1. **Nombre del proyecto:** se agrega el nombre del proyecto a ejecutar.

En el caso de esta práctica de la metodología, el nombre del proyecto es “Construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera, Ica”, como se puede apreciar en la Figura 7.

NOMBRE DEL PROYECTO:	Construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolas de Rivera, Ica	
PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA:	S/ 2,046,000.00	⇔ \$ 620,000.00
RMV (REMUNERACIÓN MÍNIMA VITA)	S/ 930.00	⇔ \$ 281.82
TIPO DE CONTRATO:	Cuantía Moderada	

Figura 7. Datos a ingresar en la hoja Excel Datos

2.2. Presupuesto total de obra: el cálculo del presupuesto total de la obra se consigue de la multiplicación de la RMV (Remuneración Mínima Vital, en el caso del Perú) por el rango de cantidad de contratos en RMV que se muestran en la Tabla 9:

Tabla 9. Rangos de contrato en RMV

Tipo de Contrato	Rangos en RMV (Remuneración Mínima Vital)	RMV para el caso de Perú
Alta	Mayor que 5,001.00	> 4.650.930,00
Moderada	Entre 5,000.00 y 2,001.00	4.650.000,00 < X > 1.860.930,00
Baja	Menor que 2,000.00	< 1.860.000,00

Cabe resaltar que, tanto la cantidad de la RMV como el presupuesto total, como se puede ver en la hoja Excel “**Datos**” y la Figura 7, se cambian automáticamente de la moneda soles (Perú) a la moneda dólares (Estados Unidos de América). Se realiza este cambio con el propósito de trabajar con una moneda internacional en esta práctica de la metodología. Por lo tanto, para el caso de la construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera en la ciudad de Ica, el presupuesto total de la obra es de 620,000.00 USD.

2.3. Tipo de contrato: cómo se puede observar en la Tabla 9, los tipos de contrato a considerar son contratos de cuantía baja, cuantía moderada, y cuantía alta. Para verificar con cuál tipo de contrato se va a trabajar, al calcular el presupuesto total de la obra, el cuadro mostrará automáticamente cuál será el tipo de contrato, esto se puede apreciar en la Figura 7.

Además, al saber el tipo de contrato, la administración podrá saber también el porcentaje de índice de endeudamiento que las empresas, que se presenten a evaluación en esta primera etapa de calificación, deberán de presentar. Entonces, para este caso de esta práctica de la metodología, el tipo de contrato será de cuantía moderada.

3. En la hoja Excel, **Datos**, para conseguir los resultados, de cada empresa, del porcentaje total de calificación de cada sub-criterio que se solicitan en esta primera etapa de calificación, primero se recomienda lo siguiente:

3.1. Dirigirse a la hoja Excel, **Requisitos**, donde se va a encontrar los cuadros a rellenar de cada sub-criterio solicitado por la entidad evaluadora.

Los sub-criterios que serán evaluados por la administración, son los siguientes:

a) **Tiempo de entrega:** Como se puede ver en la Figura 8, en el cuadro de este sub-criterio, después de saber cuántas obras ejecutadas por las empresas han sido entregadas a tiempo (que no hayan superado el 15% del tiempo contractual), se colocará el número de proyectos sin retraso en la locación 1.1. y el total de número de proyectos ejecutados en esos 3 últimos años en la locación 1.2. Entonces, de la división de estos dos números y multiplicados por el 100%, se obtendrá el porcentaje requerido para este primer sub-criterio; el cuál debería de ser mayor o igual a 60% para que estas tres compañías obtengan buena calificación en este primer requisito.

1. TIEMPO DE ENTREGA		
1.1. PROYECTOS SIN RETRASO:	6	60.00%
1.2. ÚLTIMOS PROYECTOS EN 3 AÑOS:	10	

Figura 8. Tiempo de entrega

En el caso de esta práctica de la metodología, la administración corroboró que la compañía LIMA S.A. entregó 6 proyectos sin retraso de la ejecución de 10 proyectos en los últimos 3 años, entonces como se puede observar en la Figura 8, esta empresa obtuvo el porcentaje estimado para poder cumplir con este sub-criterio. Por otra parte, las otras dos empresas, Hugreli S.A.C. y G y M Constructores, han entregado 8 y 7 proyectos sin retraso, respectivamente. Lo cuál, a estas tres empresas por haber obtenido un porcentaje mayor a 60%, se le otorga un 100% de calificación; que es lo mismo a decir que estas empresas si han cumplido con este primer sub-criterio.

- b) **Proyectos similares:** Como se observa en la Figura 9, en el cuadro de este sub-criterio, la entidad encargada del proceso de evaluación, luego de conocer el presupuesto total de la obra, podrá saber cuánto es la cantidad mínima para que una empresa pueda cumplir con este sub-criterio. Considerando que las empresas que se presenten a este proceso de evaluación podrán hacerlo siempre y cuando hayan ejecutado obras no menores al 25% del presupuesto total de la obra que se planea ejecutar. Esta cantidad se calculará automáticamente luego de fijar el presupuesto total de la obra.

2. PROYECTOS SIMILARES	
\$465,000.00	
Cumple	Si

Figura 9. Proyectos similares

Entonces, la entidad sabrá cuanto es la cifra mínima requerida para que una empresa pueda cumplir con este requisito. De esta manera, si en esta práctica de la metodología, la obra tiene un costo de 620,000.00 USD como se aprecia en la Figura 7, entonces la compañía que se presente a evaluación tendrá que haber ejecutado obras no menores a 465,000.00 USD, como se observa en la Figura 9.

Por lo tanto, la administración al saber que la compañía cumplió con este requisito, entonces colocará “Si” que corresponde a una calificación de 100%, pero al no cumplir se le colocará “No” que corresponde a una calificación de 0%. Para este caso de evaluación que se está analizando, las tres empresas cumplen con este requisito.

- c) **Equipo técnico:** Como se puede observar en la Figura 10, dentro de este cuadro, la administración, que previamente publicará el listado del equipo técnico principal que se precise para el tipo de obra a ejecutar, podrá verificar si la compañía cumple con este requisito y así colocar “Si” si cumple o “No” si no cumple.

3. EQUIPO TÉCNICO	
Residente de obra	Si
Asistente de obra	Si
Especialista en suelos	Si
Cumple	Si

Figura 10. Equipo técnico

Por lo tanto, para esta práctica de la metodología, la administración solicita como equipo técnico principal un residente de obra, un asistente de obra y un especialista en suelos. Entonces, la administración podrá ir corroborando si las empresas cumplen o no con este listado para finalmente conceder un “Si” o “No”, que corresponden a un 100% y 0%, respectivamente. En este caso, las tres compañías que se encuentran en evaluación, cumplen con este requisito.

- d) **Seguridad y salud, Calidad, e Impacto ambiental:** Como se observa en la Figura 11, para estos tres sub-criterios, la administración simplemente rellenará la locación de cada sub-criterio con un “Si” o un “No”. Otorgando un “Si” (100%) a aquellas empresas que tengan implantada la Norma ISO que se requiere y un “No” (0%) a aquellas empresas que no cumplan con ese requisito.

4. SEGURIDAD Y SALUD	
Certificado de Norma ISO 45001	Si

5. CALIDAD	
Certificado de Norma ISO 9001	Si

6. IMPACTO AMBIENTAL	
Certificado de Norma ISO 14001	si

Figura 11. Seguridad y salud, Calidad e Impacto ambiental

Entonces, para esta práctica de la metodología, se ha podido certificar que la empresa Hugreli S.A.C. cumple con el requisito de estos tres sub-criterios.

Mientras tanto, la empresa LIMA S.A. no tiene implantada la Norma ISO 45001 y la Norma ISO 14001; y la empresa G y M Constructores solamente cumple con tener implanta la Norma ISO 45001 y la Norma ISO 9001.

- e) **Índice de endeudamiento:** Como se ve en la Figura 2, en el cuadro de este sub-criterio, se muestran los porcentajes de índice de endeudamiento que las empresas deberán presentar de acuerdo al tipo de contrato. Debiendo presentar un 60% para contratos de gran cuantía, 70% para contratos de cuantía moderada y 80% para contratos de cuantía baja.

7. ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO	
Para contrato de gran cuantía	60.00%
Para contrato de cuantía moderada	70.00%
Para contrato de cuantía baja	80.00%
Cumple	Si

Figura 12. Índice de endeudamiento

Entonces, como se mencionó anteriormente, previamente la administración sabrá cuál es el índice de endeudamiento que las empresas tienen que presentar, ya que, tanto en la hoja Excel “*Datos*” como en la Figura 2, el tipo de contrato se muestra automáticamente después de conocer el presupuesto total de la obra.

Para esta práctica de la metodología, se sabe que el presupuesto total de obra es 620,000.00 USD, por lo tanto, el tipo de contrato es de cuantía moderada. Entonces, la administración conocerá que las empresas tienen que presentar un índice de endeudamiento de 70 %. Para asignarle como sub-criterio aprobado a la empresa, la administración al saber que la compañía cumplió con la entrega de este índice de endeudamiento entonces colocará en el último recuadro “Si” que corresponde al 100%, pero al no cumplir se le colocará “No” que corresponde a un 0 %. En este caso práctico, las tres empresas, G y M Constructores, LIMA S.A. y Hugreli S.A.C., cumplen con el requisito de este sub-criterio.

- f) **Capital Propio:** Por último, como se aprecia en la Figura 13, en el cuadro de este sub-criterio, la administración automáticamente podrá saber con cuanto capital propio deberán contar las empresas que se vayan a presentar a evaluación.

8. CAPITAL PROPIO	
\$248,000.00	
Cumple	Si

Figura 13. Capital propio

Se conoce que, como requisito, las empresas deberán tener un capital igual o mayor al 60% del presupuesto total de la obra. Por lo tanto, la administración podrá observar esta cifra, que aparecerá automáticamente en la hoja Excel “*Requisitos*”, después de que se determine el presupuesto total de obra en la hoja Excel “*Datos*”.

Entonces, para esta práctica de la metodología, la obra tiene un costo de 620,000.00 USD como se observa en la Figura 2; por consiguiente, la empresa que se presente a esta evaluación deberá tener un capital propio igual o mayor a 248,000.00 USD, como se ve en la Figura 13.

Por lo tanto, la administración al saber que la compañía cumplió con este requisito, entonces colocará “Si” que corresponde al 100%, pero al no cumplir se le colocará “No” que corresponde a un 0%. En este caso práctico, las tres empresas cumplen con el requisito propuesto.

- 3.2. Luego dirigirse a la hoja Excel, *Datos*, nuevamente. En esta hoja se encuentra la lista de sub-criterios que se necesitan cumplir en esta primera fase de pre-calificación por parte de las empresas que se estén presentando al proceso de evaluación.

Como se observa en la Figura 14, esta lista se irá rellenando automáticamente con el valor de 100% o 0% mientras la administración vaya llenando y verificando en la hoja Excel, *Requisitos*, si las empresas van cumpliendo o no con los requerimientos que se solicitan en cada sub-criterio de esta primera fase.

CONSTRUCTORA	Cons_03 G y M Constructores 
1. TIEMPO DE ENTREGA	100.00%
2. PROYECTOS SIMILARES	100.00%
3. EQUIPO TÉCNICO	100.00%
4. SEGURIDAD Y SALUD	100.00%
5. CALIDAD	100.00%
6. IMPACTO AMBIENTAL	100.00%
7. ÍNDICE DE ENDEUDAMIENTO	100.00%
8. CAPITAL PROPIO	100.00%

CALCULAR

Figura 14. Lista de sub-criterios de la fase de pre-calificación

Además, como se observa en la Figura 14, el nombre de la constructora que se quiere evaluar en ese momento, se seleccionará al hacer un “clic” en el ícono de buscar que aparece en el círculo en rojo, para luego mostrar el nombre de la compañía seleccionada en la casilla “Constructora”. Asimismo, el código de la empresa aparecerá situándose arriba del nombre de la empresa seleccionada.

Entonces, después de que la administración haya colocado las respuestas de cada empresa en la hoja Excel “**Requisitos**” y que las calificaciones correspondientes hayan aparecido en la hoja Excel “**Datos**”, la administración podrá obtener los resultados de esta evaluación al hacer un “clic” en el cuadro azul “calcular”. Al hacer un “clic” en “calcular” el programa la transportará automáticamente a la hoja Excel “**Resultados**” donde la administración podrá observar el resultado general que aquella empresa seleccionada haya obtenido en esta primera fase de pre-calificación.

De esta manera, la administración podrá observar el resultado final que aparece en la hoja Excel “**Resultados**” de la siguiente manera como se muestra en la Figura 15.

Cod_Cons	Constructoras	Tiempo de entrega	Proyectos similares	Equipo técnico	Seguridad y salud
Cons_03	G y M Constructores	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Calidad	Impacto ambiental	Índice de endeudamiento	Capital propio	Puntaje total
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Figura 15. Resultados de la evaluación de la primera fase de pre-calificación

Cabe recordar que, como requisito principal de esta primera fase de pre-calificación, de los 8 sub-criterios que se presentan, se requiere que, como mínimo, las compañías que se presenten a evaluación tendrán que cumplir con 7 de estos 8 sub-criterios; considerando un porcentaje de 87.5% como mínimo para poder calificar a la segunda fase.

Por lo tanto, los resultados de la práctica de esta metodología, utilizando el ejemplo creado de evaluación para licitación de la “**CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS DE RIVERA EN LA CIUDAD DE ICA**”, se muestran en la Figura 16.

Cod_Cons	Constructoras	Tiempo de entrega	Proyectos similares	Equipo técnico	Seguridad y salud
Cons_03	G y M Constructores	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Cons_02	Hugrelid S.A.C.	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Cons_01	LIMA S.A.	100.00%	100.00%	100.00%	0.00%

Calidad	Impacto ambiental	Índice de endeudamiento	Capital propio	Puntaje total
100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	87.50%
100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
100.00%	0.00%	100.00%	100.00%	75.00%

Figura 16. Resultados de la primera fase de calificación de la práctica de la metodología

Entonces; cómo se puede ver en la Figura 16, las empresas G y M Constructores y Hugrelid S.A.C., obtuvieron como puntaje general 87.50% y 100.00%, respectivamente. Mientras que la empresa LIMA S.A. ha obtenido un puntaje general de 75.00% en esta primera fase de pre-calificación. Por lo tanto, cumpliendo con el requisito primordial de esta primera fase, las empresas G y M Constructores y Hugrelid S.A.C., tienen la posibilidad de seguir en competencia para la segunda fase de calificación; mientras que la empresa LIMA S.A. queda descartada para la segunda fase de este proceso de evaluación por haber obtenido un porcentaje inferior a 87.50%.

El origen principal de esta calificación obtenida por la empresa LIMA S.A., se debe a que específicamente esta empresa no cumple con tener implantada la norma ISO 45001 y la norma ISO 14001; por lo tanto, se le asigna el valor de 0.00% para ambos sub-criterios. Por este motivo, esta empresa queda eliminada y no podrá continuar participando en la segunda fase de evaluación.

A continuación, la administración, teniendo en conocimiento que las empresas G y M Constructores y Hugreli S.A.C han pasado esta primera fase de pre-calificación, continuarán con la evaluación de la siguiente fase donde analizarán las ofertas de cada empresa, para finalmente seleccionar a la más indicada para ejecutar esta construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera en la ciudad de Ica.

Para esta evaluación práctica de la metodología en la segunda fase de evaluación de ofertas, la administración, seguirá utilizando esta herramienta simple modelada en Excel para poder evaluar a estas dos compañías que seguirán en competencia en esta segunda fase. Por lo tanto, para llevar a cabo esta evaluación, la administración deberá seguir los siguientes pasos para continuar realizando un manejo óptimo de esta herramienta:

1. En la hoja Excel, **Datos 2**, se encuentran los diez sub-criterios que la administración va a necesitar evaluar en esta segunda fase de evaluación. Pero, para conseguir los resultados en los recuadros de cada sub-criterio, se recomienda lo siguiente:
2. Dirigirse a la hoja Excel, **Requisitos 2**, donde se encuentran los cuadros a rellenar de cada sub-criterio solicitado en esta segunda fase de evaluación. Es importante explicar que, en estos diez cuadros, se muestra el nombre de la categoría en la primera fila. Además, la segunda fila muestra el nombre del sub-criterio y, debajo, la cantidad base de porcentaje, si es el caso, que la administración esta solicitando como inversión, la cual se calculará automáticamente luego de fijar el presupuesto total de la obra a ejecutar. Asimismo, el cuadro muestra el/los indicador (es) del sub-criterio, rango (s) que se aplicará (n) en el gráfico del indicador, el valor obtenido al aplicar la función que muestra el gráfico, y el valor del sub-criterio, del criterio y de la categoría que se les asignó en el árbol de valor para esta segunda etapa de evaluación.

Por consiguiente, la administración, al conocer el rango que se va a utilizar en el gráfico de cada indicador, lo colocará en la casilla que le corresponde en la hoja Excel. Luego, simplemente, debajo de ese rango, insertará el valor que aquella empresa este proponiendo para que, automáticamente, la herramienta Excel entregue los resultados en las casillas de “valor obtenido de la función del gráfico”, “valor sub-criterio”, “valor criterio”, y “valor categoría”. Es importante mencionar que, el rango para el gráfico de cada indicador, va a depender de la decisión que tome la administración de acuerdo al tipo de obra que se vaya a ejecutar. O, también, el rango puede depender de las propuestas de las empresas. Es decir, el rango será el valor máximo seleccionado de entre todas las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Por ende, estos diez sub-criterios que serán evaluados por la administración en esta segunda fase de evaluación, se presentan a continuación:

- a) **Inversión control de calidad:** En el cuadro de este sub-criterio, como se observa en la Figura 17, al ya conocer el presupuesto total de la obra que se aprecia en la Figura 7, se muestra la cantidad mínima que una empresa puede ofertar para la inversión en el control de calidad. Por consiguiente, para la aplicación práctica de esta metodología, la administración, solicitando un porcentaje de inversión de hasta 2.50% del valor total de la obra, entonces la cantidad máxima será de 15,000.00 USD. Además, la administración pudo fijar el rango en el gráfico, el cual será entre 0.00% y 2.50%, como se observa en la Figura 17.

Al aplicar el rango determinado para el gráfico de este indicador, se obtuvo una función, la cuál será utilizada para obtener el primer valor como resultado del porcentaje de inversión de la empresa seleccionada en ese momento. Cabe mencionar que, el gráfico de este indicador es el Gráfico 1, que se encuentra en el Capítulo 9.4. Entonces, la función a utilizar, otorgada por el Gráfico 1, es la siguiente:

$$\text{Inversión de calidad} = 0.4 (\% \text{ de inversión})$$

PROPUESTA TÉCNICA					
1. INVERSIÓN CONTROL DE CALIDAD					
\$15,500.00					
Indicador	Rango de % en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 100%	Valor Criterio 100%	Valor Categoría 20%
% de inversión	entre 0.00% a 2.50%				
Porcentaje de inversión de la empresa =	2.50	1.00			
VALOR TOTAL INDICADOR =		1.00			
		VALOR SUB-CRITERIO =	1.00		
		VALOR CRITERIO CONTROL DE CALIDAD =		1.00	
		VALOR PROPUESTA TÉCNICA =			0.200

Figura 17. Inversión control de calidad

Por consiguiente, el porcentaje de inversión propuesto por las empresas será colocado en la casilla ubicada debajo del rango de porcentaje; y luego, la herramienta Excel entregará los resultados del valor obtenido en las casillas de “valor obtenido de la función del gráfico”, “valor sub-criterio”, “valor criterio”, y “valor categoría”. Finalmente, en este caso práctico, la empresa G y M Constructores presentó un porcentaje de inversión de 2.50%. Entonces, como se puede ver en la Figura 17, esta empresa obtuvo un valor final para la categoría, propuesta técnica, de 0.200. Mientras tanto, la empresa Hugreli S.A.C. también propuso una inversión para el control de calidad de 2.50%, la cuál obtuvo el mismo valor final para la categoría de 0.200.

En seguida, como se observa en la Figura 5 del Capítulo 9.3, los sub-criterios que se evaluarán a continuación, consumo de energía, consumo de materiales reciclados o reutilizados, y emisiones de CO₂, pertenecen a la categoría impacto ambiental. Además, tanto el sub-criterio consumo de energía como el consumo de materiales reciclados o reutilizados pertenecen al criterio consumo de recursos. Mientras que el sub-criterio emisiones de CO₂ pertenece al criterio generación de residuos. Entonces, para obtener el valor de esta categoría, impacto ambiental, la

herramienta Excel proporcionará, primero, el valor de estos 3 sub-criterios; luego, el valor de cada criterio; y finalmente, el valor de la categoría.

- b) **Consumo de energía:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 18. Este sub-criterio contiene tres indicadores; por lo tanto, la administración se encargará de calcular el valor de cada uno de ellos mediante la aplicación de la función de cada gráfico, así como el uso de la herramienta Excel. Entonces, primero, para obtener el valor de estos indicadores, la administración debe de asignar el rango para cada gráfico de estos indicadores. Como se mencionó anteriormente, el rango en el gráfico de cada indicador se define como el máximo valor de entre las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Para luego, en la casilla que se encuentra debajo de cada rango asignado, tendrá que agregar el valor presentado de la empresa que se este evaluando en ese momento.

2. CONSUMO DE ENERGÍA					
Indicadores	Rango en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 60%	Valor Criterio 60%	Valor Categoría 25%
A) Fabricación (MJ)	entre 0.00 MJ a 2.60 MJ				
MJ de energía por fabricación =	2.60	0.00			
B) Transporte (km)	entre 0.00 km a 2 km				
km de distancia por transporte =	2.00	0.00			
C) Maquinaria (MJ)	entre 0.00 MJ a 15.29 MJ				
MJ de energía por uso de maquinaria =	10.21	0.35			
VALOR TOTAL INDICADORES (A+B+C) =		0.35			
		VALOR SUB-CRITERIO 2 =	0.21		

Figura 18. Consumo de energía

Entonces, para la aplicación práctica de esta metodología, la empresa G y M Constructores presenta el informe de la energía empleada en la fabricación del material principal a utilizar en la obra, el cual es el asfalto. Este informe detalla que esta fabricación tiene un consumo de energía, por kg del material, de 2.60 MJ en una fábrica localizada a 2 km de distancia de la obra. Y la energía total consumida por la maquinaria que empleará más en la obra será de 10.21 MJ por hora. Mientras que el informe presentado por la empresa Hugreli S.A.C., muestra que esta empresa comprará el material en una fábrica localizada a 1.5 km de distancia de la obra y que, esta fábrica, tiene un consumo de energía por kg para la fabricación del asfalto de 2.40 MJ. Además, que la energía total consumida por la maquinaria que empleará más en la obra será de 15.79 MJ.

Por lo tanto, como se aprecia en la Figura 18, el rango del primer indicador, fabricación, será entre 0.00 MJ y 2.60 MJ. Entonces, al fijar este rango en el Gráfico 2, que pertenece a este indicador, proporciona la siguiente función para calcular el primer valor de la casilla correspondiente en la hoja Excel:

$$\text{Fabricación} = -0.3846 (\text{MJ de energía}) + 1$$

Cabe mencionar que la función del gráfico de cada indicador está insertada en la herramienta Excel. Siendo así, el resultado que proporcionó la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.08.

Para el cálculo del segundo indicador, transporte, y estableciendo como valor máximo 2 km al eje de transporte del Gráfico 3, se hizo uso de la siguiente función que nos mostró:

$$\text{Transporte} = -0.5 (\text{km de distancia}) + 1$$

El resultado que suministró la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.25.

Para el cálculo del tercer indicador, maquinaria, y asignando como valor máximo 15.79 MJ al eje de consumo de energía del Gráfico 3, proporcionó la siguiente función:

$$\text{Maquinaria} = -0.0633 (\text{MJ de energía}) + 1$$

Entonces, el resultado de la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.35 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.03.

Finalmente, como se observa en la Figura 18, la herramienta Excel entregó el valor total de la suma de estos tres indicadores pertenecientes al sub-criterio, consumo de energía. Siendo 0.35 para la Empresa G y M Constructores, y 0.36 para la empresa Hugreli S.A.C. Asimismo, el valor correspondiente a este sub-criterio, que resulta de la multiplicación de la suma total de los indicadores por el porcentaje que se le fijó a este sub-criterio, el cual fue de 60%, también fue brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, el valor de este sub-criterio, consumo de energía, es de 0.21 para G y M Constructores. Y 0.22 para Hugreli S.A.C.

- c) **Consumo de materiales reciclados o reutilizados:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 19. En el cuadro de este sub-criterio, al ya conocer el presupuesto total de la obra que se aprecia en la Figura 7, se muestra la cantidad que una empresa puede ofertar para el consumo de materiales reciclados o reutilizados. Por consiguiente, para la aplicación práctica de esta metodología, la administración, estableció un porcentaje de inversión de hasta 100.00%. Se fijó este porcentaje ya que puede presentarse la posibilidad que una empresa proponga ejecutar la obra solamente con materiales reciclados o reutilizados.

3. CONSUMO DE MATERIALES RECICLADOS O REUTILIZADOS					
\$167,400.00					
Indicador	Rango de % en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 40%	Valor Criterio 60%	Valor Categoría 25%
% de inversión	entre 0.00% a 100.00%				
Porcentaje de inversión de la empresa =	15.00	0.15			
VALOR SUB-CRITERIO 3 =			0.06		
VALOR TOTAL SUB-CRITERIOS (2+3) =			0.28		
VALOR CRITERIO CONSUMO DE RECURSOS =			0.17		

Figura 19. Consumo de materiales reciclados o reutilizados

Por consiguiente, se pasó a establecer el rango, de 0.00% a 100.00%, en el Gráfico 5, que le corresponde a este indicador. Encontrándose este gráfico en el Capítulo 9.4. Entonces, al aplicar el rango en el gráfico, la función que proporcionó fue la siguiente:

$$\text{Consumo de materiales reciclados o reutilizados} = 0.01 (\% \text{ de inversión})$$

De esta manera, la empresa G y M Constructores presenta dentro de su propuesta un porcentaje de inversión para la utilización de materiales reciclados o reutilizados de 15.00% del valor total de la obra. Mientras que la empresa Hugreli S.A.C. propone invertir un porcentaje de 27.00% del valor total de la obra. Entonces, la administración sabiendo que el presupuesto total de la obra es de 620,000.00 USD, como se aprecia en la Figura 7, la inversión de cada empresa sería de 93,000.00 USD y 167,400.00 USD, respectivamente.

Por lo tanto, con estas propuestas de inversión ofrecidas por las empresas, se aplicó la función valor del indicador y se obtuvo que, G y M Constructores

consiguió un valor de 0.06 al invertir 15.00%. Mientras que Hugreli S.A.C. consiguió un valor de 0.108 al invertir 27.00%.

Asimismo, la herramienta Excel, calcula automáticamente el valor del sub-criterio al multiplicar su peso, 40%, por el valor del indicador obtenido. Luego, sumará el valor de este sub-criterio, consumo de materiales reciclados o reutilizados, con el valor del sub-criterio, consumo de energía; con el propósito de obtener el valor del criterio consumo de materiales. Obteniéndose este valor al multiplicar el peso del criterio, 60%, por el valor total de la suma de sus dos sub-criterios. Entonces, como se aprecia en la Figura 19, G y M Constructores obtuvo un valor de 0.16 para el criterio, consumo de recursos. Mientras tanto, Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.19.

Hasta este punto, la administración, ya conociendo el valor del criterio, consumo de recursos, necesitará que la herramienta Excel le brinde el valor del criterio, generación de residuos para, finalmente, obtener el valor de la categoría impacto ambiental. Entonces, a continuación se calculará primero el valor del sub-criterio, emisiones de CO₂, para luego conseguir el valor de su criterio correspondiente.

- d) **Emisiones de CO₂**: En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 20. Este sub-criterio contiene tres indicadores; por lo tanto, la administración se encargará de calcular el valor de cada uno de ellos mediante la aplicación de la función de cada gráfico. Entonces, para obtener el valor de estos indicadores, la administración debe de asignar el rango para cada gráfico de estos indicadores. Como se mencionó anteriormente, el rango en el gráfico de cada indicador se define como el máximo valor de entre las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Para luego, en la casilla que se encuentra debajo de cada rango asignado, tendrá que agregar el valor presentado de la empresa que se este evaluando en ese momento.

4. EMISIONES DE CO ₂					
Indicadores	Rango en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 100%	Valor Criterio 40%	Valor Categoría 25%
A) Fabricación (kg)	entre 0.00 kg a 0.090 kg				
MJ de energía por fabricación =	0.090	0.00			
B) Transporte (km)	entre 0.00 km a 4.5 km				
km de distancia por transporte =	3.00	0.33			
C) Maquinaria (kg)	entre 0.00 kg a 101.50 kg				
MJ de energía por uso de maquinaria =	101.50	0.00			
VALOR TOTAL INDICADORES (A+B+C) =		0.33			
VALOR SUBCRITERIO 4 =			0.33		
VALOR CRITERIO GENERACIÓN DE RESIDUOS =			0.13		
VALOR TOTAL CRITERIOS =			0.33		
VALOR IMPACTO AMBIENTAL =			0.081		

Figura 20. Emisiones de CO₂

Entonces, para esta evaluación práctica de la metodología, la empresa G y M Constructores presenta el informe de las emisiones de CO₂ que se genera en la fabricación del material principal a utilizar en la obra, que en este caso es el asfalto. Este informe especifica que esta fabricación genera una emisión de 0.090 kg de CO₂ en una fábrica localizada a 3.0 km de distancia de la obra. Y la maquinaria que empleará más en la obra tendrá una emisión de CO₂ de 101.50 por hora. Mientras que, el informe presentado por la empresa Hugreli S.A.C., muestra que esta empresa comprará el material en una fábrica localizada a 4.5 km de

distancia de la obra y que, esta fábrica, tiene una emisión para la fabricación del asfalto de 0.045 kg de CO₂. Además, la maquinaria que empleará más en la obra tendrá una emisión de CO₂ de 49.86 por hora.

Por lo tanto, como se ve en la Figura 20, el rango del primer indicador, fabricación, será entre 0.00 kg y 0.090 kg. Entonces, al fijar este rango en el Gráfico 6, que pertenece a este indicador, proporciona la siguiente función para calcular el primer valor de la casilla correspondiente en la hoja Excel:

$$\text{Fabricación} = -11.111 (\text{kg de CO}_2) + 1$$

Siendo así, el resultado que proporcionó la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.50.

Para el cálculo del segundo indicador, transporte, y estableciendo como valor máximo 4.5 km al eje de transporte del Gráfico 7, se hizo uso de la siguiente función que nos mostró:

$$\text{Transporte} = -0.0099 (\text{ km de distancia}) + 1$$

El resultado que suministró la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.33 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.00.

Para el cálculo del tercer indicador, maquinaria, y asignando como valor máximo 101.50 kg al eje de consumo de energía del Gráfico 8, proporcionó la siguiente función:

$$\text{Maquinaria} = -0.0099 (\text{kg de CO}_2) + 1$$

Entonces, el resultado de la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.51.

Finalmente, como se observa en la Figura 20, la herramienta Excel entregó el valor total de la suma de estos tres indicadores pertenecientes al sub-criterio, emisiones de CO₂. Siendo 0.33 para la Empresa G y M Constructores, y 1.01 para la empresa Hugreli S.A.C. Asimismo, el valor correspondiente a este sub-criterio, que resulta de la multiplicación de la suma total de los indicadores por el porcentaje que se fijó a este sub-criterio, el cual fue de 100%, también fue brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, el valor de este sub-criterio, emisiones de CO₂, es de 0.33 para G y M Constructores. Mientras que para Hugreli S.A.C., es de 1.01.

Luego, para poder calcular el valor de la categoría, impacto ambiental; primero, la herramienta Excel calculará el valor del criterio, generación de residuos, que resulta de la multiplicación de su peso, 40%, por el valor de su sub-criterio, emisiones de CO₂. Finalmente, el valor de ambos criterios, generación de residuos y consumo de recursos, son sumados para luego multiplicarlo por el peso de la categoría, 25%, y así obtener el valor total de la misma. Por consiguiente, el valor que se obtuvo de la categoría, impacto ambiental, para G y M Constructores fue 0.074. Mientras que el valor obtenido para Hugreli S.A.C. fue 0.149.

A continuación, como se aprecia en la Figura 5 del Capítulo 9.3, los sub-criterios que se evaluarán ahora son afección a negocios y servicios, riesgos laborales, subcontratación, transporte público y privado, y bicicletas. Todos estos sub-criterios pertenecen a la categoría impacto social. Asimismo, el sub-criterio afección pertenece al criterio negocios y servicios; el sub-criterio riesgos laborales pertenece al criterio seguridad y salud; el sub-criterio subcontratación pertenece al criterio subcontratistas, y tanto el sub-criterio transporte público y privado como bicicletas pertenecen al criterio movilidad. Entonces, para obtener el valor final de esta categoría, impacto social, la herramienta Excel proporcionará, primero, el valor de estos 5 sub-criterios; luego, el valor de cada criterio; y finalmente, el valor de la categoría.

e) **Afección a negocios y servicios:** En la hoja Excel, **Requisitos 2**, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 21. Este sub-criterio contiene dos indicadores; por lo tanto, la administración se encargará de calcular el valor de cada uno de ellos mediante la aplicación de la función de cada gráfico. Entonces, para obtener el valor de estos indicadores, la administración debe de asignar el rango para cada gráfico de estos dos indicadores. Como se mencionó previamente, el rango en el gráfico de cada indicador se define como el máximo valor de entre las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Para luego, en la casilla que se encuentra debajo de cada rango asignado, tendrá que agregar el valor presentado de la empresa que se este evaluando en ese momento.

5. AFECTACIÓN A NEGOCIOS Y SERVICIOS					
Indicadores	Rango en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 100%	Valor Criterio 20%	Valor Categoría 25%
A) Tiempo(Días)	entre 0 días a 160 días				
Tiempo de ejecución de obra (Días) =	160	0.10			
B) Área (m2)	entre 0 m ² a 7.5 m ²				
Área de ocupación de la obra (m ²) =	7.50	0.00			
VALOR TOTAL INDICADORES (A+B) =		0.10			
VALOR SUB-CRITERIO 5 =		0.10			
VALOR CRITERIO NEGOCIOS Y SERVICIOS =		0.02			

Figura 21. Afección a Negocios y Servicios

Entonces, para esta evaluación práctica de la metodología, la administración, teniendo conocimiento que el plazo de ejecución de la construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera en la ciudad de Ica es de 180 días

calendarios, recibe las propuestas de estas dos empresas, G y M Constructores y Hugreli S.A.C., para poder obtener la calificación en este sub-criterio.

Por lo tanto, la empresa G y M Constructores, presenta en su propuesta que esta obra podrá ejecutarla en un plazo de 160 días calendarios. Además, proponen que el área a ocupar durante las fases de ejecución de la obra no afectará a los negocios y servicios que se encuentran alrededor; ya que, luego de realizar un análisis del espacio de trabajo, ocuparán como máximo un área de 7.5 m² en cada fase de la obra. Mientras tanto, la empresa Hugreli S.A.C. menciona en su propuesta que esta ejecución de la obra le tomará un tiempo de 150 días calendarios y que el área máxima a ocupar durante las fases de la obra será de 5 m².

Por lo tanto, como se observa en la Figura 21, el rango del primer indicador, tiempo, será entre 0 días y 160 días. Entonces, al fijar este rango en el Gráfico 9, que pertenece a este indicador, proporciona la siguiente función para calcular el primer valor de la casilla correspondiente en la hoja Excel:

$$\text{Tiempo} = -0.0056 (\text{días}) + 1$$

Siendo así, el resultado que proporcionó la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.10 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.16.

Para el cálculo del segundo indicador, área, y estableciendo como valor máximo 7.50 m² al eje de área del Gráfico 10, se hizo uso de la siguiente función que nos mostró:

$$\text{Área} = -0.1333 (\text{m}^2) + 1$$

El resultado que suministró la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.33.

Entonces, como se observa en la Figura 21, la herramienta Excel entregó el valor total de la suma de estos dos indicadores pertenecientes al sub-criterio, afectación de negocios y servicios. Siendo 0.10 para la Empresa G y M Constructores, y 0.49 para la empresa Hugreli S.A.C. Asimismo, el valor correspondiente a este sub-criterio, que resulta de la multiplicación de la suma total de sus indicadores por el porcentaje que se le fijó, el cual fue de 100%, también fue brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, el valor de este sub-criterio, afectación a negocios y servicios, es de 0.10 para G y M Constructores. Y 0.49 para Hugreli S.A.C.

Del mismo modo, al obtener el valor del sub-criterio, la administración ya conocerá también el valor del criterio, negocios y servicios, brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, la G y M Constructores obtuvo un valor para el criterio de 0.02. Mientras que Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.10.

Entre tanto, la administración necesitará que la herramienta Excel le presente el valor de los otros tres criterios restantes; para, finalmente, obtener el valor de la categoría impacto social. Entonces, a continuación se calculará el valor de los siguientes sub-criterios y de sus respectivos criterios.

- f) **Riesgos laborales:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 22. En el cuadro de este sub-criterio, al ya conocer el presupuesto total de la obra que se aprecia en la Figura 7, se muestra la cantidad que una empresa puede ofertar para el consumo de materiales reciclados o reutilizados. Por consiguiente, para la aplicación práctica de esta metodología, la administración, estableció un porcentaje de inversión de hasta 5.00%.

6. RIESGOS LABORALES					
\$31,000.00					
Indicador	Rango de % en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 100%	Valor Criterio 35%	Valor Categoría 25%
% de inversión	entre 0.00% a 5.00%				
Porcentaje de inversión de la empresa =	5.00	1.00			
VALOR SUB-CRITERIO 6 =			1.00		
VALOR CRITERIO SEGURIDAD Y SALUD =				0.35	

Figura 22. Riesgos laborales

Por consiguiente, se pasó a establecer el rango, de 0.00% a 5.00%, en el Gráfico 11, que le corresponde a este indicador. Encontrándose este gráfico en el Capítulo 9.4. Entonces, al aplicar el rango en el gráfico, la función que proporcionó fue la siguiente:

$$\text{Riesgos laborales} = 0.2 \times \% \text{ de inversión}$$

Para el caso de esta evaluación práctica de la metodología, debiendo ser esta inversión para riesgos laborales no menor a 31,000.00 USD, las empresas G y M Constructores y Hugreli S.A.C, han presentado en sus propuestas invertir ese porcentaje mínimo de inversión que fijó la administración. Por lo tanto, con estas propuestas de inversión ofrecidas por las empresas, se aplicó la función valor del indicador y se obtuvo que, tanto G y M Constructores y Hugreli S.A.C. consiguieron un valor de 1.00 al invertir el porcentaje mínimo de 5.00% solicitado por la administración.

Asimismo, la herramienta Excel, calcula automáticamente el valor del sub-criterio al multiplicar su peso, 100%, por el valor del indicador obtenido. Luego, para calcular el valor del criterio, seguridad y salud, el valor del sub-criterio se

multiplica automáticamente por el peso del criterio, 35%. Entonces, como se aprecia en la Figura 22, tanto G y M Constructores como Hugreli S.A.C. consiguieron un valor para el criterio, seguridad y salud, de 0.35.

- g) **Subcontratación:** En la hoja Excel, **Requisitos 2**, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 23. En el cuadro de este sub-criterio, al ya conocer el presupuesto total de la obra que se aprecia en la Figura 7, se muestra la cantidad que una empresa puede ofertar para la subcontratación con empresas de inserción social o centros especiales de empleo. Por consiguiente, para la aplicación práctica de esta metodología, la administración, estableció un porcentaje de inversión de hasta 5.00%.

7. SUBCONTRATACIÓN					
\$31,000.00					
Indicador	Rango de % en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 100%	Valor Criterio 25%	Valor Categoría 25%
% de inversión	entre 0.00% a 5.00%				
Porcentaje de inversión de la empresa =	5.00	1.00			
VALOR SUB-CRITERIO 7 =			1.00		
VALOR CRITERIO SUBCONTRATISTAS =				0.25	

Figura 23. Subcontratación

Por consiguiente, se pasó a establecer el rango, de 0.00% a 5.00%, en el Gráfico 12, que le corresponde a este indicador. Entonces, al aplicar el rango en el gráfico, la función que proporcionó fue la siguiente:

$$\text{Subcontratación} = 0.2 \times \% \text{ de inversión}$$

Para el caso de esta evaluación práctica de la metodología, debiendo ser esta inversión para riesgos laborales no menor a 31,000.00 USD, las empresas G y M Constructores y Hugreli S.A.C, han presentado en sus propuestas invertir nuevamente ese porcentaje máximo de inversión que fijó la administración. Por lo tanto, con estas propuestas de inversión ofrecidas por las empresas, se aplicó la función valor del indicador y se obtuvo que, tanto G y M Constructores y Hugreli S.A.C. consiguieron un valor de 1.00 al invertir ese porcentaje mínimo solicitado por la administración.

Asimismo, la herramienta Excel, calcula automáticamente el valor del sub-criterio al multiplicar su peso, 100%, por el valor del indicador obtenido. Luego, para calcular el valor del criterio, subcontratistas, el valor del sub-criterio se multiplica automáticamente por el peso del criterio, 25%. Entonces, como se aprecia en la Figura 23, tanto G y M Constructores como Hugreli S.A.C. consiguieron un valor para el criterio, subcontratistas, de 0.25.

A continuación, los sub-criterios que se evaluarán son transporte público y privado y bicicletas. Como se mencionó previamente, estos sub-criterios pertenecen al criterio movilidad. Entonces, para obtener el valor final de esta categoría, impacto social, la herramienta Excel va a otorgar el valor de este último criterio para luego sumarlo con los otros tres y finalmente multiplicar ese valor total por el peso de la categoría para obtener el resultado final.

- h) **Transporte público y privado:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 24. Este sub-criterio contiene dos indicadores; por lo tanto, la administración se encargará de calcular el valor de cada uno de ellos mediante la aplicación de la función de cada gráfico. Entonces, para obtener el valor de estos indicadores, la administración debe de asignar el rango para cada gráfico de estos dos indicadores. Como se mencionó previamente, el rango en el gráfico de cada indicador se define como el máximo valor de entre las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Para luego, en la casilla que se encuentra debajo de cada rango asignado, tendrá que agregar el valor presentado de la empresa que se este evaluando en ese momento.

8. TRANSPORTE PÚBLICO Y PRIVADO					
Indicadores	Rango en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio	Valor Criterio	Valor Categoría
			60%	20%	25%
A) Tiempo(Días)	entre 0 días a 160 días				
Tiempo de ejecución de obra (Días) =	160	0.10			
B) Distancia (m)	entre 0 m a 50 m				
Distancia de ocupación de la obra (m) =	50.00	0.00			
VALOR TOTAL INDICADORES (A+B) =		0.10			
VALOR SUB-CRITERIO 8 =		0.06			

Figura 24. Transporte público y privado

Entonces, para esta evaluación práctica de la metodología, la administración, teniendo conocimiento que el plazo de ejecución de la construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera en la ciudad de Ica es de 180 días calendarios, recibe las propuestas de estas dos empresas, G y M Constructores y Hugreli S.A.C., para poder obtener la calificación en este sub-criterio.

Por lo tanto, la empresa G y M Constructores, presenta en su propuesta que esta obra podrá ejecutarla en un plazo de 160 días calendarios. Además, proponen que la distancia a ocupar durante las fases de ejecución de la obra no afectará al transporte público y privado de manera excesiva; ya que, luego de realizar un análisis del tránsito en esa avenida, se plantea trabajar durante horarios de menos afluencia de movilidad. Por lo tanto, esta empresa propone ocupar como máximo una distancia de 50 metros en cada fase de la obra. Mientras tanto, la empresa

Hugreli S.A.C. menciona en su propuesta que esta ejecución de la obra le tomará un tiempo de 150 días calendarios y que la distancia máxima a ocupar durante las fases de la obra será de 30 metros.

Por consiguiente, como se observa en la Figura 24, el rango del primer indicador, tiempo, será entre 0 días y 160 días. Entonces, al fijar este rango en el Gráfico 13, que pertenece a este indicador, proporciona la siguiente función para calcular el primer valor de la casilla correspondiente en la hoja Excel:

$$\text{Tiempo} = -0.0056 (\text{días}) + 1$$

Siendo así, el resultado que proporcionó la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.10 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.16.

Para el cálculo del segundo indicador, distancia, y estableciendo como valor máximo 50 m al eje de área del Gráfico 14, se hizo uso de la siguiente función que nos mostró:

$$\text{Distancia} = -0.02 (\text{m}) + 1$$

El resultado que suministró la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.40.

Entonces, como se observa en la Figura 24, la herramienta Excel también entregó el valor total de la suma de estos dos indicadores pertenecientes al sub-criterio, transporte público y privado. Asimismo, el valor de este sub-criterio, que resulta de la multiplicación de la suma total de sus indicadores por el porcentaje que se le fijó, el cual fue de 60%, también fue brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, el valor de este sub-criterio, transporte público y privado, es de 0.06 para G y M Constructores y 0.34 para Hugreli S.A.C.

i) **Bicicletas:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 25. Este sub-criterio contiene dos indicadores; por lo tanto, la administración se encargará de calcular el valor de cada uno de ellos mediante la aplicación de la función de cada gráfico. Entonces, para obtener el valor de estos indicadores, la administración debe de asignar el rango para cada gráfico de estos dos indicadores. Como se mencionó previamente, el rango en el gráfico de cada indicador se define como el máximo valor de entre las propuestas de las empresas que se encuentran en competencia. Para luego, en la casilla que se encuentra debajo de cada rango asignado, tendrá que agregar el valor presentado de la empresa que se este evaluando en ese momento.

9. BICICLETAS					
Indicadores	Rango en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico	Valor Sub-criterio 40%	Valor Criterio 20%	Valor Categoría 25%
A) Tiempo(Días)	entre 0 días a 160 días				
Tiempo de ejecución de obra (Días) =	160.00	0.10			
B) Distancia (m)	entre 0 m a 20 m				
Distancia de ocupación de la obra (m) =	20.00	0.00			
VALOR TOTAL INDICADORES (A+B) =		0.10			
VALOR SUB-CRITERIO 9 =		0.04			
VALOR TOTAL SUB-CRITERIOS (8+9) =		0.38			
VALOR CRITERIO MOVILIDAD =		0.08			
VALOR TOTAL CRITERIOS =		0.77			
VALOR IMPACTO SOCIAL =		0.194			

Figura 25. Bicicletas

Entonces, para esta evaluación práctica de la metodología, la administración, teniendo conocimiento que el plazo de ejecución de la construcción de pistas en un tramo de la Avenida Nicolás de Rivera en la ciudad de Ica es de 180 días calendarios, recibe las propuestas de estas dos empresas, G y M Constructores y Hugreli S.A.C., para poder obtener la calificación en este sub-criterio.

Por lo tanto, la empresa G y M Constructores, presenta en su propuesta que esta obra podrá ejecutarla en un plazo de 160 días calendarios. Además, proponen que la distancia a ocupar durante las fases de ejecución de la obra no afectará los carriles de bicicletas de manera excesiva. Por lo tanto, esta empresa propone ocupar como máximo una distancia de 20 metros en cada fase de la obra. Mientras tanto, la empresa Hugreli S.A.C. menciona en su propuesta que esta ejecución de la obra le tomará un tiempo de 150 días calendarios y que la distancia máxima a ocupar durante las fases de la obra será de 15 metros.

Por consiguiente, como se observa en la Figura 25, el rango del primer indicador, tiempo, será entre 0 días y 160 días. Entonces, al fijar este rango en el Gráfico 15, que pertenece a este indicador, proporciona la siguiente función para calcular el primer valor de la casilla correspondiente en la hoja Excel:

$$\text{Tiempo} = -0.0056 (\text{días}) + 1$$

Siendo así, el resultado que proporcionó la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.10 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.16.

Para el cálculo del segundo indicador, distancia, y estableciendo como valor máximo 20 m al eje de área del Gráfico 16, se hizo uso de la siguiente función que nos mostró:

$$\text{Distancia} = -0.05 (\text{m}) + 1$$

El resultado que suministró la herramienta Excel, después de colocar la propuesta de cada empresa para este indicador, fue que la empresa G y M Constructores obtuvo un valor de 0.00 y la empresa Hugreli S.A.C. obtuvo un valor de 0.25.

Entonces, como se observa en la Figura 24, la herramienta Excel también entregó el valor total de la suma de estos dos indicadores pertenecientes al sub-criterio, transporte público y privado. Asimismo, el valor de este sub-criterio, que resulta de la multiplicación de la suma total de sus indicadores por el porcentaje que se le fijó, el cual fue de 40%, también fue brindado por la herramienta Excel. Por lo tanto, el valor de este sub-criterio, bicicletas, es de 0.04 para G y M Constructores y 0.16 para Hugreli S.A.C.

Finalmente, para poder calcular el valor de la categoría, impacto social; primero, la herramienta Excel calculará el valor de este último criterio, movilidad, que resulta de la multiplicación de su peso, 20%, por el valor de la suma de sus dos sub-criterios, transporte público y privado y bicicletas. Entonces, el valor obtenido para G y M Constructores fue de 0.08 y para Hugreli S.A.C. fue de 0.10.

Por consiguiente, para finalmente obtener el peso de la categoría, la herramienta Excel sumará el peso obtenido de cada criterio perteneciente a la categoría. Entonces, esta suma total se multiplica por el peso de la categoría, 25%. G y M obtuvo un valor total de 0.194 para la categoría impacto social. Mientras que Hugreli S.A.C. obtuvo un valor total de 0.200.

- j) **Oferta económica:** En la hoja Excel, *Requisitos 2*, se encuentra el cuadro de este sub-criterio que se muestra en la Figura 26. En el cuadro de este sub-criterio, al ya conocer el presupuesto total de la obra que se aprecia en la Figura 7, se muestra la cantidad de baja que una empresa puede ofertar como oferta económica.

PROPUESTA ECONÓMICA					
10. OFERTA ECONÓMICA					
\$434,000.00					
Indicador	Rango de % en el gráfico	Valor obtenido de la función del gráfico		Valor Criterio	Valor Categoría
% de baja	entre 0.00% a 30%			100%	30%
Porcentaje de baja de la empresa =	7.00	0.77			
VALOR TOTAL INDICADOR =		0.77			
				VALOR CRITERIO OFERTA ECONÓMICA =	0.77
					VALOR PROPUESTA ECONÓMICA = 0.2301

Figura 26. Oferta económica

Por consiguiente, para la aplicación práctica de esta metodología, la administración, solicitando que el porcentaje de baja máximo sea de 30.00% del presupuesto total de la obra, entonces la cantidad máxima será de 434,000.00 USD. Además, la administración pudo fijar el rango en el gráfico, el cual será entre 0.00% y 30.00%, como se observa en la Figura 26.

Al aplicar el rango determinado para el gráfico de este indicador, se obtuvo una función, la cuál será utilizada para obtener el primer valor como resultado del porcentaje de baja de la empresa seleccionada en ese momento. Cabe mencionar que el gráfico de este indicador es el Gráfico 17, que se encuentra en el Capítulo 9.4. Entonces, la función a utilizar, otorgada por el Gráfico 17, es la siguiente:

$$\text{Oferta económica} = -0.0333 (\% \text{ de baja}) + 1$$

Por consiguiente, el porcentaje de inversión propuesto por las empresas será colocado en la casilla ubicada debajo del rango de porcentaje; y luego, la herramienta Excel entregará los resultados del valor obtenido en las casillas restantes. Finalmente, en este caso práctico, la empresa G y M Constructores presentó un porcentaje de baja de 7.00%. Entonces, como se puede ver en la Figura 26, esta empresa obtuvo un valor final para la categoría, oferta económica, de 0.2301. Mientras tanto, la empresa Hugreli S.A.C. propuso un porcentaje de baja de 5.50%, la cuál obtuvo un valor final para la categoría de 0.2451.

Finalmente, después que la administración haya realizado la calificación de esta segunda fase de evaluación mediante el uso de los cuadros en la hoja Excel, **Requisitos 2**, y las funciones del gráfico de cada sub-criterio mostrado en el Capítulo 9.4; ahora deberá dirigirse a la hoja Excel, **Datos 2**.

En esta hoja Excel, como se mencionó anteriormente, se encuentra la lista de sub-criterios que se necesitan cumplir, en esta segunda fase de calificación, las empresas que se estén presentando al proceso de evaluación. Entonces, como se observa en la Figura 27, esta lista se irá llenando automáticamente con el valor que las empresas vayan obteniendo en cada sub-criterio. Asimismo, el valor de cada criterio y categoría se irán copiando automáticamente desde la hoja Excel, **Requisitos 2**.

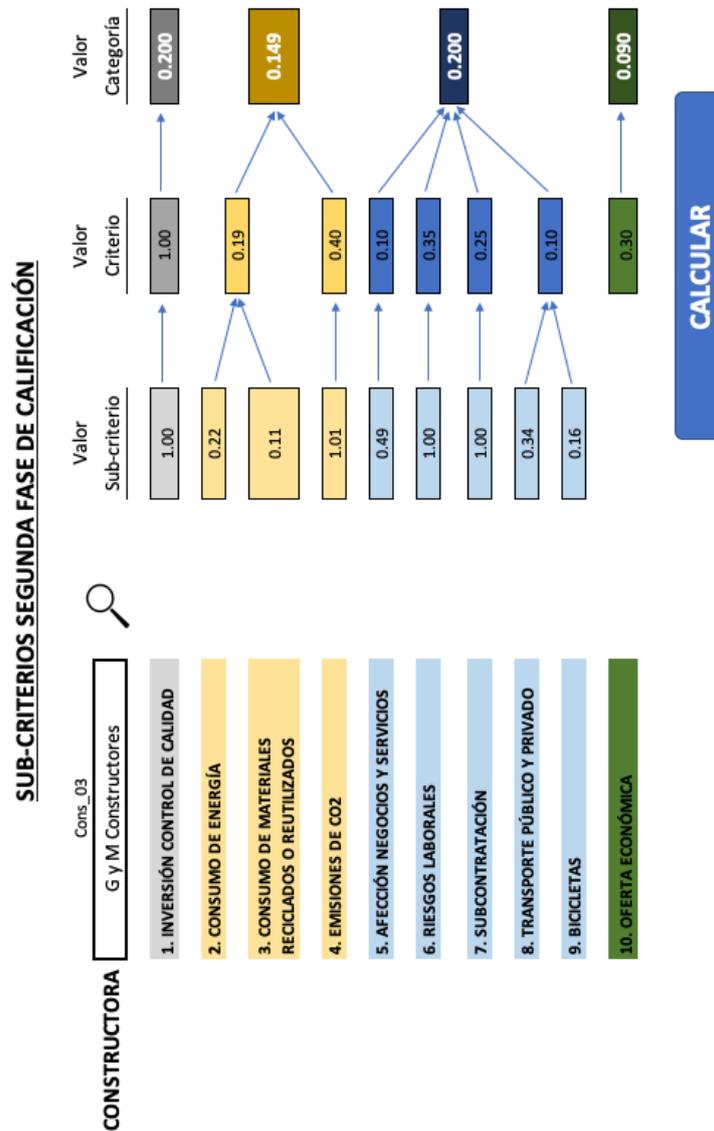


Figura 27. Lista de sub-criterios de la segunda fase de calificación

Como se observa en la Figura 27, el nombre de la constructora que se quiere evaluar en ese momento, se seleccionará al hacer un “clic” en el ícono de buscar, este icono va a mostrar el nombre de la compañía seleccionada en la casilla “Constructora”. Asimismo, el código de la misma aparecerá situándose arriba del nombre de la empresa seleccionada.

Entonces, después de que la administración haya calificado a cada empresa en la hoja Excel “**Requisitos 2**” y que los valores correspondientes hayan aparecido en la hoja Excel “**Datos 2**”, la administración podrá obtener los resultados finales de esta evaluación al hacer un “clic” en el cuadro azul “calcular”. Al hacer un “clic” en “calcular” el programa

la transportará automáticamente a la hoja Excel “**Resultados 2**” donde la administración podrá observar el resultado general que aquella empresa seleccionada haya obtenido en la segunda fase de calificación.

De esta manera, la administración podrá observar el resultado final que aparece en la hoja Excel “**Resultados 2**” de la siguiente manera como se muestra en la Figura 28:

Cod_Cons	Constructora	Inversión Control de Calidad	Consumo de Energía	Consumo de Materiales Reciclados o Reutilizados	Emisiones de CO2	
Afiliación Negocios y Servicios	Riesgos Laborales	Subcontratación	Transporte Público y Privado	Bicicletas	Oferta Económica	VALOR TOTAL

Figura 28. Resultados de la evaluación de la segunda fase de calificación

Por lo tanto, los resultados de la práctica de esta metodología utilizando el ejemplo creado de evaluación para licitación de la “**CONSTRUCCIÓN DE PISTAS EN UN TRAMO DE LA AVENIDA NICOLÁS DE RIVERA EN LA CIUDAD DE ICA**”, son los siguientes que se muestran en la Figura 29:

Cod_Cons	Constructora	Inversión Control de Calidad	Consumo de Energía	Consumo de Materiales Reciclados o Reutilizados	Emisiones de CO2
Cons_03	G y M Constructores	1.00	0.21	0.06	0.33
Cons_02	Hugrelid S.A.C.	1.00	0.22	0.11	1.01

Afiliación Negocios y Servicios	Riesgos Laborales	Subcontratación	Transporte Público y Privado	Bicicletas	Oferta Económica	VALOR TOTAL
0.10	1.00	1.00	0.06	0.04	0.77	0.664
0.49	1.00	1.00	0.34	0.16	0.82	0.794

Figura 29. Valor final obtenido para cada empresa en la segunda fase de evaluación

Por lo tanto, la administración, después de obtener los resultados finales de esta segunda fase de calificación; decide adjudicarle el contrato a la empresa Hugreli S.A.C al obtener un valor mayor comparado con la otra empresa que se encontraba también en evaluación.

10.3. Conclusiones de la práctica de la metodología

Como se mencionó en el apartado 10.1., para la práctica de la metodología se creó una oferta de licitación de obra, con el propósito de aplicar esta metodología de evaluación para procesos de licitación. Esta licitación se creó con la ayuda de algunos ejemplos de

licitación de obra pública obtenidos de algunas entidades de las ciudades de Ica y Lima, localizadas en Perú. La evaluación de esta metodología se pudo realizar mediante el uso de una herramienta simple modelada en Excel. El manejo, paso a paso, de esta herramienta se describe en el apartado 10.2.

Como conclusión general sobre esta práctica de la metodología mediante el uso de la herramienta modelada en Excel, se puede decir que, la metodología se ha presentado como una metodología flexible de adaptación ya que los cuadros que se encuentran en la hoja Excel, **Requisitos y Requisitos 2**, de la primera y segunda fase, respectivamente, se pueden modificar dependiendo del tipo de obra que se vaya a realizar. Además, la columna de rangos en los cuadros de cada sub-criterio de la segunda fase también pueden modificarse dependiendo de la valorización que cada administración quiera establecer.

CAPÍTULO XI

11. Conclusiones

Este trabajo de fin de master se ha podido culminar después de indagar ofertas de licitaciones, analizar los diversos tipos de métodos de decisión multicriterio, crear un árbol de valor con sus respectivas categorías, criterios y sub-criterios. Asimismo, asignar los pesos a cada uno de ellos y así poder definir el indicador para cada sub-criterio de la primera y segunda fase de evaluación.

De los métodos de decisión multicriterio que se estudió, se seleccionó la Teoría de Utilidad Multi-Atributo como la mejor posicionada para el desarrollo de esta nueva metodología para evaluar procesos de licitación. Además, con esta teoría, al basarse en un función valor, reduce un problema multicriterio a un problema monocriterio para evitar contrariedades entre los sub-criterios propuestos.

El objetivo principal de este trabajo de fin de master ha sido determinar una metodología la cual permita a aquella entidad responsable de los procesos de licitación evaluar y seleccionar de forma objetiva a la empresa de construcción con la mejor oferta global, considerando aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos.

Además, como se ha podido observar en la práctica de la metodología, esta metodología permite examinar, ponderar y evaluar las diferentes ofertas de las empresas que se presenten para el proceso de evaluación. Asimismo, con esta metodología, las entidades a cargo de evaluar a las empresas, pueden tomar decisiones lo más objetivas posible en relación al impacto ambiental que pueden generar el tipo de construcción que se vaya a ejecutar. Así como también el impacto social, la seguridad y salud en la obra, y por supuesto la propuesta económica del ofertante.

Finalmente, esta metodología se puede adaptar en distintos países con tan solo ajustar los pesos de los criterios y sub-criterios, dependiendo en el país que se vaya a aplicar. Asimismo, se podrá excluir los sub-criterios que no se consideren relevantes según el entorno que se presente. Como se menciona anteriormente, con la aplicación de esta metodología se tiene la intención de aumentar la concienciación con respecto a la

sostenibilidad y calidad que deberían de tener los proyectos. Igualmente, mejorar las propuestas con respecto al impacto social que puede causar una obra de construcción y realizar una oferta económica consciente para ejecutar una obra que cumpla con todas las formalidades.

Referencias

Las referencias de esta Tesis de Fin de Máster se muestran en dos apartados:

Referencias Generales

Aboelmagd, Yasser M.R. (2018). *Decision support system for selecting optimal construction bid price*. Vol. 57, issue 4, pages 4189 – 4205. Alexandria Engineering Journal. Faculty of Engineering, Alexandria University. Recuperado de: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S1110016818302138>

Aboelmagd, Yasser M.R. & Aziz, Remon F. (2019). *Integration between different construction bidding models to improve profitability and reduce prices*. Alexandria Engineering Journal. Faculty of Engineering, Alexandria University. Recuperado de: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S111001681830190X?via%3Dihub>

Aragonés, P., y Gómez-Senent, E. (1997). *Técnicas de ayuda a la decisión multicriterio: cuaderno de apuntes*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Aragonés, P., Gómez-Senent, E., y Pastor, J. (2001). *Ordering the alternatives of a strategic plan for Valencia*. Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, 10 (3), 153-171.

Aznar, J. & Guijarro, F. (2012). *Nuevos métodos de valoración: Modelos multicriterio [2nd edition]*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Barba-Romero, S., y Pomerol, J. (1997). *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones de la U.A.H.

Barron, F., y Barrett, B. (1996). *Decision quality using ranked attribute weights*. Management Science, 42 (11), 1515-1523.

Benayoun, R., Roy, B., y Sussman, B. (1966). *ELECTRE: Une méthode pour guider le choix en présence de points de vue multiples*. SEMA-METRA International, Note de travail 49.

Berumen, S., & Llamazares Redondo, F. (2007). *La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente*. Cuadernos de Administración, 20 (34), 65-87.

Brans, J., y Mareschal, B. (1990). *The Promethee Methods for MCDM; The Promcalc, Gaia And Bankadviser Software*. En C. Bana e Costa (Ed.), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid* (págs. 216-252). Heildelberg: Springer-Verlag.

Brans, J., y Mareschal, B. (1992). *PROMETHEE: MCDM problems with segmentation constraints*. Information Systems and Operational Research, 30 (2), 85-96.

Brans, J., y Mareschal, B. (1995). *The PROMETHEE VI procedure: how to differentiate hard from soft multicriteria problems*. Journal of Decision Systems, 4 (3), 213-223.

Brans, J., y Vincke, P. (1985). *A Preference Ranking Organisation Method (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making)*. Management Science, 31 (6), 647-656.

Brans, J., Vincke, P., y Mareschal, B. (1986). *How to select and how to rank projects: The Promethee method*. European Journal of Operational Research, 24 (2), 228-238.

Casanovas, M. (2014). *Metodología para la evaluación y seguimiento de procedimientos constructivos de forma sostenible e integrada*. Tesis doctoral dirigida por Gonzalo Ramos Schneider. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.

CONSUCODE (2007). *Texto único ordenado de la ley de contrataciones y adquisiciones del estado* (Aprobado mediante D.S. N° 083-2004-PCM) Modificado por la ley N° 28267. Recuperado de http://www.osce.gob.pe/descarga/Ley_y_Nuevo_Reglamento.pdf.

Diakoulaki D., Mavrotas G. y Papayannakis L. (1995): “*Determining objective weights in multiple criteria problems: the critic method*”. Computers & Operations Research; 22(7); 763-771.

Ferrís, J. (2008). *Diseño, desarrollo y validación de una nueva metodología de valoración multicriterio de activos basados en ANP*. Tesis doctoral dirigida por Mónica García y Jerónimo Aznar. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Franco-Borges Jr, W., Poueri-Do Carmo, M., Tessari-Santos, G., Wasner-Vasconcelos, F.C. (2017). *Innovative bidding law and consortia for the World Cup and Olympic Games in Brazil*. Vol. 14, Issue 3, pages 260 – 277. RAI Revista de Administração e Inovação. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1809203917300608>

Fuentes-Bargues, J. L., González-Gaya, C., González-Cruz, Ma C. (2015). *La contratación pública de obras: situación actual y puntos de mejora*. Informes de la Construcción, 67(537): e058, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.130>. Recuperado de: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4005/4553>)

Fülöp, János. (2005). *Introduction to Decision Making Methods*. Laboratory of Operations Research and Decision Systems, Computer and Automation Institute, Hungarian Academy of Sciences, 2005.

Galarza, S. (2011). *Herramienta de análisis multi-criterio como soporte para el diseño del programa social de la facultad de ingeniería*. Estudios gerenciales, Vol. 27, No. 121. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Galeano J. & Arias M. (2011). *Metodología para definir requisitos de participación en contratos públicos de vías*. Tesis de grado dirigida por Carlos Ignacio Uribe y Gloria Isabel Carvajal Peláez. Medellín: Universidad de Medellín.

García-Cascales, M. Socorro. (2009). Tesis doctoral: *Métodos para la comparación de alternativas mediante un Sistema de Ayuda a la Decisión (S.A.D.) y “Soft Computing”*. Universidad Politécnica de Cartagena, 2009.

Gimeo, J. (2014). *La obligación de publicidad de todas las licitaciones en la plataforma de contratos del sector público*. Hacia una efectiva política de transparencia. Recuperado

de

<http://www.obcp.es/index.php/mod.opiniones/mem.detalle/id.153/relcategoria.121/relmenu.3/chk.577429fa7149b11b2d930ebe5b579d9f>.

Gómez-Senent, E. (1992). *Las fases del proyecto y su metodología*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Gómez-Senent, E., Aragonés, P., y Pastor, P. (1997). *Programa PRESII multiexperto para la ayuda a la toma de decisiones multicriterio*. En A. Martín (Ed.), *Actas del XIII Congreso Nacional de la Ingeniería de Proyectos* (págs. 175-182). Sevilla: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Sevilla.

Hammond G. & Jones C. (2008). *Inventory of carbon & Energy (ICE)*. Version 1.6a. Department of Mechanical Engineering. UK: University of Bath.

“ISO 45001 Occupational Health and Safety.” ISO, 14 Nov. 2018, www.iso.org/iso-45001-occupational-health-and-safety.html.

“ISO 9001 Quality Management.” ISO, 14 Nov. 2018, www.iso.org/iso-9001-quality-management.html.

“ISO 14000 Environmental Management.” ISO, 19 July 2018, www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html.

Keeney, R., y Raiffa, H. (1976). *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. New York: John Wiley & Sons.

Lahiton, C. (2010). *Licitación pública*. Tesis de grado dirigida por Maria Cristina Cuartara. Mendoza: Universidad del Aconcagua.

Lai, K. K., Liu, S.L., Wang, S.Y. (2004). *A method used for evaluating bids in the chinese construction industry*. Vol. 22, Issue 3, pages 193 – 201. *International Journal of Project Management*. Recuperado de: [https://www.sciencedirect.com/recursos.biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S0263786303000097](https://www.sciencedirect.com/recursos/biblioteca.upc.edu/science/article/pii/S0263786303000097)

“Ley 44/2007, de 13 de diciembre, para la regulación del régimen de las empresas de inserción (14 de diciembre de 2007).” Boletín Oficial del Estado, núm. 299, págs. 51331 – 51339.

“Ley Orgánica 1/2008, de 30 de julio, del derecho a una buena administración (31 de Julio de 2008)”. Boletín Oficial del Estado, núm. 184, págs. 32919 – 32925. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. (n.d.). Retrieved March 07, 2019, recuperado de <https://www.boe.es/eli/es/lo/2008/07/30/1/con>

López-Alonso, M., Ibarondo-Dávila, P., Rubio-Gámez, Ma C. (2015). *Análisis de los costes de prevención en obras de construcción*. Informes de la Construcción, 67(537): e055, doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.13.062>.

Moreno-Jiménez J.M. (1996). *Metodología Multicriterio en el Plan Nacional de Regadíos*.

Muñoz B. & Romana M. (2016). *Aplicación de métodos de decisión multicriterio discretos al análisis de alternativas en estudios informativos de infraestructuras de transporte*. Pensamiento matemático, volumen VI, número 2. Recuperado de http://www2.caminos.upm.es/Departamentos/maticas/revistapm/revista_impresa/vol_VI_num_2/inv_met_dec_alt_trans.pdf

OSCE (2009). *Plan estratégico de contrataciones públicas del estado peruano. Un sistema de contrataciones públicas eficiente, libre de corrupción y promotor del desarrollo*. Recuperado de http://www.osce.gob.pe/consumcode/userfiles/image/Plan_Estrategico_delas%20contrataciones%20publicas.pdf

“Real Decreto 1462/2018, de 21 de diciembre, por el que se fija el salario mínimo interprofesional para 2019.” (27 de diciembre de 2018). Boletín Oficial del Estado, Núm. 312, Sec. I, Pág. 127427.

Ríos-Insua, S., Bielza, C., y Mateos, A. (2002). *Fundamentos de los sistemas de ayuda a la decisión*. Madrid: RA-MA.

Ross, D. (2007). *Economic theory and cognitive science*. Boston: MIT Press.

Roy, B. (1968). *Classement et choix en présence de points de vue multiples: la méthode ELECTRE*. Revue française d'Informatique et de Recherche Opérationnelle.

Roy, B. (1971). *Problems and methods with multiple objective functions*. *Mathematical Programming*, 1 (1), 239-236.

Roy, B. (1985). *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*. Paris: Economica.

Roy, B. (1990). *Decision-aid and decision-making*. *European Journal of Operational Research*, 45 (2-3), 324–331.

Roy, B. (1991). *The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods*. *Theory and Decision*, 31 (1), 49-73.

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. (1994): *Fundamentals of Decision Making*. RSW Publications.

Saaty, T. (1995). *Decision making for leaders. The Analytic Hierarchy Process for decisions in a complex world*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. (1996). *The Analytic Network Process: decision making with dependence and feedback*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. (2000). *Fundamentals of decision making with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. (2001). *Decision making with dependence and feedback: the Analytic Network Process*. Pittsburgh: RWS Publications.

Saaty, T. (2005). *Theory and applications of the Analytic Network Process*. Decision making with benefits, opportunities, costs and risks. Pittsburgh: RWS Publications.

Sampedro-Durá, A., Núñez-Monsálvez, V., Puchol-García, I., Aragonés-Beltrán, P. (2011). *Aplicación del proceso analítico en red ANP para la selección de un Project Manager*. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Huesca, España.

Smith, Q.R., Mesa, S.O., Dyner, R.I., Jaramillo, A.P., Poveda, J.G. y Valencia, R.D. (2000). *Decisiones con múltiples objetivos e incertidumbres*. Medellín, Colombia: Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Takano, Y., Ishii, N., & Muraki, M. (2018). *Determining bid markup and resources allocated to cost estimation in competitive bidding*. Vol. 85, Pages 358 – 368. Automation in Construction. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580517305162>

Wibowo, M.A., Astana I.N.Y., & Rusdi, H.A. (2017). *Dynamic Modelling of the Relation between Bidding Strategy and Construction Project Performance*. Vol. 171, pages 341 – 347. Procedia Engineering. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817303521>

Referencias del PCAP de las diferentes administraciones

“Actuaciones En Franjas y Márgenes De Calles De Rodaje y Actuaciones En Obstáculos.- Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.” Licitación: Actuaciones En Franjas y Márgenes De Calles De Rodaje y Actuaciones, www.licitaciones.es/branch/aena/actuaciones-en-franjas-y-márgenes-de-calles-de-rodaje-y-actuaciones-en-obstáculos.-aeropuerto-adolfo-suárez-madrid-barajas?searchProfileId=1607178&user=&token=&uuid=63251a70-09d8-4f30-8c9c-8402625c6d7c.

“*City lots and right-of-way landscaping, M-0121*” Department of Public Works, City of Miami.

[http://apps.miamigov.com/contracts/results.aspx?AutoNumber=1626&TYPE=%20IFB&CONTRACT=700384\(24\)](http://apps.miamigov.com/contracts/results.aspx?AutoNumber=1626&TYPE=%20IFB&CONTRACT=700384(24))

“*Construcción de 9 aulas de infantil, SUM y comedor para un nuevo colegio en Alcorcón (Madrid)*” Consejería de Educación e Investigación. Comunidad De Madrid, www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_ConvocaPrestac_FA&cid=1354747219798&definicion=Contratos

[Publicos&language=es&op2=PCON&pagename=PortalContratacion/Page/PCON_contratosPublicos&tipoServicio=CM_ConvocaPrestac_FA.](http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_ConvocaPrestac_FA&cid=1354747219798&definicion=ContratosPublicos&language=es&op2=PCON&pagename=PortalContratacion/Page/PCON_contratosPublicos&tipoServicio=CM_ConvocaPrestac_FA)

“*Construcción de pistas y veredas en la Avenida Santa Rosa, Distrito de San Martín de Porres, Lima, Lima.*” Municipalidad Distrital de San Martín de Porres. https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm_obras_mostrar_1.aspx?ID=Si

“*Construcción del edificio institucional del Jurado Nacional de Elecciones dentro del proyecto de inversión pública mejoramiento de las condiciones para la prestación de servicios a usuarios del Jurado Nacional de Elecciones.*” Jurado Nacional de Elecciones. https://apps.contraloria.gob.pe/ciudadano/wfm_obras_mostrar_1.aspx?ID=Timl

“*Demolition services*” Purchasing Department, City of Miami. <http://apps.miamigov.com/contracts/results.aspx?AutoNumber=1197&TYPE=Rfq&CONTRACT=287259>

“*Obras de conservación y mantenimiento para la renovación del drenaje y pavimentación de los bajo muelles y de la red de abastecimiento de agua del Mercado Central de Frutas y Hortalizas de la Unidad Alimentaria Mercamadrid.*” Comisión Ejecutiva de Consejeros de MERCAMADRID, S.A. [www.contrataciondelestado.es/wps/portal!/ut/p/b0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjU1JTC3Iy87KtUIJLEnNyUuNzMpMzSxKTgQr0w_Wj9KMyU1zLcvQjg0rSgj1Ny9L9jNMDvY1CXNmi3Cu1HW1t9Qtycx0BCs28Nw!!/.](http://www.contrataciondelestado.es/wps/portal!/ut/p/b0/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfIjU1JTC3Iy87KtUIJLEnNyUuNzMpMzSxKTgQr0w_Wj9KMyU1zLcvQjg0rSgj1Ny9L9jNMDvY1CXNmi3Cu1HW1t9Qtycx0BCs28Nw!!/)

“Obras De Implantación De Las Acometidas y Contadores De La Red De Semáforos e Instalaciones De Enlace Para Las Futuras Estaciones Del eBicing Fases 2 y 3, Con Medidas De Contratación Pública Sostenible.” Licitación: Obras De Implantación De Las Acometidas y Contadores De La Red De Se, www.licitaciones.es/concursos-publicos/obras-de-implantación-de-las-acometidas-y-contadores-de-la-red-de-semáforos-e-instalaciones-de-enlace-para-las-futuras-estaciones-del-ebicing-fases-2-y-3-con-medidas-de-contratación-pública-sostenible?uuid=a79455ae-734e-11e8-860f-002655ffd6c8.

“Obres de la Fase V.1 de la nova xarxa de bus, i el foment de l’ocupació de persones amb dificultats particulars d’inserció al mercat laboral.” La Comissió de Govern, Ajuntament de Barcelona.
www.gencat.cat/ecofin_pscp/AppJava/ca_ES/notice.pscp?idDoc=21957774&reqCode=viewCn.

“Obres De Reforma Del Local per Adolescents i Joves Al Carrer Leiva, 67, Del Districte De Sants-Montjuïc.” Ajuntament De Barcelona.
www.cido.diba.cat/contractacio/7093596/obres-de-reforma-del-local-per-adolescents-i-joves-al-carrer-leiva-67-del-districte-de-sants-montjuic-ajuntament-de-barcelona.

Anexo A

TIEMPO DE ENTREGA

La empresa hace entrega de las obras ejecutadas:

Cantidad	Obra ejecutada	Fecha de contrato		Certificado
		Inicio	Fin	

EXPERIENCIA DE LA EMPRESA EN PROYECTOS SIMILARES

La empresa suscribe lo siguiente como experiencia en proyectos similares:

Nº	Cliente	Objeto del Contrato	Nº Contrato	UTE	Fecha de Contrato	Moneda	Importe	Monto Facturado Acumulado
1								
2								
3								
4								
5								
							Total	

EQUIPO TÉCNICO

Listado del equipo técnico que se necesita:

Datos del personal requerido para la obra				
Nombres y apellidos				
Profesión		Cargo a ocupar		
Universidad	Título obtenido	Fecha de titulación (mes/año)	Número de colegiatura	
Experiencia en obras				
Cantidad	Detalle	Cargo desempeñado	Periodo	
			Inicio/fin (mes/año)	Duración (meses)

CONSUMO DE ENERGÍA

Maquinaria utilizada por la empresa

Ítem	Equipo	Características Técnicas	Cantidad

EMISIONES DE CO2

Maquinaria utilizada por la empresa

Ítem	Equipo	Características Técnicas	Cantidad

UNIÓN TEMPORAL DE EMPRESAS (UTE)

Señores,

COMITÉ DE SELECCIÓN
LICITACIÓN PÚBLICA #:

Presente.-

Los suscritos declaramos expresamente que hemos acordado en forma irrevocable, durante el lapso que dure el procedimiento de selección, para presentar una oferta conjunta a la LICITACIÓN PÚBLICA #:

Asimismo, en caso de obtener la adjudicación de la obra, nos comprometemos a formalizar el contrato de Unión Temporal bajo las siguientes condiciones:

a) Integrantes del consorcio:

- 1.
- 2.

b)

Designamos a Identificado con como representante común de esta UTE para efectos de participar en todos los actos referidos al procedimiento de selección, suscripción y ejecución del contrato correspondiente con

c) Las obligaciones que corresponden a cada uno de los integrantes del consorcio son las siguientes:

1. Obligaciones de
(.....%)

Descripción:

2. Obligaciones de
(.....%)

Descripción:

Total obligaciones: 100 %

**SUBCONTRATACIÓN DE EMPRESAS DE INSERCIÓN SOCIAL / CENTROS
ESPECIALES DE EMPLEO**

El/la señor/a con número de DNI en representación de la empresa , declara que la empresa mencionada anteriormente se compromete a invertir un porcentaje del del costo total de la obra , con la finalidad de subcontratar con la empresa personal durante el tiempo de ejecución de la obra. Asimismo, la empresa se responsabiliza de recibir una penalidad en caso de no cumplir con esta declaración.

**CERTIFICADO DE SEGURIDAD Y SALUD, CALIDAD, E IMPACTO
AMBIENTAL**

El/la señor/a con número de DNI en representación de la empresa , declara que la empresa mencionada anteriormente adjunta con este documento el certificado que ratifica que esta empresa tiene implantada, acorde con las normas, el sistema con el objetivo de cumplir con los requerimientos que se necesitan en este proceso de evaluación.

INVERSIÓN EN CONTROL DE CALIDAD

El/la señor/a con número de DNI en representación de la empresa , declara que la empresa mencionada anteriormente se compromete a invertir un porcentaje del del costo total de la obra ; con el objetivo de invertir esa cantidad de dinero para el control de calidad de la obra y absteniéndose a la penalidad impuesta en caso de no cumplir con esta declaración.

INVERSIÓN PARA CONSUMO DE MATERIALES

El/la señor/a con número de DNI en representación de la empresa , declara que la empresa mencionada anteriormente se compromete a invertir un porcentaje del del costo total de la obra ; con el objetivo de invertir esa cantidad de dinero para el uso de material reciclado o reutilizado durante el proceso constructivo de la obra. A su vez, la empresa es consciente de recibir una penalidad económica en caso de no cumplir con esta declaración.

INVERSIÓN PARA RIESGOS LABORALES

El/la señor/a con número de DNI en representación de la empresa , declara que la empresa mencionada anteriormente se compromete a invertir un porcentaje del del costo total de la obra ; con el objetivo de invertir esa cantidad de dinero para los riesgos laborales que se pueden presentar durante el proceso constructivo de la obra. A su vez, la empresa es consciente de recibir una penalidad económica en caso de no cumplir con esta declaración.