

CUADERNO DE TRABAJO



Enero 2017

Metodología para la calificación de los proyectos procedentes del concurso nacional Ingeniatec

Servicio Nacional de Contratación Pública

El presente artículo es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representa la posición oficial del Servicio Nacional de Contratación Pública. El contenido se puede difundir siempre que sea sin fines comerciales y con la condición de reconocer los créditos correspondientes refiriendo la fuente bibliográfica.

Servicio Nacional de Contratación Pública (SERCOP) ©

Avenida de los Shyris 38-28 y El Telégrafo
Quito-Ecuador
Teléfono (593) 2440050
www.sercop.gob.ec

Elaborado por:
Ing. Fernando Montalvo

RESUMEN

El presente documento establece la metodología con que serán evaluados los proyectos dentro del concurso INGENIATEC. Este concurso fue oficialmente lanzado el 22 de noviembre de 2015. Tiene como objetivo impulsar el diseño y la construcción de prototipos a escala 1:1, que respondan al desarrollo tecnológico nacional dentro del marco del cambio de la matriz productiva, los mismos que fomentarán la utilización de componentes ecuatorianos y permitirá demostrar que existen bienes que puedan ser producidos localmente; de esta manera se promoverá la vinculación entre el gobierno, la academia y el sector productivo. El premio, dentro de cada una de las líneas-productos, será que la empresa ganadora se convierta en proveedora del Estado con una reserva de mercado.

Palabras claves: concurso Ingeniatec, desarrollo tecnológico, matriz productiva, componente ecuatoriano.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	06
II.	DEFINICIONES.....	06
	1. Desarrollo tecnológico.....	06
	2. I+D.....	08
	3. Paquete tecnológico.....	08
	4. Partes mecánicas.....	08
	5. Tecnología.....	09
III.	METODOLOGÍA DE CALIFICACIÓN DE PROTOTIPOS Y CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE SUS CONCURSANTES.....	09
1.	Criterios sobre calidad, funcionalidad y normativos intervinientes dentro de la calificación.....	10
2.	Criterios intervinientes en diseño y construcción de los prototipos y sobre las capacidades productivas de sus concursantes.....	10
a.	Evaluación de diseño.....	10
b.	Certificaciones de producción, de gestión de calidad o ambientales.....	10
c.	Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo.....	12
d.	Nivel óptimo de encadenamientos productivos para producción en serie.....	16
e.	Valor agregado ecuatoriano incorporado según horizonte de tiempo de cinco años.....	17
f.	Esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo.....	18
g.	Esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.....	20
3.	Puntuación final basada en los diversos criterios valorativos señalados.....	21
IV.	CONCLUSIÓN:.....	22

Índice de figuras

Figura 1. Desarrollo tecnológico a partir de conocimiento sistemáticamente desarrollado en diferentes procesos I+D.....	07
Figura 2. Desarrollo tecnológico a través de procesos sucesivos de I+D.....	07
Figura 3. Esquema sobre proceso de I+D.....	08
Figura 4. Desagregación tecnológica según componentes principales y secundarios.....	09

Índice de Tablas

Tabla 1. Certificaciones de producción, gestión de calidad o ambientales	11
Tabla 2. Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, del tipo I, máquinas, equipos y dispositivos, que cuentan con partes mecánico-eléctrico, electrónica y software.	13
Tabla 3. Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, del tipo II, máquinas y equipos, que cuentan con partes mecánico-eléctrico.	14
Tabla 4. Valor agregado ecuatoriano dentro del tipo III, sustancias, materiales e insumos y cualquier otro producto que no se corresponda con el tipo I y II.	14
Tabla 5. Ponderaciones para criterio de valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo para los tipos de productos (1) y (2).	15
Tabla 6. Encadenamientos productivos.	16
Tabla 7. VAE incorporado según horizonte de tiempo de cinco años.	17
Tabla 8. Esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo.	19
Tabla 9. Esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.	20
Tabla 10. Factores ponderativos para los diferentes criterios valorativos.	22

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Establecimiento del óptimo para encadenamientos productivos y valoraciones.	16
---	----



METODOLOGÍA PARA LA CALIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS PROCEDENTES DEL CONCURSO NACIONAL INGENIATEC

I. INTRODUCCIÓN

Ingeniatec es una iniciativa que relaciona el conocimiento técnico con la estructura productiva, una de las principales prioridades del Ecuador con el objetivo de romper con la dependencia tecnológica, promover el encadenamiento productivo y generar conocimiento e innovación. Los principales objetivos del concurso son:

- Promover el desarrollo de la matriz productiva del país.
- Sustituir importaciones con la creación de bienes que la industria ecuatoriana está en la capacidad de producir.
- Evitar la fuga de divisas.
- Ahorrar aproximadamente 370 millones de dólares al Estado, con la fabricación de 45 productos nacionales.

Ingeniatec es un Concurso Nacional que busca reconocer a las empresas que promueven el desarrollo tecnológico, esto mediante el impulso a la realización de bienes que respondan al interés nacional y, de esa manera, evitar el elevado costo que suponen las importaciones al Estado, como consecuencia de la alta dependencia tecnológica que tiene Ecuador.

La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública - LOSNCP en el artículo 25.2 señala la preferencia a los oferentes de bienes, obras y servicios de origen ecuatoriano, o a los actores de la Economía Popular y Solidaria y Micro, pequeñas y medianas empresas, en todos los procedimientos previstos en la ley, esto mediante la aplicación de mecanismos tales como: márgenes de preferencia proporcionales sobre las ofertas de otros proveedores, reserva de mercado, subcontratación preferente, entre otros.

De acuerdo a la LOSNCP se propiciará que el producto nacional pueda ser adquirido o contratado de manera directa por las entidades contratantes. Es así que el Servicio Nacional de Contratación Pública - SERCOP será la entidad que catalogue los productos con intensidad tecnológica ganadores del concurso, quienes podrán formar parte del portal de contratación pública; de esta manera se genera una reserva de mercado para la innovación y desarrollo tecnológico de empresas nacionales.

El presente documento establece la metodología con que serán evaluados los proyectos dentro del Concurso Ingeniatec.

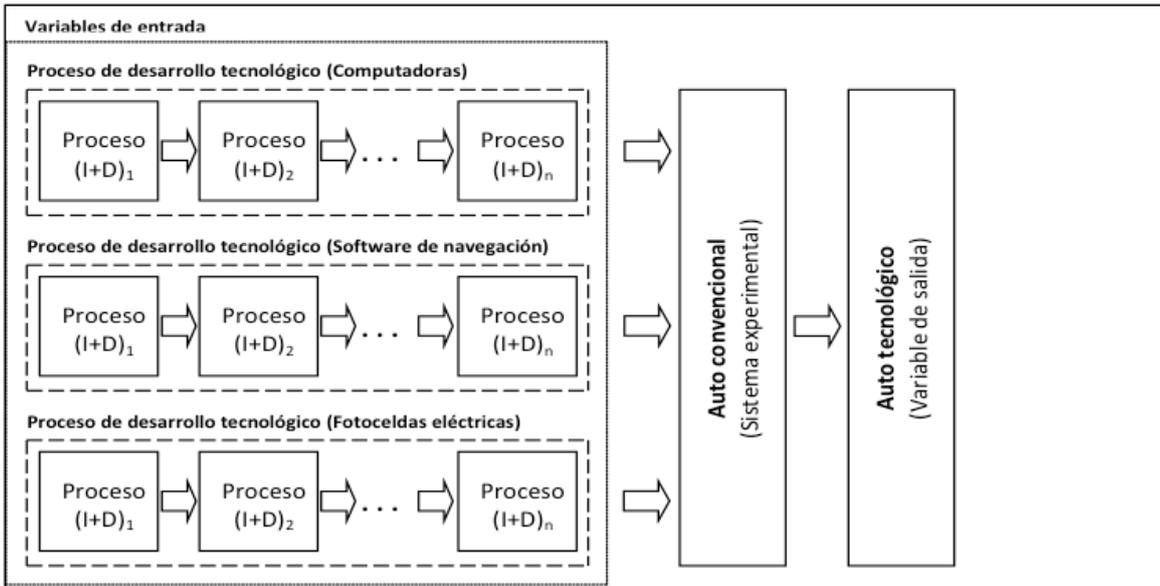
II. DEFINICIONES

1. Desarrollo tecnológico

Debe ser visto bajo dos vertientes; la primera, que la explica como el producto o resultado

final generado a partir del conocimiento sistemáticamente desarrollado en diferentes procesos de investigación y desarrollo (I+D) y sumados finalmente para obtener un producto tecnológico¹. Ver figura 1 para su ejemplificación.

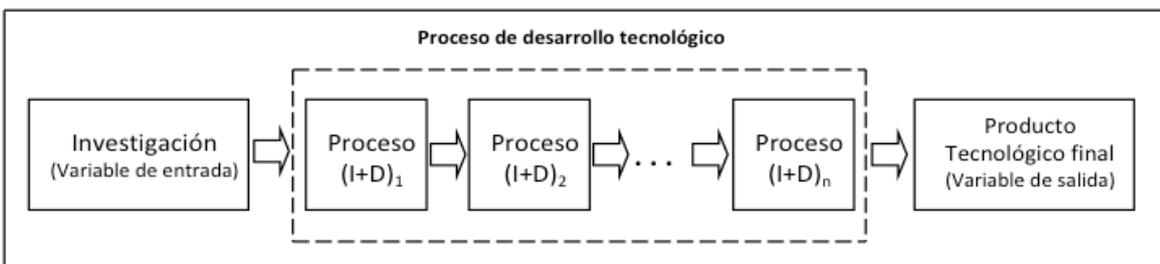
Figura 1. Desarrollo tecnológico a partir de conocimiento sistemáticamente desarrollado en diferentes procesos I+D.



Elaboración: Servicio Nacional de Contratación Pública - SERCOP

A su vez, la segunda vertiente lo define como el producto o resultado final a partir de sucesivos procesos de I+D². La figura 2 sintetiza este caso de manera esquemática.

Figura 2. Desarrollo tecnológico a través de procesos sucesivos de I+D.



Elaboración: Servicio Nacional de Contratación Pública – SERCOP

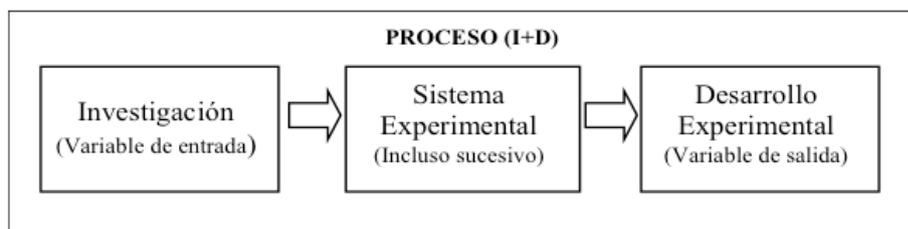
1. En relación a este primer caso se menciona a manera de ejemplo a los diferentes productos tecnológicos desarrollados, como computadoras, sistemas de navegación, dispositivos electrónicos, entre otros, y que han sido incorporados al auto convencional.
 2. Dentro de esta segunda vertiente se menciona, a manera de ejemplo, el desarrollo tecnológico que ha tenido un televisor desde sus inicios. Los televisores convencionales usaban tubo catódico para, actualmente, usar la tecnología del plasma; los televisores de última generación, como es de conocimiento general, pueden conectarse a internet y ver programas o videos en 3D.



2. I+D.

Expresión que se corresponde con el proceso de investigación y desarrollo experimental. La figura 3 expone a manera esquemática la implicación de un proceso de I+D.

Figura 3. Esquema sobre proceso de I+D.



Elaboración: Servicio Nacional de Contratación Pública – SERCOP

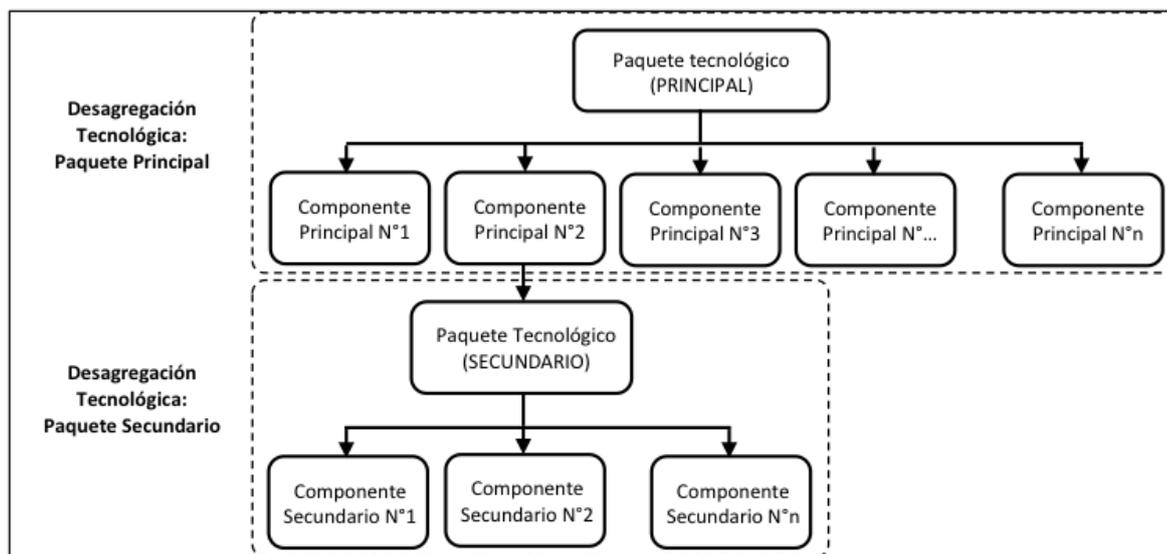
3. Paquete tecnológico

Es el conjunto integrado de partes y piezas o de conocimientos empíricos, científicos, tecnológicos, jurídicos, comerciales o técnicos dentro de un bien o servicio. El desglose, separación técnica o desagregación tecnológica del paquete tecnológico puede darse en varios subniveles, es decir, esta desagregación puede darse también a partir de uno, varios o de todos sus subcomponentes; con lo cual, estos componentes pueden ser tratados también como paquetes tecnológicos secundarios, terciarios, etc. En la figura 4 se presenta un breve esquema de este concepto.

4. Partes mecánicas

Son aquellos componentes o elementos que tienen como función: transformar o transmitir movimiento desde las fuentes que lo generan. También, son aquellos que se presentan como elementos estructurales sea de unión fija, como remaches o soldadura, o por elementos de unión desmontables, como tornillos o pasadores o grapas. Además, pueden ser cuerpos que sirven de pivote o rodadura, como cojinetes o rodamientos, o cualquier otro elemento neumático o hidráulico. Los elementos mecánicos pueden asociarse con sistemas o elementos eléctricos.

Figura 4. Desagregación tecnológica según componentes principales y secundarios.



Elaboración: Servicio Nacional de Contratación Pública – SERCOP

5. Tecnología

Es el conjunto de conocimientos científicos, relativos a las ciencias exactas, fisicoquímicas y naturales, además de métodos e instrumentos científicos, procedimientos industriales, máquinas, dispositivos y herramientas, que permiten describir, explicar, diseñar o desarrollar bienes, servicios, procesos o información para satisfacer necesidades de manera sistemática.

III. METODOLOGÍA DE CALIFICACIÓN DE PROTOTIPOS Y CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE SUS CONCURSANTES

La evaluación estará compuesta por dos partes. La primera, en que, con una evaluación final dicotómica (si/no) procedente de un conjunto de técnicos especializados en los diferentes productos, se define si un producto cumple con los criterios de calidad, funcionalidad y normativos esperados; de esta manera, se descartarán los productos que no cumplan con lo esperado de un producto de calidad. A su vez, la segunda parte constará de una evaluación numérica, del cual se obtendrá una nota final; ésta misma está basada sobre varios criterios como son: (1) evaluación de diseño, (2) certificaciones de producción, de gestión de calidad o ambientales, (3) valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, (4) nivel óptimo de encadenamientos productivos para producción en serie, (5) valor agregado ecuatoriano incorporado según horizonte de tiempo de cinco años, (6) esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo, y (7) esfuerzo mínimo futuro en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con incremento de VAE.



1. Criterios sobre calidad, funcionalidad y normativos intervinientes dentro de la calificación.

Como criterios indispensables para esta evaluación se analizará si el prototipo cumple con los estándares funcionales mínimos exigidos dentro del concurso. Para ello, un cuerpo de técnicos especializados de la Secretaría y provenientes de instituciones invitadas analizará la funcionalidad y calidad de los mismos.

2. Criterios intervinientes en diseño y construcción de los prototipos y sobre las capacidades productivas de sus concursantes.

En esta subsección se establecerán los diferentes criterios, cada uno estará evaluado bajo una escala entre 0 y 100, del cual 100 será el máximo valor posible y 0 será el mínimo. Así, se presentan a continuación los siete criterios que ya fueron mencionados para, posteriormente, en la siguiente subsección, establecer la evaluación general con la ponderación respectiva por cada uno de los criterios detallados a continuación.

a. Evaluación de diseño.

Dentro de cada producto se le asignará un valor de 5 puntos al diseño básico esperado y que tendrá las características mínimas señaladas dentro de las bases del concurso. Sin embargo, se dará un valor adicional de 2 puntos por cada diseño tecnológico adicional al funcional e incorporado al dispositivo y que implique un diseño formal. De esta manera, el participante que alcance el mayor valor, en cada línea de producto, se le asignará la puntuación máxima de 100; los demás participantes alcanzarán una puntuación según sencilla regla tres directa. La siguiente ecuación establece el cálculo para obtener la puntuación final por evaluación de diseño.

$$Dis_n = \frac{Cdn}{Md} \times 100 \quad n=1, 2... \text{ (Concursantes)}$$

Dónde

- Dis_n: Es la puntuación final para cada concursante dado el criterio de valoración por diseño.
- Md: Es la valoración máxima alcanzada por alguno de los participantes dentro de una misma línea-producto.
- Cdn: Es la valoración por diseño alcanzada por cada uno de los concursantes de manera particular.

b. Certificaciones de producción, de gestión de calidad o ambientales.

Este criterio puntuará a aquellas empresas que ya poseen certificaciones de producción, de sistemas de calidad o ambientales, sea que estén vigentes, o que tengan una caducidad de máximo dos años contados desde la fecha de la presentación de su prototipo. Así, se dará una valoración de 2 puntos por cada certificación presentada y que mantenga relación, o, sea en la producción de sus componentes y cualquiera de sus

partes observados bajo desagregación tecnológica, o, sea en la producción o ensamble del producto final esperado, o, también, sea que la empresa cuente con una o varias certificaciones de sistemas de calidad o ambientales. La Tabla 1 muestra la estructura para la valoración de este criterio.

Para este criterio, por tanto, se dará la puntuación máxima de 100 al participante que alcance la mayor valoración por cada línea-producto. Los demás participantes alcanzarán una puntuación según sencilla regla de tres directa. La siguiente ecuación establece el cálculo para obtener la puntuación final por certificaciones de producción, de gestión de calidad o ambientales.

$$Cf_n = \frac{CfC_n}{CfM} \times 100 \quad n=1, 2... (Concursantes)$$

Dónde

- Cfn: Es la puntuación final dado el criterio de valoración por certificaciones, de gestión de calidad y ambientales.
- CfM: Es la valoración máxima alcanzada por certificaciones de producción, de gestión de calidad y ambientales procedente de alguno de los participantes dentro de una misma línea-producto.
- CfCn: Es la valoración alcanzada por certificaciones de producción, de gestión de calidad y ambientales de cada uno de los concursante y de manera particular.

Tabla 1. Certificaciones de producción, gestión de calidad o ambientales

Componente o área	Descripción de norma	Fecha de caducidad	Valoración por cada certificado
Componente (01)	Certificación 01	dd/mm/aa	2
	Certificación 02	dd/mm/aa	2

Componente (n-1)	Certificación 01	dd/mm/aa	2
	Certificación 02	dd/mm/aa	2

Componente (n)	Certificación 01	dd/mm/aa	2
	Certificación 02	dd/mm/aa	2

Producto o Paquete tecnológico (cuerpo final)	Certificación 01	dd/mm/aa	2
	Certificación 02	dd/mm/aa	2

Sistemas de calidad o ambiental.	Certificación 01	dd/mm/aa	2
	Certificación 02	dd/mm/aa	2

TOTAL			Σ

Nota: En el caso de encadenamientos productivos, o externalización de servicios, podrán añadirse las certificaciones de aquellas empresas externas que participen en la producción del producto, incluso, si estas certificaciones llegasen a redundar con las presentadas por el participante.



c. Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo.

Para la valoración de este criterio se tomará en cuenta, una vez más, la separación o desagregación tecnológica realizada al paquete tecnológico en sus componentes principales. Sin embargo, como paso previo se hará una distinción de tres grupos diferentes de productos. El primer grupo alberga a las máquinas, equipos y dispositivos en los cuales se encuentran tres partes constitutivas: mecánico-eléctrico, electrónico y software.

El segundo grupo está compuesto por máquinas y equipos que sólo cuentan con la parte mecánico-eléctrico (ambas o cualquiera de ellas). En el tercer grupo se albergan los materiales, insumos y sustancias³, o cualquier otro producto que no entren en los tipos I y II.

Dentro de estos tres grupos se espera que el producto o paquete tecnológico esté compuesto por componentes nacionales o importados o ambos. Así el valor agregado ecuatoriano -VAE- se medirá por la relación existente entre componente ecuatoriano y componente total, este último conformado por la suma del componente importado y el componente ecuatoriano.

Se recalca que en relación a los subcomponentes fabricados en el país, dentro de este rubro, se podrá considerar a toda aquella materia prima o productos semielaborados e importados⁴ al cual: (1) se le ha invertido la suficiente cantidad de horas-hombre ecuatorianas y que su precio como elemento final-útil supere el 30% de sus precios como materia prima⁵; (2) su unión con otros elementos, con la misma característica de no-funcionalidad, generen un elemento completamente diferente y útil⁶.

En relación al subcomponente importado se considera dentro de este rubro a aquellas partes y piezas que: (1) se han importado directamente o se han adquirido a través de algún importador nacional o distribuidor, los mismos que no necesitan cambios de forma, sino más bien, son añadidos como elementos constitutivos dentro del prototipo. (2) todos aquellos elementos importados en que no se hubieren añadido horas-hombre ecuatorianas; o, en el caso de haberlos añadido, que el precio final estimado no supere el 30% de su precio de adquisición.

Los costos para la evaluación del componente ecuatoriano e importado se basarán sobre facturas o sobre cualquier otro documento legal presentado por el concursante. En el caso de no tener justificantes se aceptarán los rubros del participante siempre que exista una holgura

4. Se considera como materia prima o productos semielaborados a aquellos que no constituyen un bien de consumo y como tal no tiene funcionalidad.

5. Dentro de este concepto se considera, por ejemplo, dentro del área mecánica, la adquisición de planchas de acero de 6 mm de espesor a un precio de 0.73 \$/Kg, y de perfiles HEB-100 a un precio de 1.05 \$/Kg (Ref.: de 20 de enero de 2016), ambos constituidos con material ASTM-A36 y procedente de Ucrania, no obstante, el constructor al invertir horas-hombre ecuatorianas elabora una estructura soporte para un ascensor, con lo cual estos elementos importados tendrán ya funcionalidad y el precio final del soporte habrá excedido el 30% del precio de adquisición de su materia bruta.

6. En el área electrónica, por ejemplo, se menciona el caso de una tarjeta, dentro de la cual se tienen elementos básicos como resistores, potenciómetros, resistencias dependientes de la temperatura, termistores... cada uno que, como elementos individuales, no tienen funcionalidad, sin embargo, en conjunto constituyen un instrumento capaz de procesar datos, procesar y emitir información.

de más-menos 10% de lo establecido dentro del mercado local en donde se desempeñe el concursante.

Así, por ejemplo, si el concursante adquiere un segmento de eje de acero 9310 para la fabricación de engranes, producto que ha sido importado, por tanto, se tomará la factura o el documento de importación como referencia; sin embargo, la maquinización, hipotéticamente, al no contar con un documento que justifique la incorporación de horas hombre-ecuatoriana, pues se solicitaría una cotización en una o varias empresas que se dediquen a esta actividad.

La Tabla 2 muestra, para el tipo I, máquinas, equipos y dispositivos que cuentan con partes mecánico-eléctrico, electrónico y software, la estructura tanto para los subcomponentes producidos dentro del país, así como para los importados sea que hayan sido importados directamente por el concursante (CIF) o sea que hayan sido adquiridos nacionalmente a través de un importador-distribuidor (Precio final detallado en factura).

Tabla 2. Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, del tipo I, máquinas, equipos y dispositivos, que cuentan con partes mecánico-eléctrico, electrónica y software.

Descripción	(a=b+c) Costo total del producto. (USD)	Costo de producto	
		(b) Costo del componente ecuatoriano fabricado. (USD)	(c) Costo del componente importado. (USD)
Parte mecánico-eléctrico			
Componente 01	a ₁₁	b ₁₁	c ₁₁
Componente 02	a ₁₂	b ₁₂	c ₁₂
...
Total	a_{1Total}	b_{1Total}	c_{1Total}
Parte electrónica			
Componente 01	a ₂₁	b ₂₁	c ₂₁
Componente 02	a ₂₂	b ₂₂	c ₂₂
...
Total	a_{2Total}	b_{2Total}	c_{2Total}
Parte software			
Licencia	a ₃₁	b ₃₁	c ₃₁
Desarrollo de software	a ₃₂	b ₃₂	c ₃₂
Programación	a ₃₃	b ₃₃	c ₃₃
Total	a_{3Total}	b_{3Total}	c_{3Total}

Nota 01: Dentro de la parte electrónica, en el caso de la adquisición internacional de un dispositivo que requiera programación, pues el costo total del equipo programado será la suma del costo del dispositivo, más los costos hora-hombre ecuatorianos involucrados para la programación del equipo. Nota 02: Para los componentes de software se hará la diferenciación entre: (i) licencia, en caso de ser adquirida, sea de manera nacional o internacional; (ii) desarrollo de software, en caso se llegue a su creación a través de software libre; y (iii) programación, que involucra las horas-hombre utilizadas en el uso del software adquirido o desarrollado y así tener un subcomponente o paquete final programado.



La Tabla 3 muestra, para el tipo II, bienes y equipos con parte mecánico-eléctrico (ambas o cualquiera de ellas), la estructura de sus subcomponentes producidos dentro del país y para los importados. A su vez, para los del tipo III, sustancias, materiales e insumos y cualquier otro producto que no se corresponda con el tipo I y II, la Tabla 4 muestra la estructura para sus subcomponentes.

Tabla 3. Valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, del tipo II, máquinas y equipos, que cuentan con partes mecánico-eléctrico.

Descripción	(a=b+c) Costo total del producto. (USD)	Costo de producto	
		(b) Costo del componente ecuatoriano fabricado. (USD)	(c) Costo del componente importado. (USD)
Parte mecánico-eléctrico			
Componente 01	a ₁₁	b ₁₁	c ₁₁
Componente 02	a ₁₂	b ₁₂	c ₁₂
...
Total	a_{1Total}	b_{1Total}	c_{1Total}

Tabla 4. Valor agregado ecuatoriano dentro del tipo III, sustancias, materiales e insumos y cualquier otro producto que no se corresponda con el tipo I y II.

Descripción	(a=b+c) Costo total del producto. (USD)	Costo de producto	
		(b) Costo del componente ecuatoriano. (USD)	(c) Costo del componente importado. (USD)
Componente 01	a ₁₁	b ₁₁	c ₁₁
Componente 02	a ₁₂	b ₁₂	c ₁₂
...
Total	a_{1Total}	b_{1Total}	c_{1Total}

La ecuación siguiente valora al criterio por valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo para los grupos de productos: Del tipo I, máquinas, equipos y dispositivos, con partes mecánico-eléctrico, electrónico y software. (2) Del tipo II, máquinas y equipos, con partes mecánico-eléctrico (una o ambas). Aunque cada grupo se le corresponden diferentes ponderaciones según tipo de producto.

$$VAEP_n = \alpha \frac{b_1}{a_1} x 100 + \beta \frac{b_2}{a_2} x 100 + \gamma \frac{b_3}{a_3} x 100 \quad n=1, 2, 3... \text{ (Concursantes)}$$

Dónde:

- VAEP_n: Es la puntuación por valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo para los tipos de producto I y II.
- a1: Es el costo total de los componentes del producto dentro de la parte mecánico-eléctrico, procedente de Tabla 2, si es del tipo I, y procedente de la Tabla 3 si es del tipo II.
 - b1: Es el costo del valor agregado ecuatoriano dentro de la parte mecánico-eléctrico, procedente de la Tabla 2 si es del tipo I, y procedente de la Tabla 3 si es del tipo II.
 - a2: Es el costo total de los componentes del producto dentro de la parte electrónica, procedente de la Tabla 2 para el caso del tipo I.
 - b2: Es el costo del valor agregado ecuatoriano dentro de la parte electrónica, procedente de la Tabla 2 si es del tipo I.
 - a3: Es el costo total de los componentes del producto dentro de la parte software, procedente de la Tabla 2 si es del tipo I.
 - b3: Es el costo del valor agregado ecuatoriano dentro de la parte software, procedente de la Tabla 2 si es del tipo I.

Las ponderaciones correspondientes de α , β , γ son expuestas en la Tabla 5 según el grupo al que pertenezca el prototipo y de acuerdo a sus partes.

Tabla 5. Ponderaciones para criterio de valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo para los tipos de productos (1) y (2).

Descripción del tipo de producto	Ponderaciones		
	α	β	γ
Tipo I. Máquinas, equipos y dispositivos, que tienen partes mecánico-eléctrico, electrónico y software.	0.25	0.35	0.40
Tipo II. Máquinas y equipos que sólo cuentan con partes mecánico-eléctrico.	1.0	0.0	0.0

Por otro lado, se expone también la ecuación para la valoración del tipo III y que se corresponde con materiales, insumos y sustancias, o cualquier otro producto que no entran en los tipos I y II.

$$VAEP_n = \frac{b_1}{a_1} x 100 \quad n=1, 2, 3... \text{ (Concursantes)}$$

Dónde:

- VAEP_n: Es la puntuación por valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo para el grupo III.
- a1: Son los costos totales de los subcomponentes producidos al interior del país y extranjeros, procedentes de la Tabla 4.
 - b1: Son los costos de los subcomponentes producidos al interior del país, procedentes de la Tabla 4.



d. Nivel óptimo de encadenamientos productivos para producción en serie.

Con este criterio se valorará la cantidad eficiente de encadenamientos productivos conseguidos por cada componente. De esta manera, dentro de la Tabla 6 se presenta una desagregación tecnológica del paquete tecnológico; a su vez, se enuncian dichos encadenamientos por cada componente.

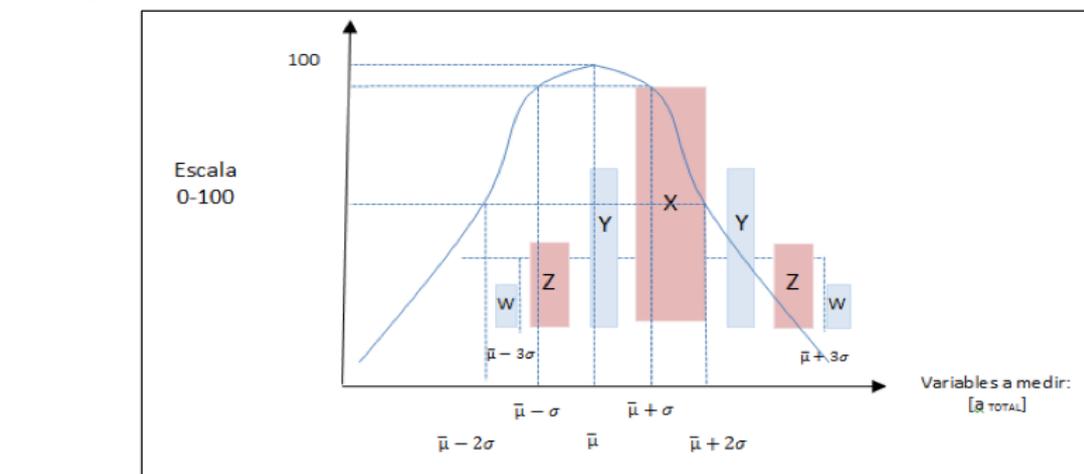
Para la puntuación específica de este criterio se apelará a la eficiencia productiva nacional con la definición del óptimo entre producir o externalizar un servicio o actividad. Este óptimo se lo determinará a partir de las medias de entre todos los participantes, dentro de una misma línea-producto, para, posteriormente, puntuar a cada participante con respecto a esta media como óptimo, y sobre las desviaciones estándar con las cuales se alejan.

En este sentido se presenta de manera explicativa el Gráfico 1, y en el cual se mencionan las diferentes áreas establecidas las mismas que tendrá una valoración diferente. El símbolo μ representa la media de encadenamientos productivos, mientras que el símbolo δ representa la desviación estándar⁷.

Tabla 6. Encadenamientos productivos.

Descripción	Número de encadenamientos productivos.
Componente 01	a_1
Componente 02	a_2
...	...
Total	a_{Total}

Gráfico 1. Establecimiento del óptimo para encadenamientos productivos y valoraciones.



La desviación estándar típica será calculada a través de la ecuación $\sigma = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{i=1}^n (a_i - \mu)^2}$; donde n representa el total de concursantes dentro de una misma línea-producto, μ la media de la variable medida, an la variable medida por cada participante (encadenamientos productivos).

A continuación se presentan las diferentes valoraciones por cada área:

- Zona X: 100 puntos.
- Zona Y: 75 puntos.
- Zona Z: 50 puntos.
- Zona W: 25 puntos.

Como segundo paso, una vez determinadas las valoraciones de acuerdo a la zona hallada se procede a realizar el planteamiento formal para la puntuación de este criterio:

$$EP_n = \text{Valoración de Zona}$$

Dónde EPn es la puntuación obtenida por encadenamientos productivos para producción en serie según la valoración procedente del Gráfico 1, y cuya variable de entrada partió de la Tabla 6, de su variable aTOTAL, por cada uno de los participantes, y dentro de una línea-producto.

e. Valor agregado ecuatoriano incorporado según horizonte de tiempo de cinco años.

Para el establecimiento de este criterio se considerará la conformación de la Tabla 7 y en la cual se indiquen: los costos totales, los costos del componente ecuatoriano fabricado y los costos del componente importado, cada uno planteado a valor presente, y con la aplicación de los criterios expuestos en la sección b de esta subsección. A su vez, con los datos planteados se procederá a determinar elVAE porcentual (%VAEt), y, además, se procederá a determinar la variación (Final - Inicial) entre los diferentes %VAEt, donde t=0, 1, 2, 3, 4, 5 años. Se resalta que este criterio dará mayor puntuación al concursante que mayor VAE genere dentro del producto en el horizonte de cinco años.

Tabla 7. VAE incorporado según horizonte de tiempo de cinco años.

DESCRIPCIÓN	Año 0 Prototipo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(a=b+c) Costo total del producto. (CT _t)	CT ₀	CT ₁	CT ₂	CT ₃	CT ₄	CT ₅
(b) Costo del componente ecuatoriano fabricado (CVAE _t)	CVAE ₀	CVAE ₁	CVAE ₂	CVAE ₃	CVAE ₄	CVAE ₅
(c) Costo del componente importado (CIMP _t)	CIMP ₀	CIMP ₁	CIMP ₂	CIMP ₃	CIMP ₄	CIMP ₅
%VAE _t = CVAE _t / CT _t	%VAE ₀	%VAE ₁	%VAE ₂	%VAE ₃	%VAE ₄	%VAE ₅
Δ de (%VAE _t) [final - inicial]=	---	Δ(%VAE ₁) [1-0]	Δ(%VAE ₂) [2-1]	Δ(%VAE ₃) [3-2]	Δ(%VAE ₄) [4-3]	Δ(%VAE ₅) [5-4]



En relación al VAE porcentual (%VAE_t), se indica que esta variable servirá como índice de evaluación de desempeño anual, por parte del SERCOP, dentro de este horizonte de cinco años; con lo cual, dicha institución mantendría los compromisos alcanzados y definidos en la bases del concurso. Se tolerará, para la evaluación anual el %VAE_t comprometido por el concursante, con una tolerancia de (+/-) 10% del Δ [%VAE_t].

Con respecto a la valoración de este criterio se considerará la sumatoria de las Δ (%VAE_t), incluido el año cero correspondiente a prototipo, y para cada concursante dentro de una línea-producto. No obstante, se otorgará la puntuación de 100 al mayor valor obtenido, y a través de una sencilla regla de tres directa se determinará la puntuación para cada uno de los demás concursante dentro de este criterio.

La siguiente expresión permite dicha puntuación.

$$VaeT_n = \frac{100}{\beta_{max}} \times [\sum_1^t \Delta(\%VAE_t)]_n;$$

Donde t= 1, 2, 3, 4, 5 años; n= 1, 2, 3... concursantes.

- VaeT_n: Es la puntuación dada, a cada concursante, por valor agregado ecuatoriano incorporado según horizonte de tiempo de cinco años, de manera acumulada.
- $[\sum_1^t \Delta(\%VAE_t)]$: Para un concursante específico, representa la sumatoria de todas las variaciones (Δ) de los %VAE_t, que parte del año cero con el VAE del prototipo y termina con el año cinco.
- β_{max} : Representa la sumatoria máxima alcanzada por alguno de los participantes, dentro de una misma línea-producto, de sus respectivos Δ (%VAE_t).

f. Esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo.

Este criterio valorará a aquellas empresas que realicen una menor solicitud de inversión; es decir, puntuará de mejor manera a aquellas empresas cuya inversión solicitada sea pequeña. Es importante indicar que el país, dada la caída de los precios del petróleo, cuenta con escasos recursos para posibles financiamientos, así se favorece a la inversión propia o a los encadenamientos estratégicos. Con lo cual se beneficiarán a las empresas bajo dos conceptos, el primero, en donde las empresas ya cuenten con un nivel de inversión o infraestructura ya establecida, por tanto, tendrán un menor nivel de financiamiento requerido; el segundo, en donde las empresas estimen un menor esfuerzo económico por inversión requerida dado la externalización o encadenamientos productivos diseñados de manera óptima.

Para esto se contará en términos generales con el desarrollo de la Tabla 8.

Ítem	Capacidad de producción -CPrd- (Unid.)	Nivel de inversión solicitada a valor presente -NInv- (USD)	Esfuerzo de inversión $\beta_{\Delta\%} = [NInv/ CPrd]_{+\Delta\%}$
1	Capacidad mínima de producción. CPrd _{00%}	Nivel de inversión requerida. NInv _{00%}	$[NInv/ CProd]_{+00\%}$
2	Capacidad mínima más un 50% de incremento. CPrd _{50%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 50% adicional de producción. NInv _{50%}	$[NInv/ CProd]_{+50\%}$
3	Capacidad mínima más un 100% de incremento. CPrd _{100%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 100% adicional de producción. NInv _{100%}	$[NInv/ CProd]_{+100\%}$
4	Capacidad mínima más un 200% de incremento. CPrd _{200%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 200% adicional de producción. NInv _{200%}	$[NInv/ CProd]_{+200\%}$

En la columna denominada capacidad de producción -CPrd- se indica el nivel de producción mínimo y aquellos con un incremento del 50%, 100% y 200%. La columna denominada nivel de inversión solicitada a valor presente -NInv- muestra los niveles de inversión solicitados y acumulados por cada incremento en el nivel de producción. La última columna define la relación al cual le hemos llamado esfuerzo de inversión y que implica dividir para cada nivel de producción $[NInv/ CPrd]_{+\Delta\%}$.

Para determinar la puntuación de este criterio se partirá de los volúmenes anuales, en promedio de los dos últimos años, y registrados dentro del mismo SERCOP como compra pública, y al cual se lo estima como la base para la reserva de mercado anual $[Y_{sercop}]$. De esta manera el esfuerzo de inversión de la empresa será calculada de la Tabla 8 a partir de una aproximación con el Y_{sercop} , y al cual se hace referencia con la variable $on.estimada$, donde n se corresponde con cada uno de los participantes.

Se otorgará la puntuación máxima de 100 puntos a aquel menor $\beta_{n.estimada}$, procedente de uno de los participantes, y que se hará referencia con la constante β_{min} . Mientras tanto, la puntuación para el resto se realizará a través de una sencilla regla de tres inversa. La expresión siguiente permite determinar la puntuación en mención.

$$IAC_N = \frac{\beta_{min}}{\beta_{n.estimada}} \times 100 \quad \text{Donde } n= 1, 2, 3... \text{ (Concursantes)}$$

Dónde:

IAC_N: Es la valoración dado el esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada bajo el mismo VAE del prototipo.

$\beta_{n.estimada}$: Es el esfuerzo de inversión, dentro de una misma línea-producto, determinada a partir de una aproximación con el Y_{sercop} por producto, y basada sobre la Tabla 8 correspondiente a cada participante.

β_{min} : Es el menor $\beta_{n.estimada}$, y el cual procede de uno de los participantes.



g. Esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.

Este criterio valorará a aquellas empresas que presenten un menor requerimiento de inversión, pero a diferencia del criterio anterior, pues ahora se analizará no en el año cero sino más bien en el año cinco.

La Tabla 9 presenta las diferentes variables, para el año cinco, a ser consideradas. En la columna denominada capacidad de producción al año 5 –CPrd_{año5}– se indica el nivel de producción mínimo y aquellos con un incremento del 50%, 100% y 200%. La columna denominada nivel de inversión solicitada al año 5 y a valor presente –Ninv_{año5}– muestra los niveles de inversión requeridos y acumulados por cada incremento en el nivel de producción. La última columna define al esfuerzo de inversión al año 5 y que implica obtener la división entre ambas variables $[\beta_{\Delta\%}]_{\text{año5}} = [NInv / CPrd]_{+\Delta\%}$. Cabe recordar que el producto al año cinco estará compuesto con un diferente valor agregado ecuatoriano, aumentado, razón por la cual, los niveles de inversión serán diferentes para este último año de análisis.

Para la puntuación de este criterio, de igual manera que en el criterio anterior (f), se partirá de la misma variable $[Y_{sercop}]$, y que será provista por el SERCOP como estimación para la reserva de mercado anual $[Y_{sercop}]$. Por consiguiente, el esfuerzo de inversión de la empresa será calculada de la Tabla 9 a partir de una aproximación con el \square_{sercop} , para el año cinco, y al cual se hace referencia con la variable $[\beta_{n.estimada}]_{\text{año5}}$, donde n se corresponde con cada uno de los participantes.

Tabla 9. Esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.

Ítem	Año 5		
	Capacidad de producción -CPrd _{año5} - (Unid.)	Nivel de inversión solicitada a Valor Presente -Ninv _{año5} - (USD)	Esfuerzo de inversión $[\beta_{\Delta\%}]_{\text{año5}} = [NInv / CProd]_{+\Delta\%}$
1	Capacidad mínima de producción. CPrd _{00%}	Nivel de inversión requerida. NInv _{00%}	$[NInv / CProd]_{+00\%}$
2	Capacidad mínima más un 50% de incremento. CPrd _{50%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 50% adicional de producción. NInv _{50%}	$[NInv / CProd]_{+50\%}$
3	Capacidad mínima más un 100% de incremento. CPrd _{100%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 100% adicional de producción. NInv _{100%}	$[NInv / CProd]_{+100\%}$
4	Capacidad mínima más un 200% de incremento. CPrd _{200%}	Nivel de inversión requerida acumulada para alcanzar un 200% adicional de producción. NInv _{200%}	$[NInv / CProd]_{+200\%}$

Se otorgará la puntuación máxima de 100 puntos a aquel menor $[\beta_{n.Estimada}]_{\text{año5}}$ procedente de uno de los participantes, y que se hará referencia con la constante $\beta_{(min,año5)}$. Mientras

tanto, la puntuación para el resto se realizará a través de una sencilla regla de tres inversa. La expresión siguiente permite determinar la puntuación en mención.

$$IFt_n = \frac{\beta_{min,años}}{[\beta_{n.estimada}]_{años}} \times 100; \quad \text{Donde } n= 1, 2, 3... \text{ concursantes}$$

Dónde:

- IFtn:** Es la valoración por esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.
- [\beta_{n.estimada}]años5:** Es el esfuerzo de inversión en el año 5, dentro de una misma línea producto, determinada a partir de una aproximación con el Ψ_{sercop} por producto, y basada sobre la Tabla 9 correspondiente a cada participante. N hace referencia a cada uno de los participantes.
- \beta_{min,años5}:** Es el menor **[\beta_{n.estimada}]años5**, y el cual procede de uno de los participantes.

3. Puntuación final basada en los diversos criterios valorativos señalados.

A continuación se expone la ecuación del cual surge la puntuación final y basada sobre los siete diferentes criterios valorativos señalados en la subsección anterior.

$$[PFinal]_n = a. Dis_n + b. Cf_n + c. VAEP_n + d. EP_n + e. VaeT_n + f. IAC_n + g. IFt_n$$

n=1, 2, 3... concursantes

Dónde:

- PFinal:** Puntuación final basada en una valoración por multicriterios.
- Dis_n:** Es la puntuación final dado el criterio de valoración por diseño.
- Cf_n:** Es la puntuación final dado al criterio de valoración por certificaciones de producción, gestión de calidad y ambientales.
- VAEP_n** Es la puntuación por valor agregado ecuatoriano dentro del prototipo o sustancia, insumo o material presentado en el concurso.
- EP_n** Es la puntuación obtenida por nivel óptimo de encadenamientos productivos para producción en serie.
- VaeT_n** Puntuación por valor agregado ecuatoriano incorporado al producto, de manera acumulada, dentro del tiempo de cinco años e incluido el suministrado al prototipo.
- IAC_n** Esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo.
- IFt_n** Es la valoración por esfuerzo mínimo futuro, en el año cinco, en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con VAE incrementado.



Finalmente, se indica que los factores ponderativos dados a cada uno de los criterios se hallan representados por las letras a, b, c, d, e, f y g. La Tabla 10 muestra dichos factores ponderativos.

Tabla 10. Factores ponderativos para los diferentes criterios valorativos.

Factores ponderativos	
a	0,05
b	0,10
c	0,10
b	0,10
e	0,15
f	0,25
g	0,25

De esta manera, y añadiendo los factores ponderativos mencionados, la expresión que genera la puntuación final queda expresada de la siguiente manera.

$$[PFinal]_n = 0,05. Dis_n + 0,10. Certif_n + 0,10. VAEP_n + 0,10. EP_n + 0,15. VaeT_n + 0,25. IAc_N + 0,25. IFt_n$$

n=1, 2, 3... concursantes

IV. CONCLUSIÓN:

La metodología implica un cálculo numérico sobre 100 puntos. Los criterios intervinientes son siete: (i) Evaluación de diseño, (ii) certificaciones de producción, de gestión de calidad o ambientales, (iii) valor agregado ecuatoriano dentro de prototipo, (iv) nivel óptimo de encadenamientos productivos, (v) valor agregado ecuatoriano incorporado según horizonte de tiempo de cinco años, (vi) esfuerzo mínimo presente en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% bajo el mismo VAE del prototipo, y (vii) esfuerzo mínimo futuro en inversión solicitada para el incremento de producción en un 50%, 100% y 200% con incremento de VAE.

www.sercop.gob.ec

Dirección de Estudios de la Contratación Pública
estadisticas@sercop.gob.ec



SercopEcuador



@SERCOPec