

MEDICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CALIDAD

Ulrich Harmes-Liedtke, Juan José Oteiza Di Matteo

Pie de Imprenta

Editado por	Physikalisch-Technische Bundesanstalt Bundesallee 100 38116 Braunschweig, Alemania Tlf: +49 531 592-8200 Fax: +49 531 592-8225 E-Mail: Marion.Stoldt@ptb.de Web: www.ptb.de/q5
Diseño:	Jenko Sternberg Design GmbH (www.jenko-sternberg.de) Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Edición:	Original en inglés Junio 2011; revisión y traducción al español Febrero 2013
Traducción de:	Mariela Trujillo, Instituto Nacional de Normalización, Chile
Enlace:	www.mesopartner.com

Índice

Lista de abreviaciones y acrónimos

PREFACIO

RESUMEN EJECUTIVO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	MEDICIÓN DE LA IC	7
2.1	Interrogantes metodológicas	7
2.1.1	Heterogeneidad de los datos	7
2.1.2	El sistema internacional de IC	7
2.1.3	Información disponible	10
2.1.4	Definición de la muestra	11
2.1.4.1	Punto de partida: miembros WTO	11
2.1.4.2	Criterios de agrupamiento dentro de la muestra	11
2.1.4.3	El mejor conjunto y la selección de la muestra	12
2.1.4.4	La muestra	13
2.2	Medición de los componentes de la IC	14
2.2.1	Metrología	14
2.2.2	Acreditación	15
2.2.3	Normalización y Certificación	15
2.3	Los Índices	16
2.3.1	La medición básica	16
2.3.2	Medición en términos relativos	17
2.3.3	La dimensión relacional	19
2.3.4	El indicador compuesto	20
2.4	Los Rankings de la Infraestructura de la Calidad	24
2.5	Limitaciones y mejoras potenciales	28
3	COMPORTAMIENTO DE LA IC	29
3.1	Una visión general	29
3.1.1	Competitividad	30
3.1.2	PIB per cápita	31
3.1.3	Exportaciones	33
3.1.4	Transparencia	35
4	CONCLUSIONES FINALES	36
5	BIBLIOGRAFÍA	43

Lista de abreviaciones y acrónimos

BIPM	Oficina Internacional de Pesas y Medidas (según sus siglas en francés)
BMZ	Ministerio Federal de Cooperación y Desarrollo Económico (según sus siglas en alemán)
BRIC	Brasil, Rusia, India y China
CABs	Organismos de Evaluación de la Conformidad (según sus siglas en inglés)
CIPM	Comité Internacional de Pesas y Medidas
CMC	Capacidades de Calibración y Medición (según sus siglas en inglés)
DAC	Comité de Ayuda al Desarrollo (según sus siglas en inglés)
GCI	Índice de Competitividad Global (según sus siglas en inglés).
GlobalGAP	Asociación Global para las Buenas Prácticas Agrícolas (según sus siglas en inglés)
IAF	Foro Internacional de Acreditación (según sus siglas en inglés)
IC	Infraestructura de Calidad
ILAC	Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (según sus siglas en inglés)
IPC	Índice de Percepción de la Corrupción
ISO	Organización Internacional para la Normalización (según sus siglas en inglés)
K&SComp.	Total de Comparaciones Claves y Suplementarias (según sus siglas en inglés)
LDC	Países menos Desarrollados (según sus siglas en inglés)
Membership	Número de Membresías del sistema internacional de Infraestructura de Calidad
MLA	Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (según sus siglas en inglés)
MRA	Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (según sus siglas en inglés)
MSTQ	Metrología, Normalización, Ensayos y Aseguramiento de Calidad (según sus siglas en inglés)
NBT	Barreras Arancelarias al Comercio (según sus siglas en inglés)
NMI	Instituto Nacional de Metrología (según sus siglas en inglés)
NQS	Sistema Nacional de Calidad (según sus siglas en inglés)
ODA	Ayuda Oficial al Desarrollo (según sus siglas en inglés)
OECD	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (según sus siglas en inglés)
POP	Población de un País (según sus siglas en inglés)
PIB	Producto Interior Bruto
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt (Instituto Alemán de Metrología)
SMEs	Pequeñas y Medianas Empresas (según sus siglas en inglés)
TAB	Total de organismos acreditados (según sus siglas en inglés)
TBT	Obstáculos Técnicos al Comercio (según sus siglas en inglés)
Tech.Comm.	Total de Participaciones en Comités Técnicos
UNCTAD	Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (según sus siglas en inglés)
WTO	Organización Mundial del Comercio (según sus siglas en inglés)

PREFACIO

Este documento es una iniciativa de investigación de *Mesopartner*, una consultora que ha estado trabajando durante varios años en el desarrollo del sector privado y en el apoyo a la infraestructura de calidad en los países en desarrollo. La elaboración de este documento fue patrocinado por la Cooperación Técnica del PTB.

El propósito de este documento es presentar una propuesta metodológica para medir la Infraestructura de Calidad (IC) de los países, y promover la discusión sobre este tema tan poco explorado. La intención no es proporcionar respuestas definitivas sobre el tema, sino plantear preguntas que incentiven el avance del conocimiento en esta área. Específicamente nos referimos a la IC con reconocimiento internacional en sus cuatro áreas: Metrología, Normalización, Certificación y Acreditación.

Algunos beneficios que se obtendrán al lograr el objetivo de este documento son:

- a) la posibilidad de una comparación internacional entre la Infraestructura de Calidad de diferentes países;
- b) ayudar a identificar a quienes y donde canalizar los recursos de cooperación internacional con el objeto de mejorar esa infraestructura; y
- c) promover la discusión entre técnicos y académicos para permitir que las metodologías de medición se perfeccionen con respecto a las planteadas aquí.

Los autores están agradecidos por la valiosa contribución y comentarios hechos por muchos colegas de la Cooperación Técnica del PTB y colegas consultores, especialmente Dieter Schwohnke, Marion Stoldt, Alexis Valqui, Manfred Kindler y Clemens Sanetra. Su experiencia práctica en el apoyo de la IC a través del mundo en desarrollo, ayudó a proporcionar una mejor comprensión de los resultados cuantitativos de la investigación.

Agradecemos también a Mariela Trujillo por la iniciativa y el trabajo voluntario de traducir este documento y a Susanne Wolter por la revisión minuciosa de la versión final. Los errores remanentes son exclusiva responsabilidad de los autores.

Esperamos que este documento sirva para promover una discusión mayor sobre las mejores metodologías para medir y comparar la IC y su comportamiento internacionalmente. Los comentarios y las críticas son bienvenidos y apreciados.

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento da, con una perspectiva internacional, una visión general del marco institucional de la infraestructura de calidad (IC). Se desarrolla un indicador compuesto para medir y comparar el desarrollo del comportamiento de la IC en una selección de 53 países diferentes en todo el mundo. El indicador usa información de libre acceso: Total de Organismos Acreditados del Sistema Nacional de Calidad, número de certificaciones de Capacidades de Calibración y Medición, certificados ISO 9001 por país, comparaciones claves y suplementarias llevadas a cabo por Institutos Nacionales de Metrología, participación en Comités Técnicos de la Organización Internacional para la Normalización, y membresías de organizaciones internacionales que respaldan la credibilidad de la IC nacional.

El documento analiza la correlación entre el desarrollo de la Infraestructura de Calidad de un país y los indicadores claves de comportamiento económico tales como PIB (per cápita), Exportaciones y Competitividad Global y Transparencia. Se encontraron correlaciones positivas para las cuatro variables apoyando la relación esperada entre el desarrollo de la IC y los indicadores de comportamiento económico.

Los autores comprenden que el indicador de medición de la IC propuesto, es sólo el primer paso para una comparación más sólida entre diferentes sistemas nacionales. El enfoque pragmático de usar solamente información disponible libremente, también hace que los resultados sean dependientes de la calidad de la información, algunas veces insatisfactoria. Además, no se analizaron en detalle diferencias cualitativas importantes entre información cuantitativa idéntica. Debido a estas limitaciones los resultados de los rankings o clasificaciones deberían ser interpretados cuidadosamente. No obstante, la comparación cuantitativa de IC nacionales podría ser parte de un Benchmarking más amplio y de un proceso de aprendizaje colectivo para mejorar el desarrollo y comportamiento de los organismos de infraestructura de calidad en el mundo en desarrollo.

Mida lo que es medible, y haga medible lo que no lo es.
Galileo Galilei

Si lo desea, médalo. Si no puede medirlo, olvídelo.
Peter Drucker

1 INTRODUCCIÓN

El Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) es el Instituto Nacional de Metrología de Alemania y hace mediciones con la mayor exactitud y confiabilidad disponible. Es parte de un sistema más amplio de Infraestructura de Calidad que incluye organismos de metrología, normas, laboratorios de ensayo, certificación y acreditación y gestión de calidad en la empresa y a nivel organizacional.

La Cooperación Técnica Internacional del PTB está comprometida a promover la Infraestructura de Calidad en los países en desarrollo. En nombre del Ministerio Alemán de Cooperación y Desarrollo Económico (siglas BMZ en alemán), usa su experiencia y excelencia técnica para ayudar a instituciones pares y otras organizaciones relacionadas con IC a desarrollar sus propias IC nacionales.

Sorprendentemente, aunque la medición es la principal competencia del PTB, no hay indicadores y herramientas claros para medir la IC en sí misma. Obviamente, la medición de una organización institucional compleja no es una tarea fácil. Involucra una multitud de organizaciones diferentes, reglamentos institucionales y, por último pero no menos importante, los seres humanos y eso también implica la medición de los fenómenos sociales (por ejemplo responsabilidad, confianza o cultura de calidad), que no son medibles con instrumentos técnicos. Además cada economía tiene requisitos diferentes para la IC que necesita, así que la evaluación del nivel de desarrollo de una IC dependerá de las necesidades específicas de los países.

¿Por qué es importante medir la IC?

Generalmente, lo que puede ser medido puede ser comprendido, controlado, predicho y cambiado.

En el caso de las entidades responsables de apoyar la IC en los países en desarrollo, podemos mencionar los siguientes argumentos para apoyar la necesidad de la medición de la IC. Las mediciones de las IC nacionales:

- ayudan a comprender mejor las dinámicas del sistema de la IC y a mejorar las intervenciones
- hacen posible la identificación de las mejores prácticas donde la IC desarrolla y contribuye a la innovación, competitividad y desarrollo
- podrían ser la base para un sistema Benchmarking que fomente el mejoramiento y aprendizaje mutuo
- deberían ser parte de un monitoreo y sistema de evaluación más amplio que incluya el objetivo final de la Cooperación Técnica del PTB y otros donantes

Este documento usa los componentes claves de la IC (principalmente Metrología, Normas, Certificaciones y Acreditación) para medir la IC nacional. Para cada componente analizamos datos estadísticos a nivel nacional. La fuente de datos fue seleccionada con un criterio pragmático, usando sólo datos de instituciones internacionales de IC que estén disponibles libremente en Internet. Basándose en los datos creamos un indicador global para medir la IC a nivel nacional.

En la segunda parte del documento analizamos la correlación entre mediciones del indicador compuesto de IC y variables de comportamiento económico (exportación, innovación, competitividad, ingreso). Esto nos ayuda a ver la eficiencia de un sistema de IC a nivel nacional.

Nuestra hipótesis es que un país con una IC bien desarrollada también es exitoso económicamente, y a la inversa, países atrasados en IC también son económicamente menos aventajados. Para un desempeño exitoso no es suficiente comprender la evolución del PIB per cápita; también hay que comprender el comportamiento de las exportaciones, el nivel de competitividad y la transparencia.

Este estudio no explica las causalidades entre IC y desempeño económico de un país. La pregunta de si el desarrollo de una IC nacional causa progreso económico, o si el progreso económico ayuda a construir una IC nacional, no es parte del análisis. Esto y otros temas requerirán mayor investigación aunque señalamos algunas sugerencias en el último capítulo.

2 MEDICIÓN DE LA IC

2.1 Interrogantes metodológicas

2.1.1 Heterogeneidad de los datos

Cuando se accede a los sitios web de los organismos locales de acreditación y de certificación, y de los NMI, encontramos que la calidad de la información y su disponibilidad es muy heterogénea. A manera de ejemplo: en muchos casos los últimos datos disponibles se refieren a distintas fechas, las fuentes de los datos no son necesariamente las primarias o no son accesibles libremente, y la información que ellas proporcionan no es igualmente confiable. Más aun, la información en las páginas web se presenta de muchas maneras diferentes, lo cual dificulta la recolección de datos para propósitos de comparación. Inicialmente, esto debilitó significativamente el objetivo de este documento.

Para reducir el impacto de estos problemas, decidimos analizar solamente países que están incorporados en el sistema internacional de comercio e IC. Así, los componentes observados del sistema nacional de calidad deberían cumplir con ciertos protocolos internacionales que tienden a homogeneizar la calidad de sus productos (certificación, normas, acreditaciones, certificados de mediciones y calibraciones), mejorando la posibilidad de comparar la información.

Decimos que un país está integrado dentro de un sistema internacional de calidad cuando es un miembro pleno de al menos uno de los organismos internacionales de acreditación, certificación, normalización o metrología con reconocimiento en todo el mundo. Pero debemos tener presente que los requisitos de membresía son diferentes en cada uno de los organismos, y sólo unos pocos países pertenecen a todas las organizaciones internacionales de sistemas de calidad. Por lo tanto, si seleccionamos países de acuerdo a su membresía, los grupos son muy variables en número y en miembros. Un análisis detallado de cuan diferentes son los grupos que se forman puede hacerse a partir de los datos de la tabla incluida en el Anexo. En cualquier caso, los requisitos impuestos a los organismos con respecto a la membresía dan una garantía mínima en términos de transparencia, procedimientos de acreditación y certificación y consistencia en la información que ellos proporcionan.

2.1.2 El sistema internacional de IC

Una breve introducción a algunos organismos internacionales pertinentes considerados en este documento, se obtuvo de sus páginas web y se muestra a continuación.

Acreditación

El **International Accreditation Forum, Inc.** (IAF) es la asociación mundial de los Organismos de Acreditación de Evaluación de la Conformidad y otros organismos interesados en la evaluación de la conformidad en los campos de sistemas de gestión, productos, servicios, personal y otros programas similares de evaluación de la conformidad. La membresía de un organismo de acreditación en IAF está abierta a organismos que dirigen y administran programas a través de los cuales acreditan organismos y que declaren su intención de unirse al Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de IAF, que reconocen la equivalencia de las acreditaciones de otros miembros con las propias.

El **International Laboratory Accreditation Cooperation** (ILAC) es una cooperación internacional de organismos de acreditación de laboratorios y organismos de inspección, formada hace más de 30 años para ayudar a eliminar las

barreras técnicas al comercio. Los organismos de acreditación que cumplen los requisitos para los Asociados y también han sido aceptados como signatarios del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MRA) de ILAC se convierten en Miembros Plenos. Los Asociados de ILAC:

- i) deben operar esquemas de acreditación para laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, organismos de inspección, y/u otros servicios según decida ocasionalmente la Asamblea General de ILAC;
- ii) pueden proporcionar evidencia de que son operacionales y se comprometen a cumplir con:
 - a. los requisitos definidos en las normas pertinentes establecidas por los organismos internacionales de normalización que correspondan, tales como la International Organization for Standardization (ISO) y la International Electrotechnical Commission (IEC), y los documentos de postulación de ILAC; y
 - b. las obligaciones del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de ILAC;
- iii) son reconocidos en sus economías como oferentes de un servicio de acreditación.

La cooperación entre las dos organizaciones es intensa. De hecho, actualmente ellas realizan asambleas conjuntas y existe el proyecto de que los dos organismos se unan en el futuro.

Normalización

La **International Electrotechnical Commission** (IEC) es la organización mundial líder que prepara y publica las normas internacionales en los campos eléctrico, electrónico y tecnologías relacionadas, que en conjunto se conocen como «electro-tecnología». La Membresía Plena permite a los países participar en todas las actividades internacionales de normalización. Los Comités Nacionales representan los intereses electrotécnicos de su país en las labores de gestión y normalización de IEC.

International Communication Union (ITU) es el organismo principal de las Naciones Unidas para temas de tecnologías de información y comunicación, y es el punto focal global para los gobiernos y el sector privado en el desarrollo de redes y servicios. La membresía en ITU está abierta a los gobiernos, los cuales pueden participar en la ITU como Estados Miembros.

La **International Organization for Standardization** (ISO) es el organismo que desarrolla y publica la mayor cantidad de normas internacionales. Un organismo miembro de ISO es el organismo nacional «más representativo de la normalización en su país». Solamente un organismo de cada país es aceptado como miembro de ISO. Los organismos miembros tienen derecho a participar y ejercer pleno derecho a voto sobre cualquier comité técnico y comité de políticas de ISO.

También en este caso, la cooperación entre organizaciones de normalización es intensa. Un ejemplo es el Comité Técnico Conjunto de ISO e IEC, que trata todos los temas relacionados con tecnología de información.

Certificación

La emisión de certificados basados en normas es principalmente un trabajo del sector privado. La competencia e imparcialidad de los organismos de certificación requieren una evaluación de la conformidad de acuerdo con ISO/IEC 17021, la que es realizada por organismos de acreditación nacionales.

Suponemos que una IC nacional desarrollada implica un gran número de organismos de certificación acreditados. Por otra parte, el tamaño de los organismos de certificación difiere cuando se comparan grandes compañías internacionales (por ejemplo SGS, Bureau Veritas y TÜV) con empresas más pequeñas con un enfoque nacional o temático. También es interesante la aparición de redes internacionales de organismos de certificación más pequeños¹.

Sin embargo, no existe estadística internacional sobre el número de organismos de certificación acreditados en cada país. Solamente unos cuantos organismos de acreditación publican en sus páginas web los nombres de sus organismos de certificación que están acreditados. Por lo tanto, no usamos el número de organismos de certificación acreditados como parte de nuestro indicador.

Con respecto a la Certificación, estamos usando como variable proxy la estadística sobre ISO 9001 publicada por ISO. Pero esto tiene dos limitaciones: primero, hay muchos otros esquemas de certificación, además de el de ISO, tales como Better Cotton Initiative, Fair Trade, o GlobalGap²; en segundo lugar, hay muchas otras normas en ISO además de ISO 9001³, por ejemplo, Environmental Management Systems (Sistemas de Gestión Ambiental) (14001), Information Technology (Tecnología de la Información)(27001), e ISO 13485 que establece los requisitos de un sistema de gestión de calidad para dispositivos médicos, entre otros. Sin embargo, ISO 9001 es la más usada.

Metrología

El **Bureau International des Poids et Mesures** (BIPM) actúa en asuntos de metrología internacional, especialmente en lo concerniente a la demanda de normas de medición, aumentando la exactitud, rango y diversidad de las mismas. También satisface la necesidad de demostrar equivalencia entre las normas de medición nacionales. En 1999, los directores de los institutos nacionales de metrología de 38 Estados Miembros del BIPM y representantes de dos organizaciones internacionales firmaron un Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (CIPM MRA) para normas de medición nacionales y para certificados de calibración y medición emitidos por NMIs. Desde entonces han firmado otros institutos. Este Acuerdo de Reconocimiento Mutuo es una respuesta a la necesidad creciente de un esquema abierto, transparente y global para dar a los usuarios información cuantitativa confiable sobre la comparabilidad de los servicios de metrología nacionales y proporcionar las bases técnicas para acuerdos más amplios negociados para intercambio internacional, comercio y temas regulatorios. El CIPM MRA ha sido ahora firmado por 48 Estados Miembros y cubre más de 122 institutos designados por los organismos signatarios.

El **International Organization of Legal Metrology** (OIML) es una organización intergubernamental creada en virtud de tratados cuyos miembros incluyen Estados Miembros, países que participan activamente en actividades técnicas. Se estableció en 1955 para promover la armonización global de los procedimientos de metrología legal. Desde entonces, la OIML ha desarrollado una estructura técnica internacional que proporciona a sus Miembros guías metrológicas para la elaboración de los requisitos nacionales y regionales relativos a la fabricación y uso de instrumentos de medición para aplicaciones legales de metrología.

¹Por ejemplo, ICNET (<http://www.ICnet-certification.com>)

²Como el número de normas privadas/voluntarias aumenta continuamente, es difícil tener una visión general. El Mapa de Normas, del International Trade Center, es una herramienta en línea que permite análisis y comparaciones de normas privadas/voluntarias (ver <http://www.standardsmap.org/>).

³ISO ha desarrollado más de 18500 Normas Internacionales sobre una gran variedad de temas, y publica alrededor de 1100 normas cada año (ver <http://www.iso.org>).

2.1.3 Información disponible

Se pueden recopilar datos categóricos y cuantitativos de las páginas web.

Una de las primeras cosas que encontramos fue que básicamente un país (u organización) se puede clasificar de acuerdo a: miembro o no miembro; categorías de miembro (pleno o miembro del organismo, asociado, participante, socio, observador, etc.); signatarios o no signatarios de algún acuerdo (MRA, MLA); y participación en comités. Este conjunto de datos se usarán principalmente para determinar la muestra de países en la sección siguiente y posteriormente será parte del indicador de IC. Las cualidades de membresía y signatarios se podrían considerar como una entrada al sistema IC. Pero el comportamiento de la IC no está garantizado por esta condición puesto que no sería suficiente.

La información cuantitativa usada en este documento se relaciona con ese comportamiento y revela alguna evidencia acerca del estado de desarrollo alcanzado por cada sistema IC. Este segundo conjunto de datos se considera como la salida del sistema. La cantidad de organismos y de certificados emitidos constituyen las estadísticas más importantes recogidas, debido al hecho de que normalmente se acceden libremente, y son fáciles de interpretar y comparar.

Las consideraciones anteriores se resumen en la siguiente tabla, de la cual se obtiene la matriz básica para el comportamiento de la IC.

Sistema IC	Entradas	Salidas
Acreditación	· Membresía en: IAF, ILAC · Signatarios de: MLA, MRA · Acuerdos regionales	· Total de organismos acreditados (TAB) por organismos nacionales de acreditación
Metrología	· Membresía en: CIPM, OIML · Signatarios de: CIPM MRA	· Capacidades de calibración y medición (CMC) establecidas y reconocidas · Comparaciones claves y suplementarias practicadas
Normalización	· Membresía en: ISO, IEC, ITU · Participación en comités ISO	· Participación en comités técnicos · Número de normas por país (locales e internacionales)
Certificación	· Organismos de certificación acreditados (no se usa por falta de datos)	· Número de certificaciones ISO 9001 emitidas

2.1.4 Definición de la muestra

2.1.4.1 Punto de partida: miembros WTO

La importancia de la infraestructura de calidad en el comercio está completamente aceptada nacional e internacionalmente, porque promueve el movimiento libre de bienes y servicios, y reduce las barreras técnicas y barreras arancelarias (*ITC, WTO y UNCTAD 2005*). A su vez, la observancia a las normas de calidad de los productores de bienes y servicios vendidos globalmente, da al consumidor una mayor garantía de su seguridad, salud y aspectos relacionados con el medio ambiente (*Guasch 2007*).

Sin embargo, el número de regulaciones y normas técnicas adoptados por los países ha crecido significativamente en los últimos años. Esto ha conducido a la creación de impedimentos al comercio libre, debido a la falta de armonización en las normas de calidad de los países comprometidos en el comercio global (*World Trade Organization 2005*).

La WTO, a través de su Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (TBT), trata de asegurar que las regulaciones, normas, ensayos y procedimientos de certificación no creen obstáculos innecesarios. Este compromiso incluye la obligación de los estados miembros de establecer puntos de información nacionales y mantenerse informado unos con otros acerca de las nuevas regulaciones. Además, la WTO agrupa 152 estados miembros y 30 países observadores (los cuales deben comenzar las negociaciones de entrada dentro de cinco años desde el momento en que empezaron a ser observadores). De los 192 países reconocidos por la UN, 182 pertenecen a la WTO. El comercio global está bien representado por estos miembros y observadores.

Aunque no todos los estados de WTO constituirán la muestra para este documento, este conjunto servirá como punto de partida para la definición de nuestro grupo objetivo.

2.1.4.2 Criterios de agrupamiento dentro de la muestra: perspectiva de desarrollo

Cada año a través de su Comité de Ayuda al Desarrollo (DAC), los países OECD aprueban la Lista de Receptores de Ayuda Oficial al Desarrollo (ODA). Estos países se dividen en grupos según su ingreso (Otros de Bajo Ingreso, Ingreso Medio Bajo, Ingreso Medio Alto) basado en el Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita, según lo informado por el Banco Mundial, con los Países Menos Desarrollados (LDC) de acuerdo a la definición de las Naciones Unidas. Por coincidencia, estos también son 152 países en la lista de 2009, pero solamente el 83% de ellos son miembros de WTO (*UNCTAD 2007*).

En particular, los países LDC difícilmente participan en el sistema de calidad internacional: solamente están incluidos cuatro miembros de ISO (Tanzania, Bangladesh, Etiopía y Sudán) y uno de OIML (Tanzania). Por ahora, estos países no serán cubiertos por nuestro estudio.

Por lo tanto, se considerarán tres categorías, dependiendo de si el país es un donante (DAC), un receptor (ODA) o ninguno de los anteriores (no ODA).

2.1.4.3 El mejor conjunto y la selección de la muestra

Como se muestra en la tabla a continuación, los conjuntos ITU e ISO representan muy bien las proporciones de nuestro grupo inicial (WTO) clasificado de acuerdo a la lista ODA-DAC, probablemente debido al gran tamaño de la muestra de cada uno. Ambos son mejores que cualquier otro conjunto en términos de representatividad. Si miramos los conjuntos siguientes (países del BIPM, OIML, IAF, IEC, ILAC) estos son bastante homogéneos en sus números, pero con un tamaño de muestra menor. Los miembros del BIPM presentan algunas ventajas sobre los otros, porque representan mejor a los miembros del WTO. Los países de la ONU se incluyen sólo como referencia.

Todos los países de la WTO (miembros y observadores) también pertenecen a la ITU, así que la elección de la muestra es entre los miembros de ISO y BIPM.

El mayor número de los países del BIPM en el sistema IC internacional resulta un conjunto más homogéneo (el 98% de ellos pertenecen a otro organismo internacional). Por cierto, si tomamos todos los miembros de ISO, encontramos un porcentaje significativamente menor (73%). Por lo tanto, los miembros de BIPM se escogerán como el grupo objetivo en este documento. De modo que tratamos de dar más peso a la calidad de la información en términos de confiabilidad y disponibilidad, que a la representatividad de la muestra, al menos en esta ocasión. Se necesita más información para evaluar la calidad de la información en una base más amplia de países.

	ODA	non ODA	DAC	Total	Tamaño Muestral
WTO*	69%	19%	12%	100%	182
ITU	69%	19%	12%	100%	183
ISO	57%	21%	22%	100%	101
BIPM	43%	19%	39%	100%	54
OIML	41%	21%	38%	100%	56
IAF	40%	21%	40%	100%	53
IEC	38%	23%	39%	100%	56
ILAC	37%	23%	40%	100%	52
ONU	79%	9%	11%	100%	192

* WTO (OMC) miembros y observantes incluidos. Para otras organizaciones miembros plenos considerados

2.1.4.4 La muestra

La tabla a continuación muestra los 54 miembros del BIPM y su clasificación de acuerdo al criterio ya mencionado. Sin embargo, Australia y Nueva Zelanda se tomarán como una sola economía debido a su grado de integración con respecto al sistema IC.

Las abreviaciones usadas son: (IA) Ingreso Alto; (IMA) Ingreso Medio Alto; (IMB) Ingreso Medio Bajo; (OIB) Otros de Ingreso Bajo; y se refieren a la clasificación del Banco Mundial.

DAC	ODA	Non ODA
Alemania (IA)	Argentina (IMA)	Bulgaria (IA)
Australia (IA)	Brasil (IMA)	Eslovaquia (IA)
Austria (IA)	Chile (IMA)	Hungría (IA)
Belgica (IA)	Croacia (IMA)	Israel (IA)
Canada (IA)	Kazajistán (IMA)	Rep. Checa (IA)
Dinamarca (IA)	Malasia (IMA)	Rep. de Corea (IA)
EE.UU. (IA)	México (IMA)	Rumania (IA)
España (IA)	Serbia (IMA)	Rusia (IA)
Finlandia (IA)	Sudáfrica (IMA)	Singapur (IA)
Francia (IA)	Turquía (IMA)	Polonia (IMA)
Grecia (IA)	Uruguay (IMA)	
Holanda (IA)	Venezuela (IMA)	
Irlanda (IA)	Camerún (IMB)	
Italia (IA)	China (IMB)	
Japón (IA)	Dominican Republic (LMI)	
Noruega (IA)	Egipto (IMB)	
Nueva Zelanda (IA)	India (IMB)	
Portugal (IA)	Indonesia (IMB)	
Reine Unido (IA)	Irán (IMB)	
Suecia (IA)	Rep. Dominicana (IMB)	
Suiza (IA)	Tailandia (IMB)	
	Kenya (OIB)	
	Pakistán (OIB)	
	RPD de Corea (OIB)	

Entre los países de la muestra hay 45 signatarios del CIPM MRA. La gran mayoría de ellos están altamente integrados dentro del sistema internacional de IC. Efectivamente, sobre el 80% son miembros plenos de cada una de las siguientes organizaciones: ISO, IAF, ILAC y BIPM. De acuerdo a la información del Banco Mundial (2008), el 74% de la población mundial y el 95% del PIB mundial están representados por estas economías.

2.2 Medición de los componentes de la IC

2.2.1 Metrología

Como indica el BIPM, la metrología es la ciencia de las mediciones exactas y confiables. Pero no todos los países tienen una infraestructura de calidad con las mismas capacidades de medición y calibración. Un criterio clave para evaluar estas capacidades no es una medición precisa, sino la mayor confiabilidad en las capacidades de medición declaradas. Estas se llaman *Capacidades de Calibración y Medición*⁴ (CMCs) y son otorgadas al NMI a través del CIPM MRA (Comité Internacional de Pesos y Medidas – Acuerdo de Reconocimiento Mutuo). Las CMCs están registradas en una base de datos administrada por el BIPM en París y publicadas en línea⁵.

Un enfoque para la medición del desarrollo y confiabilidad de la metrología nacional estaría dado por el número de CMCs otorgadas al NMI del país en cuestión⁶. Esta estadística mediría tres aspectos del sistema: en primer lugar, el desarrollo alcanzado desde el punto de vista de su tamaño. Suponemos que mientras mayor sea la cantidad de capacidad declarada, mayor es la infraestructura necesaria para sostenerla. En segundo lugar, un mayor número de CMCs mostraría también una *diversificación* de habilidades. Suponemos que el sistema está en un estado más avanzado de desarrollo cuando los servicios que provee son más diversificados. En tercer lugar, el reconocimiento por otros miembros del club ya que los certificados CMC son emitidos dentro del campo del acuerdo.

Adicionalmente, queremos considerar el número de CMCs en relación a la población, en un intento de medir el sistema de metrología con respecto al mercado nacional. Aquí hay un «efecto tamaño» significativo, producido por el tamaño de las economías, pero podría haber también un tema de eficiencia del sistema que puede explicar las diferencias entre países.

El BIPM también da información acerca del conjunto de comparaciones realizadas por los NMIs para chequear las técnicas y métodos principales de campo. Estas se llaman Comparaciones Claves o Suplementarias y las llevan a cabo dos o más organismos organizados por los Comités Consultivos o las Organizaciones de Metrología Regional (RMO). Las primeras comparaciones están abiertas a los laboratorios con las más altas competencias técnicas y experiencia. Las segundas son realizadas por las RMOs para cumplir necesidades específicas no cubiertas por las comparaciones claves, incluyendo comparaciones para dar confianza en los certificados de calibración y medición. Así, mientras mayor sea el número de comparaciones, mayor es el grado de interacción con otros miembros del sistema internacional de infraestructura de calidad, y posiblemente mejores son las capacidades metrológicas que podrían adquirirse o difundirse.

⁴El nivel de calibración o medición más alto ofrecido normalmente a los clientes, expresado en términos de un nivel de confianza de 95%, se denomina algunas veces como la mejor capacidad de medición.
(http://www.bipm.org/utis/en/pdf/mra_glossary.pdf).

⁵En algunos países, el NMI delega algún trabajo a laboratorios de calibración secundarios, los cuales pueden ser entidades públicas o privadas. Estos usan patrones secundarios trazables en el NMI para calibrar los instrumentos de sus clientes. El concepto de trazabilidad significa una cadena continua de comparación de mediciones con instrumentos de exactitud creciente (menor incertidumbre de la medición) comenzando con el instrumento usado en la industria hasta llegar al patrón nacional (Sanetra 2007).

⁶Nuestras consultas a expertos en metrología confirman la utilidad del indicador de las CMCs. Como las CMCs requieren comparación de mediciones con incertidumbres similares no hay mejores indicadores. Sin embargo, el número por sí solo se puede referir a diferentes niveles de competencia metrológica, por ejemplo un NMI puede tener 10 CMCs para masa de un nivel bajo, o tener 10 CMCs en patrones primarios, pero hay un mundo de diferencia entre los dos.

2.2.2 Acreditación

La acreditación se define como el procedimiento por el cual un organismo reconoce formalmente que una organización o persona es competente para llevar a cabo tareas específicas (Guasch 2007). Una vez que la acreditación es emitida por el organismo, la organización se convierte en un Organismo Acreditado. La acreditación es solicitada sobre una base voluntaria como prueba de competencia en un área determinada. La mayoría de los países tienen un solo organismo de acreditación responsable de todas las áreas de acreditación. Puede ser una organización pública o privada sin fines de lucro. La acreditación comprende diferentes áreas tales como: organismos de certificación de sistemas de gestión, laboratorios de ensayo y calibración, validación de gases de efecto invernadero, organismos de verificación, organismos de certificación de personal, organismos de certificación de productos y servicios, y organismos de inspección, entre los ejemplos más relevantes.

Por lo tanto, un número mayor de organismos acreditados podría conducir a la difusión de la competencia, autoridad y credibilidad de estos organismos.

Recopilamos la información del Total de Organismos Acreditados (TAB) de cada economía, usando como fuente las páginas web de todos los Organismos Nacionales de Acreditación incluidos en la muestra. El TAB será la salida de este componente de la IC. Podemos destacar que 10 de los 54 miembros de nuestro grupo no son miembros de IAF ni de ILAC, sin embargo, sus organismos de acreditación proporcionan información sobre los certificados emitidos (excepto tres: México, Kenia y la República Popular Democrática de Corea).

2.2.3 Normalización y Certificación

Como ISO señala, las normas aseguran las características deseables de productos y servicios tales como calidad, compatibilidad con el medioambiente, seguridad, confiabilidad, eficiencia e intercambiabilidad, y a un costo económico. La ISO emprende el desarrollo de nuevas normas en respuesta a los sectores e interesados que expresen una necesidad claramente establecida.

Las normas más vendidas son:

- ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de Calidad
- ISO 14001:2004 Sistemas de Gestión del Medioambiente
- ISO/IEC 27001:2005 Tecnologías de la Información – Técnicas de Seguridad – Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información
- ISO 31000:2009 Gestión de Riesgo

La certificación más popular es ISO 9001 (ediciones de 2000 y 2008), para lo cual se han emitido casi un millón de certificados en 176 países y economías hasta fines de diciembre de 2008.

Esto hace que el número de certificados ISO 9001 emitidos sea un indicador importante para medir la penetración de la normalización en las economías. La encuesta realizada por ISO en 2008 proporciona esta información desagregada por país. Una vez más, el tamaño de la población está estrechamente asociado con el número de certificados ISO emitidos. Por lo tanto, estos datos serán presentados en términos relativos.

Las normas ISO son desarrolladas por Comités Técnicos (TC) que comprenden expertos de los sectores industrial, técnico y empresarial que han solicitado las normas, y que posteriormente las ponen en uso. Los expertos participan como delegaciones nacionales, elegidos por el instituto nacional de ese país, miembro de ISO. Se requiere que estas delegaciones representen no sólo los puntos de vista de las organizaciones en las que los expertos participantes trabajan, sino que también los de otras partes interesadas.

La información acerca del número de Comités Técnicos en los cuales cada país participa está disponible en la página web de ISO. Esto será usado como una entrada en este trabajo con el objeto de medir el grado de participación en el desarrollo internacional de normas de calidad.

2.3 Los Índices

2.3.1 La medición básica

Índice (CMC, ISO, TAB)

Mide la *salida* de tres de los cuatro sectores de la IC (Metrología, Normalización y Acreditación). El indicador se construye de tres fuentes diferentes, todas disponibles en la Web: CMCs, ISO9001 y TAB. Estas salidas no son las únicas que da el sistema, pero están disponibles libremente en Internet, de modo que son fácilmente observables. En los tres casos, el valor registrado de cada variable es el número de certificados emitidos por la autoridad competente. Como ya se mencionó, el CIPM emite las certificaciones de CMC al NMI; las certificaciones ISO9001 están dadas a través de un miembro acreditado en la economía nacional; y el TAB contado para cada país se obtiene de los sitios web (54 en total) de los organismos nacionales responsables de esa acreditación.

Debido a la composición del índice, deja en las mejores posiciones a los países más grandes, desde el punto de vista de su población y/o su producción. En efecto, las tres variables que comprende están correlacionadas positivamente con la población y PIB, pero sólo en forma moderada. No es de extrañar entonces que los primeros puestos sean ocupados en general por los países y/o poblaciones más poderosos del mundo, y los últimos por los países más pequeños y/o más pobres. Además, las tres variables del indicador se correlacionan positivamente entre sí, de modo que los países con altos registros de una, tienden a tener registros altos de las otras dos. Lo mismo aplica a los niveles intermedios y bajos. Pensamos entonces que el efecto del tamaño de las economías impacta significativamente el comportamiento de este indicador compuesto. Es importante tener esto en cuenta, para dar una interpretación correcta al indicador y no exagerar su poder explicativo.

Por otra parte, tiene la ventaja de ser un indicador «puro» que no recurre a usar indicadores indirectos como ocurre usualmente para medir fenómenos complejos. En este caso, el fenómeno se observa directamente. Pero está claro que este conjunto de variables está lejos de ser exhaustivo, y que la visión que nos dan es directa, pero parcial.

Surgen algunas preguntas pertinentes cuando profundizamos el análisis de la información proporcionada por este indicador.

Para empezar, ¿qué significa que dos países tengan valores iguales de este índice compuesto? Bien, como se mencionó previamente, es de esperar que CMCs, ISO y TAB tengan valores similares, esto es, todos relativamente altos, o todos bajos, o las tres variables a niveles intermedios. Así, ¿podemos decir que dos países tales como República de Corea (22.42) y Japón (23.18) tienen una IC similar? No podemos responder esta pregunta con la información disponible, pero podemos dar algunas pistas para clarificar el tema. Primero, se observa que Japón tiene una población de casi 128 millones en contraste con los 49 millones de la Rep. de

Corea, es decir, dos y media veces mayor. Su PIB es también mayor: 4.4 mil millones en oposición a 1.4 mil millones (PPP = Paridad de Poder Adquisitivo). Aquí la razón es de 3 a 1 aproximadamente. Está claro que estas IC corresponden a necesidades diferentes, al menos desde el punto de vista de la escala. Sin embargo, como dijimos, la IC parece ser similar si miramos el número de certificados producidos por cada sistema. Algunas hipótesis para explicar lo anterior podrían ser:

- a) *Existe una diferencia en la eficiencia de los sistemas.* Japón es más eficiente que la República de Corea, a pesar del hecho que tiene igual IC, pero produce más y tiene un mercado interno mayor. Esta hipótesis tendría sentido si pensamos que los dos países pueden estar en diferentes etapas del desarrollo de sus IC. A su vez, la orientación del mercado de sus sistemas de producción interno y externo y la apertura de la economía al flujo de importaciones, podría determinar un diferencial de productividad, porque la exposición a la competencia en el comercio internacional requiere el desarrollo de sistemas de calidad mejores y más eficientes.
- b) *IC no reconocida internacionalmente.* Podríamos pensar que una parte significativa de la producción de un país se genera fuera de la plataforma de reconocimiento internacional considerado en este documento. No estamos diciendo que Japón produce productos de baja calidad, sino que su calidad no es reconocida totalmente. Esto podría relacionarse con una economía que produce principalmente para el mercado interno.
- c) *Calidad diferencial.* El punto anterior nos lleva a pensar en una situación más extrema. Si dos economías tienen la misma IC (medida según el indicador) pero una produce más que la otra y tiene más población, entonces, en la última, la calidad de la infraestructura no está muy extendida. El resultado sería un diferencial negativo en calidad. Esto podría ser verdadero solamente si se comparan sistemas igualmente eficientes.

Quizás el hecho es aun más complejo, y en realidad varios de los factores mencionados anteriormente operan simultáneamente. Sería necesaria más investigación para arrojar luz sobre este tema.

El análisis anterior sugiere la necesidad de relativizar esta forma de medir la IC, si queremos hacer justicia a los países incluidos en la muestra.

2.3.2 Medición en términos relativos

Índice (CMC/POP, ISO/POP, TAB/POP)

Construido de esta manera, el primer indicador mide el **número de CMC, ISO y TAB por cada millón de habitantes**. Esto es, cada variable en términos de la población. Los países con gran población y baja IC serán castigados con las posiciones más bajas en la clasificación. Una gran población se debe acompañar por una IC bien desarrollada si una economía desea destacarse en el campo de la infraestructura de calidad con reconocimiento internacional. No se espera que los países que favorecen el mercado interno versus el externo alcancen los mejores puntajes en la clasificación, porque ellos necesitarán menos reconocimiento internacional de su IC para cumplir con sus demandas. Los países pequeños con un perfil de grandes exportadores serán los mejores candidatos para las posiciones superiores. Por lo tanto, el tamaño de la población sirve para relativizar la IC y mitigar parcialmente los problemas de escala, eficiencia y sistemas de calidad, pero por otra parte, incorpora un sesgo que se debe tratar más adelante.

Índice (CMC/PIB, ISO/PIB, TAB/PIB)

Otra alternativa para relativizar la IC sería utilizar el PIB. Estamos conscientes de la crítica de usar el PIB como ponderación o indicador, puesto que se puede correlacionar efectivamente con factores que disminuyen la calidad de vida, y al mismo tiempo, puede que no refleje algunos factores que están bien desarrollados en la economía y contribuyen al bienestar social⁷. A pesar de la crítica usamos el PIB en esta sección ya que es fácil de observar y es un indicador usado universalmente para comparaciones en la investigación económica.

Con excepción de unos pocos casos, la posición que un país ocupa en el ranking de IC usando el indicador mencionado no cambia sustancialmente. Ahora el número de CMCs, ISO y TAB está dividido por el valor del PIB (mil millones de PIB: PPP Banco Mundial 2008). Nótese que los comentarios hechos anteriormente también se aplican cuando usamos el PIB para relativizar la IC. Esto es, los mayores productores del mundo requieren una cantidad más alta (hablando en forma comparativa) de CMC, ISO y TAB para ubicarse en el tope de la clasificación. La exposición relativa de la economía al comercio internacional podría hacer de nuevo la diferencia entre los dos. Las diferencias también podrían explicarse en parte por la eficiencia del sistema.

Dijimos recientemente que los cambios en los ranking no son sustanciales si el índice se relativiza a la población o PIB, excepto para algunos países. Consideremos estos casos específicos.

	Posición en el Ranking si se relativiza IC por Población	Posición en el Ranking si se relativiza IC por PIB	Diferencia
Rumania	27	10	17
Chile	30	14	16
China	41	25	16
Serbia	21	7	14
Malasia	33	21	12
Bulgaria	12	1	11
Croacia	26	15	11
EE.UU.	37	49	-12
Irlanda	10	23	-13
Noruega	16	36	-20

Para la muestra total, los cambios varían en promedio en seis posiciones, algunas veces suben y algunas veces bajan. Solamente diez países difieren del promedio en más de una desviación estándar. Esto es, solamente los países de la tabla anterior cambian más de diez lugares cuando se compara una lista con la otra. El mayor cambio es de Noruega que baja 20 posiciones. Así, cuando se usa la población, su lugar en la lista es el 16, pero en relación al PIB cae a la posición 36⁸.

De los diez países de la tabla, la mayoría gana posiciones cuando la IC se divide por el PIB. Sólo los países con alto PIB per cápita tales como USA, Irlanda y Noruega pierden terreno en forma drástica. En efecto, estos tres países están entre los cuatro mayores PIB per cápita del mundo (los tres son DAC). Además, aquellos que ganan posiciones son los países que están en la mitad de la tabla y son bajos en PIB per cápita. Esto podría sesgar los resultados finales en los extremos de la lista, de la misma manera que cuando usamos la población. Se debería resolver el problema de alguna manera.

⁸Una característica específica de Noruega es que el 80% de su PIB se debe a la producción de aceite. Esto puede explicar por qué cae su posición en la clasificación. Se necesita mayor investigación de los efectos sectoriales.

Finalmente, entre las variables población y PIB hay una correlación positiva muy fuerte (correlación de Spearman = 0,83), de modo que al final el uso de uno u otro para relativizar la IC, no genera grandes diferencias. ¿Qué debería usarse entonces? ¿Población o PIB? A lo largo del tiempo, el PIB en una economía es más volátil que el tamaño de su población, así que nuestro indicador sería más sensible a los posibles cambios de la IC si relativizamos por el número de residentes. Este argumento encuentra apoyo en el hecho de que las dos variables están débilmente asociadas (correlación 0,34), a diferencia del PIB que tiene una relación muy directa y cercana con el nivel del Índice (CMC, ISO, TAB) (correlación 0,80). Además, el PIB no siempre es comparable entre los países OECD y los países menos desarrollados. Por estas razones, usaremos la población para construir nuestro indicador principal. Sin embargo, en el Anexo podemos ver la clasificación de los países usando ambos métodos.

2.3.3 La dimensión relacional

Índice (Comparaciones claves y suplementarias, Participación TC, Membresía)

La matriz de datos que ya se presentó en este capítulo, muestra diferentes entradas y salidas del sistema de calidad de un país que se podría usar para la medición de la IC. Todas ellas son observables vía Internet. De esta matriz, se tomaron en cuenta tres variables adicionales a las ya consideradas, para enriquecer nuestro indicador. Estas son:

- I. *Comparaciones Claves y Suplementarias* realizadas por el NMI en coordinación con organismos pares de otros países. Estas experiencias en terreno son realizadas bajo el patrocinio del CIPM.
- II. *Participación en Comités Técnicos* de la Organización Internacional para la Normalización. Estos responden al interés de desarrollar normas en áreas específicas y suelen incluir representantes de diferentes países.
- III. *Membresía plena* en organizaciones internacionales comprometidas con el desarrollo de la IC a nivel internacional (WTO, IAF, ILAC, CIPM, OIML, ISO, IEC, ITU).

Estos tres factores tienen un elemento común: el vínculo o relación entre los participantes. Aquí aparece de nuevo la dimensión sistémica. Esto nos permite agrupar las nuevas variables para formar un segundo indicador de la infraestructura de calidad bajo el nombre de Participación en el sistema internacional de IC.

Suponemos que mientras mayor sea la participación en estas tres áreas, mayor es el grado de desarrollo de la IC. La diseminación de las buenas prácticas, espacios de aprendizaje y compartir conocimientos, y los beneficios de ser reconocidos por otros miembros del club, son elementos que apoyarían nuestra suposición.

El nuevo indicador será expresado como Índice (K&S Comp., TC Part., Membr.). En general, uno no debería esperar necesariamente que países con un alto valor para este índice, registren también un alto valor para el Índice (CMC/POP, ISO/POP, TAB/POP), y viceversa. La evidencia muestra que la asociación entre ellos es débil. Esto nos permite pensar que estamos observando una dimensión diferente de la IC, lo cual es muy evidente si miramos el tipo de información que se agrupa en este nuevo indicador. Por lo tanto, estaríamos agregando nueva información, la que no es redundante, aumentando de este modo el poder explicativo del instrumento de medición. Para mantener esta ventaja no será apropiado relativizar los tres componentes del nuevo indicador usando la población. Si hiciéramos esto, la correlación entre ellos alcanzaría un 90%, lo cual debilitaría en gran medida el poder de información del nuevo componente. Además, cuando se consideran los valores absolutos de K&S Comp., TC Part. y Membresía, tenemos la oportunidad de resolver parcialmente el problema de sesgo que mencionamos anteriormente.

2.3.4 El indicador compuesto

Índice (IC/POP)

Si damos el mismo valor al número de licencias per cápita y a la participación en el sistema internacional de IC, podemos construir un indicador compuesto en el que el peso asignado a cada componente es el mismo. Esto es, estaríamos promediando ambos índices. No tenemos ninguna razón para asignar ponderaciones diferentes, por lo que se ha escogido el criterio de igualdad.

El índice compuesto se llama Índice (IC/POP). A continuación podemos ver la expresión matemática para el indicador.

$$\text{Índice } \left(\frac{IC}{POP} \right) = \frac{\text{Índice } \left(\frac{CMC}{Pop}, \frac{ISO}{Pop}, \frac{TAB}{Pop} \right) + \text{Índice (K\&S Comp, Tech. Comm., Membership)}}{2}$$

- $\text{Índice } \left(\frac{CMC}{Pop}, \frac{ISO}{Pop}, \frac{TAB}{Pop} \right) = \left(\frac{\frac{CMC_i}{Pop}}{\max.\text{valor}} + \frac{\frac{ISO_i}{Pop}}{\max.\text{valor}} + \frac{\frac{TAB_i}{Pop}}{\max.\text{valor}} \right) \times \frac{100}{3}$
- $\text{Índice (K\&S Comp, Tech. Comm., Membership)} = \left(\frac{K\&S\text{ Comp}_i}{\max.\text{valor}} + \frac{Tech.\text{Comm.}_i}{\max.\text{valor}} + \frac{Membership_i}{\max.\text{valor}} \right) \times \frac{100}{3}$

Referencias:

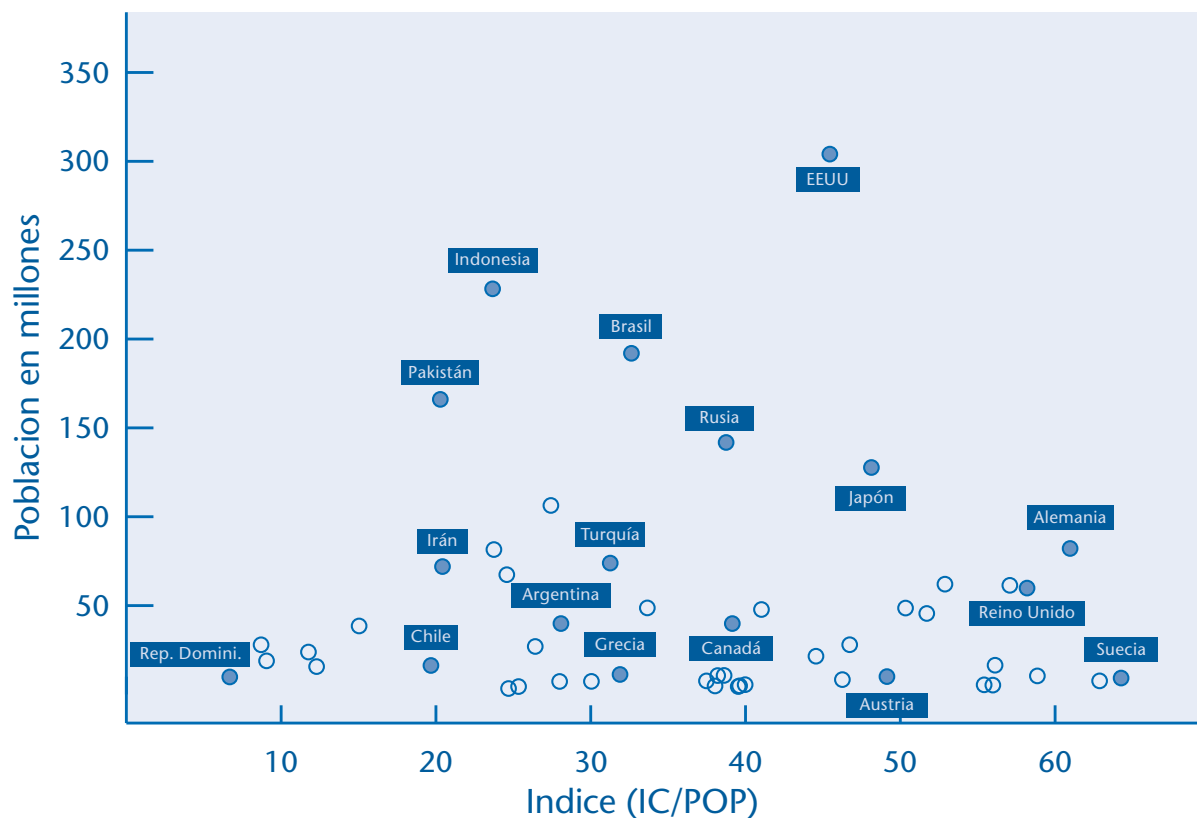
1. QI (IC) = Infraestructura de calidad
2. POP = Población del País
3. CMC = Total de Capacidades de Calibración y Medición
4. ISO = Total de Certificados ISO9001 emitidos
5. TAB = Total de Organismos Acreditados
6. K&S Comp. = Total de Comparaciones Claves y Suplementarias
7. Tech. Comm. = Total de Participaciones en Comités Técnicos
8. Membership = Número de Membresías en el Sistema Internacional de IC

El diagrama a continuación es una adaptación de un gráfico usado frecuentemente en la documentación del PTB sobre la Infraestructura de Calidad y Cadenas de Valor (Sanetra, 2007). El diagrama muestra en el área central la ubicación de las medidas de nuestro indicador principal. Nótese que debido a la disponibilidad de la información y a nuestro enfoque pragmático, se le dio poca consideración a los conectores en el lado izquierdo del diagrama, pero este tema crucial se debería aclarar en investigaciones futuras.



La relación entre el indicador principal y el Sistema Internacional de IC es más fuerte. Esto es una ventaja puesto que la calidad de los datos es más alta y las comparaciones tienden a ser confiables. Por otra parte, la medida de los enlaces de la IC con la cadena nacional de valor representa un desafío mucho mayor que el propuesto en este documento. Su estudio podría revelar detalles específicos de cada sistema y evaluaría su efectividad para satisfacer las necesidades verdaderas en NQS (Sistema Nacional de Calidad).

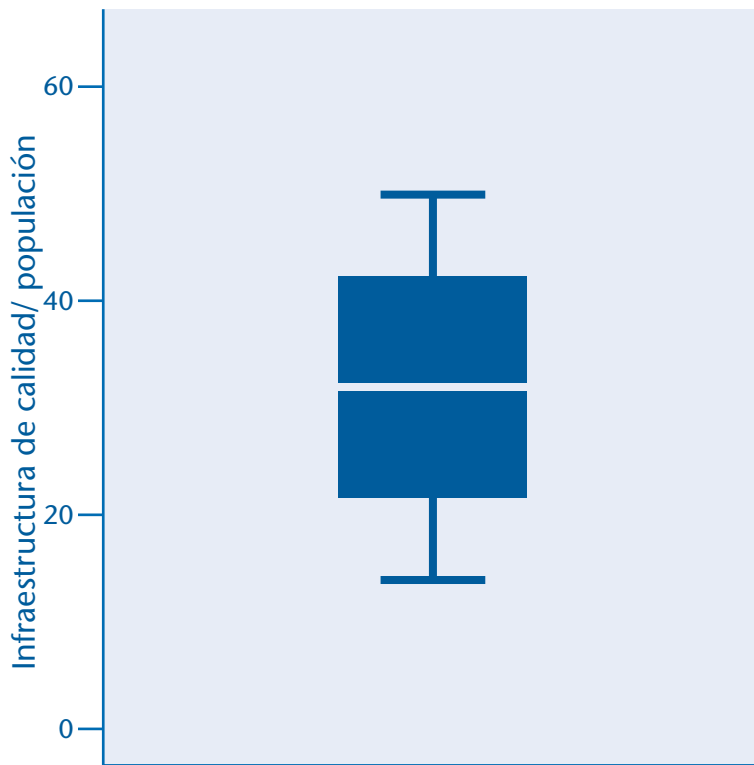
Volviendo al tema del sesgo, podemos decir que este indicador compuesto tiene la ventaja de haber eliminado la asociación con el tamaño de la población (la correlación es cercana a cero). Esto es, los países con valores extremadamente altos de población no requieren necesariamente estar ubicados hacia el final de la clasificación. La razón para esto es que no hemos relativizado la participación en el sistema internacional de IC, lo que en cierta medida compensa a los países «castigados» por tener grandes poblaciones, y a su vez, hace justicia a aquellos países pequeños que gozan de buenas posiciones en la clasificación, por supuesto siempre que ellos participen activamente en el esquema. En efecto, no parece haber un patrón específico entre el Índice (IC/POP) y la población. El diagrama de dispersión a continuación, ilustra este argumento. Hemos omitido China e India por ser extraordinariamente populosos, de modo que podamos observar mejor la falta de asociación entre las variables.



En resumen, las ventajas y desventajas del indicador se pueden establecer como sigue:

- Es de diseño simple, lo que facilita su comprensión y análisis, especialmente si consideramos que uno de los objetivos de este documento es proponer una metodología para motivar la discusión de este tema y facilitar tanto mejoramiento como sea posible. También es replicable, asegurando así la transparencia del método.
- Se comporta bien, en el sentido de que la distribución es relativamente simétrica y homogénea. Esto permite la movilidad de los países en la clasificación siempre que una cantidad suficiente de ellos cambie una o más variables. Así, no hay posiciones «inalcanzables» en la clasificación. El gráfico de caja ilustra esta ventaja. El percentil 50 de la distribución (la mediana) está completamente centrado, y no hay puntos atípicos o extremadamente fuera de la distribución. Por lo tanto, hay simetría y homogeneidad. Estas dos cualidades fueron observadas en índices conocidos tales como el Índice de Percepción de Corrupción (Transparencia Internacional), Índice de Competitividad Global (WEF) y también el Índice de Capacidad de Innovación.

Caja de valores para IC / POP



- c. Refleja dos dimensiones del sistema IC diferentes y complementarias. Una tiene que ver con lo que sucede localmente, y otra con lo que sucede internacionalmente. En efecto, las certificaciones ISO, TAB, CMC son reconocidas a organizaciones que actúan localmente (típicamente empresas e instituciones públicas), mientras que las Comparaciones Claves y Suplementarias, Participación en los Comités Técnicos y Membresías corresponden al área internacional. Y, como vimos antes, ningún indicador es redundante.
- d. Sin embargo, no está claro si la difusión de la IC alcanza su destino final: las compañías y usuarios individuales. Por ejemplo, supongamos que sabemos que un cierto país tiene un reconocimiento internacional por su IC, y participa activamente en el intercambio de experiencias y conocimiento a nivel internacional, que sus miembros locales están acreditados para practicar sus capacidades y hay «salvaguardias» que evalúan la conformidad técnica de esos miembros, pero al final, no podemos evaluar si se logra el propósito último de la IC. Esta es quizás la principal desventaja de esta metodología.

2.4 Los Rankings de la Infraestructura de la Calidad

Esta sección muestra el ranking global de acuerdo a la medición de la IC/POP. Además de la metodología de medición propuesta, se han incorporado otros indicadores compuestos con el objeto de comparar. Esto nos ayudará a ver la coherencia y consistencia del índice propuesto. En la primera columna, los países están ordenados de acuerdo a nuestro principal indicador de IC en relación a la población – Índice (IC/POP). En la segunda y tercera columnas se muestran los rankings de acuerdo a los sub-indicadores que forman el índice compuesto.

La última columna presenta la clasificación por el Índice (IC/PIB) que fue calculado de la misma manera que nuestro principal indicador compuesto, pero esta vez el PIB se usó para relativizar.

Para un análisis detallado, en el Anexo se incluyen los rankings múltiples para los países DAC, ODA y no-ODA mostrando como se ordenan de acuerdo a todas las variables consideradas en el indicador compuesto.

Ranking	Indice (IC/POP)	Puntaje	Sub-Indice (CMC/Pop,ISO/Pop,TAB/Pop)	Sub-Indice (K&SC,TC,Mem)	Indice (IC/PIB)	Puntaje
1	Suecia	64.3	Suecia	Alemania	Rep. Checa	60.9
2	Suiza	62.9	Suiza	Reino Unido	Eslovaquia	59.6
3	Alemania	61.0	Eslovaquia	Francia	Alemania	58.6
4	Rep. Checa	58.9	Rep. Checa	EEUU	Suecia	58.4
5	Italia	58.2	Finlandia	Japón	Hungría	57.7
6	Reino Unido	57.1	Hungría	Rep. de Corea	Bulgaria	57.5
7	Holanda	56.1	Holanda	China	Italia	57.4
8	Finlandia	56.0	Singapur	Australia&NZ	Reine Unido	54.5
9	Eslovaquia	55.4	Italia	Italia	Suiza	53.2
10	Francia	52.9	Irlanda	Holanda	Rumania	51.9
11	España	51.7	España	Rep. Checa	Francia	51.3
12	Rep. de Corea	50.3	Bulgaria	Rumania	España	50.6
13	Hungría	49.1	Uruguay	España	Rep. de Corea	49.7
14	Japón	48.1	Austria	Polonia	China	49.3
15	Australia&NZ	47.0	Dinamarca	Rusia	Holanda	48.6
16	Austria	46.3	Noruega	Suiza	Finlandia	47.6
17	EEUU	45.4	Reino Unido	India	Japón	47.2
18	Rumania	43.6	Portugal	Finlandia	Australia&NZ	44.9
19	China	42.2	Alemania	Suecia	EEUU	44.2
20	Polonia	41.0	Grecia	Austria	Polonia	43.7
21	Dinamarca	40.0	Serbia	Eslovaquia	Serbia	43.3
22	Singapur	39.6	Rep. de Corea	Canadá	Portugal	41.3
23	Irlanda	39.5	Francia	Sudáfrica	Austria	41.2
24	Bélgica	38.6	Israel	Brasil	Rusia	39.9
25	Rusia	38.6	Bélgica	Bélgica	India	38.4
26	Portugal	38.2	Croacia	Hungría	Sudáfrica	37.7

Ranking	Indice (IC/POP)	Puntaje	Sub-Indice (CMC/Pop,ISO/Pop,TAB/Pop)	Sub-Indice (K&SC,TC,Mem)	Indice (IC/PIB)	Puntaje
28	Canadá	38.0	Australia&NZ	Portugal	Dinamarca	35.8
29	Bulgaria	37.5	Canadá	Dinamarca	Canadá	35.7
30	India	34.9	Chile	México	Brasil	34.6
31	Sudáfrica	33.7	Polonia	Noruega	Uruguay	34.2
32	Brasil	32.2	Japón	Argentina	Turquía	34.0
33	Grecia	31.9	Malasia	Egipto	Irlanda	32.3
34	Turquía	31.3	Argentina	Irlanda	Grecia	32.1
35	Serbia	30.0	Rusia	Indonesia	Noruega	31.3
36	Argentina	28.1	Turquía	Tailandia	Malasia	31.1
37	Israel	28.0	EEUU	Grecia	Argentina	31.0
38	México	27.4	Sudáfrica	Bulgaria	Singapur	30.6
39	Malasia	26.4	Kazajistán	Malasia	Croacia	29.5
40	Croacia	25.3	Tailandia	Serbia	Israel	29.2
41	Uruguay	24.7	China	Singapur	Tailandia	28.9
42	Tailandia	24.6	Brasil	Pakistán	México	28.1
43	Egipto	23.7	México	Israel	Chile	27.4
44	Indonesia	23.7	RPD de Corea	Irán	Indonesia	26.4
45	Irán	20.4	Irán	Croacia	Egipto	25.1
46	Pakistán	20.3	Rep. Dominicana	Kenya	Irán	22.1
47	Chile	19.7	Indonesia	Chile	Pakistán	21.7
48	Kenya	15.0	India	RPD de Corea	Kazajistán	16.2
49	Kazajistán	12.3	Egipto	Kazajistán	Kenya	16.1
50	RPD de Corea	11.8	Venezuela	Uruguay	Camerún	9.1
51	Camerún	9.1	Pakistán	Camerún	Venezuela	9.0
52	Venezuela	8.7	Kenya	Venezuela	Rep. Dominicana	8.2
53	Rep. Dominicana	6.7	Camerún	Rep. Dominicana	Rep. de Corea	-

Nuestro principal indicador (IC/POP) muestra que la mitad superior de la tabla está dominada por 17 de los 20 países DAC, entremezclados con 8 de los 10 no-ODA. Todos los países ODA excepto China se ubican en la mitad inferior de la lista.

Encabezando la lista está Suecia, que sobresale principalmente en el área de acreditación. Tiene tres veces más organismos acreditados, en relación a la población, que quien le sigue inmediatamente (Eslovaquia). Esto hace una contribución significativa a su puntaje final que mantiene la mejor posición en la clasificación⁹.

En la lista DAC, Grecia muestra de lejos el peor comportamiento en términos del desarrollo de la IC. En particular, su bajo nivel de participación en el sistema internacional con respecto a la IC ha relegado esta economía.

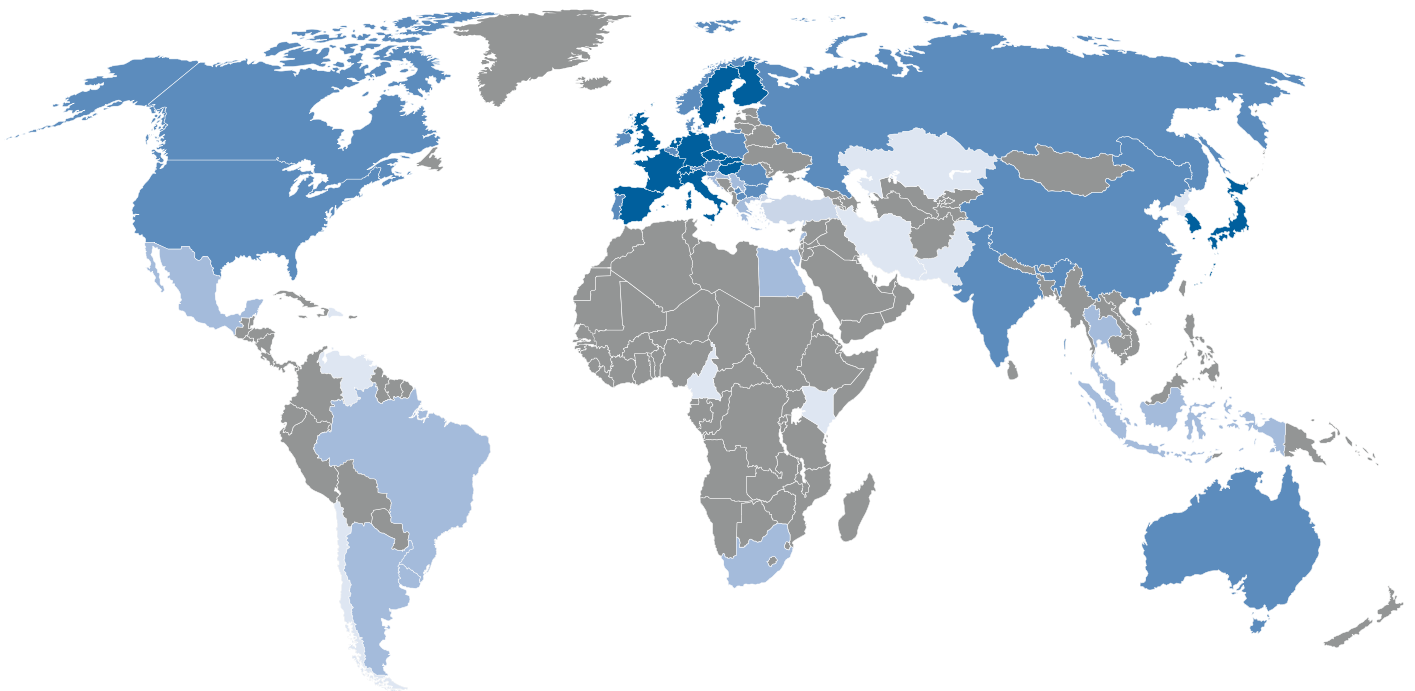
⁹Suecia tiene acreditados 1200 organismos de inspección y es el líder mundial, pero esto se refiere principalmente al ensayo de presión de neumáticos en las estaciones de servicio.

Por otra parte, China se destaca porque, a pesar de ser considerada una economía emergente que recibe ayuda financiera de la cooperación internacional, es el país mejor clasificado de la muestra según el índice básico de medición (CMC, ISO, TAB). El tamaño de esta economía podría explicar fácilmente la posición. La transición de China también se puede ver en el desarrollo de la infraestructura de calidad. La participación en el sistema internacional de IC es también sobresaliente, clasificándose séptima en la lista. Según el indicador principal, China es el país mejor posicionado entre los países ODA.

Como siempre, los países BRIC presentan un comportamiento similar. En efecto, si miramos el índice IC/POP, el mejor posicionado es China (19), luego la Federación Rusa (25), seguido por India (30) y finalmente Brasil (32). Por último, la proximidad es aun mayor si sacamos los países DAC entre el mejor posicionado y el peor. Entonces sólo ocho posiciones separan el primero del último de los países BRIC.

La parte inferior de las clasificaciones principales está dominada por los mismos países: Pakistán, Rep. Democrática Popular de Corea, Kenya, Kazakhstan, Camerún, Rep. Dominicana, y la Rep. Bolivariana de Venezuela. Estos son los países con uno o más indicadores en cero absoluto, ya sea porque la información no está disponible o porque registran ese valor para la variable. Estos casos están listados en la base de datos adjunta.

A continuación, los países se agrupan en cuatro rangos diferentes de acuerdo al puntaje obtenido en el indicador. La agrupación está dada por un algoritmo que busca una separación natural de los casos (software SPSS = Statistical Package for the Social Sciences). En el mapa del mundo se muestran los países en diferentes colores.



Referencia para Índice (IC/POP)

■	Alto: 48,1 - 64,3
■	Medio-Alto: 34,8 - 48,1
■	Medio-Bajo: 23,6 - 34,8
■	Bajo: 6,6 - 23,6
■	N/A

2.5 Los Rankings de la Infraestructura de la Calidad

Hay riesgos cuando se mide un fenómeno complejo como es la IC con un indicador general y simple como el que se presenta aquí. Por ejemplo, podría suceder que una economía desarrolla su IC, pero esto no se refleja inmediatamente en el índice. Además, la cantidad no garantiza la calidad. Un gran número de reglas que no se respetan no tienen un efecto positivo en la calidad de los servicios proporcionados. A su vez, se podrían obtener certificaciones sin seguir todos los protocolos y garantías. Finalmente, un número igual de miembros acreditados puede ofrecer competencias muy diferentes.

En resumen, ha habido un *trade-off* entre el objetivo inicial de la medición de la IC (un enfoque pragmático que es fácil de replicar) y lo que en realidad se ha logrado metodológicamente. Sin embargo, si se realiza una comparación de la IC (en la forma que se mide acá) dentro de grupos más homogéneos, entonces la clasificación propuesta tendrá más sentido. Este sería el caso si consideramos por una parte los países desarrollados, y por otro, las economías menos desarrolladas. De hecho, veremos más adelante que el comportamiento de la IC en relación al PIB, exportaciones, competitividad y transparencia, agrupa los países generalmente de la misma manera.

Es evidente que se requiere un esfuerzo mucho mayor para investigar este tema, pero también debemos reconocer que este índice puede ser un interesante punto de partida que sirve para estimular un debate y promover nuevas ideas.

Algunas de las mejoras potenciales que se podrían incorporar en la metodología para medir la IC, emergen de las valiosas contribuciones y críticas recibidas durante la producción del documento.

Específicamente, el número de certificados ISO 9000 puede reflejar realidades muy diferentes en el caso de uno obtenido en Alemania comparado con uno de Guatemala o de Filipinas. Un certificado para usar balanzas mecánicas no es el mismo que uno para usar un dispositivo de medición de alta precisión. Lo mismo se aplica al número de CMCs y organismos acreditados (TAB). Con respecto al primero, un usuario puede tener fácil acceso a los servicios metrológicos extranjeros sin tener ninguna oferta local. Por otra parte, podría ser el caso de que haya una infraestructura metrológica relativamente desarrollada, pero no alcanza su potencial pleno en relación al consumidor final. El número de miembros acreditados está sujeto también a estos problemas y no podemos comparar un laboratorio que hace ensayos básicos con uno que realiza investigación sofisticada. Finalmente, debido al flujo normal de importaciones y exportaciones de servicios, la cantidad de miembros puede que no refleje completamente las realidades locales.

Una posibilidad de mejorar el indicador sería hacer distinciones que nos permiten ver más claramente lo que estamos tratando de medir aquí. Por ejemplo: a) diferenciar el sistema local del sistema total de IC, ya que la especialización y escala productiva de los países difiere mucho y esto afecta el tipo y cantidad de servicios que proporciona la IC; b) expandir el cálculo de nuestro indicador principal a sectores productivos, de modo que podamos captar mejor las características específicas de cada economía (sectores y niveles de dificultad que se vinculan con la certificación); c) distinguir la IC del alcance de las prácticas mandatorias o voluntarias; d) tener en cuenta que los países se han beneficiado de los recursos de la cooperación internacional para el desarrollo de la IC; y e) incorporar el balance de servicios neto extranjero relacionado con la IC.

Otro medio de mejora está relacionado con las bases de datos. Puede ser una tarea para asociaciones internacionales de IC acordar normas y hacer más y mejores bases de datos disponibles al público interesado. Una práctica mejor con respecto a esto, es la disponibilidad de indicadores de desarrollo proporcionados por el Banco Mundial (ver <http://data.worldbank.org/>).

3 COMPORTAMIENTO DE LA IC

En este capítulo analizamos como el nivel de desarrollo de la IC está relacionado con los indicadores de comportamiento económico relevantes.

Se seleccionaron Competitividad, PIB per cápita, Exportaciones totales de Mercancías y el Índice de Transparencia, para realizar comparaciones con las estadísticas de medición de la IC. A continuación se presenta un breve resumen de las metodologías detrás de cada indicador y también la evidencia encontrada acerca del comportamiento de la IC.

3.1 Una visión general

En estos casos la metodología apropiada es el análisis correlacional. En este documento se usará el coeficiente no-paramétrico de Spearman. Algunas veces es más potente que el coeficiente de Pearson para detectar asociaciones entre variables ya que no está limitado a una relación lineal (Canavos 1993). En efecto, trabaja con los ranking de individuos de acuerdo con dos variables (por ejemplo mientras mayor es la posición alcanzada por una variable, mejor es la posición observada para la otra).

La escala usada para evaluar el grado de correlación es la siguiente: bajo 0,50 es débil; de 0,50 a 0,65 es moderada; de 0,65 a 0,80 es moderada a fuerte; de 0,80 a 0,95 es fuerte; y entre 0,95 y 1 es muy fuerte.

En la tabla a continuación se resumen nuestros resultados:

Correlación de Spearman	IC/POP	IC/PIB	PIB per cápita (PPAWB2008)	Exportaciones (mercancías en US\$ al cambio de WB2009)	Competitividad Global (2009-2010)	Transparencia
IC/PIB	,918(**)	1,000	,477(**)	,462(**)	,476(**)	,511(**)
IC/POP	1,000	,918(**)	,705(**)	,637(**)	,689(**)	,707(**)

** La correlación es significativa al nivel de 0,01 (bilateral)

Se pueden hacer varias observaciones a la tabla anterior:

- Todos los coeficientes son significativos al nivel de 0,01. De modo que, en cada caso, las conclusiones son altamente confiables.
- Todas las correlaciones son positivas, confirmando la relación esperada entre el desarrollo de la IC y las variables de comportamiento económico. Los países más competitivos y transparentes, con mayor PIB per cápita y mejor comportamiento en las exportaciones, tienden a tener una infraestructura de calidad bien desarrollada en términos comparativos. Esto da cierta coherencia al indicador principal de IC, pero también subraya la importancia de una IC desarrollada. Sin embargo, sería incorrecto inferir causalidad de la IC a los indicadores de comportamiento, al menos desde esta evidencia. Para lograr ese objetivo se requeriría un análisis cualitativo.
- Considerando las últimas cuatro columnas de la matriz de correlación, el índice IC/POP muestra asociaciones más fuertes con las variables de comportamiento comparado con el índice IC/PIB. Pero si observamos la tabla por filas para ambos indicadores, los coeficientes son similares. Esta evidencia podría sugerir que la IC tiene un comportamiento similar en relación a las variables de comportamiento.

3.1.1 Competitividad

Una sencilla razón para considerar el comportamiento de un país en términos de su competitividad en relación a la IC es la indiscutida conexión entre las dos. En *Guasch (2007)*, se entrega una lista exhaustiva de los vínculos con el crecimiento de las exportaciones, productividad, mejoramiento industrial, y difusión de innovación, entre otros.

La recomendación principal para los países en desarrollo se resume como sigue: *«Como el aumento de la competencia entre los países en desarrollo en manufacturas intensivas en mano de obra socava los retornos económicos, los mercados de mayor calidad y los productos de mayor valor son de importancia creciente para mantener una ventaja competitiva dinámica. Las redes de producción integrada global, típicamente gobernada por los compradores de las naciones desarrolladas, han elevado la competitividad al nivel más alto en las agendas políticas de los países en desarrollo. Los países necesitan ofrecer productos de alta calidad demandados por los consumidores y cadenas de suministro global y despacharlos a los mercados para cumplir con los programas de producción justo a tiempo».*

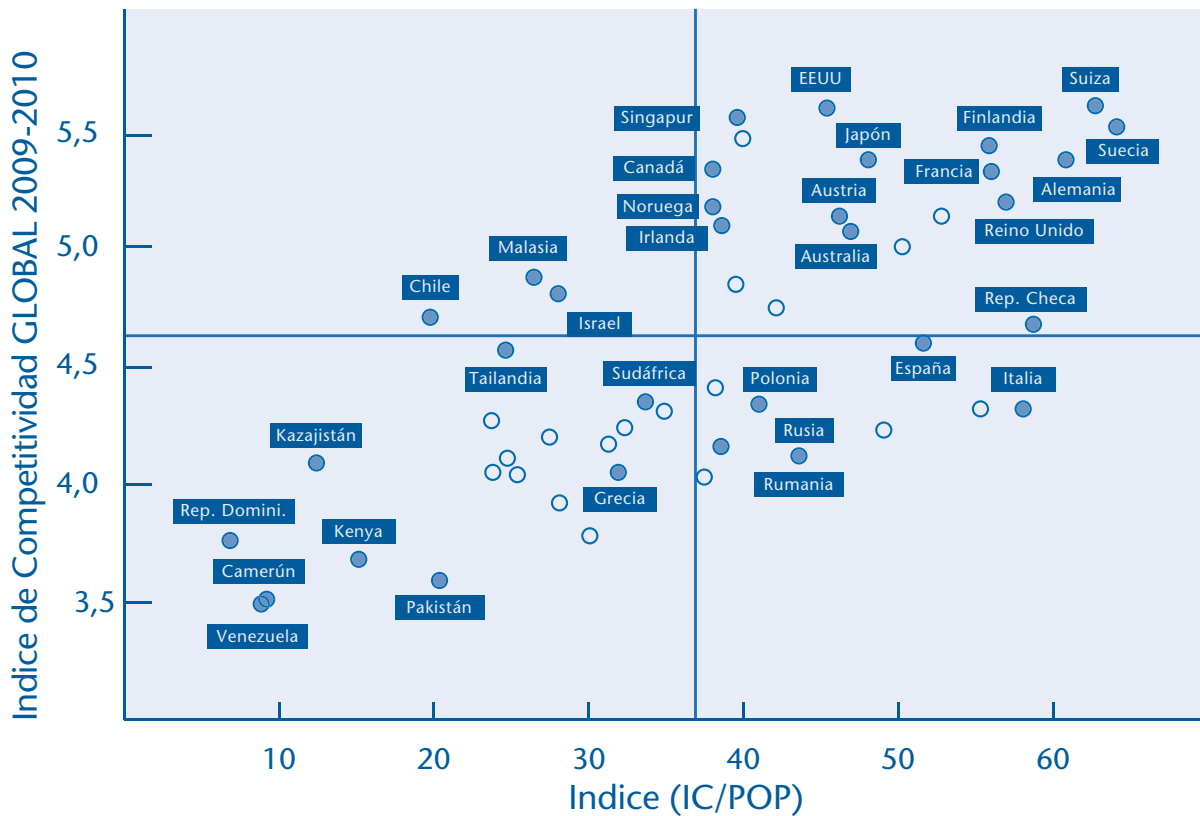
El Índice de Competitividad Global (GCI por sus siglas en inglés) 2009-2010 (Schwab 2009) clasifica 133 países/economías. Este indicador compuesto, que fue desarrollado basándose en doce pilares y un total de 110 variables, es quizás el más reconocido en su campo.

Los pilares comprenden los siguientes temas: Instituciones; Infraestructura; Estabilidad Macroeconómica; Salud y Educación Primaria; Educación Superior y Capacitación; Eficiencia del Mercado de Bienes; Eficiencia del Mercado de Mano de Obra; Sofisticación del Mercado Financiero; Madurez Tecnológica; Tamaño del Mercado; Sofisticación de los Negocios; e Innovación.

Un análisis detallado de las variables del GCI muestra que ninguna de las variables que usamos en nuestro indicador líder (IC/POP) son parte del GCI. Esto debería ser una ventaja para interpretar el coeficiente de correlación, en la medida que las relaciones detectadas fueran más puras.

A continuación se puede dar una mirada global al comportamiento alcanzado por las 53 economías consideradas, en términos de su IC y competitividad

Diagrama de Infraestructura de Calidad y Competitividad



Los más competitivos tienden a ser los más desarrollados en términos de IC, y mientras más baja sea la IC, peor es el comportamiento observado. La correlación entre IC y Competitividad tiende a ser monótona. La correlación es moderada fuerte y positiva (el coeficiente es casi 0,7).

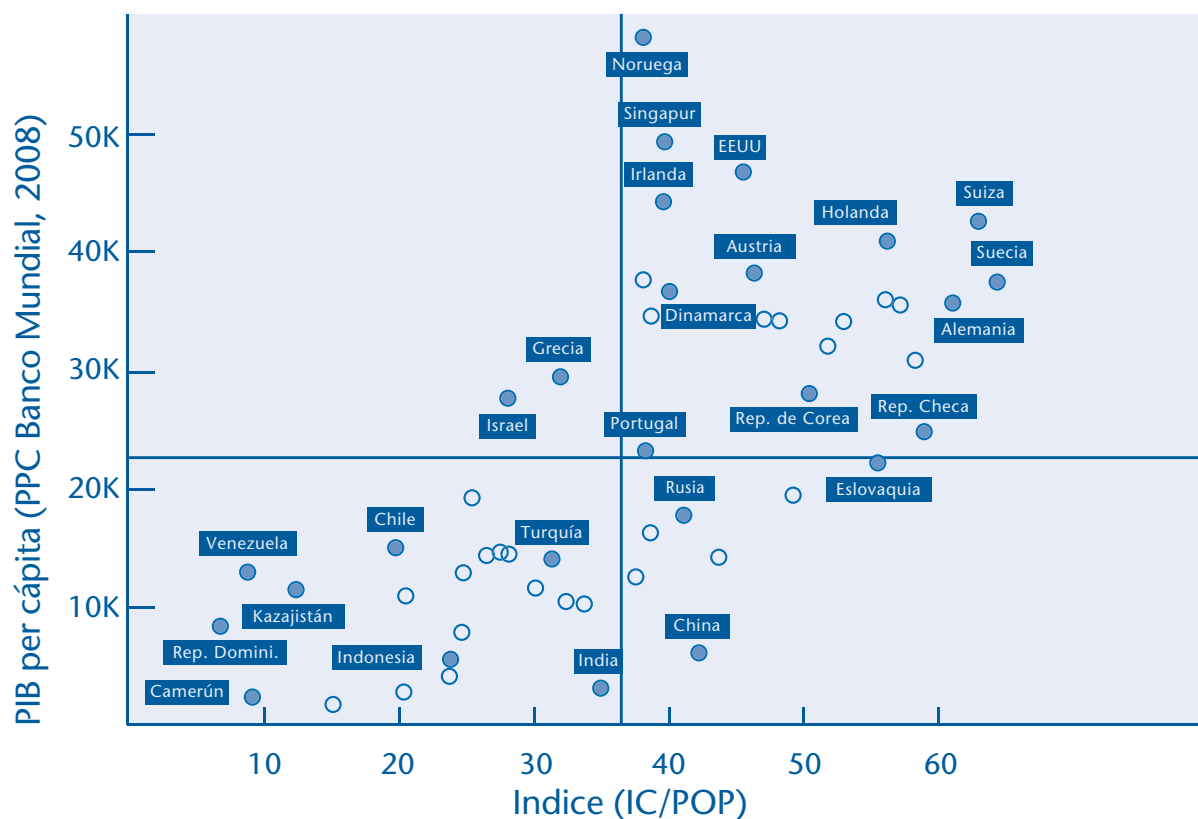
Hay países con mucha diferencia en el índice de competitividad, que tienen un nivel similar de IC/POP, y viceversa (tales como Rumania-EE.UU., Chile-República Checa, Canadá-Suecia). Esto nos alerta acerca de algún grado de incertidumbre en la relación entre competitividad y el desarrollo de la IC (en la forma que se mide).

3.1.2 PIB per cápita

En este caso, la fuente de información es la base de datos del Banco Mundial. PIB per cápita es uno de los indicadores más comunes usados en investigación económica ya que representa estándar de vida.

El desarrollo de la IC y PIB per cápita están en el rango de correlación de moderado a fuerte. Para nuestro indicador principal, el coeficiente de Spearman es 0,705. Se mantiene la tendencia de los países a mostrar posiciones similares de clasificación para la IC y su comportamiento. El diagrama a continuación ilustra esta situación.

Diagrama de Infraestructura de calidad y PIB per cápita



Se pueden observar grandes dispersiones vertical y horizontalmente. Por ejemplo, observe la posición de China y de la República Dominicana. Ambos países tienen ingreso per cápita similar, pero un nivel muy diferente de IC/POP. Es obvio que estos son dos casos donde una población es muchísimo mayor que la otra. Por otra parte, si miramos a China y Noruega, que también difieren enormemente en población, tienen similar IC/POP, pero con una gran diferencia en el PIB per cápita.

En general, los países con un alto ingreso están mejor desarrollados en términos de IC, y los países con ingreso medio-superior a bajo están distribuidos en la parte inferior del gráfico, la mayor parte en el lado izquierdo.

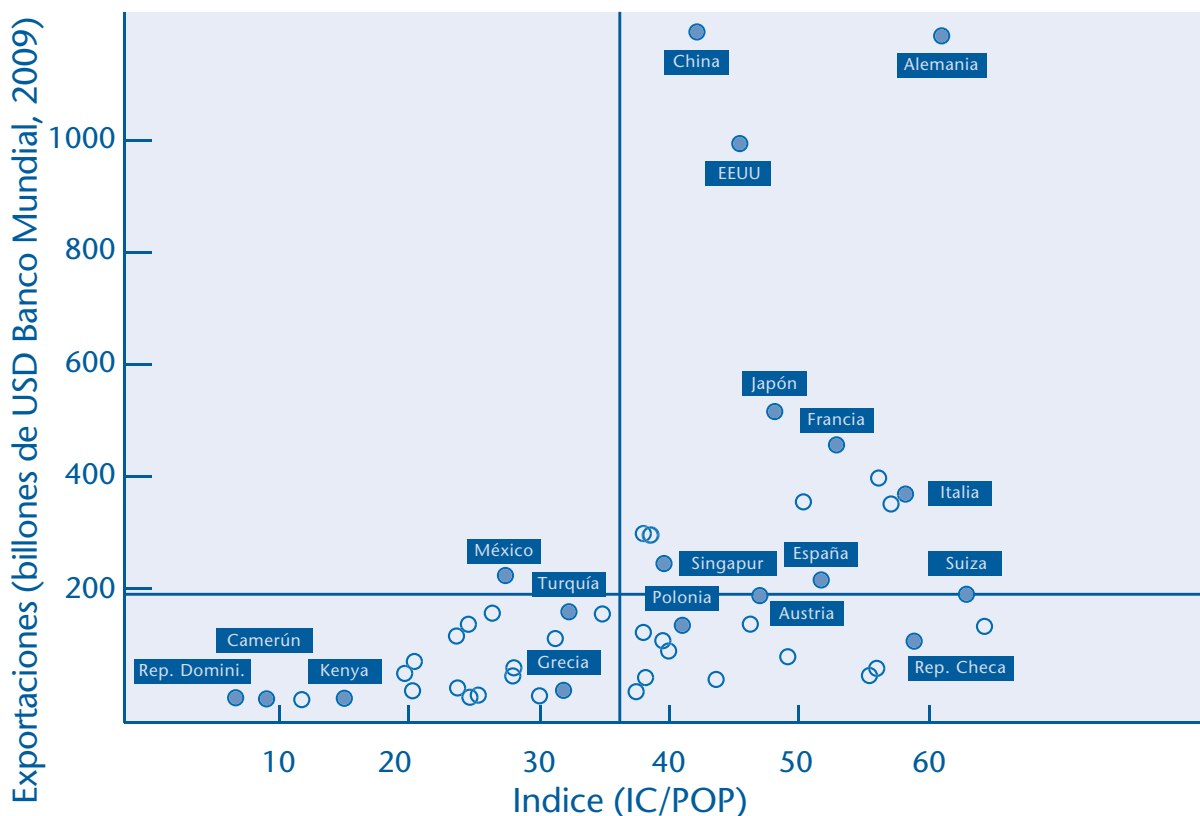
3.1.3 Exportaciones

Derribar las barreras tecnológicas al comercio está entre los primeros objetivos del sistema de calidad nacional. Esta es la razón de por qué analizamos el comportamiento de las exportaciones y su asociación con el desarrollo de la IC, a través del indicador propuesto.

La lógica indicaría que mientras más desarrollada sea la IC, mejor es el comportamiento del comercio internacional. El desarrollo de la IC parece contribuir en esta dirección, pero con resultados diferentes. De hecho, la literatura sugiere que esta relación no sigue ese simple patrón. Otros elementos, tales como la integración de las economías y ventajas naturales o adquiridas que le dan una posición privilegiada como proveedor global de ciertos productos, pueden influir dramáticamente en el comportamiento de las exportaciones de un país.

La correlación de Spearman es la más baja de las observadas. Alcanza el valor de 0,637 de modo que la IC/POP y las exportaciones están relacionadas en forma monótona, pero en un grado moderado. El siguiente diagrama de dispersión ilustra este punto.

Diagrama de Infraestructura de Calidad y Exportaciones

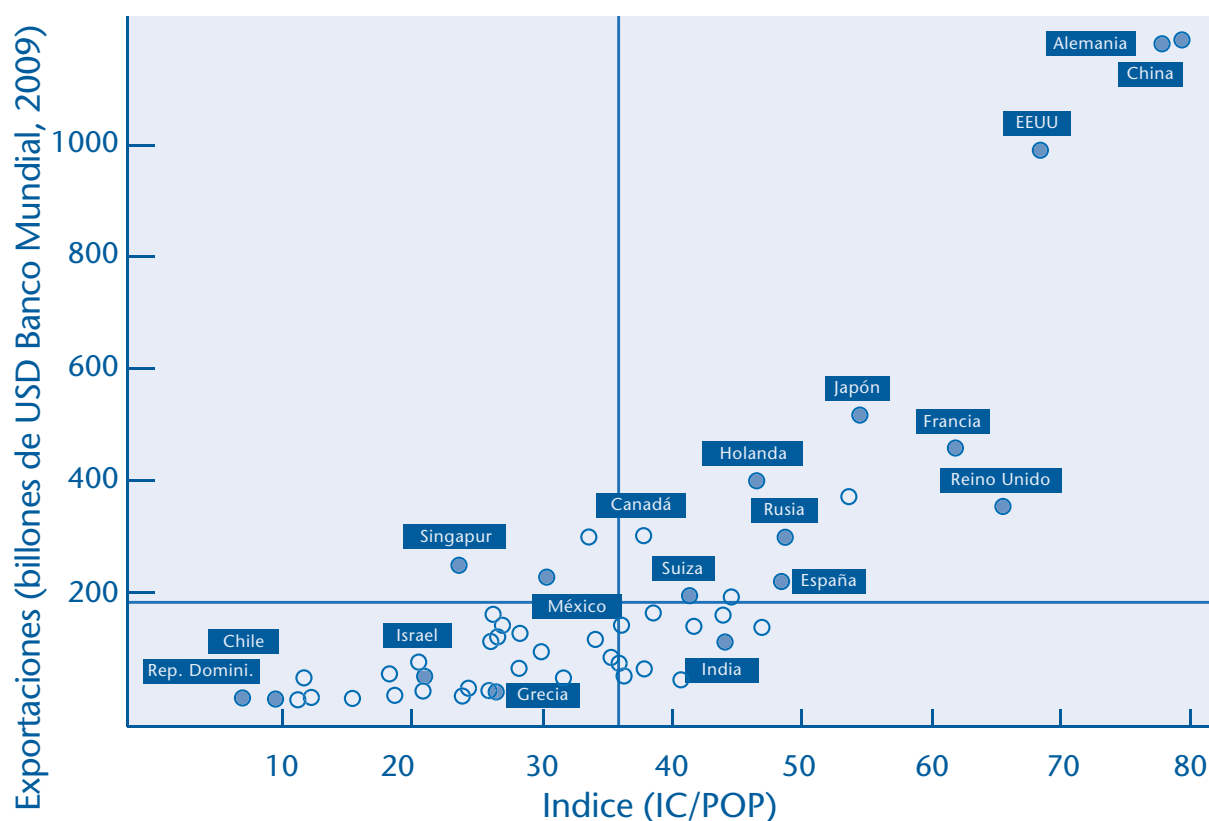


Mirando verticalmente los dos cuadrantes de la derecha, podemos ver enormes diferencias en el comportamiento de las exportaciones cuando se consideran infraestructuras de calidad similares. Basta observar a los tres exportadores más grandes del mundo (China, Alemania, EE.UU.) en comparación con cualquier otro país (por ejemplo: Rumania, Eslovaquia o Suiza). El efecto producido por el tamaño de las economías podría explicar parcialmente estas diferencias. Sin embargo, si se grafican las exportaciones relacionándolas con la población, los resultados tampoco mejoran.

Una vez más, nos hace pensar en la eficiencia del sistema respecto a las necesidades del sector productivo, especialmente los sectores con perfil de exportación. Una IC que no sea capaz de responder a las necesidades de las empresas, y que no las haga participar en la gestión de la calidad, no será suficiente. Las pequeñas y medianas empresas (PyME) forman un grupo destinatario especial de la Cooperación Técnica del PTB, ya que representan la forma principal de negocio en la mayoría de los países y son cruciales para el desarrollo. Sin embargo, no es nuestra intención incluirlas aquí para medir este asunto importante. Una investigación cualitativa debe arrojar luz sobre este tema.

Para proporcionar una mejor representación del importante vínculo entre la IC y el comercio, intentamos una correlación diferente. En esta ocasión dejaremos de lado nuestro principal indicador – Índice (IC/POP) – porque no refleja tan bien este vínculo. El Índice (IC) no considera la población en la fórmula, de modo que se relaciona mejor con el total de exportaciones ya que ambos están expresados en términos absolutos. De hecho, la correlación de Spearman sube a 0,81 (significativo al 1%). Consideremos el siguiente gráfico.

Diagrama de Infraestructura de Calidad y Exportaciones



Como podemos ver, el comportamiento de los países es ahora más predecible y ajustado, y el grado de desarrollo de la IC discrimina mejor el comportamiento de las exportaciones. En la medida que no podemos cuantificar el impacto de la IC en las exportaciones de mercancías, ya que no se ha demostrado ninguna relación de causalidad entre ellas, por lo menos la evidencia sugiere la necesidad de considerar juntos ambos términos. En este caso, la relación entre el valor de las exportaciones y el tamaño de la infraestructura de calidad se aclara más.

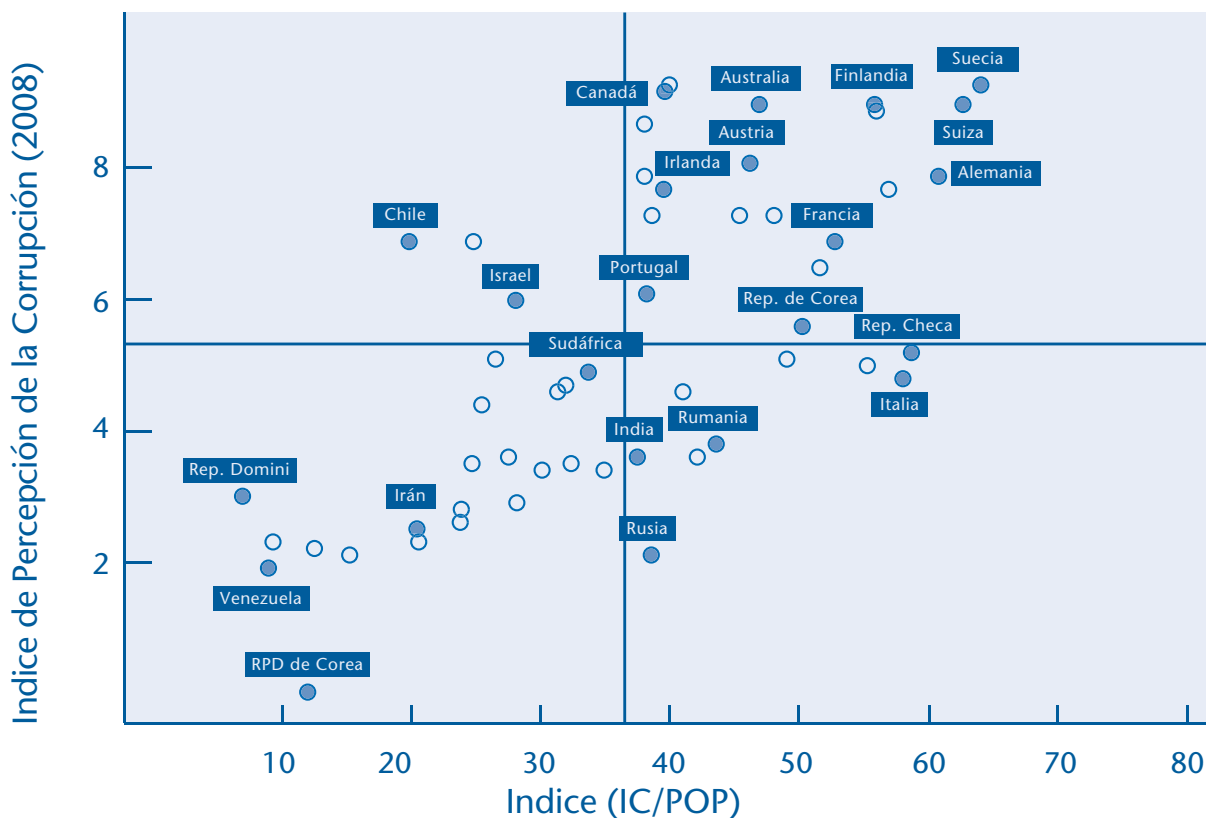
3.1.4 Transparencia

El Índice de Percepción de la Corrupción (IPC) calculado por Transparencia Internacional, podría jugar un importante rol en la evaluación de la IC. El IPC mide el nivel percibido de corrupción en el sector público en 180 países y territorios en todo el mundo. Es un «sondeo de sondeos», basado en 13 encuestas diferentes a expertos y empresas.

Observando la relación entre el desarrollo de la IC y el nivel de transparencia, una expectativa razonable sería encontrar una correlación positiva entre ellas. De hecho, la evidencia va en esa dirección (el coeficiente de correlación es positivo y moderado a fuerte 0,707). Una explicación de este hecho sería: una baja corrupción puede estar asociada con un alto grado de estabilidad política, sistemas judiciales independientes y efectivos, recursos adecuados para auditoría, un clima de paz, e instituciones públicas fuertes capaces de defender el marco legal y ejercer supervisión. Soborno, tráfico de influencias y reglas poco claras devalúan valores críticos tales como confianza y credibilidad. De ninguna manera estas prácticas contribuyen positivamente al desarrollo de la IC, ya que ésta se basa esencialmente en la credibilidad de los miembros del sistema.

El siguiente gráfico muestra cómo se ubican los países en relación a su IC/POP y su IPC. De nuevo, los países del primer y tercer cuadrante son los mismos que en los gráficos anteriores. Si miramos el caso de Canadá y de la Federación Rusa, ambos tienen un nivel similar de IC, pero su grado de transparencia es muy diferente. Estos casos pueden justificar el uso del IPC como ponderación de la IC con el objeto de mejorar la capacidad de medición de nuestro indicador.

Diagrama de Infraestructura de Calidad y Transparencia



4 CONCLUSIONES FINALES

Nuestra hipótesis inicial nos dice que un país con una IC bien desarrollada es también económicamente exitoso; e inversamente, aquellos países rezagados en IC están menos aventajados económicamente. La evidencia encontrada nos permite mantener intactas nuestras suposiciones.

Los mejores comportamientos en términos de competitividad, exportaciones, PIB per cápita, y transparencia fueron alcanzados en general por los mismos países, los cuales ocuparon las mejores posiciones en los ranking para el desarrollo de la IC. A su vez, los países menos aventajados corresponden a los menos desarrollados en términos de infraestructura de calidad.

Hasta ahora no había ninguna metodología para medir la IC que permitiera comparaciones entre países. Esto es un mérito de esta investigación y al mismo tiempo un riesgo necesario que tenemos que asumir si deseamos promover el debate en el área de este tema en particular. Además, ya que no hay otras clasificaciones con las cuales comparar nuestro trabajo, se hace necesario profundizar y difundir este análisis con el objeto de mejorar la efectividad del indicador propuesto. Pero se debería observar que el indicador compuesto se comporta bien en comparación con otros índices conocidos como GCI.

Con respecto al indicador mismo, éste demostró ser una metodología transparente y consistente para la medición del desarrollo de la infraestructura de calidad, pero es sólo un primer intento a la difícil tarea de medir el desarrollo de un sistema. Se necesita mayor investigación para identificar variables no observadas y asegurar su inclusión en el índice de desarrollo de la IC. Sería también deseable aumentar el tamaño de la muestra, en particular con la incorporación de más países ODA. Un estudio cualitativo de casos sería un complemento apropiado para este objetivo. Una investigación específica con el propósito de obtener esa información podría también arrojar luz sobre aspectos que están más allá de la sensibilidad de nuestro indicador.

Finalmente, el indicador puede servir como punto de partida para una evaluación comparativa del estado actual del desarrollo de la IC en el mundo, permitiendo el diseño de políticas para normalizar la calidad de los productos y servicios. En particular, una metodología como ésta haría posible identificar los países más necesitados en este campo, tanto para asistencia técnica como financiera.

País	WTO miembro	ITU (Estados miembro)	IEC (miembro completo)	ISO (miembroso- cio)	OIML (Estados miembro)	CIPM (Estados miembro)	IAF (miembro)	ILAC (miembro completo: signatarios MRA)	Mem- bresia
Alemania	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Australia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Austria	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Bélgica	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Brasil	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Canadá	x	x	x	x	x	x	x	x	8
China	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Dinamarca	x	x	x	x	x	x	x	x	8
EE.UU.	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Egipto	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Eslovaquia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Espana	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Finlandia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Francia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Grecia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Holanda	x	x	x	x	x	x	x	x	8
India	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Indonesia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Irlanda	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Italia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Japón	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Noruega	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Nueva Zelanda	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Pakistán	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Polonia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Portugal	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Reino Unido	x	x	x	x	x	x	x	x	8

País	WTO miembro	ITU (Estados miembro)	IEC (miembro completo)	ISO (miembro- socio)	OIML (Estados miembro)	CIPM (Estados miembro)	IAF (miembro)	ILAC (miembro completo: signatarios MRA)	Mem- bresía
Rep. Checa	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Rep. de Corea	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Rumania	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Sudáfrica	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Suecia	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Suiza	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Turquía	x	x	x	x	x	x	x	x	8
Argentina	x	x	x	x		x	x	x	7
Israel	x	x	x	x	x	x		x	7
Malasia	x	x	x	x		x	x	x	7
México	x	x	x	x		x	x	x	7
Singapur	x	x	x	x		x	x	x	7
Tailandia	x	x	x	x		x	x	x	7
Bulgaria	x	x	x	x	x	x			6
Croacia	x	x	x	x	x	x			6
Hungría	x	x	x	x	x	x			6
Irán		x	x	x	x	x	x		6
Rusia		x	x	x	x	x		x	6
Chile	x	x		x		x	x		5
Kenya	x	x		x	x	x			5
Serbia		x	x	x	x	x			5
Camerún	x	x		x		x			4
Kazajistán		x		x	x	x			4
RPD de Corea		x		x		x	x		4
Uruguay	x	x		x		x			4
Venezuela	x	x		x		x			4
Rep. Dominicana	x	x				x			3

Ranking de los países según criterios diferentes

	DAC	ODA	non ODA								
Rank	CMCs	ISO9001	TAB	CMCs/Pop	ISO9001/Pop	TAB/Pop	K&S Comp.	TC Part.	IC/POP	Pairs	Población (en millones)
1	EE.UU.	China	China	Finlandia	Italia	Suecia	Alemania	Francia	Suecia	China	1326
2	Alemania	Italia	Alemania	Eslovaquia	Suiza	Eslovaquia	Reino Unido	Reino Unido	Suiza	India	1140
3	Rusia	España	Suecia	Uruguay	España	Suiza	EE.UU.	Alemania	Alemania	EE.UU.	304
4	Reino Unido	Japón	Francia	Holanda	Hungría	Rep. Checa	Francia	China	Rep. Checa	Indonesia	228
5	Francia	Alemania	Reino Unido	Suecia	Rep. Checa	Bulgaria	Japón	Rumania	Italia	Brasil	192
6	Rep. de Corea	Reino Unido	EE.UU.	Rep. Checa	Singapur	Hungría	Rusia	Rep. de Corea	Reino Unido	Pakistán	166
7	Holanda	India	India	Suiza	Israel	Portugal	Rep. de Corea	Japón	Holanda	Rusia	142
8	Japón	EE.UU.	España	Irlanda	Holanda	Chile	Australia&NZ	Italia	Finlandia	Japón	128
9	China	Francia	Chile	Singapur	Bulgaria	Serbia	Italia	Australia&NZ	Eslovaquia	México	106
10	Italia	Rep. de Corea	Rep. Checa	Austria	Reino Unido	Dinamarca	China	Polonia	Francia	Alemania	82
11	Canadá	Rusia	Brasil	Dinamarca	Eslovaquia	Finlandia	Holanda	EE.UU.	España	Egipto	82
12	Rep. Checa	Brasil	Suiza	Hungría	Grecia	Noruega	Suiza	España	Rep. de Corea	Turquía	74
13	Australia&NZ	Holanda	Hungría	Noruega	Alemania	Bélgica	Rep. Checa	Rusia	Hungría	Irán	72
14	México	Turquía	Portugal	Bulgaria	Suecia	Irlanda	Canadá	India	Japón	Tailandia	67
15	España	Suiza	Rep. de Corea	Reino Unido	Croacia	Grecia	Sudáfrica	Rep. Checa	Australia&NZ	Francia	62
16	Polonia	Polonia	Holanda	Australia&NZ	Austria	Singapur	Hungría	Holanda	Austria	Reino Unido	61
17	Suecia	Rumania	Malasia	Rep. de Corea	Irlanda	Alemania	España	Bélgica	EE.UU.	Italia	60
18	Brasil	Canadá	Rumania	Alemania	Rumania	Holanda	México	Finlandia	Rumania	Sudáfrica	49
19	Finlandia	Hungría	Bulgaria	Serbia	Japón	Francia	Polonia	Suecia	China	Rep. de Corea	49
20	Hungría	Rep. Checa	Eslovaquia	Canadá	Portugal	Reino Unido	Finlandia	Suiza	Polonia	España	46
21	Turquía	Australia&NZ	Indonesia	Portugal	Rep. de Corea	Austria	Eslovaquia	Austria	Dinamarca	Argentina	40
22	Suiza	Argentina	Grecia	Francia	Bélgica	Croacia	Brasil	Hungría	Singapur	Kenya	39
23	Tailandia	Irán	Sudáfrica	Polonia	Australia&NZ	Rumania	India	Eslovaquia	Irlanda	Polonia	38
24	Eslovaquia	Grecia	Bélgica	España	Francia	España	Suecia	Brasil	Bélgica	Canadá	32
25	Sudáfrica	Israel	Polonia	Rumania	Finlandia	Malasia	Austria	Serbia	Rusia	Venezuela	28
26	Austria	Malasia	Turquía	Croacia	Noruega	Israel	Turquía	Sudáfrica	Portugal	Malasia	27
27	Argentina	Indonesia	Canadá	Rusia	Canadá	Rep. de Corea	Dinamarca	Canadá	Noruega	RPD de Corea	24
28	Rumania	Suecia	Japón	Italia	Uruguay	Kazajistán	Rumania	Turquía	Canadá	Rumania	22
29	Dinamarca	Bulgaria	Serbia	Grecia	Polonia	Canadá	Singapur	Bulgaria	Bulgaria	Australia	21
30	Irlanda	Tailandia	Rusia	Bélgica	Dinamarca	Polonia	Argentina	Portugal	India	Camerún	19
31	Singapur	Portugal	Dinamarca	EE.UU.	Serbia	Sudáfrica	Portugal	Noruega	Sudáfrica	Holanda	16
32	India	México	Austria	Sudáfrica	Chile	Uruguay	Tailandia	Argentina	Brasil	Chile	16
33	Bulgaria	Bélgica	Finlandia	Argentina	Malasia	Rep. Domini.	Malasia	Dinamarca	Grecia	Kazajistán	16

	DAC	ODA	non ODA								
Rank	CMCs	ISO9001	TAB	CMCs/Pop	ISO9001/Pop	TAB/Pop	K&S Comp.	TC Part.	IC/POP	Pairs	Población (en millones)
34	Uruguay	Singapur	Italia	Japón	Argentina	Turquía	Indonesia	México	Turquía	Grecia	11
35	Portugal	Austria	Tailandia	Malasia	Turquía	EE.UU.	Bulgaria	Irán	Serbia	Bélgica	11
36	Malasia	Chile	Noruega	Tailandia	China	Italia	Noruega	Tailandia	Argentina	Portugal	11
37	Noruega	Sudáfrica	Kazajistán	Turquía	RPD de Corea	Brasil	Bélgica	Irlanda	Israel	Rep. Checa	10
38	Serbia	RPD de Corea	Singapur	México	Kazajistán	Argentina	Grecia	Malasia	México	Hungría	10
39	Grecia	Eslovaquia	Irlanda	Chile	Rusia	Tailandia	Egipto	Egipto	Malasia	Rep. Domini.	10
40	Bélgica	Croacia	Argentina	Brasil	Irán	China	Irlanda	Indonesia	Croacia	Suecia	9
41	Indonesia	Kazajistán	Croacia	China	EE.UU.	Japón	Uruguay	Israel	Uruguay	Austria	8
42	Camerún	Egipto	Pakistán	Camerún	India	Venezuela	Kazajistán	Singapur	Pakistán	Dinamarca	6
43	Croacia	Irlanda	Australia&NZ	Egipto	Sudáfrica	Rusia	Israel	Kenya	Egipto	Bulgaria	8
44	Egipto	Serbia	Rep. Domini.	India	Brasil	Indonesia	Serbia	Croacia	Indonesia	Serbia	7
45	Pakistán	Finlandia	Egipto	Pakistán	México	India	Croacia	Pakistán	Irán	Israel	7
46	Camerún	Egipto	Pakistán	Camerún	India	Venezuela	Kazajistán	Singapur	Pakistán	Dinamarca	6
47	Rep. Domini.	Noruega	Venezuela	Rep. Domini	Indonesia	Egipto	Venezuela	Chile	Chile	Eslovaquia	5
48	Irán	Dinamarca	Uruguay	Irán	Egipto	Pakistán	Kenya	RPD de Corea	Kenya	Finlandia	5
49	Israel	Uruguay	Irán	Israel	Venezuela	Irán	Pakistán	Kazajistán	Kazajistán	Singapur	5
50	Kazajistán	Venezuela	México	Kazajistán	Pakistán	México	Irán	Uruguay	RPD de Corea	Noruega	5
51	Kenya	Kenya	Kenya	Kenya	Kenya	Kenya	Rep. Domini.	Camerún	Camerún	Irlanda	4
51	RPD de Corea	Rep. Domini.	RPD de Corea	RPD de Corea	Rep. Domini.	RPD de Corea	Camerún	Venezuela	Venezuela	Croacia	4
52	Venezuela	Camerún	Camerún	Venezuela	Camerún	Camerún	RPD de Corea	Rep. Domini	Rep. Domini.	Uruguay	3

Values of main indicators ordered by countries

Pais	Mem- bresía	DAC	ODA	non ODA	CMC's (Ene 2010)	Comp. Clave (Ene 2010)	Comp. Clave (Ene 2010)	ISO9001 (2008)	TC part. (Ene 2010)	TAB (Ene 2010)	ICG 2009- 2010	Exportacio- nes en \$ (Banco Mundial 2009)	TC part. (Ene 2010)	PIB per cápita (Banco Mundial 2008)
Alemania	8	x			1537	407	114	48324	712	3.212	5	1187	8	35613
Argentina	7		UMI		277	65	16	8812	319	154	4	59	3	14331
Australia	8	x			493	226	39	10001	625	71	5	188	9	34241
Austria	8	x			331	90	23	4272	506	259	5	137	8	38153
Bélgica	8	x			97	32	10	4875	537	436	5	296	7	34506
Brasil	8		UMI		435	111	21	14539	435	751	4	159	4	10312
Bulgaria	6			x	191	29	17	5323	351	551	4	16	4	12398
Camerún	4		LMI		0	0	0	12	31	0	4	3	2	2215
Canadá	8	x			564	153	23	10506	376	391	5	299	9	37577
Chile	5		UMI		49	10	8	4103	105	943	5	49	7	14874
China	8		LMI		730	206	25	224616	706	4170	5	1194	4	5962
Croacia	6		UMI		45	12	2	2302	188	116	4	10	4	19102
Dinamarca	8	x			211	72	24	1574	308	263	5	89	9	36591
EE.UU.	8	x			2260	314	57	32400	612	1601	6	995	7	46716
Egipto	8		LMI		23	25	8	1944	247	52	4	23	3	5416
Eslovaquia	8			x	346	109	24	3476	438	530	4	45	5	22065
España	8	x			478	119	32	68730	605	1008	5	216	7	31955
Finlandia	8	x			431	91	43	1975	530	250	5	58	9	35892
Francia	8	x			980	287	60	23837	719	2050	5	457	7	34044
Grecia	8	x			107	29	10	6747	196	452	4	19	5	29356
Holanda	8	x			824	162	50	13597	573	610	5	398	9	40857
Hungría	6			x	385	137	16	10187	487	681	4	79	5	19325
India	8		LMI		200	111	16	37958	594	1217	4	155	3	2972
Indonesia	8		LMI		83	41	6	5713	219	487	4	116	3	3975
Irán	6		LMI		0	0	2	7844	299	11	0	70	2	10791
Irlanda	8	x			211	21	3	2237	251	180	5	107	8	44195
Israel	7			x	0	11	4	6438	199	107	5	44	6	27541
Italia	8	x			593	178	54	118309	655	240	4	369	5	30759
Japón	8	x			735	284	44	62746	668	379	5	516	7	34099

Pais	Mem- bresía	DAC	ODA	non ODA	CMC's (Ene 2010)	Comp. Clave (Ene 2010)	Comp. Clave (Ene 2010)	ISO9001 (2008)	TC part. (Ene 2010)	TAB (Ene 2010)	ICG 2009- 2010	Exportacio- nes en \$ (Banco Mundial 2009)	TC part. (Ene 2010)	PIB per cápita (Banco Mundial 2008)
Kazajistán	4		UMI		0	5	5	2295	70	201	4	42	2	11318
Kenya	5		OLI		0	1	4	257	190	0	4	4	2	1590
Malasia	7		UMI		155	44	10	6267	247	558	5	156	5	14217
México	7		UMI		479	115	26	4990	303	0	4	224	4	14495
Noruega	8	x			150	34	10	1666	334	227	5	122	8	58129
Nueva Zelanda	8	x			493	226	39	10001	625	71	5	188	9	
Pakistán	8		OLI		0	2	2	2268	145	33	4	18	3	2644
Polonia	8			x	461	111	26	10965	622	430	4	135	5	17625
Portugal	8	x			173	65	9	5128	342	675	4	41	6	23084
Reino Unido	8	x			1220	315	68	41150	714	1946	5	351	8	35445
Rep. Checa	8			x	503	139	42	10089	581	857	5	106	5	24707
Rep. de Corea	8			x	934	234	42	23036	696	654	5	355	6	27937
Rep. Domini.	3		LMI		0	0	0	63	0	61	4	5	3	8216
RPD de Corea	4		OLI		0	0	0	3543	94	0	0	2	0	0
Rumania	8			x	225	70	19	10737	700	551	4	38	4	14066
Rusia	6			x	1413	229	51	16051	603	354	4	296	2	16139
Serbia	5		UMI		134	14	1	2091	430	373	4	9	3	11457
Singapur	7			x	208	66	22	4526	138	193	6	245	9	49277
Sudáfrica	8		UMI		345	132	30	3792	395	447	4	68	5	10108
Suecia	8	x			446	94	30	5377	528	2527	6	133	9	37387
Suiza	8	x			361	132	55	11724	521	703	6	190	9	42539
Tailandia	7		LMI		356	53	16	5275	252	238	5	137	4	7702
Turquía	8		UMI		380	78	25	13217	363	406	4	111	5	13920
Uruguay	4		UMI		189	12	8	999	56	21	4	6	7	12747
Venezuela	4		UMI		0	2	3	448	0	29	3	52	2	12806

5 BIBLIOGRAFÍA

Canavos, George, 1993, *Probabilidad y estadística. Aplicaciones y métodos*, Mc Graw-Hill.

Guasch, J. Luis, 2007, *Quality Systems and Standards for a Competitive Edge*, The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

ITC, International Trade Centre, World Trade Organization WTO y United Nations Conference on Trade and Development UNCTAD, 2005, *Innovations in Export Strategy*.

Sanetra, Clemens, 2007, *The answer to the global quality challenge: A national quality infrastructure*, PTB, OAS and SIM.

Schwab, Klaus, 2009, *The Global Competitiveness Report 2009–2010*, World Economic Forum, Geneva.

UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development, 2007, *The Least Developed Countries Report 2007*, New York and Geneva.

World Trade Organization, 2005, *World Trade Report 2005. Exploring links between trade standards and the WTO*.

