

¿LAS PRÁCTICAS DE GESTIÓN DE CALIDAD INFLUYEN EN LA PRODUCTIVIDAD LABORAL EN LAS EMPRESAS FORMALES EN EL PERÚ?

UN ANÁLISIS BASADO EN UN DISEÑO
NO EXPERIMENTAL Y TÉCNICAS DE
MACHINE LEARNING CAUSAL



MARIO D. TELLO
DANIEL S. TELLO TRILLO

NOVIEMBRE DE 2023

¿Las prácticas de gestión de calidad influyen en la productividad laboral en las empresas formales en el Perú? Un análisis basado en un diseño no experimental y técnicas de *machine learning causal*

Mario D. Tello*
Daniel S. Tello Trillo**

* Profesor del Departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú y de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos

** Profesor de Frank Batten School of Leadership and Public Policy y de la University of Virginia
Investigador del National Bureau of Economic Research, NBER-USA

CRÉDITOS

Financiamiento del estudio

Banco Interamericano de Desarrollo – BID. Proyecto PE-T1417 INACAL- BID
“Apoyo al fortalecimiento del Sistema Nacional para la Calidad”

Coordinación institucional

César José Bernabé Pérez
Presidente Ejecutivo del INACAL

Walter Ramírez Eslava
Jefe de la Oficina de Estudios Económicos del INACAL.

Daizen Oda Robles
Jefe de la Oficina de Cooperación Internacional del INACAL

Revisiones

Luis Limachi Huallpa; Julia Maritza Layme Almonte; Gildo Martín Valero Vega
(corrección de estilo).

Diseño de carátula y formato

Oficina de Comunicaciones e Imagen Institucional del Instituto Nacional de
Calidad

Copyright © 2023 Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y Banco
Interamericano de Desarrollo (BID).

Editado por:

Instituto Nacional de Calidad (INACAL)
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27), Perú
Teléfono: +51 1 640 8820
www.inacal.gob.pe

Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no
necesariamente reflejan el punto de vista del INACAL ni del BID.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	5
I. Revisión de literatura	5
II. Análisis de los microdatos del modelo.....	15
III. Metodología de evaluación	21
IV. Estimaciones y resultados	24
IV.1 Regresiones MCO.....	24
IV.2 Pruebas de exogeneidad con diferentes instrumentos.....	25
IV.3 Estimaciones de regresiones bietápicas (TSLS)	25
V. Conclusiones y recomendaciones	32
Anexo de cuadros	34
Referencias	61

Introducción

El presente trabajo responde a la convocatoria del Ministerio de la Producción (Produce), del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre la evaluación del impacto de la infraestructura de la calidad en el desarrollo productivo nacional. La literatura internacional de este tipo de evaluaciones es amplia, y los resultados de los impactos varían por países y métodos sin llegar a una conclusión definitiva o clara a nivel de empresas y países. En contraste con estudios previos, este trabajo analiza los impactos de la infraestructura de calidad (IC) sobre el desempeño de las empresas del Perú, específicamente la productividad laboral para el periodo 2014-2019, basados en técnicas de aprendizaje automático (o *machine learning*¹, ML, en inglés) causal (MLC).² La utilización de estas técnicas se debe, por un lado, a que las empresas escogen o no el uso de prácticas de gestión calidad³, lo que implica que esta selección es endógena y asociada al desempeño de las empresas. Consecuentemente, estimadores de los parámetros de las variables de interés (por ejemplo, las prácticas de gestión de calidad) que no consideran dicha endogeneidad serían sesgados. Por otro lado, la productividad laboral se puede vincular a innumerables factores, los cuales, si no se toman en cuenta en una determinada especificación, también sesgan los estimadores de los parámetros de interés. Estos dos problemas de endogeneidad: de selección de las prácticas de la gestión de calidad y el adecuado manejo de las denominadas variables *confounding*, insertadas como variables de control que afectan el desempeño económico de las empresas, son reducidos o potencialmente eliminados usando las técnicas de MLC.⁴

El trabajo se compone de cinco secciones. En la sección 1, se resume la literatura del tema del trabajo; en la sección 2, se describe la base de datos usada y se expone un análisis breve de los datos que se emplearán para la aplicación de la metodología; en la sección 3, se explica la metodología de evaluación; en la sección 4, se muestran los resultados de las estimaciones; y, en la sección 5, se presentan las conclusiones del estudio. Al final, se adjuntan un anexo de cuadros y una lista de referencias.

I. Revisión de literatura

En el cuadro 1, se resume una lista selecta de trabajos relacionada con los objetivos del estudio. Estos trabajos se diferencian por ámbito geográfico (empresas de países desarrollados y en desarrollo), herramientas de gestión de calidad (por ejemplo, adopción de certificaciones de calidad internacionales [QC], certificaciones ISO 9001, 9000 y 14001, y certificación de estándares internacionales [ISC]), indicador de desempeño de las empresas de distintos tamaños (entre otros, márgenes extensivo —incorporación de nuevos productos de exportación— e intensivo de exportaciones —cambios del valor de los productos de exportación—, productividad laboral, productividad total factorial [PTF],

¹ El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial (AI en sus siglas en inglés) y la informática que se centra en el uso de datos y algoritmos para imitar la forma en que aprenden los humanos, mejorando gradualmente su precisión. IBM señala a Samuel (1959) como el que acuñó el término aprendizaje automático. El aprendizaje automático es un componente importante del creciente campo de la ciencia de datos. Mediante el uso de métodos estadísticos, los algoritmos se entrenan para realizar clasificaciones o predicciones, descubriendo información clave dentro de los proyectos de minería de datos (data mining). (<https://www.ibm.com/cloud/learn/machine-learning>). Por otra parte, AI es una rama de la informática que se ocupa de la construcción de máquinas inteligentes capaces de desarrollar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. En <https://builtin.com/artificial-intelligence>

² Término definido por Baiardi y Naghi (2020).

³ Estandarización, acreditación, normas técnicas, normalización, etc. Estas prácticas no incluyen temas de metrología, la cual se ocupa de las mediciones, las unidades de medida, los equipos utilizados para efectuarlas, y la verificación y calibración periódica.

⁴ De acuerdo con Baiardi y Naghi (2020), estas técnicas i) son herramientas de uso de datos para recuperar interacciones complejas entre variables y estimar exiblemente la relación entre el resultado, el indicador de tratamiento y las covariables; ii) permiten incluir un gran número de covariables, aún cuando el tamaño de la muestra es pequeña y el uso de regresiones regularizadas; iii) posibilitan implementar una selección del modelo sistemáticamente; y iv) resultan muy útiles cuando el interés es estimar los efectos de tratamientos heterogéneos.

y ventas y retornos en activos [ROA]), por periodo de análisis (entre 1995 y 2014) y por tipo de método econométrico usado (entre otros, *random forest*, panel data, *propensity score matching* [PSM], mínimos cuadrados en dos etapas, método de momentos generalizados y fronteras estocásticas de producción).

En cuanto a los resultados obtenidos del impacto, los estudios revisados señalan, por un lado, que los impactos del uso de prácticas de gestión de calidad sobre diversos indicadores del desempeño económico de las unidades de análisis son variados y no existe claridad en dichos impactos. Así, un poco más de la mitad de los trabajos no encuentra incidencia estadísticamente significativa de las herramientas de gestión sobre el desempeño de las empresas. Por otro lado, los efectos positivos de las herramientas de gestión dependen del tamaño de las empresas, siendo las grandes las que mejor aprovechan las herramientas de gestión de calidad. Esta diversidad o no claridad de los resultados, por lo menos en parte, se vincula a los métodos de estimación aplicados, muchos de los cuales adolecen del problema de endogeneidad de la variable de interés (por ejemplo, la selección por parte de la unidad de análisis de emplear o no una práctica de gestión de calidad). Más aún, a excepción del estudio de Mena (2020)⁵, no existen trabajos que utilicen las herramientas de MLC para la estimación del impacto de la variable de interés sobre el desempeño de las firmas.

La sección siguiente presenta un análisis de la información y de los problemas de estimación que origina.

⁵ La técnica de *random forest*, Mena lo utiliza para determinar la probabilidad de que una empresa use una práctica de gestión de calidad.

Cuadro 1			
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad			
N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
1	Gallardo y Gutiérrez (2021)	El estudio estima el impacto de las certificaciones de calidad, ISO 9001, en el desempeño de la empresa, y en las habilidades humanas como mediador en relación con el desempeño y la certificación de las empresas en Colombia. El desempeño de las empresas se mide mediante la innovación, la productividad laboral, las ventas y los salarios. Se implementa un modelo de diferencias en diferencias y un PSM con efectos fijos. La base de datos consta de un panel de empresas certificadas y empresas no certificadas obtenido de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) y la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) para el periodo 2005-2010.	El desempeño de las empresas con certificación ISO 9001 de Colombia en el periodo analizado mejora en contraste con las empresas sin certificación. Más específicamente, en las empresas con certificación, la innovación incrementa en 5.2%; la productividad laboral, en 4.6%; las ventas, en 5.7%; y los salarios, en 4.9%. Asimismo, las empresas certificadas con un mayor porcentaje de trabajadores temporales se desempeñan por debajo de empresas certificadas con fuerza laboral estable y permanente.
2	Mena (2020)	El estudio evalúa el impacto de la adopción de certificaciones de calidad internacionales (QC) en el desempeño de las empresas, utilizando un panel de 4668 empresas de América Latina y el Caribe (LAC). Las bases usadas son las siguientes: i) la Encuesta de Empresas del Banco Mundial (WBES), de 2006 y 2010 (las de Brasil corresponden a 2003 y 2009); y ii) Latin American Country Enterprise Survey (LACE), en 2011, en combinación con la nueva ronda en 2014 (PROTEqIN) para los países del Caribe. El trabajo realiza dos tipos de estimaciones: i) mediante el algoritmo <i>random forest</i> , se estima la probabilidad de que una empresa adopte QC; y ii) con las probabilidades estimadas se calcula el impacto del QC sobre los márgenes intensivo y extensivo de las exportaciones de las empresas, así como el acceso al financiamiento, a las ventas locales y a la productividad mediante diferencias en diferencias ponderadas.	Adquirir una QC tiene un efecto positivo en el comportamiento exportador de las empresas impulsado por un aumento en el margen tanto intensivo como extensivo de las exportaciones indirectas. Las QC también ayudan a disminuir las restricciones en el acceso a la financiación, pero no se encontró ningún efecto sobre las ventas locales y varias medidas de la productividad de la empresa, sin embargo, los estimados revelan que los impactos positivos de las QC dependen del tamaño de la empresa: solo se benefician las pequeñas y medianas.

Cuadro 1
 Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad

N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
3	Bernini, Garone, Maffioli y Mena (2019)	El estudio estima el impacto de la certificación de calidad sobre el desempeño de las firmas, medido por las exportaciones, las ventas locales, la productividad (PTF y productividad laboral) y el acceso al crédito de 5410 empresas de LAC en el periodo 2006-2010. Se estima, en primera instancia, la probabilidad de que las empresas tengan un certificado de calidad mediante la técnica de <i>random forest</i> , luego, se emplea el enfoque de diferencias en diferencias para estimar el efecto de la certificación sobre el desempeño de las firmas. Para ello, utiliza la World Bank Enterprise Survey y PROTEqIN.	La certificación de calidad incrementa significativamente las exportaciones, los comercios intensivo y extensivo. Las ventas se ven influenciadas de manera débil pero positiva. Asimismo, reduce la percepción de las firmas del acceso a crédito como una barrera para su crecimiento. En el caso específico de la productividad, no se hallan resultados de influencia significativa en PTF ni en la productividad laboral.
4	Gallego y Gutiérrez (2017)	El trabajo estima el impacto de la certificación ISO 9001 en la productividad laboral, medido de las empresas de la industria de la manufactura en Colombia en el periodo 2003-2010. Para ello, se implementa, primero, el PSM para determinar el grupo de control adecuado; posteriormente, la estimación del impacto se realiza mediante diferencias en diferencias con efectos fijos para datos panel de empresas certificadas y no certificadas. La base de datos panel fue construida con la EDIT y la EAM, a través de las cuales se obtuvo información de 41579 empresas, 6125 empresas con certificación ISO 9001 y 35454 sin esta.	Las empresas con certificación ISO 9001 incrementan significativamente más su valor agregado por empleado, sus ventas por empleado y el promedio de salarios que las empresas similares que no se encuentran certificadas. Estos resultados indican que las empresas con certificación ISO 9001 tienen mayor productividad laboral que aquellas que no cuentan con esta.
5	Bernini, Garone, y Maffioli (2017)	El trabajo presenta evidencia empírica sobre los determinantes de la adopción de certificaciones internacionales de calidad (ISO) y sus efectos sobre el desempeño de las empresas argentinas en los años 2006 y 2010. Los autores sugieren que, entre los principales factores que pueden afectar la adopción de las certificaciones, figuran las empresas que exportan o son extranjeras, la productividad laboral, la experiencia del gerente, la antigüedad de la empresa, el tamaño de la empresa y el acceso al financiamiento. Los métodos econométricos usados	Los resultados indican que las firmas exportadoras, extranjeras y de mayor tamaño (en empleados) presentan mayor nivel de adopción, mientras que aquellas empresas con problemas de acceso al financiamiento tienen una adopción menor. Por otro lado, la obtención de certificaciones causa un efecto positivo en la probabilidad de exportar y en el monto exportado, y, además, genera una reducción en la restricción al crédito de las empresas. Sin embargo, no se encuentra ningún efecto sobre ventas

Cuadro 1

Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad

N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
		son <i>probit</i> y mínimos cuadrados ordinarios (MCO), y por robustez estimaciones de diferencias en diferencias con efectos fijos por sector y provincia y diferencias en diferencias combinado con la técnica de emparejamiento estadístico (PSM) para comparar grupos de empresas que tienen características similares en el año 2006.	locales ni sobre distintas medidas de productividad de las firmas.
6	Castro-Silva y Rodríguez (2017)	El trabajo se enfoca en determinar la incidencia de la implementación de la certificación de la norma ISO 9001 en Boyacá en Colombia. Para ello, se consideró, para una encuesta sobre su desempeño, a empresas que contaban con esta certificación por un mínimo de dos años. Realiza un análisis exploratorio, descriptivo y cuantitativo, utilizando test.	La implementación del ISO 9001 ha tenido impacto positivo en las finanzas, comercio y operaciones de las empresas encuestadas. Este impacto es mayor en tanto más grandes son las empresas. No obstante, los resultados indican que no hay dependencia temporal de las mejoras de beneficios en la empresa respecto al año de certificación.
7	Albulescu, Drăghici, Fistiș y Trușculescu (2016)	El estudio plantea como objetivo principal estimar el impacto de la certificación ISO 9001 en la productividad laboral de los países de la Unión Europea de 2000 a 2013. Los datos utilizados son un compilado de la Eurostat, las bases de datos de ISO y la base de datos del Banco Mundial (BM). Usa dos métodos de estimación: 2SLS (mínimos cuadrados en dos etapas) y el GMM (método de momentos generalizados).	En ninguno de los métodos implementados, la certificación ISO 9001 tiene influencia significativa sobre la productividad laboral de los países.
8	Vargas (2016)	El estudio estima el impacto de las certificaciones de calidad (QC) en la innovación de capacidades y en los niveles de productividad de la firma. Para ello, implementa el modelo CDM (Crépon, Duguet y Mairesse) y usa los microdatos de la encuesta de innovación del Perú, correspondiente al periodo 2009-2011.	Las firmas que poseen un certificado de manejo de calidad son más productivas que las que no lo tienen. Pero aquellas que, además, no introdujeron o mejoraron de manera significativa productos o procesos son tres veces más productivas. Las empresas que solo innovan son 111% más productivas que las pasivas. Sin embargo, las firmas que están certificadas e innovan son notablemente mucho más productivas.

Cuadro 1
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad

N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
9	Sánchez-Ollero, García-Pozo y Marchante-Lara (2015)	El trabajo tiene como objetivo estimar el impacto de certificaciones de calidad, ISO 9000, ISO 14000, Internal Q y Q-Mark, y de modelos de calidad, MACT model, SICTED model y EFQM model, en la productividad laboral de las empresas del sector hotelero de España. La base corresponde a los datos obtenidos de una encuesta a los gerentes de 232 hoteles de Andalucía. Se usa la función de producción del modelo teórico Cobb-Douglas, la cual es objeto de una regresión lineal.	El análisis descriptivo sugiere que solo los estándares y modelos de calidad, completamente implementados, específicos a la industria hotelera incrementan la productividad. El análisis econométrico apoya esto, siendo la certificación Q-Mark la única significativa. Esta certificación incrementa la productividad laboral en un promedio de 23.27%.
10	Islam, Karim y Habes (2015)	El estudio estima el impacto de la certificación de calidad ISO 9001 sobre el desempeño financiero y no financiero de las organizaciones. Se implementa una regresión jerárquica, y los datos usados son los disponibles dadas las respuestas obtenidas (201) de una encuesta diseñada por los autores en Malasia.	No se identifica relación significativa directa entre la certificación ISO 9001 y el desempeño financiero, como la reducción de costos, ROA y el crecimiento de ventas; mientras que la relación es fuerte respecto al desempeño no financiero, indicadores de manejo de recursos humanos, operaciones calidad, etc. Sin embargo, se encuentra, también, que la certificación definitivamente mejora el desempeño financiero de las empresas, pero de manera indirecta mediante los beneficios no financieros.
11	Fatima (2014)	El trabajo analiza el impacto en el desempeño financiero, medido por beneficio bruto, beneficios netos antes y después de impuestos, de la certificación ISO 9000 en las empresas de Pakistán antes y después de 1995. La base de datos proviene de una encuesta autocompletada de 95 empresas. Para probar la presencia de una relación significativa, o no, entre el desempeño financiero de las empresas y la certificación ISO 9000, se emplea un t-test y el Wilcoxon <i>signed-rank</i> test (WSR test).	Una relación significativa entre la certificación ISO 9000 y el desempeño financiero, en cuanto a ventas, beneficio bruto, beneficios netos antes y después de impuestos, para las empresas medianas y grandes. No obstante, no se encuentra relación significativa entre la certificación ISO 9000 y el desempeño financiero en las empresas pequeñas.

Cuadro 1
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad

N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
12	Goedhuys y Sleuwaegen (2013)	El estudio examina los efectos de la certificación de estándares internacionales (ISC) en la productividad y en las ventas de empresas de un conjunto de países de diferentes grados de desarrollo institucional.	Basado en una muestra de 59 países y técnicas de IV (2STLS), los autores encuentran que la ISC aumenta la productividad y el rendimiento de las ventas de las empresas a través de ganancias de eficiencia y señalización de calidad. Los efectos son mayores en países donde las instituciones de apoyo al mercado son débiles. Usa como instrumentos la existencia de licencias y control.
13	Kiplagat (2013)	Se estima el impacto de la certificación ISO 9001:2000 en el desempeño financiero, medido por ROA en el crecimiento de ventas y en los márgenes de beneficio neto de corporaciones comerciales del Estado en Kenia en el periodo 2004-2011. La base de datos se compone de los obtenidos de la Oficina de Normas de Kenia (KEBS), Bureau Veritas y de informes anuales de las empresas. El estudio se lleva a cabo mediante la estimación por MCO.	Los tres indicadores financieros, ROA, el crecimiento de las ventas y los márgenes de beneficio neto se ven significativamente influenciados por la certificación ISO 9001. Así, esta mejora el desempeño financiero de las corporaciones comerciales del Estado.
14	Starke, Eunni, Dias Fouto, y De Angelo.(2012)	Se investiga el impacto de la certificación ISO 9000 en ingresos por ventas, costo de los bienes vendidos / ingresos por ventas e índice de rotación de activos (ventas/activos totales). Para ello, se usan datos de panel de empresas que cotizan en bolsa en Brasil entre 1995 y 2006. Se estimaron especificaciones con MCO, y efectos fijos y efectos aleatorios.	La certificación ISO 9000 está asociada con un aumento en los ingresos por ventas, una disminución en el costo de los bienes vendidos / ingresos por ventas y un aumento en los índices de rotación de activos de las empresas certificadas. Los resultados sugieren que las empresas grandes y pequeñas (independientemente de su estructura de capital, es decir, deuda/capital) se beneficiarán con la adopción de las normas ISO 9000.

Cuadro 1
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad

N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
15	Ilkay y Aslam (2011)	Se investiga la diferencia en las prácticas de calidad y el desempeño entre las empresas pequeñas y medianas (SME) con certificación ISO 9001 y aquellas empresas que no la tienen en Turquía. El desempeño de las empresas es medido en base a criterios financieros, negocios internos, clientes, innovación y aprendizaje. Se usan datos obtenidos de una encuesta elaborada por los autores a 225 SME, junto con la base de datos de SME Information Network. Se estiman las diferencias mediante un análisis de varianza unidireccional.	Presentan diferencias entre las empresas certificadas con ISO 9001 y las empresas sin certificación, solo en el criterio de finanzas. Sin embargo, en el promedio de criterios de desempeño, no se muestra una diferencia importante; mientras que los resultados son significativos para la diferencia del promedio de las prácticas de calidad entre las empresas con la certificación y aquellas sin esta.
16	Saizarbitori y Landin (2011)	El trabajo se centra en el análisis empírico de la relación entre la certificación ISO 14001 y el rendimiento financiero, el cual es medido por la rentabilidad económica y el crecimiento de las ventas en el periodo 1997-2006. Para ello, utilizan grupos de empresas de la comunidad autónoma del país vasco como grupo de control, 268 empresas sin certificación, y de tratamiento, 7232 empresas con certificación. La base de datos se compone del catálogo industrial vasco y de exportadores, del registro de empresas certificadas de Ihobe - Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco y de la base de información económico-financiera. Se implementa una metodología longitudinal que mide rendimientos de las empresas antes y después de la certificación.	Para ambos indicadores de rentabilidad financiera, rentabilidad económica y crecimiento de ventas, son mayores en las empresas certificadas. Asimismo, las empresas sin certificado en 2000, 2003 y 2004, pero que iban a obtener su certificado ISO 14001 más adelante, eran, por término medio, más rentables que las empresas ya certificadas y que las no certificadas. Las firmas que se certificarían en un futuro cercano tenían mayor crecimiento de ventas que las no certificadas. Así, no es posible concluir que la certificación ISO 14001 sea causa de los mejores rendimientos financieros de las empresas.
17	Bewoor y Pawar (2010)	El estudio se centra en conocer el impacto de la implementación de las QMS (Quality Management System) /ISO 9001-1400 en la productividad o desempeño de empresas pequeñas y medianas en India. Se usa una encuesta de 220 empresas pequeñas y medianas certificadas con ISO 9001. El trabajo es de tipo exploratorio y plantea cuatro pasos para llevarlo a cabo: i) identificar las variables explicativas del impacto, ii) diseño del cuestionario de la encuesta, iii) recolección de datos y iv) análisis de datos. Asimismo, considera variables independientes de cada departamento para la estimación.	El efecto de la implementación de ISO/QMS sobre la productividad de las pequeñas y medianas empresas de India son, principalmente, a nivel marginal. Sin embargo, no es la misma para todos los departamentos.

Cuadro 1			
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad			
N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
18	Tzelepis, Tsekouras, Skuras y Dimara (2006).	El trabajo explora los efectos de la norma ISO 9001 en la eficiencia productiva de las empresas. La muestra comprende 1572 empresas de tres industrias manufactureras griegas (alimentos y bebidas, maquinarias, y fabricación de aparatos eléctricos y electrónicos). La metodología parte de una frontera estocástica en la cual la norma ISO 9001 puede ser incluida como i) un insumo de producción, ii) un factor que afecta la eficiencia técnica de la frontera, iii) en ambos como insumo y factor que afecta la eficiencia técnica y iv) un factor que no afecta la frontera.	El principal resultado de las regresiones estimadas es que ISO 9001 es un factor de gestión que reduce la ineficiencia productiva.
19	Heras, Dick y Casadesús (2002)	Se investiga la causalidad de incidencia de la certificación de 800 empresas del periodo 1995-2002 de una región de España a través de una comparación con un grupo de control (empresas no certificadas) de las ventas y rentabilidad reales de 400 empresas certificadas pre- y posregistro.	Los resultados de la prueba de diferencias de promedios (entre el grupo con certificación y sin certificación) indican que, aunque el rendimiento de empresas certificadas es superior al de 400 empresas no certificadas, no hay evidencia de desempeño mejorado después del registro en las 400 empresas certificadas estudiadas. El desempeño superior de las empresas certificadas se debe a aquellas empresas con rendimiento tienen una mayor propensión a buscar el registro ISO 9000.
20	Wayham, Kirche y Khumawala (2002)	El estudio explora la relación entre la certificación ISO 9000 y el desempeño financiero. Se usó un diseño de investigación multivariante de medidas repetidas.	La certificación ISO 9000 tiene un impacto muy limitado en el desempeño financiero, medido por el rendimiento de activos; sin embargo, este efecto se disipa rápidamente con el tiempo.

Cuadro 1			
Resumen de una selección de artículos sobre el impacto de las prácticas de gestión de calidad			
N.º	Autores (año)	Descripción	Resultados
21	Häversjö (2000)	Este trabajo analiza las consecuencias financieras de registro ISO 9000 para empresas danesas a través de la comparación de dos grupos de empresas, 731 con registro y 644 sin registro.	La tasa de rentabilidad de las empresas en el año anterior al registro, eran un 20% superior a la de la población de control dos años después del registro, la tasa de rendimiento fue 35% superior a la de la población de control. Sin embargo, parece que el efecto positivo no se debe a la mejora de la capacidad interna de utilización, sino más bien a un aumento de las ventas.
22	Terziovski, Samson y Dow (1997)	El propósito del estudio es probar la fuerza de la relación entre la certificación ISO 9000 y el desempeño organizacional en la presencia y ausencia de un entorno de gestión de calidad total (TQM). El análisis usa una gran muestra aleatoria de empresas manufactureras en Australia y Nueva Zelanda.	El hallazgo central es que no se muestra que la certificación ISO 9000 presenta un efecto significativamente positivo en el desempeño de la organización en presencia o ausencia de un entorno TQM. Este apoya la opinión de que, en promedio, la certificación ISO 9000 tiene poco o ningún poder explicativo del desempeño organizacional.

Fuente: Elaboración propia.

II. Análisis de los microdatos del modelo

Las variables de estudio son obtenidas de la Encuesta Nacional de Empresas del INEI-ENE (2023) para el periodo 2014-2019.⁶ Luego de la limpieza de la información⁷, se elaboraron dos bases conjuntas o *pool* de datos de empresas para todos los años (sin distinción de ellos) para los periodos 2014-2017 y 2014-2019.

Se usan estas dos bases por robustez estadística porque ambas tienen distinto número de herramientas de gestión, el periodo 2014-2017, tres herramientas (normas técnicas, certificación y estandarización); y el periodo 2014-2019, dos herramientas (normas técnicas y certificación).⁸

En las bases seleccionadas, se registran, en el primer periodo, 1855 observaciones (empresas y años) y 464 empresas en promedio por año en el primer periodo. En el segundo periodo se registra 3107 observaciones y 621 empresas en promedio por año. Estas muestras de empresas se computan con la base de datos “limpias” determinadas por la variable binaria de interés $DCAL$, que caracteriza a las empresas que disponen de, por lo menos, una herramienta de calidad durante el periodo de la muestra.

Los principales estadísticos descriptivos de las dos bases se detallan en el cuadro 2. El cuadro para la base de datos tiene dos columnas: en la primera ($D_{CAL} = 1$), se muestran las empresas que disponían de, por lo menos, una herramienta de gestión de calidad, entre normas técnicas, certificaciones (para la estandarización y sistematización de cualquiera de los procesos de compras, producción, almacenamiento, comercialización, transporte y distribución, o servicio posventa) y estandarización⁹ en un determinado año; en la segunda ($D_{CAL} = 0$), las empresas no cuentan con dicha herramienta en cualquiera de los años del periodo 2014-2019.

Asimismo, en el cuadro 2, se registran 45 variables que potencialmente pueden incidir en la productividad laboral de las empresas.¹⁰ Las nomenclaturas, definiciones y preguntas de las encuestas INEI-ENE (2023) de los indicadores de todos los cuadros se presentan en el cuadro A1 del anexo de cuadros. Entre las 45 variables se incluyen cuatro potenciales variables instrumentales cuyas características se definen en la metodología. Estas variables se miden de dos formas. En la primera, se usa una variable binaria que representa una característica de la empresa; y, en la segunda, una variable real que mide el porcentaje de firmas de un determinado CIU y año “t” que tienen la característica de la empresa de la variable binaria. Los CIU se desagregan en cinco sectores: agropecuario y pesca, minería, manufactura, construcción y comercio, y otros servicios. Para las ocho variables que resultan de las dos formas de medición de las cuatro variables instrumentales básicas, el tamaño de la muestra varía y se indica en la fuente del cuadro 2. Los valores de las variables instrumentales binarias representan el porcentaje de empresas que tiene o no la característica de dicha variable en cada periodo. Los valores de las variables instrumentales reales por CIU y año corresponden al promedio anual del porcentaje de empresas que dispone de la característica de su correspondiente variable instrumental binaria.

⁶ El trabajo usa dos encuestas, una para el periodo 2014-2017, que corresponde al periodo real de 2014-2017 aún cuando la etapa de publicación de las encuestas es de 2015-2018; la otra para el periodo 2014-2019, que también comprende el mismo periodo en términos reales. La encuesta de 2019 fue publicada el 2020, aunque los datos reales corresponden a 2019.

⁷ Detalles en el cuadro A2.

⁸ Detalles en el cuadro A1.

⁹ Las dos primeras herramientas para el periodo 2014-2019 y las tres herramientas para el periodo 2014-2017.

¹⁰ Syverson (2011) describe una lista de estos factores teóricos a través de los efectos sobre la productividad total factorial. Cabe señalar que teóricamente $PL_{it} = A \cdot F(k_{it})$, donde A es la productividad factorial total, k_{it} es el ratio capital-trabajo y PL_{it} es la productividad laboral.

Las cifras del cuadro indican una notoria diferenciación entre empresas que cuentan con, por lo menos, una herramienta de gestión de calidad ($DCAL = 1$) y aquellas que no disponen de dichas herramientas ($DCAL = 0$) en los dos periodos considerados. Así, las empresas que poseen herramientas de calidad son más productivas y grandes (en el empleo del número de trabajadores), en su mayoría exportan, tienen un alto valor del ratio capital-trabajo, trabajan con tecnología de punta ($DTEC_1$) y en tres turnos ($Dturn_2$).

Por otro lado, la composición muestral en términos del tamaño de las empresas, por número de trabajadores¹¹ del cuadro 2, también adiciona cuatro criterios en la definición de tamaño. El primer criterio sigue la definición de empresas de la Ley 30056 la cual facilita la inversión e impulsa el desarrollo productivo y el crecimiento empresarial. De acuerdo con esta ley, una microempresa tiene ventas anuales de hasta un monto máximo de 150 unidades impositivas tributarias (UIT); la pequeña empresa, superiores a 150 UIT y hasta 1700 UIT; la mediana empresa, mayores de 1700 UIT y hasta 2300 UIT; y las empresas grandes, superiores a 2300 UIT. En este segundo criterio, las micros y pequeñas empresas son agrupadas como "pequeñas" empresas; y en el segundo criterio, las medianas empresas engloban a las pequeñas y medianas empresas según el valor de ventas en UIT. En el tercer criterio, se toma tanto el tamaño en número de trabajadores como el valor de ventas en UIT. Bajo este criterio, pequeñas empresas son las micros y pequeñas según ventas y que posean menos de 21 trabajadores. En el cuarto criterio, que también considera el número de trabajadores y ventas, las pequeñas empresas se definen como aquellas con menos de 21 trabajadores, y las microempresas, en ventas. Para todos los criterios de tamaño de empresas, las de tamaño grande dominan relativamente la muestra en ambos periodos. Por último, en los dos periodos dominan relativamente las empresas manufactureras.

¹¹ De acuerdo con el tamaño en número de trabajadores, las empresas grandes tienen de 100 a más trabajadores ($L \geq 100$); las medianas, entre 21 y 99 trabajadores ($21 \leq L \leq 99$); y las pequeñas, menos de 21 trabajadores ($L < 21$).

Cuadro 2 Productividad laboral, indicadores de gestión de calidad y otros factores base de datos <i>pool</i> , 2014- 2017 y 2014-2019					
N.º	Variables	Periodo 2014-2017 <i>NT</i> = 1855; \bar{N} = 464		Periodo 2014-2019 <i>NT</i> = 3107; \bar{N} = 621	
		<i>D_{CAL}</i> = 1 <i>NT</i> = 1239; \bar{N} = 310	<i>D_{CAL}</i> = 0 <i>NT</i> = 616; \bar{N} = 154	<i>D_{CAL}</i> = 1 <i>NT</i> = 1557; \bar{N} = 311	<i>D_{CAL}</i> = 0 <i>NT</i> = 1550; \bar{N} = 310
1	<i>PL</i> (US dólar 2011 por trabajador)	92 877.27	49 300.07	101 626.83	64 875.77
2	<i>DCAL</i> ¹ (%)	66.79	33.21	50.11	49.89
3	<i>L</i>	494.93	123.06	523.19	145.38
4	<i>DLargefirm</i> (%)	57.22	10.03	31.35	14.55
5	<i>DMediumfirm</i> (%)	0.22	0.22	12.58	14.97
6	<i>DSmallfirm</i> (%)	7.14	25.18	6.18	20.37
7	<i>DLargefirm</i> (%) (criterio1)	53.58	11.11	37.27	21.95
8	<i>DMediumfirm</i> (%)(criterio 1)	3.50	1.24	2.74	3.28
9	<i>DSmallfirm</i> (%)(criterio 1)	9.70	20.86	10.11	24.65
10	<i>DLargefirm</i> (%) (criterio 2)	54.12	10.57	37.62	21.60
11	<i>DMediumfirm</i> (%)(criterio 2)	8.46	6.52	9.24	13.45
12	<i>DSmallfirm</i> (%)(criterio 2)	4.20	16.12	3.25	14.84
13	<i>DLargefirm</i> (%) (criterio 3)	55.32	9.57	41.89	18.29
14	<i>DMediumfirm</i> (%)(criterio 3)	2.55	0.93	2.54	2.82
15	<i>DSmallfirm</i> (%) (criterio 3)	5.40	26.23	7.15	27.32
16	<i>DLargefirm</i> (%) criterio 4)	55.29	9.09	42.80	18.52
17	<i>DMediumfirm</i> (%)(criterio 4)	6.86	3.35	7.02	8.84
18	<i>DSmallfirm</i> (%) (criterio 4)	4.10	21.31	3.37	19.46
19	<i>k</i> (US dólar 2011 por trabajador)	29 422.18	10 253.21	64 647.87	27 308.02
20	<i>DTEC</i> ₁ (%)	37.74	13.75	26.36	19.44
21	<i>DTEC</i> ₂ (%)	29.06	19.46	23.75	30.45
22	<i>DNET</i> (%)	67.26	32.74	50.34	49.66
23	<i>DFIN</i> (%)	67.39	32.61	50.48	49.52
24	<i>DTurn</i> ₁ (%)	29.22	23.23	22.37	33.89
25	<i>DTurn</i> ₂ (%)	37.57	9.97	27.74	16.00
26	<i>CINST</i>	74.43	69.79	72.81	69.00
27	<i>DCAP</i> (%)	77.05	22.95	59.59	40.41
28	<i>DX</i> (%)	85.23	14.77	69.34	30.66
29	<i>DCIF</i> (%)	62.00	38.00	46.41	53.59
30	<i>DCAL&DIF</i> (%) ¹	79.37	20.63	56.40	43.60

Cuadro 2					
Productividad laboral, indicadores de gestión de calidad y otros factores base de datos <i>pool</i> , 2014- 2017 y 2014-2019					
N.º	Variables	Periodo 2014-2017 NT = 1855; \bar{N} = 464		Periodo 2014-2019 NT = 3107; \bar{N} = 621	
		$D_{CAL} = 1$ NT = 1239; \bar{N} = 310	$D_{CAL} = 0$ NT = 616; \bar{N} = 154	$D_{CAL} = 1$ NT = 1557; \bar{N} = 311	$D_{CAL} = 0$ NT = 1550; \bar{N} = 310
31	$DCAL\&DIF\ CIIU_{agri\&pesca}(\%)^1$	1.42	0.14	1.54	1.57
32	$DCAL\&DIF\ CIIU_{minería}(\%)^1$	0.28	0.00	0.52	0.36
33	$DCAL\&DIF\ CIIU_{manufact.}(\%)^1$	66.43	17.35	43.66	51.88
34	$DCAL\&DIF\ CIIU_{const\&com.}(\%)^1$	9.10	2.13	11.61	10.38
35	$DCAL\&DIF\ CIIU_{otros_serv}(\%)^1$	2.13	1.00	2.61	2.38
36	$DCAL\&DIF\ CIIU_{total}(\%)^1$	71.22	28.78	58.72	41.28
37	$DMIL(\%)^2$	65.83	34.17	49.24	50.76
38	$DMIL\&CIIU_{agri\&pesca}(\%)^2$	1.44	1.43	1.99	1.53
39	$DMIL\&CIIU_{minería}(\%)^2$	0.65	0.00	0.56	0.54
40	$DMIL\&CIIU_{manufact.}(\%)^2$	44.82	47.68	43.99	45.90
41	$DMIL\&CIIU_{const\&com.}(\%)^2$	10.81	7.99	13.98	13.51
42	$DMIL\&CIIU_{otros_serv}(\%)^2$	1.92	2.23	3.09	3.10
43	$DMIL\&CIIU_{total}(\%)^2$	1.44	1.43	57.21	42.79
44	$DIMB(\%)^3$	67.63	32.37	48.89	51.11
45	$DIMB\&CIIU_{agri\&pesca}(\%)^3$	2.97	2.97	2.15	2.03
46	$DIMB\&CIIU_{minería}(\%)^3$	0.73	0.00	0.35	0.44
47	$DIMB\&CIIU_{manufact.}(\%)^3$	83.92	83.92	67.82	69.43
48	$DIMB\&CIIU_{const\&com.}(\%)^3$	14.89	14.89	13.51	13.18
49	$DIMB\&CIIU_{otros_serv}(\%)^3$	6.93	6.93	3.62	3.63
50	$DIMB\&CIIU_{total}(\%)^3$	63.83	36.17	45.10	54.90
51	$DOCD(\%)^4$	76.76	23.24	55.57	44.43
52	$DOCD\&CIIU_{agri\&pesca}(\%)^4$	1.79	1.78	2.14	1.80
53	$DOCD\&CIIU_{minería}(\%)^4$	0.65	0.00	0.56	0.54
54	$DOCD\&CIIU_{manufact.}(\%)^4$	67.70	51.01	65.96	55.81
55	$DOCD\&CIIU_{const\&com.}(\%)^4$	16.79	13.95	21.37	17.56
56	$DOCD\&CIIU_{otros_serv}(\%)^4$	3.60	2.59	4.76	4.20
57	$DOCD\&CIIU_{total}(\%)^4$	70.57	29.43	56.61	43.39

Fuente: INEI-ENE (2023). Cuadro A1. Elaboración propia.¹ La empresa usa norma técnica o certificación en sus procesos. Los coeficientes de correlación entre PL y D_{CAL} de los datos *pool* son 0.1611*** (2014-2017) y 0.1425*** (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y $D_{CAL\&DIF}$ de los datos *pool* son 0.0340 (2014-2017) y 0.0397* (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y $D_{CAL\&DIF\ CIIU}$ de los datos *pool* son -0.0431 (2014-2017) y -0.0498** (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y D_{MIL} de los datos *pool* son 0.0371 (2014-2017) y -0.0518** (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y $D_{MIL\&CIIU}$ de los datos *pool* son -0.0159 (2014-2017) y -0.0288 (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y D_{IMB} de los datos *pool* son 0.0513** (2014-2017) y 0.0573*** (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y $D_{IMB\&CIIU}$ de los datos *pool* son 0.0309 (2014-2017) y 0.0351 (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y D_{DOCD} de los datos *pool* son 0.1691*** (2014-2017) y 0.1452*** (periodo 2014-2019). Los coeficientes de correlación entre PL y $D_{DOCD\&CIIU}$ de los datos *pool* son 0.1244*** (2014-2017) y 0.1097*** (periodo 2014-2019).² La muestra para estas variables es 1855 para el periodo 2014-2017 y la muestra es de 2048 para el periodo de 2014-2019.³ La muestra para estas variables es 1855 para el periodo 2014-2017 y la muestra es de 2048 para el periodo de 2014-2019.⁴ La muestra para estas variables es 1855 para el periodo 2014-2017 y la muestra es de 2041 para el periodo de 2014-2019. ⁵ La muestra para estas variables es 1855 para el periodo 2014-2017 y la muestra es de 2048 para el periodo de 2014-2019. Significancia al 1% (***), al 5% (**) y al 10% (*).

Cuadro 3
Deciles de productividad laboral por variable de interés e instrumentos: *pool*

Decil	Rango-PL	\bar{PL}	$DCAL_{it}$ (%)	$DCALDIF_{it}^1$	$DCAL\&DIFCIU_{.it}^1$	$DMIL_{it}^2$	$DMIL\&CIU_{it}^2$	$DIMB_{it}^3$	$DIMB\&CIU_{.it}^3$	$DOCDg_{it}^4$	$DOCD\&CIU_{.it}^4$
1	0.00-60 151.44	28 287.77	5.65	6.26	36.37	9.27	32.67	9.32	50.54	6.71	37.18
2	6020.08-12 553.34	9263.37	6.13	6.12	39.67	7.81	35.79	9.92	56.33	6.45	44.19
3	12 701.03-20 922.24	16 811.41	8.15	9.10	39.51	8.61	37.27	10.04	57.41	8.29	46.02
4	20 928.67-30 911.45	25562.51	10.41	10.38	41.69	9.27	38.48	9.74	59.18	10.53	50.68
5	30 919.37-42 476.28	36077.21	10.01	12.80	43.00	9.93	40.75	10.16	65.81	10.99	54.14
6	42 501.11-55 594.67	48387.62	11.78	11.10	40.17	11.13	39.66	10.04	59.62	11.06	55.19
7	55 620.78-76 037.01	65308.82	11.22	11.81	37.70	11.92	37.55	10.34	60.56	11.19	50.43
6	760 38.55-109 188.3	92506.03	11.70	11.24	41.34	10.46	41.48	9.98	66.30	11.85	57.17
9	109 323.8-186 415.6	139011.40	11.62	10.10	46.37	11.13	41.67	10.10	67.79	11.32	56.74
10	187 146.5-2144163	349019.90	13.32	11.10	45.69	10.46	41.47	10.34	67.74	11.59	55.22

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. ¹ La muestra para estas variables es 1855. ² La muestra para estas variables es 1855. ³ La muestra para estas variables es 1756.

⁴ La muestra para estas variables es 1855.

Cuadro 4
Deciles de Productividad Laboral por Variable de Interés e Instrumentos: *Pool* 2014-2019

Decil	Rango-PL	\overline{PL}	$DCAL_{it}(\%)$	$DCALDIF_{it}^1$	$DCAL\&DIFCIU_{.it}^1$	$DMIL_{it}^2$	$DMIL\&CIU_{it}^2$	$DIMB_{it}^3$	$DIMB\&CIU_{.it}^3$	$DOCDg_{it}^4$	$DOCD\&CIU_{.it}^4$
1	0.00-6799.73	2974.91	6.55	6.64	36.66	9.07	32.37	9.46	43.23	6.95	42.96
2	6847.27-14956.82	10851.90	7.06	5.92	32.62	8.44	30.60	10.07	46.70	6.66	37.10
3	14966.28-23031.95	19014.98	8.35	9.42	38.03	8.06	37.27	9.68	56.22	8.84	50.97
4	23041.59-32491.46	27807.34	9.83	11.35	39.25	9.32	37.12	9.73	49.32	10.55	53.04
5	32513.95-43580.97	37872.38	10.34	12.44	41.82	9.45	38.03	10.18	52.92	10.78	55.48
6	43598.04-58648.09	50433.69	10.98	10.63	33.64	11.21	33.16	10.01	49.10	10.96	45.14
7	58650.00-78841.8	67739.35	10.34	11.23	35.20	11.96	34.08	10.34	49.05	11.08	47.70
6	78907.3-113119.9	94745.08	11.43	11.59	37.78	9.95	39.63	10.07	64.09	11.79	57.79
9	113230.3-200295	148833.10	11.37	9.66	43.68	11.71	39.92	10.07	65.41	11.14	57.55
10	200374.9-1922246	373358.50	13.74	11.11	41.97	10.83	38.28	10.40	66.25	11.26	56.20

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. ¹ La muestra para estas variables es 2048. ² La muestra para estas variables es 2048. ³ La muestra para estas variables es 2041.

⁴ La muestra para estas variables es 2048.

Los cuadros 3 y 4 evidencian otra característica de la variable de interés (*DCAL*) y de las variables instrumentales. En estos cuadros, la muestra en los dos periodos se divide en 10 deciles de la productividad laboral, donde las primeras dos columnas indican los rangos de esta variable y su promedio, respectivamente. En las siguientes columnas, se reporta el porcentaje de empresas que pertenece a cada decil y que satisface las características de las variables de interés y las instrumentales. Las cifras del cuadro señalan, para todas estas variables, una tendencia creciente de los porcentajes, a medida que se incrementa el rango y promedio del decil de productividad. Así, por ejemplo, para el decil más bajo de productividad, entre el 5.7 y 6.6% de la muestra de empresas del periodo 2014-2019, disponían de al menos una herramienta de calidad; mientras que, para el decil más alto, entre el 13.3 y 13.7% de la muestra de empresas en el mismo periodo, contaba con por lo menos una herramienta de calidad. El mismo patrón tienen las demás variables.

Si bien es cierto que las cifras de estos dos cuadros y las correlaciones entre las variables de interés y la productividad laboral¹² proveen indicios de una posible injerencia de las herramientas de gestión de calidad en la productividad de las empresas, también es probable que estas herramientas de gestión se “confundan” con otras variables y que, a través de estas otras, la injerencia se origine. Los trabajos del autor (Tello, 2021, 2020, 2017 y 2015) señalan que dos de los factores más importantes en la determinación de la productividad laboral de las empresas en el Perú son la intensidad del uso del capital relativo a la mano de obra y el tamaño (en términos del número de trabajadores) de las empresas. Si estas, al igual que la productividad laboral, establecieran, a su vez, el uso de las herramientas de gestión de calidad, estimaciones estándar que asuman que estas determinen la productividad laboral¹³ producirían estimadores sesgados de los coeficientes de estas herramientas. Los sesgos también ocurrirían si tanto la productividad laboral como las herramientas de calidad se afectan simultáneamente. La sección siguiente presenta una metodología que permite abordar el problema de las variables *confounding* (o de confusión en castellano)¹⁴ y de la endogeneidad de la variable de interés (*DCAL*), dadas las cifras de los cuadros 3 y 4 y las correlaciones con la productividad.

III. Metodología de evaluación

El punto de partida de la metodología que se implementa en el trabajo es la especificación [3.1]

$$[3.1] \quad PL_{it} = \beta \cdot DCAL_{it} + \vec{X}_{it}' \cdot \vec{\delta} + \varepsilon_{it}; i = 1, \dots, N; t = 2014 - 2019$$

Donde para cada empresa ‘i’ y periodo ‘t’, PL_{it} es (el logaritmo neperiano de) la productividad laboral, $DCAL_{it}$ es la variable de interés de uso de por lo menos una herramienta de gestión de calidad y \vec{X}_{it} es el vector de variables de control (incluyen potenciales variables *confounding*). En la sección anterior, se presentó indicios que la variable de interés esté asociada con el error estocástico, ε_{it} , y que no sea exógena por lo cual métodos estándar como mínimos cuadrados ordinarios, MCO, producirían estimadores sesgados de β de la variable de interés. Un segundo problema estadístico

¹² Detalladas en la fuente del cuadro 2.

¹³ Como en algunos de los trabajos citados en el cuadro 1.

¹⁴ Las *confounding* variables o variables de confusión son difíciles de medir y que afectan tanto a la supuesta variable de interés (X) como a la variable resultado (Y). Así, si Z es la variable confusa y si, $Y \leftarrow Z \rightarrow X$, entonces $X \rightarrow Y$. La estimación del modelo $Y = X\beta + \varepsilon$ produciría estimaciones sesgadas de β .

de usar MCO es la selección del número de variables de control, si este es corto o bajo también se producirían sesgos en la estimación y si este es alto o grande también se produciría errores de ‘*overfitting*’ (variables en excesos).¹⁵

El problema de endogeneidad o exogeneidad de una variable ha sido extensamente estudiada en la literatura y la solución estándar es la de variables instrumentales o mínimos cuadrados bi-etápicos (o TSLS, siglas en inglés). Sea Z_{it} la variable instrumental seleccionada, para que el estimador de β guarde consistencia con el método TSLS se requiere lo siguiente¹⁶:

$$[A3.1] \quad Cov(DCAL_{it}; Z_{it}) \neq 0; Cov(Z_{it}; \varepsilon_{it}) = 0$$

La expresión [A3.1] significa que el instrumento requiere estar correlacionado con la variable de interés y que, además, no esté asociado con el error estocástico de la especificación [3.1]. La sección anterior ha mostrado estadísticos de 4 potenciales instrumentos con dos formas de medición de cada instrumento.¹⁷ La consistencia del método TSLS será validada con la aplicación de tres pruebas estadísticas o tests. Los dos primeros son las pruebas de Stock y Yogo (2005), y de Lee, McCrary, Moreira, Porter (2022). En el primer caso, la hipótesis nula es que el instrumento sea débil para la variable de interés¹⁸; en el segundo caso, la hipótesis nula es que la variable de interés no sea relevante en la determinación de la productividad laboral condicionado a que el instrumento seleccionado no sea débil para la variable de interés.¹⁹ La tercera prueba de exogeneidad tiene dos formas, las de Wu (1974)-Hausman (1978) y la de Wooldridge (1995). En ambos casos, la hipótesis nula es que la variable de interés $DCAL_{it}$ sea exógena en la especificación [3.1].

Independientemente del problema de endogeneidad, la especificación [3.1] tiene aún los problemas de las *confounding* variables y el ‘*overfitting*’. Para reducir las implicancias estadísticas de estos problemas, el estudio implementa el método de MLC de *double/debiased machine learning*’ o DML propuesto por Belloni, Chernozhukov y Hansen (2014a, b) Chernozhukov, Chetverikov, Demirer, Duflo, Hansen, Newey y Robins (2018, 2017)²⁰; y Baiardi y Naghi (2020). Para ello el método utiliza las siguientes especificaciones:

$$[3.2] \quad PL_{it} = \beta \cdot DCAL_{it} + go(\vec{X}_{it}) + U_{it}; i = 1, \dots, N; t = 201 - 2019$$

$$[3.3] \quad DCAL_{it} = mo(\vec{X}_{it}) + V_{it}$$

El vector \vec{X}_{it} es el conjunto de covariables, incluyendo potenciales variables *confounding*. La nomenclatura de las variables es listada en el cuadro A1 del anexo. U_{it} , V_{it} y ε_{it} son los errores estocásticos de las tres especificaciones respectivamente. La metodología DML tiene los siguientes pasos:

Paso 1. División de la muestra. Luego del proceso de limpieza de la base de datos (INEI-ENE 2023) expuesto en el cuadro A2 del anexo, la muestra se divide en las dos características de la variable binaria $DCAL$: la primera es cuando la empresa usa al menos

¹⁵ En términos simples el problema de *overfitting* o sobreajuste de un modelo es una condición en la que un modelo estadístico comienza a describir el error aleatorio en los datos en lugar de las relaciones entre las variables. Este problema ocurre cuando el modelo es demasiado complejo. En el análisis de regresión, el sobreajuste puede producir valores de R-cuadrado, coeficientes de regresión y *p-values* engañosos.

¹⁶ Detalles en Lee, McCrary, Moreira, Porter (2022), Cunningham (2021) y Huntington-Klein (2022).

¹⁷ Una en forma binaria y la otra en porcentaje de empresas con la característica de la variable binaria por CIUU y año.

¹⁸ Ho: $Cov(DCAL_{it}; Z_{it}) = 0$.

¹⁹ Ho: $\beta = 0$.

²⁰ Los detalles técnicos del método se describen en estas dos contribuciones.

una herramienta de gestión de calidad²¹, $DCAL = 1$, durante el periodo de la muestra; y la segunda, cuando la empresa no utiliza herramientas de calidad durante el periodo ($DCAL = 0$). Los estadísticos descriptivos de estos grupos de empresas se muestran en el cuadro 2.

Paso 2. Grupos muestrales. Para mayor precisión de las estimaciones del método DML, se forman dos grupos muestrales, $K = 2$ y $K = 5$. Luego, se aplica el método DML a estos grupos, y el parámetro de interés de la variable de interés $DCAL$ es obtenido por el promedio de los estimados de los parámetros de la variable, lo cual es un estimador más robusto que los obtenidos con una sola partición de la muestra.²²

Paso 3 Estimaciones con el Método DML. El método DML y sus respectivos códigos de programación²³ se aplican a las especificaciones [3.2] y [3.3]. El método tiene dos etapas. En la primera etapa, se obtienen los estimadores *debiased* ML usando herramientas de ML, (por ejemplo, Lasso²⁴) de ambas ecuaciones y se estiman los respectivos errores \hat{V}_{it} y \hat{U}_{it} de las especificaciones [3.2] y [3.3]. Luego se realiza la regresión de \hat{U}_{it} (\hat{V}_{it}) la cual produce el estimador del parámetro de interés β . En la segunda etapa, para obtener estimadores más robustos, se desarrolla el siguiente procedimiento. Para cada par de muestras de los grupos establecidos en el paso anterior, se utiliza una de ellas, denominada grupo de muestra auxiliar, y se aplica la primera etapa del método DML, estimando \hat{g}_d , $\hat{\beta}'$, y \hat{m}_d . Luego, se estima el parámetro de interés $\hat{\beta}$ de la regresión \hat{U}_{it} (\hat{V}_{it}) con los estimados de esos errores obtenidos de la segunda muestra denominada principal. El estimador del parámetro $\hat{\beta}$ de la variable de interés se obtiene del promedio de los estimadores $\hat{\beta}$ de cada par de los K grupos.

Paso 4 Estimaciones del Método DML con variables Instrumentales.

Los códigos de programación del método DML también admiten estimaciones con variables instrumentales. En la sección anterior, se presenta los indicadores de cuatro variables instrumentales, cada una medida de dos formas, la binaria y en porcentajes de empresas por CIIU y año que poseen la característica de la variable binaria. Las definiciones de estas ocho variables instrumentales se describen en el cuadro A1 del anexo.

El estudio termina la metodología de evaluación realizando un análisis de robustez con métodos alternativos. Para ello, se aplican los siguientes métodos: i) MCO de la especificación para todas las variables, la de interés y las instrumentales; PSM para todas las variables; y iii) las regresiones regularizadas, RR de Lasso.²⁵

²¹ Las herramientas de gestión de calidad difieren entre periodos. En el primer periodo 2014-2017, se dispone de dos herramientas, normas técnicas y certificaciones; y, en el segundo periodo 2014-2019, de tres herramientas, normas técnicas, certificaciones y estandarización.

²² Detalles en Baiardi y Naghi (2020) página 9.

²³ Códigos DML (2022) y DML (2022).

²⁴ Ahrens, Hansen y Schaffer (2019), y códigos PDLASSO (2022).

²⁵ Estas son regresiones con herramientas ML que restringen/regulan o reducen las estimaciones de los coeficientes de ciertas variables de control a cero, evitando así el riesgo del sobreajuste. Nagpal (2017) ofrece una breve y simple descripción de regresiones regularizadas.

IV. Estimaciones y resultados

Desde la perspectiva teórica, Manjon y Mañez (2016) argumentan que las empresas toman decisiones dinámicas sobre un conjunto de factores, que influyen en el presente y en el futuro de sus rentabilidades, además de decisiones temporales sobre otro conjunto de factores que no necesariamente influyen en dichas rentabilidades. El número de trabajadores, así como las decisiones de inversión, son factores que repercutirán en el flujo de sus rentabilidades en el tiempo. Los gastos en materiales y de energía no los influirán. En consecuencia, la definición de empresas por número de trabajadores tendrá incidencia sobre las rentabilidades y, por ende, sobre las productividades de las empresas. Caso contrario ocurre con la definición del tamaño de las empresas por ventas. En esencia, estas variables pueden convertirse en variables endógenas que impactarán en el resultado de las estimaciones. En consecuencia, las estimaciones que se presentan en el trabajo corresponden a los tres primeros criterios de definición de tamaño de empresas: el basado en el número de trabajadores y los dos primeros criterios basados en ventas. Los resultados de las estimaciones con los dos últimos criterios que combinan el tamaño en número de trabajadores y ventas, por un lado, reducen el tamaño de la muestra; y, por otro lado, no producen resultados robustos estadísticamente. Por los argumentos teóricos señalados, los resultados más robustos estadísticamente son los que definen el tamaño de las empresas por el número de trabajadores.

IV.1 Regresiones MCO

Los análisis econométricos tradicionales o estándar se basan en el MCO. Sin embargo, para que este método produzca inferencias causales, es necesario que las variables de interés ($DCAL_{it}$ y de control (X_{it}) en la especificación [3.1] sean variables exógenas. Por los argumentos teóricos formulados en las secciones anteriores y por los resultados de las pruebas estadísticas de la sección siguiente IV.2, se verifica que el método no produce dichas inferencias causales; en consecuencia, se deben usar otros métodos, como los descritos en la metodología y en la sección IV.4.

En los cuadros del A3 al A8 del anexo, se muestran las deficiencias de las estimaciones estándar por MCO de la ecuación de productividad laboral [3.1]²⁶, donde el coeficiente de la variable interés $DCAL_{it}$ varía en signo y significancia estadística de acuerdo con la definición del tamaño de la empresa, y consecuentemente no produce inferencias causales.

Las cifras de los cuadros con respecto a la variable de interés y sus potenciales instrumentos revelan con claridad que los resultados de los criterios 1 y 2 (a base de ventas) no son estadísticamente confiables, tanto en signo como en la significancia estadística de los coeficientes de dichas variables. Contrariamente, los coeficientes estimados por MCO de la variable de interés y sus potenciales instrumentos en la definición de tamaño por el número de trabajadores son positivos y la mayoría estadísticamente significativa en las muestras de los dos periodos.²⁷

Independientemente del criterio de tamaño de empresa, otros factores también incidieron positivamente sobre la productividad y de manera robusta. Estos son el ratio capital-trabajo (lnk y DC)²⁸, las empresas que exportan (DX), el uso de tecnología de punta

²⁶ La variable dependiente de la productividad y el ratio capital trabajo están transformados en logaritmo neperiano.

²⁷ Para ambos periodos, solo el coeficiente de la variable instrumental, de que la empresa percibe con diferenciación y calidad en los productos puede competir ($DCALDIF$), no es estadísticamente significativo. Todos los demás coeficientes de las variables (la de interés y el resto de las variables instrumentales) son estadísticamente significativos e inciden positivamente sobre la productividad de las empresas.

²⁸ DC es una variable binaria que toma el valor de uno si no existe información del ratio de capital-trabajo, y cero de otra manera. Si esta variable es

($DTEC_1$), el tamaño de las empresas (grandes y medianas) y, en menor medida, empresas con operaciones de dos o más turnos ($DTurn_2$). Los coeficientes de los demás factores no tienen robustez estadística en ambos periodos.

IV.2 Pruebas de exogeneidad con diferentes instrumentos

Dados los argumentos teóricos de endogeneidad de la variable de interés $DCAL_{it}$, que evita inferencias causales si se usa el método MCO, las cifras de los cuadros del A9 al A11 muestran los estadísticos de las pruebas sobre la endogeneidad/exogeneidad de la variable de interés y la idoneidad de las ocho variables instrumentales seleccionadas. Las cifras indican que, para todos los criterios de definición del tamaño de las empresas, las pruebas de idoneidad de las variables instrumentales señalan que solo las características de orden de compra digital por parte de las empresas en sus dos medidas ($DOCDg$ y $DOCDg&CIU$) resultaron variables instrumentales idóneas para la variable de interés en ambos periodos. En adición, las pruebas de exogeneidad validan la hipótesis de que la variable de interés $DCAL_{it}$ es endógena en la ecuación [3.1].

IV.3 Estimaciones de regresiones bietápicas (TSLs)

Dados los resultados de las pruebas de endogeneidad y de idoneidad de los instrumentos de calidad asociados a la variable de interés ($DCAL_{it}$), se supone que el método de variables instrumentales o regresiones de TSLs producen inferencias causales. Sin embargo, por la posible existencia de variables *confounding* y la probabilidad de introducir una extensa lista de variables de control (X_{it}), la inferencia causal de la variable de interés aun no es viable con el método TSLs. Los resultados estadísticos que, continuación se presentan evidencian esta posibilidad.

En los cuadros del A12 al A17, se presentan los coeficientes del método TSLs para cada una de las variables instrumentales. En líneas generales, los resultados son menos robustos estadísticamente que los coeficientes del método MCO. Sin embargo, para las variables instrumentales idóneas de acuerdo con las pruebas de los cuadros del A9 al A11 ($DOCDg$ y $DOCDg&CIU$), los resultados son estadísticamente mejores, particularmente para el segundo periodo 2014-2019. Así, las variables instrumentales tienen efectos positivos y estadísticamente significativos sobre la productividad laboral. De igual manera, los coeficientes de las variables de tamaño de la empresa, del ratio capital-trabajo y de la propensión a exportar de las empresas son estadísticamente significativas; y aparentemente estas variables inciden en la productividad laboral de las empresas.

IV.4 Resultados del método DML y alternativos

Las deficiencias en inferencias causales que producen los métodos MCO y TSLs son reducidas con el método DML. Este introduce métodos de ML, combinados con un óptimo número de variables de control (regresiones regularizadas) que reducen las deficiencias de los métodos señalados y pueden sustentar inferencias causales. Los resultados que se presentan aquí validan esta afirmación.

La idea intuitiva del método DML es la siguiente: en la medida en que se aumenta el número de variables de control X_{it} en las ecuaciones [3.2] y [3.3], podemos reducir el efecto de las variables confusas. Por otro lado, el número de variables de control X_{it} se reduce a través de regresiones regularizadas de Lasso.²⁹ Cuando se aplican estas

uno, entonces $\ln k = 0$.

²⁹ En inglés *least absolute shrinkage and selection operator*, 'operador de selección y de menor reducción absoluta', en castellano.

técnicas a [3.2] y [3.3], los errores estimados correspondientes \hat{U}_{it} y \hat{V}_{it} se interpretan como la productividad y el instrumento de gestión de calidad netos de las variables de control y por consiguiente la regresión de $\hat{U}_{it}(\hat{V}_{it})$ mide el efecto neto de la herramienta de gestión de calidad ($DCAL_{it}$) sobre la productividad laboral de la empresa (PL_{it}).

Las estimaciones DML de los efectos de la variable de interés y sus instrumentos sobre la productividad laboral se presentan en los cuadros del 5 al 7. Las cifras señalan, por un lado, que existe una 'inferencia causal' de las variables instrumentales idóneas ($DOCDg$ y/o $DOCDg\&CIU$) de la variable de interés $DCAL$ sobre la productividad laboral de las empresas. Esta conclusión es robusta estadísticamente. De otro lado, las empresas que usan por lo menos una herramienta de gestión de calidad tienen una productividad laboral mayor en el rango entre 33% y 39% que las empresas que no utilizan estas herramientas de gestión de calidad³⁰ en los dos periodos de análisis.

Los dos métodos alternativos PMS y regresiones regularizadas Lasso (RR) sirven solo de complemento al método DML. Estos evidencian la deficiencia estadística de usar a las ventas como criterio para definir el tamaño de la empresa para un análisis inferencial de causalidad entre la productividad laboral de las empresas y los instrumentos de gestión de calidad.

Consistente con las cifras de los cuadros anteriores, los resultados de aplicar los métodos alternativos del PMS y regresiones regularizadas (descritos en los cuadros del 5 al 7) son menos robustos con la definición de tamaño de empresas basada en ventas (criterios 1 y 2) que los resultados obtenidos con la definición de empresas basada en número de trabajadores.

³⁰ Cifras de acuerdo con el método PMS usando la definición de tamaño de la empresa por número de trabajadores.

Cuadro 5				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
DML-IV				
<i>DCAL</i>	0.266*** (0.086)	0.272*** (0.087)	0.228*** (0.064)	0.240*** (0.064)
<i>IV – DCALDIF</i>	0.0273 (2.219)	-0.0309 (1.997)	-0.209 (4.881)	0.915 (3.927)
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>	-3.802* (1.970)	-3.698* (1.948)	-10.79 (16.01)	-8.877 (10.86)
<i>IV – DMIL</i>	-2.965 (2.272)	-2.800 (2.227)	-14.98 (27.63)	-13.31 (25.67)
<i>IV – DMIL&CIU</i>	-12.51 (10.91)	-15.53 (15.64)	3.916 (2.479)	5.096 (3.193)
<i>IV – DIMB</i>	-3.488 (3.812)	-3.952 (4.411)	-7.621 (13.49)	-9.671 (21.17)
<i>IV – DIMB&CIU</i>	-6.219** (2.896)	-6.443** (2.884)	11.59 (8.937)	13.34 (11.70)
<i>IV – DOCDg</i>	1.631** (0.729)	1.981** (0.884)	2.771*** (0.914)	2.688*** (0.936)
<i>IV – DOCDg&CIU</i>	5.716*** (1.585)	6.315*** (1.806)	4.700*** (1.272)	4.928*** (1.403)
RR-LASSO (K = 1)				
<i>DCAL</i>	0.285*** (0.091)		0.282*** (0.065)	
<i>DCALDIF</i>	0.0177 (0.0753)		0.00679 (0.0712)	
<i>DCALDIF&CIU</i>	0.00501** (0.00219)		0.360* (0.202)	
<i>DMIL</i>	0.0982 (0.0663)		0.128** (0.0652)	
<i>DMIL&CIU</i>	0.00838*** (0.00282)		0.697*** (0.257)	
<i>DIMB</i>	0.144 (0.121)		0.151 (0.113)	
<i>DIMB&CIU</i>	0.00459*** (0.00160)		0.467*** (0.147)	
<i>DOCD</i>	0.350*** (0.120)		0.435*** (0.120)	
<i>DOCD&CIU</i>	0.0111*** (0.00210)		1.087*** (0.197)	
<i>IV – DCALDIF</i>	0.429 (1.624)		ND	
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>	-2.883* (1.563)		ND	
<i>IV – DMIL</i>	ND		ND	
<i>IV – DMIL&CIU</i>	ND		ND	
<i>IV – DIMB</i>	ND		ND	
<i>IV – DIMB&CIU</i>	-6.282** (2.856)		ND	
<i>IV – DOCD</i>	1.959*** (0.741)		2.810*** (0.937)	
<i>IV – DOCD&CIU</i>	6.714*** (2.085)		4.679*** (1.341)	
PMS (K=1)				
<i>DCAL</i>	37 629.1*** (11 608.68)		37 055.89*** (6689.945)	

Cuadro 5				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
<i>DCALDIF</i>	-3885 (8682)		10,307 (10119)	
<i>DMIL</i>	-602.8 (12114)		-6,090 (8114)	
<i>DIMB</i>	8,506 (11,797)		20095*** (7369)	
<i>DOCDg</i>	21826** (10585)		27403** (11450)	

Fuente: INEI-ENE (2023), cuadro A1. Elaboración propia. K = 1 para las estimaciones de PMS, Lasso y de Lasso-IV. ND: no disponible.

Cuadro 6 (criterio 1)				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
DML-IV				
<i>DCAL</i>	-0.0234 (0.0986)	-0.0353 (0.0993)	0.0197 (0.0608)	0.0272 (0.0603)
<i>IV – DCALDIF</i>	-1.502 (1.090)	-1.450 (1.187)	-4.715 (3.431)	-4.335 (3.239)
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>	-2.464*** (0.878)	-2.275*** (0.861)	-5.609** (2.582)	-5.695** (2.737)
<i>IV – DMIL</i>	-2.670 (1.899)	-2.890 (1.917)	-8.751 (10.64)	-7.404 (7.481)
<i>IV – DMIL&CIU</i>	-3.989** (1.762)	-3.656** (1.664)	17.26 (27.70)	14.61 (20.99)
<i>IV – DIMB</i>	-1.833 (3.769)	-1.382 (3.399)	-4.439 (11.47)	-4.724 (11.97)
<i>IV – DIMB&CIU</i>	-3.268*** (1.130)	-3.151*** (1.082)	-62.39 (238.8)	-53.97 (175.8)
<i>IV – DOCDg</i>	-0.398 (0.613)	-0.323 (0.589)	-0.799 (0.616)	-0.814 (0.654)
<i>IV – DOCDg&CIU</i>	6.878** (3.175)	6.440** (2.912)	3.590*** (1.315)	3.820*** (1.431)
RR-LASSO (K = 1)				
<i>DCAL</i>		-0.0315 (0.102)		0.0475 (0.0613)
<i>DCALDIF</i>		-0.0796 (0.0785)		-0.163** (0.0757)
<i>DCALDIF&CIU</i>		0.00647*** (0.00228)		0.00672*** (0.00210)
<i>DMIL</i>		0.135** (0.0623)		0.158*** (0.0606)
<i>DMIL&CIU</i>		0.00700** (0.00280)		0.00707*** (0.00253)
<i>DIMB</i>		0.0506 (0.112)		0.0669 (0.101)
<i>DIMB&CIU</i>		0.00510*** (0.00150)		0.00584*** (0.00139)
<i>DOCD</i>		-0.0692 (0.123)		-0.119 (0.120)
<i>DOCD&CIU</i>		0.00732*** (0.00185)		0.00696*** (0.00173)
<i>IV – DCALDIF</i>		-1.429 (1.177)		ND
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>		-2.191*** (0.816)		ND
<i>IV – DMIL</i>		ND		ND
<i>IV – DMIL&CIU</i>		-3.325** (1.476)		ND
<i>IV – DIMB</i>		ND		ND
<i>IV – DIMB&CIU</i>		-3.293*** (1.110)		ND
<i>IV – DOCD</i>		-0.315 (0.490)		-0.649 (0.649)
<i>IV – DOCD&CIU</i>		7.053** (3.308)		3.578*** (1.275)
PMS (K = 1)				
<i>DCAL</i>	0.0168		0.0584	

Cuadro 6 (criterio 1)				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
	(0.107)		(0.0842)	
<i>DCALDIF</i>	0.00838 (0.0960)		-0.0831 (0.0964)	
<i>DMIL</i>	0.0580 (0.0818)		0.154** (0.0745)	
<i>DIMB</i>	0.0105 (0.129)		0.0629 (0.129)	
<i>DOCDg</i>	-0.130 (0.123)		-0.300** (0.147)	

Fuente: INEI-ENE (2023), cuadro A1. Elaboración propia. K = 1 para las estimaciones de PMS, Lasso y de Lasso-IV. ND: no disponible.

Cuadro 7 (criterio 2)				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
DML-IV				
<i>DCAL</i>	-0.322*** (0.0930)	-0.339*** (0.0949)	-0.150*** (0.0577)	-0.145** (0.0573)
<i>IV – DCALDIF</i>	-5.252** (2.344)	-5.306** (2.539)	-10.68 (8.860)	-9.812 (7.683)
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>	-5.203*** (1.354)	-4.905*** (1.276)	-13.83* (7.884)	-13.90* (7.947)
<i>IV – DMIL</i>	-2.189 (1.431)	-2.366 (1.454)	-7.668 (7.329)	-8.442 (8.969)
<i>IV – DMIL&CIU</i>	-7.293*** (2.737)	-6.595*** (2.381)	13.19 (10.80)	14.21 (12.42)
<i>IV – DIMB</i>	0.317 (2.213)	0.472 (2.295)	-1.219 (5.523)	-1.077 (4.841)
<i>IV – DIMB&CIU</i>	-4.383*** (1.232)	-4.078*** (1.113)	71.82 (248.0)	6,486 -1957000.00
<i>IV – DOCDg</i>	-4.068*** (1.068)	-3.948*** (1.039)	-4.460*** (1.012)	-4.596*** (1.097)
<i>IV – DOCDg&CIU</i>	6.085* (3.412)	5.870* (3.354)	3.027** (1.205)	3.357** (1.365)
RR-LASSO (K = 1)				
<i>DCAL</i>		-0.333*** (0.0964)		-0.119** (0.0574)
<i>DCALDIF</i>		-0.239*** (0.0773)		-0.282*** (0.0739)
<i>DCALDIF&CIU</i>		0.0118*** (0.00228)		0.0125*** (0.00215)
<i>DMIL</i>		0.0998* (0.0559)		0.154*** (0.0548)
<i>DMIL&CIU</i>		0.0108*** (0.00266)		0.0115*** (0.00246)
<i>DIMB</i>		-0.0185 (0.0999)		-0.00663 (0.0927)
<i>DIMB&CIU</i>		0.00661*** (0.00142)		0.00758*** (0.00133)
<i>DOCD</i>		-0.779*** (0.149)		-0.850*** (0.148)
<i>DOCD&CIU</i>		0.00543*** (0.00159)		0.00577*** (0.00150)
<i>IV – DCALDIF</i>		-5.251** (2.595)		ND
<i>IV – DCALDIF&CIU</i>		-4.720*** (1.190)		ND
<i>IV – DMIL</i>		ND		ND
<i>IV – DMIL&CIU</i>		-6.381*** (2.197)		ND
<i>IV – DIMB</i>		ND		ND
<i>IV – DIMB&CIU</i>		-4.210*** (1.152)		ND
<i>IV – DOCD</i>		-3.945*** (0.929)		-5.174*** (1.199)
<i>IV – DOCD&CIU</i>		6.323* (3.802)		3.003*** (1.143)
PMS (K = 1)				
<i>DCAL</i>	-0.318***		-0.112	

Cuadro 7 (criterio 2)				
Estimaciones DML, RR y PMS: <i>pool</i> 2014-2019				
Variables	2014-2017		2014-2019	
	K = 2	K = 5	K = 2	K = 5
	(0.103)		(0.0827)	
<i>DCALDIF</i>	-0.257*** (0.0815)		-0.253*** (0.0818)	
<i>DMIL</i>	0.0587 (0.0768)		0.105 (0.0708)	
<i>DIMB</i>	-0.0791 (0.112)		0.00212 (0.111)	
<i>DOCDg</i>	-0.285** (0.122)		-0.471*** (0.133)	

Fuente: INEI-ENE (2023), cuadro A1. Elaboración propia. K = 1 para las estimaciones de PMS, Lasso y de Lasso-IV. ND: no disponible.

V. Conclusiones y recomendaciones

Este trabajo utiliza técnicas modernas para determinar la inferencia causal del uso de las herramientas de gestión de calidad sobre las empresas peruanas en el periodo 2014-2019. La base de datos proviene de la Encuesta Nacional de Empresas del INEI del periodo 2015-2020³¹ (INEI-ENE, 2023). Los resultados que a continuación se detallan están sujetos a las limitaciones de estas encuestas. Por un lado, del total de empresas encuestadas para todas las regiones y los sectores³², luego del proceso de limpieza, la muestra se redujo en por lo menos el 75% del tamaño original de cada encuesta. Más aún, cerca del 75% de las empresas de la muestra reducida son medianas o grandes, dominando las empresas grandes en cerca del 50% del total de la muestra. Esto sugiere que los resultados tienen una mayor aplicabilidad a las empresas grandes (y en menor medida a las medianas) que a las pequeñas. Una segunda limitación de la base de datos es que, en muchas encuestas, no existe información sobre los aspectos productivos como el ratio capital-trabajo, lo cual limita los resultados obtenidos.

*Una mejora drástica de las encuestas que contengan aspectos productivos y que recojan más información sobre las empresas pequeñas se propone como **primera recomendación de política**.*

Luego de la batería de métodos y pruebas estadísticas implementadas, la conclusión más robusta para los dos periodos considerados, particularmente para la definición del tamaño de las empresas por el número de trabajadores, es que las herramientas de gestión de calidad incrementan la productividad laboral de las empresas, especialmente para las empresas medianas y grandes y del sector manufacturero, las cuales dominan en la muestra utilizada.

Teóricamente, existe una serie de mecanismos mediante los cuales los instrumentos de gestión de calidad pueden mejorar la productividad laboral de las empresas. Entre los más relevantes, figuran el incremento establecimiento de reputación del producto por los consumidores, lo cual aumenta o sostiene las ventas de la empresa³³; la reducción de los costos de producción debido a que las herramientas de gestión de calidad pueden

³¹ Corresponde a los años del 2014 a 2017 y 2019.

³² Varían entre 13 330 y 19 204 empresas.

³³ Detalles en <<https://www.indeed.com/career-advice>>.

producir productos menos defectuosos y con menos demoras en el proceso de producción; y el hecho de que la calidad reduce la reelaboración de los productos y acrecienta la productividad.³⁴

Este resultado origina una **segunda recomendación de política pública**, que los *entes de gestión de calidad requieren enfocarse en las empresas grandes y medianas, particularmente de manufactura, para tener una incidencia positiva en su productividad laboral*, sobre todo en las que aún no se orientan al mercado externo.

Los resultados econométricos son consistentes con resultados de otros estudios³⁵ del sector manufacturero, también señalan que el ratio capital-trabajo y la propensión a exportar son factores que influyen en la productividad laboral de las empresas. Este resultado origina la **tercera recomendación de política pública**. Muy aparte de las herramientas de gestión de calidad, *las autoridades deben apoyar la modernización de las empresas en términos de capital y de orientación de sus productos hacia el mercado externo*. Es posible que las empresas pequeñas, de baja productividad, necesiten estos incentivos con mayor preponderancia.

³⁴ Detalles en Harrington (1991).

³⁵ Por ejemplo, Tello (2021, 2020, 2017 y 2015).



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad



Anexo de cuadros

Cuadro A1
Definición de las variables tomadas de preguntas específicas de la encuesta INEI-ENE
(2023). Periodo 2014-2019

1. *PL* (US\$ 2011): $ventas_productos/(L*deflactor*tc)$

Ventas netas de productos (información obtenida de la pregunta "¿Cuáles fueron los ingresos que obtuvo su empresa en cada año de la encuesta?")

2. *DCAL*: Dummy de calidad

Para el periodo 2014-2019

Se formó a partir de dos instrumentos de calidad: norma técnica (la variable toma valor de 1 si la empresa implementó normas técnicas para la estandarización y sistematización de, por lo menos, uno de sus procesos-compras, producción, almacenamiento, comercialización, transporte y distribución o servicio posventa en el año de la encuesta) o certificación (la variable toma el valor de 1 si la empresa contó al menos con una certificación [gestión de calidad, ISO 9001, 9001 y 9004; gestión ambiental, ISO 14000, 14001 y 14004; gestión de seguridad informática, ISO 27001; gestión de inocuidad de los alimentos, ISO 22000; gestión de seguridad ocupacional, ISO 18000; gestión de responsabilidad social, ISO 26000; seguridad y salud en el trabajo, ISO 45000 y 45001, otro en el año de la encuesta]).

Para el periodo 2014-2017

Se formó a partir de tres instrumentos de calidad. Las dos anteriores (normas técnicas y certificación) y proceso de estandarización (la variable toma valor de 1 si por lo menos uno de los procesos-compras de la empresa, producción, almacenamiento, comercialización, transporte y distribución o servicio posventa estuvo estandarizado en el año de la encuesta). En este caso, el valor de uno es si la empresa usó cualquiera de estas tres herramientas de gestión de calidad.

3. *L*: Número de trabajadores

En promedio, durante el año, ¿cuántas personas trabajaban en la empresa?
Considera:

1. Ejecutivos (presidente de directorio, gerente, subgerente, directores)
2. Empleados permanentes (mayor o igual a un año)
3. Obreros permanentes (contrato mayor o igual a un año)
4. Empleados eventuales (menor a un año)
5. Obreros eventuales (menor a un año)
6. Propietario (empleador o patrono)
7. Familiares no remunerados
8. Practicante o modalidades formativas
9. Personal de servicios por honorarios
10. Comisionistas

4. *Dlargefirm*: Dummy = 1 si el tamaño de la empresa es grande; 0, caso contrario. La empresa es grande si tiene más de 100 trabajadores ($L > 100$).

5. *Dmediumfirm*: Dummy = 1 si el tamaño de la empresa es mediano; 0, caso contrario. La empresa es mediana si la cantidad de trabajadores se encuentra entre 20 y 100 ($L \geq 20$ y $L \leq 100$).

Cuadro A1 Definición de las variables tomadas de preguntas específicas de la encuesta INEI-ENE (2023). Periodo 2014-2019
<p>6. <i>Dsmallfirm</i>: Dummy = 1 si el tamaño de la empresa es grande; 0, caso contrario. La empresa es pequeña si el número de trabajadores es menos de 20 ($L < 20$).</p> <p>7. <i>k</i> (US\$ 2011): Ratio capital trabajo = $\text{tot_saldo} / (L * \text{deflactor} * \text{tc})$</p> <p>Resumen del movimiento del activo fijo: Total Saldos finales del año. Activos: Terrenos o edificaciones, maquinaria, equipo, muebles, herramientas, intangibles y otros (en todas las encuestas, excepto la de 2014)</p> <p>8. <i>DTEC₁</i>: Dummy = 1 si el tipo de tecnología utilizado en el proceso de producción de la empresa es tecnología de punta (equipos semiautomatizados, equipos automáticos y equipos de control numérico computarizado).</p> <p>9. <i>DTEC₂</i>: Dummy = 1 si el tipo de tecnología utilizada en el proceso de producción de la empresa es tecnología manual (herramientas manuales, máquinas y herramientas mecánicas).</p> <p>10. <i>DNET</i>: Dummy = 1 si la empresa contó con servicio de internet.</p> <p>11. <i>DFIN</i>: Dummy = 1 si la empresa contó con un instrumento financiero de crédito para capital de trabajo.</p> <p>12. <i>DTurn₁</i>: Dummy=1 si la empresa contó con solo un turno de trabajo.</p> <p>13. <i>DTurn₂</i>: Dummy=1 si la empresa contó con dos o tres turnos de trabajo.</p> <p>14. <i>CINST</i>: Porcentaje de la capacidad instalada que utilizó su empresa en el año.</p> <p>15. <i>DCAP</i>: Dummy = 1 si los trabajadores recibieron alguna capacitación.</p> <p>16. <i>DX</i>: Dummy = 1 si la empresa realizó exportaciones.</p> <p>17. <i>DCIF</i>: Dummy = 1 si para el principal producto de la empresa existe en el mercado competencia informal.</p> <p>Variables instrumentales</p> <p>18. <i>DCAL&DIF</i>: Dummy = 1 si como parte de las estrategias de competencia de su empresa los factores relevantes para su posicionamiento en el mercado fueron la calidad del producto o servicio, y el grado de diferenciación del producto o servicio respecto a los de las otras empresas.</p> <p>Dcal&Dif por CIU por año se agrupó en cinco sectores:</p> <p>19. <i>DCAL&DIFCIU_{agri&pesca}</i>(%): Agricultura y pesca</p> <p>20. <i>DCAL&DIFCIU_{mineria}</i>(%): Minería</p> <p>21. <i>DCAL&DIFCIU_{manufact.}</i>(%): Manufactura</p> <p>22. <i>DCAL&DIFCIU_{const&com.}</i>(%): Construcción y comercio</p> <p>23. <i>DCAL&DIFCIU_{otros_serv}</i>(%): Otros servicios</p> <p>24. <i>DCAL&DIFCIU_{total}</i>(%)</p> <p>25. <i>DMIL</i>: Dummy = 1 si el mercado principal en el que la empresa vendió su producto es el mercado nacional o internacional.</p>

Cuadro A1 Definición de las variables tomadas de preguntas específicas de la encuesta INEI-ENE (2023). Periodo 2014-2019
<p>DMIL por CIUU se agrupó en cinco sectores:</p> <p>26. $DMIL \& CIUU_{agri\&pesca}(\%)$: Agricultura y pesca</p> <p>27. $DMIL \& CIUU_{minería}(\%)$: Minería</p> <p>28. $DMIL \& CIUU_{manufact.}(\%)$: Manufactura</p> <p>29. $DMIL \& CIUU_{const\&com.}(\%)$: Construcción y comercio</p> <p>30. $DMIL \& CIUU(\%)$: Otros servicios</p> <p>31. $DMIL \& CIUU_{total}(\%)$</p> <p>32. <i>DIMB</i>: Dummy = 1 si la actividad que realiza su empresa es desarrollada en un espacio exclusivo (independiente).</p> <p>DIMB por CIUU se agrupó en cinco sectores:</p> <p>33. $DIMB \& CIUU_{agri\&pesca}(\%)$: Agricultura y pesca</p> <p>34. $DIMB \& CIUU_{minería}(\%)$: Minería</p> <p>35. $DIMB \& CIUU_{manufact.}(\%)$: Manufactura</p> <p>36. $DIMB \& CIUU_{const\&com.}(\%)$: Construcción y comercio</p> <p>37. $DIMB \& CIUU(\%)$: Otros servicios</p> <p>38. $DIMB \& CIUU_{total}(\%)$</p> <p>39. <i>DOCDG</i>: Dummy = 1 si el tipo de registro que utiliza para las órdenes de compra o pedidos son digitales (programa informático [Excel y Access], sistema o software de gestión [SAP, Oracle, otro]).</p> <p>DOCDG por CIUU se agrupó en cinco sectores:</p> <p>40. $DOCDg \& CIUU_{agri\&pesca}(\%)$: Agricultura y pesca</p> <p>41. $DOCDg \& CIUU_{minería}(\%)$: Minería</p> <p>42. $DOCDg \& CIUU_{manufact.}(\%)$: Manufactura</p> <p>43. $DOCDg \& CIUU_{const\&com.}(\%)$: Construcción y comercio</p> <p>44. $DOCDg \& CIUU(\%)$: Otros servicios</p> <p>45. $DOCDg \& CIUU_{total}(\%)$</p> <p>46. <i>DC</i>: Dummy = 1 si el logaritmo neperiano del ratio capital es igual a 0.</p>

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia.

Cuadro A2
Metodología de limpieza de la base de datos 2014-2019

Fase 1

- i) Eliminación de las empresas que tienen productividad laboral valor cero o que no tienen información.
- ii) Eliminación de las empresas que no tienen información de *DCAL*.
- iii) Eliminación de las empresas que no cuentan con información de *DTEC₁*, *DTurn₂*, *DNET*, *DFIN*, *DCAP*, *DCIF*, *DX* y *CINST*.
- iv) Eliminación de empresas que cumplan la siguiente condición:

$$PL_{it} \geq \overline{PL} + 2. \sigma_{PL}$$

- v) Creación de $DC_{it} = 1$; si *k* es cero o no existe información. Los valores de *k* = 0 se convierten en $\ln k = 0$.
- vi) Eliminación de empresas pequeñas (menores de 20 trabajadores) que cumplan la condición de $PL_{it} \geq \overline{PL} + 2. \sigma_{PL}$.

Fase 2

Para cada una de las variables instrumentales, *DCALDIF*, *DCALDIF&CIU*, *DMIL*, *DMIL&CIU*, *DIMB*, *DIMN&CIU*, *DOCDg* y *DOCDg&CIU*; luego del paso (ii) de la fase 1 para cada instrumento por separado, se eliminan las empresas que no cuentan con información de cada una de las variables instrumentales.

Cuadro A3
 Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: *pool* 2014-2017

N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	0.263*** (0.0893)	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>DCALDIF</i>	-	-0.00189 (0.0738)	-	-	-	-	-	-	-
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>	-	-	0.00545** (0.00216)	-	-	-	-	-	-
4.	<i>DMIL</i>	-	-	-	0.108* (0.0652)	-	-	-	-	-
5.	<i>DMIL&CIU</i>	-	-	-	-	0.00857*** (0.00283)	-	-	-	-
6.	<i>DIMB</i>	-	-	-	-	-	0.148 (0.122)	-	-	-
7.	<i>DIMB&CIU</i>	-	-	-	-	-	-	0.00618*** (0.00154)	-	-
8.	<i>DOCDg</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.338*** (0.118)	-
9.	<i>DOCDg&CIU</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0115*** (0.00209)
10.	<i>DL_{MED}</i>	0.840*** (0.133)	0.958*** (0.121)	1.065*** (0.124)	0.955*** (0.121)	1.065*** (0.120)	0.986*** (0.128)	1.105*** (0.128)	0.804*** (0.143)	0.922*** (0.121)
11.	<i>DL_{Gr}</i>	0.257* (0.153)	0.394*** (0.141)	0.511*** (0.142)	0.398*** (0.144)	0.492*** (0.139)	0.358** (0.151)	0.477*** (0.149)	0.225 (0.162)	0.341** (0.146)
12.	<i>lnk</i>	0.0325* (0.0169)	0.0370** (0.0169)	0.0394** (0.0170)	0.0393** (0.0173)	0.0306* (0.0181)	0.0318* (0.0179)	0.0358** (0.0175)	0.0344** (0.0171)	0.0404** (0.0168)
13.	<i>DC</i>	0.649*** (0.151)	0.664*** (0.152)	0.678*** (0.152)	0.673*** (0.153)	0.617*** (0.157)	0.591*** (0.155)	0.591*** (0.155)	0.633*** (0.151)	0.683*** (0.150)
14.	<i>DTEC₁</i>	0.189*** (0.0692)	0.197*** (0.0689)	0.179*** (0.0676)	0.192*** (0.0690)	0.174*** (0.0664)	0.206*** (0.0712)	0.175** (0.0681)	0.188*** (0.0693)	0.121* (0.0649)

Cuadro A3										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i> 2014-2017										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
15.	<i>DNET</i>	0.205 (0.311)	0.236 (0.298)	0.288 (0.298)	0.230 (0.304)	0.260 (0.297)	0.249 (0.364)	0.310 (0.373)	0.180 (0.307)	0.237 (0.301)
16.	<i>DFIN</i>	0.167 (0.182)	0.173 (0.181)	0.183 (0.180)	0.171 (0.180)	0.178 (0.181)	0.208 (0.177)	0.196 (0.174)	0.152 (0.175)	0.112 (0.177)
17.	<i>DTurn</i> ₂	0.265*** (0.0811)	0.257*** (0.0820)	0.237*** (0.0787)	0.262*** (0.0818)	0.223*** (0.0776)	0.254*** (0.0840)	0.213*** (0.0798)	0.268*** (0.0813)	0.206*** (0.0776)
18.	<i>CINST</i>	0.00278 (0.00201)	0.00289 (0.00202)	0.00306 (0.00201)	0.00283 (0.00203)	0.00333* (0.00200)	0.00297 (0.00212)	0.00330 (0.00210)	0.00294 (0.00202)	0.00328* (0.00199)
19.	<i>DCAP</i>	0.0307 (0.0863)	0.0691 (0.0868)	0.0896 (0.0858)	0.0597 (0.0858)	0.0891 (0.0852)	0.107 (0.0906)	0.111 (0.0898)	0.0283 (0.0865)	0.0438 (0.0856)
20.	<i>DX</i>	0.538*** (0.0797)	0.572*** (0.0808)	0.543*** (0.0784)	0.567*** (0.0795)	0.525*** (0.0772)	0.556*** (0.0815)	0.497*** (0.0786)	0.555*** (0.0801)	0.441*** (0.0762)
21.	<i>DCIF</i> (%)	-0.117 (0.0746)	-0.120 (0.0749)	-0.129* (0.0748)	-0.123* (0.0746)	-0.132* (0.0746)	-0.132* (0.0773)	-0.150* (0.0771)	-0.124* (0.0745)	-0.150** (0.0740)
	<i>F</i> (13, 1841)	44.50***	41.70***	40.37***	41.14***	40.32***	36.06***	35.99***	49.69***	44.26***
	\bar{R}^2	0.186	0.182	0.186	0.183	0.189	0.180	0.191	0.185	0.204
	NT	1 855	1 855	1 855	1 855	1 855	1756	1756	1755	1755

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A4
 Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: *pool* 2014-2019

N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	0.243*** (0.0637)	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	<i>DCALDIF</i>	-	0.0125 (0.0716)	-	-	-	-	-	-	-
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>	-	-	0.433** (0.199)	-	-	-	-	-	-
4.	<i>DMIL</i>	-	-	-	0.139** (0.0640)	-	-	-	-	-
5.	<i>DMIL&CIU</i>	-	-	-	-	0.707*** (0.258)	-	-	-	-
6.	<i>DIMB</i>	-	-	-	-	-	0.136 (0.111)	-	-	-
7.	<i>DIMB&CIU</i>	-	-	-	-	-	-	0.593*** (0.142)	-	-
8.	<i>DOCDg</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.417*** (0.118)	-
9.	<i>DOCDg&CIU</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.113*** (0.199)
10.	<i>DL_{MED}</i>	0.510*** (0.0839)	0.871*** (0.114)	0.965*** (0.120)	0.876*** (0.113)	0.968*** (0.116)	0.878*** (0.118)	1.006*** (0.122)	0.689*** (0.134)	0.866*** (0.112)
11.	<i>DL_{Gr}</i>	0.0115 (0.101)	0.256* (0.131)	0.359*** (0.137)	0.271** (0.134)	0.347*** (0.133)	0.210 (0.141)	0.338** (0.141)	0.0566 (0.154)	0.239* (0.135)
12.	<i>lnk</i>	0.122*** (0.0147)	0.0450*** (0.0163)	0.0492*** (0.0162)	0.0487*** (0.0165)	0.0438*** (0.0167)	0.0386** (0.0168)	0.0472*** (0.0164)	0.0419** (0.0163)	0.0549*** (0.0159)
13.	<i>DC</i>	1.350*** (0.153)	0.772*** (0.156)	0.794*** (0.155)	0.785*** (0.155)	0.756*** (0.157)	0.700*** (0.156)	0.719*** (0.155)	0.731*** (0.152)	0.815*** (0.152)
14.	<i>DTEC₁</i>	0.0902 (0.0565)	0.210*** (0.0673)	0.192*** (0.0661)	0.203*** (0.0672)	0.187*** (0.0651)	0.222*** (0.0697)	0.188*** (0.0668)	0.201*** (0.0675)	0.134** (0.0642)

Cuadro A4										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i> 2014-2019										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
15.	<i>DNET</i>	0.479** (0.228)	0.282 (0.300)	0.329 (0.300)	0.278 (0.307)	0.308 (0.299)	0.297 (0.366)	0.364 (0.374)	0.211 (0.310)	0.289 (0.301)
16.	<i>DFIN</i>	0.159 (0.153)	0.208 (0.183)	0.222 (0.183)	0.206 (0.182)	0.218 (0.183)	0.238 (0.182)	0.237 (0.178)	0.178 (0.177)	0.159 (0.179)
17.	<i>DTurn₂</i>	0.223*** (0.0660)	0.293*** (0.0791)	0.278*** (0.0765)	0.298*** (0.0791)	0.268*** (0.0758)	0.302*** (0.0814)	0.265*** (0.0780)	0.307*** (0.0788)	0.250*** (0.0755)
18.	<i>CINST</i>	0.00263* (0.00156)	0.00242 (0.00200)	0.00254 (0.00200)	0.00237 (0.00201)	0.00275 (0.00199)	0.00296 (0.00209)	0.00327 (0.00208)	0.00255 (0.00200)	0.00286 (0.00197)
19.	<i>DCAP</i>	-0.0630 (0.0659)	0.00537 (0.0802)	0.0188 (0.0792)	-0.00520 (0.0799)	0.0202 (0.0789)	0.0429 (0.0835)	0.0446 (0.0832)	-0.0435 (0.0805)	-0.0261 (0.0806)
20.	<i>DX</i>	0.535*** (0.0659)	0.615*** (0.0771)	0.591*** (0.0756)	0.605*** (0.0758)	0.578*** (0.0749)	0.604*** (0.0777)	0.544*** (0.0753)	0.596*** (0.0766)	0.480*** (0.0744)
21.	<i>DCIF</i> (%)	-0.133** (0.0638)	-0.123 (0.0751)	-0.132* (0.0751)	-0.128* (0.0747)	-0.137* (0.0749)	-0.128* (0.0770)	-0.150* (0.0768)	-0.127* (0.0746)	-0.162** (0.0745)
	<i>F</i> (13, 1841)	36.22***	40.86***	38.69***	39.25***	38.54***	34.63***	34.49***	47.51***	41.42***
	\bar{R}^2	0.111	0.161	0.164	0.163	0.165	0.161	0.170	0.166	0.181
	NT	3107	2046	2046	2046	2046	1940	1940	2046	2046

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A5 (criterio 1)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i>										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	-0.0436 (0.101)								
2.	<i>DCALDIF</i>	-	-0.0972 (0.0765)							
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>			0.00652*** (0.00221)						
4.	<i>DMIL</i>				0.132** (0.0628)					
5.	<i>DMIL&CIU</i>					0.00719*** (0.00278)				
6.	<i>DIMB</i>						0.0555 (0.113)			
7.	<i>DIMB&CIU</i>							0.00529*** (0.00147)		
8.	<i>DOCDg</i>								-0.0940 (0.122)	
9.	<i>DOCDg&CIU</i>									0.00760*** (0.00184)
10.	<i>DL_{MED}</i>	1.587*** (0.156)	1.576*** (0.142)	1.683*** (0.158)	1.574*** (0.142)	1.642*** (0.151)	1.570*** (0.141)	1.650*** (0.149)	1.606*** (0.162)	1.553*** (0.141)
11.	<i>DL_{Gr}</i>	1.641*** (0.132)	1.635*** (0.111)	1.688*** (0.117)	1.625*** (0.108)	1.655*** (0.113)	1.622*** (0.108)	1.659*** (0.111)	1.656*** (0.133)	1.544*** (0.104)
12.	<i>lnk</i>	0.0294* (0.0163)	0.0320** (0.0162)	0.0318* (0.0163)	0.0317* (0.0167)	0.0236 (0.0174)	0.0288* (0.0168)	0.0322** (0.0164)	0.0294* (0.0165)	0.0316* (0.0163)
13.	<i>DC</i>	0.442*** (0.153)	0.465*** (0.151)	0.468*** (0.150)	0.451*** (0.153)	0.413*** (0.156)	0.440*** (0.154)	0.450*** (0.152)	0.449*** (0.151)	0.468*** (0.149)

Cuadro A5 (criterio 1)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i>										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
14.	<i>DTEC</i> ₁	0.158** (0.0643)	0.155** (0.0633)	0.135** (0.0615)	0.150** (0.0634)	0.137** (0.0611)	0.154** (0.0638)	0.125** (0.0610)	0.159** (0.0646)	0.107* (0.0610)
15.	<i>DNET</i>	0.0666 (0.274)	0.0799 (0.276)	0.150 (0.276)	0.0522 (0.283)	0.102 (0.275)	0.0648 (0.279)	0.150 (0.287)	0.0811 (0.275)	0.0699 (0.281)
16.	<i>DFIN</i>	0.0871 (0.164)	0.0839 (0.166)	0.117 (0.163)	0.0814 (0.165)	0.103 (0.163)	0.0803 (0.164)	0.0841 (0.161)	0.0949 (0.164)	0.0505 (0.163)
17.	<i>DTurn</i> ₂	-0.0153 (0.0658)	-0.00975 (0.0666)	-0.0269 (0.0649)	-0.00722 (0.0660)	-0.0363 (0.0647)	-0.0162 (0.0660)	-0.0419 (0.0644)	-0.0158 (0.0656)	-0.0401 (0.0647)
18.	<i>CINST</i>	0.00104 (0.00194)	0.00104 (0.00195)	0.00137 (0.00192)	0.000939 (0.00196)	0.00149 (0.00191)	0.000993 (0.00195)	0.00133 (0.00192)	0.00102 (0.00195)	0.00136 (0.00192)
19.	<i>DCAP</i>	-0.0741 (0.0803)	-0.0736 (0.0820)	-0.0355 (0.0792)	-0.0932 (0.0824)	-0.0512 (0.0789)	-0.0844 (0.0824)	-0.0673 (0.0809)	-0.0660 (0.0808)	-0.0934 (0.0826)
20.	<i>DX</i>	0.261*** (0.0671)	0.264*** (0.0676)	0.231*** (0.0662)	0.250*** (0.0671)	0.223*** (0.0662)	0.253*** (0.0670)	0.209*** (0.0656)	0.260*** (0.0676)	0.180*** (0.0659)
21.	<i>DCIF</i> (%)	-0.0266 (0.0724)	-0.0241 (0.0727)	-0.0424 (0.0719)	-0.0305 (0.0724)	-0.0399 (0.0718)	-0.0266 (0.0728)	-0.0492 (0.0719)	-0.0257 (0.0726)	-0.0500 (0.0717)
	<i>F</i> (13, 1841)	61.65***	55.85***	55.66***	52.91***	55.63***	52.87***	55.03***	64.82***	53.59***
	\bar{R}^2	0.285	0.286	0.292	0.287	0.290	0.285	0.294	0.286	0.295
	NT	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A6 (Criterio 2)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i>										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	-0.336*** (0.0955)								
2.	<i>DCALDIF</i>	-	-0.248*** (0.0748)							
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>			0.0117*** (0.00222)						
4.	<i>DMIL</i>				0.113** (0.0560)					
5.	<i>DMIL&CIU</i>					0.0109*** (0.00270)				
6.	<i>DIMB</i>						-0.0196 (0.100)			
7.	<i>DIMB&CIU</i>							0.00645*** (0.00136)		
8.	<i>DOCDg</i>								-0.784*** (0.149)	
9.	<i>DOCDg&CIU</i>									0.00560*** (0.00155)
10.	<i>DL_{MED}</i>	1.841*** (0.153)	1.790*** (0.145)	1.949*** (0.159)	1.742*** (0.139)	1.852*** (0.151)	1.744*** (0.140)	1.823*** (0.145)	2.102*** (0.184)	1.725*** (0.136)
11.	<i>DL_{Gr}</i>	2.856*** (0.165)	2.740*** (0.143)	2.881*** (0.155)	2.682*** (0.135)	2.772*** (0.146)	2.684*** (0.136)	2.749*** (0.140)	3.102*** (0.191)	2.616*** (0.126)
12.	<i>lnk</i>	0.0185	0.0218	0.0171	0.0164	0.00486	0.0138	0.0172	0.0158	0.0158

Cuadro A6 (Criterio 2)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i>										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
		(0.0151)	(0.0148)	(0.0151)	(0.0156)	(0.0166)	(0.0157)	(0.0153)	(0.0153)	(0.0154)
13.	<i>DC</i>	0.192	0.241*	0.206	0.194	0.128	0.185	0.187	0.217	0.205
		(0.143)	(0.138)	(0.139)	(0.143)	(0.147)	(0.143)	(0.142)	(0.139)	(0.141)
14.	<i>DTEC</i> ₁	0.119**	0.106*	0.0696	0.105*	0.0796	0.111*	0.0718	0.124**	0.0750
		(0.0571)	(0.0561)	(0.0538)	(0.0564)	(0.0539)	(0.0569)	(0.0542)	(0.0567)	(0.0546)
15.	<i>DNET</i>	-0.318	-0.319	-0.236	-0.366	-0.316	-0.363	-0.262	-0.245	-0.349
		(0.228)	(0.236)	(0.236)	(0.243)	(0.238)	(0.239)	(0.240)	(0.231)	(0.243)
16.	<i>DFIN</i>	-0.117	-0.138	-0.0941	-0.135	-0.115	-0.132	-0.140	-0.0763	-0.157
		(0.152)	(0.153)	(0.144)	(0.152)	(0.147)	(0.152)	(0.146)	(0.158)	(0.150)
17.	<i>DTurn</i> ₂	-0.103*	-0.0841	-0.116**	-0.0890	-0.127**	-0.0951	-0.126**	-0.105*	-0.113*
		(0.0599)	(0.0611)	(0.0589)	(0.0604)	(0.0594)	(0.0605)	(0.0593)	(0.0591)	(0.0600)
18.	<i>CINST</i>	-0.000786	-0.000915	-0.000423	-0.00100	-0.000276	-0.000945	-0.000579	-0.00105	-0.000670
		(0.00178)	(0.00181)	(0.00175)	(0.00182)	(0.00174)	(0.00181)	(0.00177)	(0.00178)	(0.00178)
19.	<i>DCAP</i>	-0.285***	-0.323***	-0.279***	-0.349***	-0.304***	-0.340***	-0.329***	-0.240***	-0.347***
		(0.0763)	(0.0794)	(0.0750)	(0.0812)	(0.0759)	(0.0808)	(0.0786)	(0.0745)	(0.0809)
20.	<i>DX</i>	0.136**	0.115**	0.0468	0.0918	0.0441	0.0961*	0.0398	0.128**	0.0423
		(0.0582)	(0.0578)	(0.0576)	(0.0575)	(0.0584)	(0.0576)	(0.0577)	(0.0563)	(0.0591)
21.	<i>DCIF</i> (%)	0.0136	0.0246	-0.00969	0.0148	-0.00222	0.0193	-0.0100	0.0228	0.000692
		(0.0656)	(0.0661)	(0.0644)	(0.0659)	(0.0649)	(0.0663)	(0.0649)	(0.0651)	(0.0653)
	<i>F</i> (13, 1841)	83.44***	79.44***	85.09***	76.09***	87.25***	76.32***	86.79***	90.67***	78.72***
	\bar{R}^2	0.411	0.410	0.424	0.406	0.416	0.405	0.417	0.424	0.410
	NT	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855	1,855

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos significan los niveles de significancia del 10% (*); 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A7 (Criterio 2)
 Regresiones MCO de Variables de Interés y las Instrumentales: *Pool* 2014-2019

N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	0.0295 (0.0607)								
2.	<i>DCALDIF</i>		-0.162** (0.0757)							
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>			0.00719*** (0.00205)						
4.	<i>DMIL</i>				0.160*** (0.0610)					
5.	<i>DMIL&CIU</i>					0.00712** * (0.00252)				
6.	<i>DIMB</i>						0.0692 (0.102)			
7.	<i>DIMB&CIU</i>							0.00584*** (0.00136)		
8.	<i>DOCDg</i>								-0.147 (0.119)	
9.	<i>DOCDg&CIU</i>									0.00725*** (0.00173)
10.	<i>DL_{MED}</i>	1.539*** (0.105)	1.578*** (0.142)	1.679*** (0.155)	1.571*** (0.141)	1.632*** (0.148)	1.562*** (0.141)	1.646*** (0.148)	1.612*** (0.157)	1.557*** (0.139)

Cuadro A7 (Criterio 2)										
Regresiones MCO de Variables de Interés y las Instrumentales: Pool 2014-2019										
N.º	Variables	MCO ($DCAL$) _{it}	MCO ($DCALDIF$) _{it}	MCO ($DCAL&DIF$ CIU) _{it}	MCO ($DMIL$) _{it}	MCO ($DMIL$ CIU) _{it}	MCO ($DIMB$) _{it}	MCO ($DIMB&DIF$ CIU) _{it}	MCO ($DOCD$) _{it}	MCO ($DOCD&DIF$ CIU) _{it}
11.	DL_{Gr}	1.660*** (0.0833)	1.780*** (0.110)	1.832*** (0.117)	1.752*** (0.104)	1.788*** (0.110)	1.740*** (0.104)	1.790*** (0.108)	1.798*** (0.127)	1.694*** (0.0998)
12.	lnk	0.0834*** (0.0133)	0.0416*** (0.0150)	0.0422*** (0.0149)	0.0391** (0.0154)	0.0343** (0.0155)	0.0369** (0.0155)	0.0457*** (0.0150)	0.0368** (0.0152)	0.0421*** (0.0150)
13.	DC	1.175*** (0.133)	0.581*** (0.145)	0.583*** (0.144)	0.551*** (0.146)	0.532*** (0.147)	0.554*** (0.146)	0.585*** (0.144)	0.557*** (0.144)	0.577*** (0.144)
14.	$DTEC_1$	0.0268 (0.0507)	0.164*** (0.0609)	0.138** (0.0589)	0.158*** (0.0608)	0.143** (0.0586)	0.164*** (0.0614)	0.129** (0.0586)	0.169*** (0.0620)	0.117** (0.0591)
15.	$DNET$	0.0845 (0.212)	0.0194 (0.273)	0.0944 (0.273)	-0.0224 (0.283)	0.0309 (0.273)	-0.0115 (0.278)	0.0940 (0.286)	0.0205 (0.272)	-0.00120 (0.278)
16.	$DFIN$	-0.0181 (0.137)	0.0422 (0.168)	0.0877 (0.164)	0.0391 (0.167)	0.0659 (0.164)	0.0337 (0.166)	0.0522 (0.162)	0.0589 (0.167)	0.0157 (0.164)
17.	$DTurn_2$	-0.0882 (0.0538)	-0.0243 (0.0615)	-0.0456 (0.0599)	-0.0225 (0.0610)	-0.0507 (0.0597)	-0.0259 (0.0611)	-0.0509 (0.0596)	-0.0324 (0.0606)	-0.0521 (0.0600)
18.	$CINST$	-0.00103 (0.00148)	0.000366 (0.00190)	0.000683 (0.00187)	0.000275 (0.00191)	0.000759 (0.00187)	0.000524 (0.00191)	0.000882 (0.00188)	0.000331 (0.00190)	0.000686 (0.00188)
19.	$DCAP$	-0.250*** (0.0627)	-0.185** (0.0786)	-0.156** (0.0760)	-0.209*** (0.0799)	-0.172** (0.0764)	-0.202** (0.0796)	-0.184** (0.0781)	-0.174** (0.0772)	-0.215*** (0.0805)
20.	DX	0.204*** (0.0530)	0.284*** (0.0620)	0.242*** (0.0617)	0.263*** (0.0618)	0.241*** (0.0614)	0.276*** (0.0617)	0.225*** (0.0612)	0.281*** (0.0622)	0.195*** (0.0628)
21.	$DCIF(\%)$	-0.0111 (0.0586)	-0.0157 (0.0701)	-0.0429 (0.0693)	-0.0279 (0.0697)	-0.0393 (0.0693)	-0.0157 (0.0702)	-0.0441 (0.0692)	-0.0220 (0.0699)	-0.0496 (0.0693)
	$F(13, 1841)$	70.75***	58.09***	57.59***	53.85***	56.88***	53.94***	56.72***	65.49***	54.31***
	\bar{R}^2	0.252	0.289	0.294	0.289	0.292	0.288	0.297	0.288	0.295
	NT	3107	2048	2048	2048	2048	2041	2041	2048	2048

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A8 (criterio 2)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i> 2014-2019										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1.	<i>DCAL</i>	-0.126** (0.0569)								
2.	<i>DCALDIF</i>		-0.281*** (0.0740)							
3.	<i>DCALDIF&</i> <i>CIU</i>			0.0127*** (0.00209)						
4.	<i>DMIL</i>				0.166*** (0.0550)					
5.	<i>DMIL&CIU</i>					0.0117*** (0.00248)				
6.	<i>DIMB</i>						0.0120 (0.0928)			
7.	<i>DIMB&CIU</i>							0.00752*** (0.00129)		
8.	<i>DOCDg</i>								-0.854*** (0.147)	
9.	<i>DOCDg&CIU</i>									0.00604*** (0.00147)
10.	<i>DL_{MED}</i>	2.019***	1.906***	2.086***	1.850***	1.968***	1.842***	1.949***	2.237***	1.834***

Cuadro A8 (criterio 2)										
Regresiones MCO de variables de interés y las instrumentales: <i>pool</i> 2014-2019										
N.º	Variables	MCO (<i>DCAL</i>) _{it}	MCO (<i>DCALDIF</i>) _{it}	MCO (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i>) _{it}	MCO (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB</i>) _{it}	MCO (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD</i>) _{it}	MCO (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
		(0.112)	(0.152)	(0.165)	(0.145)	(0.156)	(0.145)	(0.151)	(0.189)	(0.142)
11.	<i>DL_{Gr}</i>	2.839***	2.840***	3.003***	2.770***	2.877***	2.758***	2.857***	3.212***	2.715***
		(0.118)	(0.148)	(0.161)	(0.139)	(0.151)	(0.139)	(0.146)	(0.193)	(0.132)
12.	<i>lnk</i>	0.0524***	0.0231	0.0223	0.0170	0.00982	0.0141	0.0244*	0.0163	0.0188
		(0.0126)	(0.0142)	(0.0141)	(0.0149)	(0.0150)	(0.0150)	(0.0143)	(0.0145)	(0.0145)
13.	<i>DC</i>	0.676***	0.306**	0.285**	0.254*	0.212	0.254*	0.280**	0.284**	0.274**
		(0.126)	(0.137)	(0.136)	(0.140)	(0.141)	(0.140)	(0.138)	(0.136)	(0.138)
14.	<i>DTEC₁</i>	0.0114	0.110**	0.0605	0.105*	0.0751	0.115**	0.0655	0.125**	0.0741
		(0.0459)	(0.0545)	(0.0521)	(0.0546)	(0.0524)	(0.0554)	(0.0527)	(0.0550)	(0.0535)
15.	<i>DNET</i>	-0.252	-0.412*	-0.312	-0.469*	-0.408*	-0.463*	-0.338	-0.327	-0.447*
		(0.223)	(0.238)	(0.238)	(0.247)	(0.241)	(0.242)	(0.242)	(0.235)	(0.246)
16.	<i>DFIN</i>	-0.199	-0.200	-0.137	-0.199	-0.168	-0.201	-0.191	-0.128	-0.217
		(0.126)	(0.156)	(0.145)	(0.154)	(0.149)	(0.155)	(0.147)	(0.161)	(0.151)
17.	<i>DTurn₂</i>	-0.107**	-0.0870	-0.122**	-0.0896	-0.129**	-0.0934	-0.125**	-0.108*	-0.115**
		(0.0499)	(0.0576)	(0.0556)	(0.0571)	(0.0561)	(0.0573)	(0.0559)	(0.0558)	(0.0566)
18.	<i>CINST</i>	-0.00137	-0.00133	-0.000846	-0.00142	-0.000712	-0.00117	-0.000769	-0.00158	-0.00105
		(0.00134)	(0.00176)	(0.00170)	(0.00177)	(0.00170)	(0.00177)	(0.00173)	(0.00174)	(0.00173)
19.	<i>DCAP</i>	-0.394***	-0.385***	-0.347***	-0.415***	-0.370***	-0.404***	-0.393***	-0.290***	-0.416***
		(0.0583)	(0.0771)	(0.0731)	(0.0796)	(0.0746)	(0.0790)	(0.0768)	(0.0718)	(0.0797)
20.	<i>DX</i>	0.0956**	0.140**	0.0584	0.112**	0.0656	0.126**	0.0543	0.152***	0.0585
		(0.0470)	(0.0544)	(0.0547)	(0.0543)	(0.0551)	(0.0544)	(0.0547)	(0.0529)	(0.0564)
21.	<i>DCIF</i> (%)	0.00214	0.0196	-0.0287	0.00266	-0.0199	0.0147	-0.0237	0.00738	-0.0144
		(0.0533)	(0.0645)	(0.0627)	(0.0641)	(0.0632)	(0.0646)	(0.0631)	(0.0631)	(0.0638)
	<i>F</i> (13, 1841)	91.39***	78.26***	81.86***	73.22***	81.49***	72.99***	81.81***	85.85***	74.82***
	<i>R</i> ²	0.381	0.402	0.418	0.398	0.408	0.396	0.412	0.418	0.401
	NT	3107	2048	2048	2048	2048	2041	2041	2048	2048

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos significan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***)

Cuadro A9
Pruebas estadísticas de variables instrumentales, *pool* 2014-2019

Variables	2014-2017			2014-2019		
	F-Test de Stock y Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³	F-Test de Stock y Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³
<i>DCALDIF</i>	3.471	-0.013	0.024327	0.570	0.018	0.022272
			0.024125			0.022115
<i>DCALDIF&CIU</i>	11.640	-1.096	7.50093***	0.442	-0.066	4.87598*
			7.52676***			4.85411**
<i>DMIL</i>	4.940	-0.280	3.2951	0.378	-0.061	4.79925*
			3.27715*			4.78122**
<i>DMIL&CIU</i>	1.301	-0.117	9.43276***	5.503	0.181	6.95757**
			9.57196***			6.98927***
<i>DIMB</i>	1.170	-0.086	1.66686	0.208	-0.046	1.54076
			1.66099			1.53492
<i>DIMB&CIU</i>	7.957	-1.038	17.3006***	1.469	0.125	16.7946***
			17.612***			16.985***
<i>DOCDg</i>	32.662*	2.026**	17.3006***	21.801*	1.882*	11.8115***
			17.612***			11.855***
<i>DOCDg&CIU</i>	16.876*	2.339**	26.7364***	23.625*	2.762***	28.7314***
			27.8163***			29.6865***

F

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia.¹ Ho: débil Instrumento.² Ho: $\beta = 0$ (con errores estándar corregidos)³ Ho: variable DCAL es exógena (test de Wooldridge, 1995 es el primero; luego, la prueba de Wu-Hausman, 1974 y 1978, respectivamente). Los códigos Stata que se usan son los siguientes:
 ivreg2 lnPL_usd i.DC i.DMediumfirm i.DLargefirm c.lnk i.DTEC1 i.DNET i.DFIN i.Dturn2 c.CINST i.DCAP i.DX i.DCIF (i.DCAL = <instrumento>), robust (prueba de Stock y Yogo, 2005)
 ivregress 2sls lnPL_usd i.DC i.DMediumfirm i.DLargefirm c.lnk i.DTEC1 i.DNET i.DFIN i.Dturn2 c.CINST i.DCAP i.DX i.DCIF (i.DCAL = <instrumento>), vce(robust) first (prueba de Lee et al., 2022)
 estat endog (después del anterior código) (Prueba de exogeneidad de Wu-Heckman).

Cuadro A10 (criterio 1)
 Pruebas estadísticas de variables instrumentales, *pool* 2014-2019

Variables	2014-2017			2014-2019		
	F-Test de Stock y Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³	F-Test de Stock y Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³
<i>DCALDIF</i>	11.916	-0.738	1.629	2.453	-0.133	4.533
			1.617			4.516 **
<i>DCALDIF& CIU</i>	42.609*	-2.353 **	9.151 **	4.285	-0.236	12.208 ***
			9.243 ***			12.320 ***
<i>DMIL</i>	5.317	-0.413	4.369	1.238	-0.108	6.730 **
			4.347 **			6.708 ***
<i>DMIL&CIU</i>	14.235	-1.538	6.795 **	1.462	0.108	7.967 **
			6.869 ***			8.027 ***
<i>DIMB</i>	1.147	-0.048	0.230	0.146	-0.036	0.447
			0.228			0.444
<i>DIMB&CIU</i>	26.115*	-2.363 **	13.428 ***	0	0.000	18.414 ***
			13.528 ***			18.490 ***
<i>DOCDg</i>	68.973*	-0.712	0.570	33.214*	-1.089	1.346
			0.566			1.339
<i>DOCDg&CIU</i>	6.335	0.739	16.810 ***	16.889*	1.899 *	17.959 ***
			16.996 ***			18.154 ***

Fuente: INEI-ENE (2023). Cuadro A9. Elaboración propia.

Cuadro A11 (criterio 2)
 Pruebas estadísticas de variables instrumentales

Variables	2014-2017			2014-2019		
	F-Test de Stock & Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³	F-Test de Stock y Yogo (2005) ¹	t-F Test de Lee et al. (2022) ²	Test de exogeneidad ³
<i>DCALDIF</i>	5.745	-0.666	10.332 ***	1.688	-0.129	14.044 ***
			10.397 ***			14.203 ***
<i>DCALDIF& CIU</i>	29.566*	-3.142 ***	25.624 ***	2.023	-0.147	34.611 ***
			27.223 ***			37.137 ***
<i>DMIL</i>	6.569	-0.625	3.088	1.15	-0.108	8.773 **
			3.070 *			8.757 ***
<i>DMIL&CIU</i>	9.561	-1.612	15.454 ***	3.021	0.156	21.753 ***
			16.084 ***			22.788 ***
<i>DIMB</i>	2.154	0.020	0.116	0.317	-0.013	0.008
			0.115			0.008
<i>DIMB&CIU</i>	23.899*	-2.833 ***	20.954 ***	0.115	0.036	0.008
			21.337 ***			34.418 ***
<i>DOCDg</i>	39.607*	-3.487 ***	27.521 ***	23.538*	-3.553***	33.586 ***
			27.498 ***			33.791 ***
<i>DOCDg&CIU</i>	4.509	0.271	14.088 ***	15.843	1.748 *	18.432 ***
			14.197 ***			18.622 ***

Fuente: INEI-ENE (2023). Cuadro A8. Elaboración propia.

Cuadro A12									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2017									
N.º	Variables	TSLS (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLS (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	-0.0523 (2.036)	-3.440* (1.778)	-2.629 (2.088)	-13.31 (11.91)	-4.719 (5.761)	-6.710** (3.040)	1.961** (0.764)	6.627*** (1.954)
2	<i>DL_{MED}</i>	0.981 (0.917)	2.501*** (0.812)	2.137** (0.950)	6.928 (5.365)	3.192 (2.691)	4.119*** (1.447)	0.0779 (0.386)	-2.015** (0.934)
3	<i>DL_{Gr}</i>	0.421 (1.031)	2.180** (0.928)	1.759 (1.086)	7.306 (6.212)	2.846 (3.043)	3.891** (1.619)	-0.625 (0.436)	-3.048*** (1.070)
4	<i>lnk</i>	0.0378 (0.0342)	0.0947*** (0.0347)	0.0811** (0.0398)	0.261 (0.208)	0.124 (0.117)	0.163** (0.0668)	0.00396 (0.0205)	-0.0744 (0.0471)
5	<i>DC</i>	0.667*** (0.177)	0.857*** (0.239)	0.811*** (0.230)	1.410 (0.900)	0.854** (0.430)	0.965** (0.382)	0.554*** (0.157)	0.292 (0.316)
6	<i>DTEC₁</i>	0.199* (0.102)	0.305*** (0.117)	0.280** (0.110)	0.615 (0.454)	0.341* (0.200)	0.395** (0.178)	0.136* (0.0819)	-0.0106 (0.148)
7	<i>DNET</i>	0.241 (0.372)	0.628* (0.370)	0.535 (0.372)	1.754 (1.748)	0.735 (0.768)	0.947 (0.728)	0.0116 (0.430)	-0.521 (0.834)
8	<i>DFIN</i>	0.175 (0.186)	0.260 (0.261)	0.240 (0.233)	0.510 (0.852)	0.332 (0.356)	0.381 (0.436)	0.124 (0.220)	0.00568 (0.439)
9	<i>DTurn₂</i>	0.255*** (0.0878)	0.148 (0.115)	0.174 (0.115)	-0.163 (0.477)	0.0322 (0.313)	-0.0630 (0.213)	0.319*** (0.0905)	0.466*** (0.173)
10	<i>CINST</i>	0.00291 (0.00203)	0.00438 (0.00277)	0.00403 (0.00250)	0.00866 (0.00855)	0.00541 (0.00434)	0.00643 (0.00424)	0.00204 (0.00217)	2.02e-05 (0.00369)
11	<i>DCAP</i>	0.0766 (0.317)	0.569** (0.282)	0.451 (0.328)	2.005 (1.755)	0.801 (0.855)	1.092** (0.482)	-0.216 (0.147)	-0.895*** (0.345)
12	<i>DX</i>	0.579** (0.288)	1.019*** (0.264)	0.913*** (0.291)	2.301 (1.586)	1.190 (0.784)	1.456*** (0.449)	0.317** (0.132)	-0.289 (0.283)
13	<i>DCIF</i> (%)	-0.120 (0.0761)	-0.153 (0.104)	-0.145 (0.0943)	-0.249 (0.288)	-0.157 (0.129)	-0.168 (0.156)	-0.101 (0.0819)	-0.0554 (0.144)
	<i>F</i> (13, 1841)	41.64***	20.21***	25.57***	2.72***	12.70***	7.90***	37.09***	10.55***
	\bar{R}^2	0.180	-0.594	-0.290	-10.293	-1.201	-2.525	0.022	-2.117

Cuadro A12									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2017									
N.º	VARIABLES	TSLs (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLs (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
	NT	1855	1855	1855	1855	1756	1756	1855	1855

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A13
Regresiones TSLS de variables instrumentales: pool 2014-2019

N.º	Variables	TSLs (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLs (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIUg</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	0.773 (4.531)	-12.57 (19.91)	-10.92 (18.78)	4.749* (2.751)	-9.325 (21.51)	13.12 (11.06)	2.659*** (0.909)	4.848*** (1.355)
2	<i>DL_{MED}</i>	0.769 (0.623)	2.568 (2.735)	2.345 (2.550)	0.233 (0.417)	2.175 (2.988)	-0.931 (1.573)	0.515*** (0.197)	0.220 (0.265)
3	<i>DL_{Gr}</i>	0.0554 (1.174)	3.588 (5.297)	3.150 (4.980)	-0.997 (0.770)	2.713 (5.773)	-3.296 (2.989)	-0.444 (0.300)	-1.023** (0.431)
4	<i>lnk</i>	0.0461*** (0.0175)	0.0345 (0.0676)	0.0359 (0.0599)	0.0496* (0.0264)	0.0189 (0.0660)	0.0655 (0.0687)	0.0478** (0.0197)	0.0497* (0.0269)
5	<i>DC</i>	0.779*** (0.158)	0.703 (0.672)	0.712 (0.593)	0.802*** (0.257)	0.496 (0.677)	0.988 (0.689)	0.790*** (0.186)	0.803*** (0.262)
6	<i>DTEC₁</i>	0.186 (0.162)	0.587 (0.662)	0.537 (0.602)	0.0671 (0.133)	0.515 (0.707)	-0.178 (0.427)	0.130 (0.0913)	0.0641 (0.120)
7	<i>DNET</i>	0.252 (0.378)	0.799 (1.298)	0.731 (1.174)	0.0892 (0.625)	0.472 (0.991)	0.0144 (1.624)	0.175 (0.458)	0.0851 (0.626)
8	<i>DFIN</i>	0.215 (0.192)	0.0859 (0.745)	0.102 (0.665)	0.254 (0.319)	0.0270 (0.752)	0.552 (0.812)	0.234 (0.233)	0.255 (0.323)
9	<i>DTurn₂</i>	0.287*** (0.0973)	0.394 (0.349)	0.381 (0.315)	0.255* (0.134)	0.271 (0.254)	0.351 (0.326)	0.272*** (0.0997)	0.254* (0.136)
10	<i>CINST</i>	0.00241 (0.00200)	0.00262 (0.00682)	0.00259 (0.00600)	0.00235 (0.00307)	0.00394 (0.00572)	0.00165 (0.00728)	0.00238 (0.00236)	0.00235 (0.00310)
11	<i>DCAP</i>	-0.144 (0.885)	2.443 (3.872)	2.122 (3.641)	-0.914 (0.562)	1.829 (4.125)	-2.460 (2.129)	-0.509** (0.206)	-0.934*** (0.310)
12	<i>DX</i>	0.472 (0.859)	2.953 (3.722)	2.646 (3.504)	-0.268 (0.518)	2.373 (4.083)	-1.877 (2.112)	0.121 (0.197)	-0.286 (0.278)
13	<i>DCIF</i> (%)	-0.0720 (0.306)	-0.952 (1.341)	-0.843 (1.269)	0.190 (0.223)	-0.744 (1.444)	0.744 (0.800)	0.0523 (0.113)	0.197 (0.159)
	<i>F</i> (13, 2032)	39.14***	2.60***	3.41***	13.18***	4.19***	2.29***	28.79***	13.88***
	\bar{R}^2	0.130	-11.470	-8.631	-1.392	-6.273	-12.084	-0.307	-1.458

Cuadro A13									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2019									
N.º	VARIABLES	TSLs (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLs (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLs (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLs (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLs (<i>DOCD&DIF</i> <i>CIUg</i>) _{it}
	NT	2,046	2,046	2,046	2,046	1,940	1,940	2,046	2,046

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***)

Cuadro A14 (Criterio 1)									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2017									
N.º	VARIABLES	TSLS (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLS (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	-1.442 (1.188)	-2.208*** (0.810)	-3.051 (2.006)	-3.389** (1.494)	-1.755 (3.840)	-3.237*** (1.082)	-0.390 (0.504)	6.889** (3.287)
2	DL_{MED}	2.081*** (0.473)	2.351*** (0.367)	2.649*** (0.752)	2.768*** (0.597)	2.191 (1.367)	2.714*** (0.462)	1.709*** (0.261)	-0.860 (1.207)
3	DL_{Gr}	2.185*** (0.504)	2.483*** (0.366)	2.811*** (0.803)	2.942*** (0.619)	2.307 (1.494)	2.883*** (0.462)	1.775*** (0.262)	-1.057 (1.273)
4	lnk	0.0513** (0.0229)	0.0632*** (0.0213)	0.0764** (0.0377)	0.0817*** (0.0303)	0.0561 (0.0636)	0.0793*** (0.0265)	0.0348** (0.0163)	-0.0789 (0.0634)
5	DC	0.508*** (0.174)	0.544*** (0.188)	0.583** (0.231)	0.599*** (0.227)	0.523** (0.255)	0.592*** (0.220)	0.459*** (0.151)	0.118 (0.361)
6	$DTEC_1$	0.199** (0.0834)	0.222*** (0.0842)	0.248** (0.105)	0.258** (0.107)	0.209 (0.135)	0.253** (0.0991)	0.168** (0.0697)	-0.0500 (0.173)
7	$DNET$	0.320 (0.317)	0.459 (0.289)	0.613 (0.472)	0.674* (0.399)	0.377 (0.742)	0.646* (0.353)	0.130 (0.270)	-1.192 (1.007)
8	$DFIN$	0.190 (0.186)	0.246 (0.196)	0.308 (0.266)	0.333 (0.254)	0.213 (0.349)	0.322 (0.241)	0.113 (0.160)	-0.423 (0.517)
9	$Dturn_2$	-0.0350 (0.0737)	-0.0458 (0.0807)	-0.0578 (0.0957)	-0.0625 (0.0984)	-0.0394 (0.0930)	-0.0604 (0.0955)	-0.0202 (0.0657)	0.0827 (0.167)
10	$CINST$	0.00204 (0.00204)	0.00259 (0.00223)	0.00319 (0.00264)	0.00343 (0.00270)	0.00226 (0.00351)	0.00332 (0.00256)	0.00129 (0.00194)	-0.00392 (0.00474)
11	$DCAP$	0.207 (0.251)	0.361** (0.175)	0.530 (0.418)	0.598** (0.305)	0.270 (0.780)	0.568** (0.235)	-0.00444 (0.117)	-1.468** (0.704)
12	DX	0.447** (0.175)	0.549*** (0.143)	0.662** (0.281)	0.707*** (0.235)	0.489 (0.520)	0.687*** (0.184)	0.307*** (0.0968)	-0.664 (0.465)
13	$DCIF(\%)$	-0.0531 (0.0784)	-0.0676 (0.0842)	-0.0835 (0.101)	-0.0899 (0.1000)	-0.0590 (0.112)	-0.0871 (0.0972)	-0.0332 (0.0724)	0.105 (0.170)
	$F(13, 1841)$	47.57***	39.62***	31.32***	28.79***	42.74***	29.95***	63.53***	11.72***
	\bar{R}^2	0.171	0.012	-0.242	-0.367	0.115	-0.309	0.278	-2.516
	NT	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A15 (Criterio 2)									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2017									
N.º	VARIABLES	TSLS (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLS (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	-5.334** (2.615)	-4.711*** (1.194)	-2.378 (1.461)	-6.326*** (2.224)	0.459 (2.395)	-4.175*** (1.139)	-4.057*** (0.962)	6.103* (3.601)
2	<i>DL_{MED}</i>	3.297*** (0.823)	3.115*** (0.439)	2.436*** (0.472)	3.585*** (0.725)	1.610** (0.704)	2.959*** (0.416)	2.925*** (0.372)	-0.0333 (1.053)
3	<i>DL_{Gr}</i>	5.421*** (1.390)	5.101*** (0.686)	3.903*** (0.785)	5.929*** (1.194)	2.448** (1.231)	4.826*** (0.652)	4.765*** (0.564)	-0.448 (1.826)
4	<i>lnk</i>	0.0873** (0.0428)	0.0787*** (0.0267)	0.0466* (0.0259)	0.101** (0.0400)	0.00752 (0.0381)	0.0714*** (0.0250)	0.0697*** (0.0231)	-0.0702 (0.0612)
5	<i>DC</i>	0.303 (0.255)	0.289 (0.231)	0.237 (0.169)	0.325 (0.289)	0.175 (0.157)	0.277 (0.214)	0.275 (0.210)	0.0498 (0.311)
6	<i>DTEC₁</i>	0.327 (0.583)	0.247 (0.452)	-0.0543 (0.322)	0.455 (0.630)	-0.420 (0.402)	0.178 (0.409)	0.162 (0.386)	-1.149 (0.877)
7	<i>DNET</i>	0.114 (0.360)	0.0852 (0.317)	-0.0229 (0.212)	0.160 (0.418)	-0.154 (0.204)	0.0604 (0.290)	0.0549 (0.282)	-0.416 (0.449)
8	<i>DFIN</i>	-0.209 (0.135)	-0.195* (0.115)	-0.146* (0.0798)	-0.230 (0.151)	-0.0859 (0.0828)	-0.184* (0.106)	-0.182* (0.102)	0.0337 (0.165)
9	<i>DTurn₂</i>	0.00165 (0.00313)	0.00134 (0.00274)	0.000208 (0.00203)	0.00213 (0.00348)	-0.00117 (0.00227)	0.00108 (0.00254)	0.00103 (0.00249)	-0.00392 (0.00416)
10	<i>CINST</i>	0.547 (0.459)	0.444* (0.228)	0.0550 (0.254)	0.712* (0.394)	-0.417 (0.411)	0.354* (0.215)	0.335* (0.191)	-1.357** (0.647)
11	<i>DCAP</i>	0.728** (0.337)	0.654*** (0.184)	0.378** (0.185)	0.846*** (0.309)	0.0414 (0.291)	0.591*** (0.175)	0.577*** (0.155)	-0.628 (0.448)
12	<i>DX</i>	-0.0669 (0.122)	-0.0569 (0.107)	-0.0193 (0.0791)	-0.0829 (0.135)	0.0264 (0.0804)	-0.0482 (0.0995)	-0.0463 (0.0982)	0.117 (0.157)
13	<i>DCIF</i> (%)	-5.334** (2.615)	-4.711*** (1.194)	-2.378 (1.461)	-6.326*** (2.224)	0.459 (2.395)	-4.175*** (1.139)	-4.057*** (0.962)	6.103* (3.601)
	<i>F</i> (13, 1841)	27.48***	31.82***	55.61***	21.75***	73.14***	36.49***	37.38***	17.58***
	\bar{R}^2	-1.002	-0.671	0.175	-1.618	0.375	-0.423	-0.372	-1.934
	NT	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A16 (Criterio 1)									
Regresiones TSLS de Variables Instrumentales: Pool 2014-2019									
N.º	VARIABLES	TSLS (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLS (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	-4.885 (3.849)	-6.956* (3.816)	-6.915 (6.742)	9.451 (9.158)	-5.743 (16.92)	5,914 (2,086,000)	-0.802 (0.648)	3.667*** (1.332)
2	<i>DL_{MED}</i>	1.850*** (0.378)	1.971*** (0.454)	1.968*** (0.551)	1.019 (0.704)	1.814** (0.796)	-256.5 (91,036)	1.614*** (0.160)	1.355*** (0.245)
3	<i>DL_{Gr}</i>	2.599*** (0.711)	2.958*** (0.723)	2.951** (1.199)	0.109 (1.573)	2.720 (2.881)	-1,005 (355,222)	1.890*** (0.185)	1.114*** (0.253)
4	<i>lnk</i>	0.0233 (0.0318)	0.0182 (0.0400)	0.0183 (0.0424)	0.0588 (0.0513)	0.0202 (0.0577)	16.97 (5,975)	0.0334** (0.0167)	0.0445** (0.0226)
5	<i>DC</i>	0.398 (0.317)	0.338 (0.402)	0.340 (0.432)	0.813 (0.522)	0.377 (0.604)	182.1 (64,031)	0.516*** (0.161)	0.646*** (0.218)
6	<i>DTEC₁</i>	0.334* (0.180)	0.406** (0.207)	0.405 (0.276)	-0.161 (0.364)	0.378 (0.641)	-216.8 (76,534)	0.193*** (0.0729)	0.0386 (0.103)
7	<i>DNET</i>	0.327 (0.477)	0.472 (0.611)	0.470 (0.733)	-0.684 (1.188)	0.382 (1.264)	-413.3 (145,804)	0.0389 (0.253)	-0.276 (0.516)
8	<i>DFIN</i>	0.101 (0.303)	0.127 (0.406)	0.127 (0.409)	-0.0795 (0.588)	0.103 (0.400)	-66.47 (23,457)	0.0497 (0.165)	-0.00663 (0.284)
9	<i>DTurn₂</i>	0.127 (0.180)	0.194 (0.215)	0.193 (0.284)	-0.336 (0.372)	0.164 (0.579)	-194.8 (68,718)	-0.00481 (0.0692)	-0.149 (0.112)
10	<i>CINST</i>	0.00101 (0.00317)	0.00130 (0.00408)	0.00129 (0.00409)	-0.000996 (0.00541)	0.00193 (0.00524)	-1.429 (504.2)	0.000437 (0.00194)	-0.000188 (0.00272)
11	<i>DCAP</i>	0.904 (0.872)	1.372 (0.877)	1.363 (1.525)	-2.334 (2.089)	1.096 (3.830)	-1,334 (470,565)	-0.0182 (0.150)	-1.028*** (0.340)
12	<i>DX</i>	1.216 (0.760)	1.616** (0.762)	1.608 (1.313)	-1.552 (1.784)	1.387 (3.272)	-1,142 (402,956)	0.428*** (0.144)	-0.435 (0.278)
13	<i>DCIF(%)</i>	-0.374 (0.305)	-0.524 (0.319)	-0.521 (0.520)	0.661 (0.707)	-0.439 (1.261)	437.0 (154,146)	-0.0791 (0.0841)	0.244 (0.151)
	<i>F(13, 1841)</i>	20.59***	12.52***	12.61***	6.99***	16.46***	0.00	61.34***	25.75***
	\bar{R}^2	-1.371	-3.111	-3.071	-6.257	-2.008	-2512466.305	0.251	-0.725
	NT	2048	2048	2048	2048	2041	2041	2048	2048

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***).

Cuadro A17 (criterio 2)									
Regresiones TSLS de variables instrumentales: <i>pool</i> 2014-2019									
N.º	VARIABLES	TSLS (<i>DCALDIF</i>) _{it}	TSLS (<i>DCAL&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i>) _{it}	TSLS (<i>DMIL</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB</i>) _{it}	TSLS (<i>DIMB&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg</i>) _{it}	TSLS (<i>DOCDg&DIF</i> <i>CIU</i>) _{it}
1	$\hat{\chi}$	-10.20 (8.286)	-17.61 (12.58)	-7.512 (7.290)	10.71 (7.202)	-0.682 (5.326)	62.94 (185.6)	-5.179*** (1.195)	3.171*** (1.225)
2	DL_{MED}	2.928*** (0.958)	3.711** (1.466)	2.643*** (0.821)	0.717 (0.814)	1.911*** (0.539)	-4.495 (18.71)	2.396*** (0.262)	1.514*** (0.212)
3	DL_{Gr}	5.246** (2.052)	7.046** (3.127)	4.592** (1.798)	0.165 (1.732)	2.922** (1.269)	-12.33 (44.41)	4.025*** (0.385)	1.997*** (0.313)
4	lnk	-0.0245 (0.0607)	-0.0518 (0.0976)	-0.0146 (0.0481)	0.0526 (0.0587)	0.0113 (0.0250)	0.269 (0.814)	-0.00598 (0.0298)	0.0248 (0.0216)
5	DC	-0.230 (0.641)	-0.573 (1.032)	-0.106 (0.517)	0.738 (0.610)	0.221 (0.283)	3278 (9.433)	0.00242 (0.295)	0.389* (0.210)
6	$DTEC_1$	0.424 (0.329)	0.649 (0.534)	0.342 (0.272)	-0.212 (0.305)	0.138 (0.178)	-1.928 (6.084)	0.271** (0.126)	0.0170 (0.0913)
7	$DNET$	-0.0444 (0.919)	0.260 (1.588)	-0.155 (0.699)	-0.904 (1.121)	-0.437 (0.316)	-3.013 (9.560)	-0.251 (0.438)	-0.594 (0.440)
8	$DFIN$	-0.229 (0.589)	-0.251 (1.001)	-0.221 (0.443)	-0.167 (0.644)	-0.203 (0.155)	0.0645 (3.690)	-0.214 (0.321)	-0.189 (0.248)
9	$DTurn_2$	0.139 (0.308)	0.311 (0.500)	0.0764 (0.253)	-0.347 (0.307)	-0.0774 (0.133)	-1.562 (4.596)	0.0222 (0.134)	-0.172* (0.0984)
10	$CINST$	-0.00141 (0.00538)	-0.00144 (0.00905)	-0.00140 (0.00411)	-0.00132 (0.00587)	-0.00110 (0.00187)	-0.00688 (0.0369)	-0.00139 (0.00307)	-0.00135 (0.00248)
11	$DCAP$	1.765 (1.774)	3.340 (2.719)	1.193 (1.553)	-2.682* (1.566)	-0.259 (1.142)	-13.77 (39.40)	0.696** (0.282)	-1.079*** (0.303)
12	DX	1.975 (1.537)	3.320 (2.336)	1.486 (1.337)	-1.823 (1.338)	0.250 (0.969)	-11.29 (33.72)	1.062*** (0.259)	-0.453* (0.243)
13	$DCIF(\%)$	-0.691 (0.617)	-1.199 (0.940)	-0.506 (0.533)	0.745 (0.563)	-0.0329 (0.383)	4.424 (13.10)	-0.346** (0.150)	0.227* (0.135)
	$F(13, 1841)$	10.84***	4.05***	17.49***	7.87***	71.68***	0.30	28.18***	35.98***
	\bar{R}^2	-6.738	-21.224	-3.412	-8.107	0.383	-283.618	-1.367	-0.414
	NT	2048	2048	2048	2048	2041	2041	2048	2048

Fuente: INEI-ENE (2023). Elaboración propia. Los asteriscos representan los niveles de significancia del 10% (*), 5% (**) y 1% (***)

Referencias

- Albulescu, C. T., Drăghici, A., Fistiș, G. M. y Trușculescu, A. (2016). Does ISO 9001 quality certification influence labor productivity in EU-27? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 221, 278-286.
- Ahrens, A., Hansen, C. B. y Schaffer, M. E. (2020). Lassopack: model selection and prediction with regularized regression in Stata. *The Stata Journal*, 20(1), 176-235.
- Baiardi, A. y Naghi, A. A. (2021). *The value added of machine learning to causal inference: evidence from revisited studies*. <https://arxiv.org/pdf/2101.00878.pdf>
- Belloni, A., Chernozhukov, V. y Hansen, C. (2014a). Inference on Treatment Effects after Selection amongst High-Dimensional Controls. *Review of Economic Studies*, Vol. 81, No. 2, pp. 608-650.
- Belloni, A., V. Chernozhukov, C. Hansen (2014b). High-Dimensional Methods and Inference on Structural and Treatment Effects. *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 28, Nor 2, pp. 29–50.
- Bernini, F.; Figal Garone, L. and A. Maffioli (2017). Certificación Internacional de Calidad: ¿Señalizando a quién? Impacto en el desempeño de empresas en Argentina. IDB WP 770.
- Bernini, F., L. Garone, A. Maffioli, and A.Mena. (2019). Global value chains: Can quality certifications improve local firms' integration? Evidence from Latin America and the Caribbean.
- Bewoor, A. K., and M. S. Pawar. (2010). An empirical analysis of impact of QMS/ISO implementation on productivity/performance of Indian SMEs. *International Journal of Industrial Engineering and Technology*, 2(1), 85-109.
- Castro-Silva, H. F., and F. Rodríguez. (2017). Incidencia de la certificación de la norma ISO 9001 en los resultados empresariales. Un caso colombiano. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(22), 18-25.
- Chernozhukov, V., D. Chetverikov, M. Demirer, E. Duflo, C. Hansen, W. Newey, J. Robins (2018). Double/*debiased* machine learning for treatment and structural parameters. *Econometrics Journal*, volume 21, pp. C1–C68. doi: 10.1111/ectj.12097.
- Chernozhukov, V., D. Chetverikov, M. Demirer, E. Duflo, C. Hansen, W. Newey, J. Robins (2017). Double/*Debiased*/Neyman Machine Learning of Treatment Effects. *Papers and Proceedings, American Economic Review*, Vol. 107, No. 5, pp 261-265.
- Cunningham, S. (2021). *Causal Inference: The Mixtape*. Yale UNIVERSITY PRESS NEW HAVEN & LONDON.
- Fatima, M. (2014). Impact of ISO 9000 on business performance in Pakistan: Implications for quality in developing countries. *Quality Management Journal*, 21(1), 16-24.
- Gallego, J. M., and L. H. Gutiérrez. (2021). Quality certification and firm performance. The mediation of human capital. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
- Gallego, J. M., and L. H. Gutiérrez. (2017). Quality management system and firm performance in an emerging economy: The case of Colombian manufacturing industries. *Inter-American Development Bank Institutions for Development Sector, Serie No. IDB-WP-80 3*, pp. 1-28.
- Goedhuys, M., & Sleuwaegen, L. (2013). The Impact of International Standards Certification on the Performance of Firms in Less Developed Countries. *World Development* Vol. 47, pp. 87–101
- Harrington H.J. (1991). *Business Process Improvement: The Breakthrough' Strategy for Total*

Quality, Productivity. Quality Press.

Häversjö, T. (2000). The financial effects of ISO 9000 registration for Danish companies. *Managerial Auditing Journal*, 15(1/2), 47–52.

Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica* 46, pp. 1251–1271.

Heras, I., F. Marimon, M. Casadesús (2010). Impact of quality improvement tools on the performance of firms using different quality management systems. *Revista Innovar*. 21-42, 161-173.

Heras, I., G. P. M. Dick, and M. Casadesús (2002). ISO 9000 Registration's Impact on Sales and Profitability: A Longitudinal Analysis of Performance Before and After Accreditation. *International Journal of Quality & Reliability Management* 19 (6): 774–91.

Huntington-Klein, N. (2022). *The Effect: An Introduction to Research Design and Causality*. Taylor & Francis Group.

Ilkay, M. S., and E. Aslam. (2012). The effect of the ISO 9001 quality management system on the performance of SMEs. *International Journal of Quality & Reliability Management*. Vol. 29 Iss 7 pp. 753 – 778.

Islam, M. M., M. A. Karim and E. M. Habes. (2015). Relationship between quality certification and financial & non-financial performance of organizations. *The Journal of Developing Areas*, 49(6), 119-132.

Kiplagat, R. J. (2013). Impact of ISO 9001 certification on financial performance of commercial state corporations in Kenya (Doctoral dissertation, University of Nairobi).

Klosin S., M. Vilgalys (2022). Estimating Continuous Treatment Effects in Panel Data using Machine Learning with an Agricultural Application. MIT mimeo.

Lee, D., J. McCrary, M. Moreira, J. Porter (2022). Valid t-Ratio Inference for IV. *American Economic review*, 112-10, pp. 3260–3290

Manjon, M., J. Mañez 2016. Production function estimation in Stata using the Akerberg–Caves–Frazer method. *The Stata Journal* 16-4, pp. 900–916.

Mena, A., (2020). The impact of Quality Certifications on firms' performance. A *Random forest* Diff-in-Diff approach. Tesis de Maestría Universidad San Andrés, Argentina.

Nagpal, A. 2017. L1 and L2 Regularization Methods of Machine Learning. Disponible en: Saizarbitoria, I. H., and G. A. Landín. (2011). Impacto de la certificación ISO 14001 en el rendimiento financiero empresarial: conclusiones de un estudio empírico. *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 14(2), 112-122.

Sánchez-Ollero, J. L., A García-Pozo and M, Marchante-Lara. (2015). Measuring the effects of quality certification on labour productivity: An analysis of the hospitality sector. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, Vol. 27 Issue: 6, pp.1100-1116

Samuel, Arthur (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. *IBM Journal of Research and Development*. 3 (3): 210–229.

Starke, F.; R. Eunni, N. Dias Fouto, C.de Angelo. (2012). Impact of ISO 9000 certification on firm performance: evidence from Brazil. *Management Research Review* 35:10, 974-997.

Stock, James H., and M. Yogo. (2005). Testing for Weak Instruments in Linear IV Regression. In *Identification and Inference in Econometric Models: Essays in Honor of Thomas J. Rothenberg*,

edited by Donald W.K. Andrews and James H. Stock, capítulo 5, pp. 80–108. Cambridge: Cambridge University Press.

Sverson, C. (2011). What determines productivity. *Journal of Economic Literature*. <https://doi.org/10.1257/jel.49.2.326>

Tello, M.D. (2021). Effects of obstacles to Innovation: Are They Complimentary? *Journal of Innovation Economics & Management*. 2021/2 n° 35 | pages 187- 217.

Tello, M.D. (2020). Investigación & Desarrollo, Tecnologías de Información y Comunicación e Impactos sobre el Proceso de Innovación y la Productividad. WP-487, department of economics, PUCP.

Tello, M.D. (2017). Firms' innovation and productivity in services and manufacturing: the case of Peru". *CEPAL Review*, No 121, April.

Tello, M.D. (2015). Firms' Innovation, Public Financial Support and Total Factor Productivity: The Case of Manufactures in Peru". *Review of Development Economics*. 19(2), 358–374.

Terziovski M.; D. Samson, D. Dow (1997). The business value of quality management systems certification: evidence from Australia and New Zealand. *Journal of Operations Management*. Vol. 15 No1 pp 1-18.

Tzelepis, D., K. Tsekouras, D. Skuras, E. Dimara (2006). The effects of ISO 9001 on firms' productive efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26 No. 10, pp. 1146-1165.

Vargas, F. (2016). The role of quality certification and innovation as sources of productivity growth in Peru.

Wayham, V., E. Kirche, B. Khumawala (2002). ISO 9000 certification: financial performance implications. *TOTAL QUALITY MANAGEMENT*, VOL. 13, NO. 2, 2002, 217- 231.

Wooldridge, J. M. (1995). Score diagnostics for linear models estimated by two stages least squares. In *Advances in Econometrics and Quantitative Economics: Essays in Honor of Professor C. R. Rao*, ed. G. S. Maddala, P. C. B. Phillips, and T. N. Srinivasan, 66–87. Oxford: Blackwell

Wu, D.-M. (1974). Alternative tests of independence between stochastic regressors and disturbances: Finite sample results. *Econometrica* 42, pp 529–546. <https://doi.org/10.2307/1911789>.

Fuentes de Información

BCRP (2023). Estadísticas Económicas. www.bcrp.gob.pe. Banco Central de Reserva del Perú.

INEI-ENE (2023). Encuesta Nacional de Empresas, varios años. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Disponible en: <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/normatividad-metodologia-oe/encuesta-nacional-de-empresas>

PRODUCE-INACAL (2018). Primera Encuesta Nacional de Calidad a MYPE Manufactureras 2017. Disponible en: <https://www.inacal.gob.pe/principal/categoria/estudios-investigacione-oe>

Códigos DML (2023). Disponible en <https://paperswithcode.com/paper/double-debiased-machine-learning-for-treatment>

Códigos PDLASSO (2023). PDSLASSO: Stata module for post-selection and post-regularization OLS or IV estimation and inference. Achim Ahrens-Christian B. Hansen-Mark E Schaffer. Disponibles en <https://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s458459.html> (y download).

DML (2023). Disponibles en: <https://www.youtube.com/watch?v=eHOjmyoPCFU> (Victor Chernozhukov) y <https://docs.doubleml.org/stable/index.html>