

Informe N° 2 (versión final)

*Asesoría para la estimación de Mano de
Obra Generada por la Infraestructura
MOP*

ID 1016-19-LE24

Diciembre de 2024

Jorge Rivera C

Contenido

Introducción	4
1. Revisión de literatura y de metodologías (Actividad 1)	6
2. Sobre la información para modelar (Actividad 2)	10
2.1 Antecedentes generales de la información en SAFI	10
2.2 Base de datos consolidada a partir de información SAFI	11
2.3 Base de datos consolidada con registros válidos para modelar	14
2.4 Eliminación de outliers y construcción de la base final para modelar	16
3. Modelación y coeficientes de inversión (Actividad 3)	18
3.1 Introducción	18
3.2 Efecto pandemia en los resultados de las estimaciones	19
3.3 Coeficientes de inversión sobre mano de obra	21
3.3.1 Resultados para Vialidad	21
3.3.2 Resultados para D.G. Aguas	22
3.3.3 Resultados para D. Arquitectura	23
3.3.4 Resultados para Obras Portuarias	23
3.3.5 Resultados para Obras Aeroportuarias	24
3.3.6 Resultados para Obras Hidráulicas	24
3.3.7 Resultados para Servicios Sanitarios Rurales	25
3.3.8 Resultados para el MOP en su totalidad	26
3.4 Desagregación por tipo de mano de obra	26
3.4 Comentarios y conclusiones parciales	27
4. Sobre mano de obra complementaria (Actividades 4 a 8)	30
4.1 Aspectos generales	30
4.2 Resultados de las Actividades 4 y 6: MO de subcontratos	30
4.2.1 Resultados generales	30
4.2.2 Sobre la encuesta para analizar MO subcontratada	31
4.3 Resultados para la Actividad 5	35



4.3	Resultados de la Actividad 7: MO indirecta.....	37
4.4	Resultados para la Actividad 8: MO de obras concesionadas	38
5.	Análisis de la pertinencia y conclusiones (Actividad 9).....	42
	Bibliografía.....	46

Introducción

Este informe número 2 (informe final) del estudio “Asesoría para la estimación de Mano de Obra Generada por la Infraestructura MOP” tiene por objetivo responder a los requerimientos que se desprenden de las Actividades 1 a 8 explicadas en los términos de referencias respectivos, es decir (texto a continuación según términos de referencia del estudio):

- 1. Revisión de Literatura y Metodologías Existentes**
 - Revisar literatura y metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la medición de mano de obra contratada y empleo en infraestructura pública.
 - Identificar posibles brechas y oportunidades de mejora en las metodologías utilizadas por el MOP.
- 2. Complementación de Bases de Datos Utilizada en Estudio Anterior**
 - Revisar bases de datos empleadas en estudio anterior, ampliar su extensión hasta el primer semestre del año 2024 y complementar datos según se requiera.
- 3. Evaluación y Adaptación de Metodología conforme Nuevos Antecedentes**
 - Revisar, actualizar y contrastar los **coeficientes de inversión-mano de obra directa** con los datos existentes de contratos ejecutados.
 - Actualizar los **coeficientes de inversión-mano de obra directa** considerando impactos del estallido social, la pandemia del COVID-19 y la mayor inversión MOP motivada por el proceso de reactivación económica.
 - Evaluar y reformular, de ser pertinente, la metodología aplicada para la obtención de los **coeficientes de inversión-mano de obra directa**.
- 4. Identificar Mano de Obra aportada a través de Subcontratos de Obras MOP**
 - Revisión y análisis de subcontratos, pertenecientes a contratos principales de obras de infraestructura MOP
 - Diseñar una encuesta tipo online para estimar la Mano de Obra MOP aportada por **subcontratos**¹. La encuesta estará dirigida a inspectores fiscales de contratos MOP.
- 5. Análisis de Variables Económicas Relativas a Empleo**
 - Identificar las variables económicas y financieras más relevantes que pueden repercutir en la ejecución de obras de infraestructura MOP y en el consecuente empleo generado por estas (información del INE, Banco Central, SENCE, entre otras)
 - Analizar las proyecciones de empleo y mano de obra para la industria de la construcción (CCHC, otros).
- 6. Nueva Estimación de Mano de Obra Directa considerando Subcontratos**
 - A partir de datos de subcontratos obtenidos conforme resultados de encuesta, estimar los nuevos **coeficientes de inversión-mano de obra directa**.
 - Seleccionar una muestra representativa de contratos a nivel nacional y regional, a objeto de contrastar datos existentes versus los nuevos resultados obtenidos producto de la aplicación de la metodología reformulada.
- 7. Estimación de Mano de Obra Indirecta asociada a Contratos MOP**
 - Revisar experiencias nacionales e internacionales, como por ejemplo MOP Argentina, sobre estimación de mano de obra indirecta, generada por la inversión en infraestructura pública.
 - Proponer una forma de estimar la mano de obra indirecta generada por la inversión en infraestructura MOP, a partir de los resultados obtenidos con la metodología anterior.
- 8. Mano de Obra en contratos de Concesiones de Obra Pública**
 - Revisar la metodología que se usa actualmente para estimar mano de obra en contratos de concesiones MOP

¹ La ejecución de la encuesta está condicionada a entrega de información útil y oportuna.

- Analizar si dicha estimación es adecuada para contratos de concesión específicos o si sólo es útil para relacionarla con la inversión global realizada por la Dirección General de Concesiones del MOP.
- Indicar *-de ser pertinente-* un procedimiento apropiado para estimar la mano de obra directa generada por contratos de concesiones MOP.

9. Análisis de Pertinencia e Informe Final

- A base de los nuevos coeficientes planteados, evaluar con sentido crítico la confiabilidad de esta aplicación para la estimación razonable del **Empleo Directo e Indirecto Generado por las obras MOP**, a objeto de que estos pudieran ser utilizados por la autoridad ministerial.
- Entrega del Informe Final del trabajo realizado, incluyendo Resultados, Anexos y principales Conclusiones.

La **Sección 1** de este informe se hace cargo de las materias correspondientes a la **Actividad 1**, mientras que en la **Sección 2** se explican aquellas para abordar los contenidos de la **Actividad 2**. La **Sección 3** explica y muestra los resultados de la modelación para estimar el factor mano de obra – inversión (y algunas conclusiones parciales y comentarios sobre los resultados obtenidos de la modelación), haciéndose cargo de la **Actividad 3**, mientras que la **Sección 4** se explican los desarrollos para cumplir con las **Actividades 4 a 8**. Por último, la **Sección 5** se hace cargo del análisis de pertinencia de los resultados, estrechamente relacionado con la presentación de las conclusiones del estudio (**Actividad 9**).

Todos los Anexos del estudio (bases de datos iniciales y procesadas, tablas de resultados de las estimaciones, información de encuestas, etc., se proveen en archivos Excel enviados a la contraparte del estudio).

1. Revisión de literatura y de metodologías (Actividad 1)

Actividad 1: Revisión de Literatura y Metodologías Existentes: Revisar literatura y metodologías existentes a nivel nacional e internacional para la medición de mano de obra contratada y empleo en infraestructura pública, Identificar posibles brechas y oportunidades de mejora en las metodologías utilizadas por el MOP.

La infraestructura pública (IP) es un insumo fundamental para el desarrollo de actividad económica (ver Rozas y Sánchez, 2004; Schwartz et al (2009)) y, por ende, para la generación de empleo. La evaluación social (y privada) de las obras de infraestructura da cuenta de las externalidades positivas que la IP tiene en un sinnúmero de *instancias económicas*: entre otras, sobre mejoras en los tiempos de viaje y sobre la movilidad en general, relocalización y generación de (nuevas y más) actividades económicas y de esparcimiento, efecto macro en la productividad total de los factores de la economía (ver Rivera y Toledo (2004)).

El reporte que sigue se focaliza en el efecto que la construcción, ampliación, mejoramiento, reposición, restauración y conservación de la IP, materia del Ministerio de Obras Públicas (MOP), tiene sobre la contratación de mano de obra, particularmente sobre la estimación de una relación que vincule la inversión con la mano de obra asociada al desarrollo de las obras concomitantes.

El análisis empírico de una relación mano de obra – inversión en infraestructura, en particular referida a la obra sectorial que desarrolla el Ministerio de Obras Públicas (MOP), es muy escasa. Esto se explica, sobre todo, por la carencia de datos micro, a nivel de contratos, que tengan información de inversión y de mano obra reportada. Caso excepcional en la materia es el MOP, que a través del Sistema de Administración Financiera (SAFI) registra, de manera recurrente, sistemática y por largo periodo, información de mano de obra e inversión a nivel de contratos.

Ahondando sobre lo anterior, grosso modo, lo que se encuentra en la literatura es que la mayor parte de los estudios que pretenden explicar la relación en comento se distingue según lo siguiente:

- (1) estudios que usan información agregada (nivel cuentas nacionales) y-o técnicas que requieren el uso de la matriz insumo – producto, para explicar la relación en cuestión,
- (2) estudios que se basan en paneles de países para estudiar la relación en comento (nuevamente basado en información agregada),
- (3) estudios que usan información más-menos desagregada, eventualmente a nivel detallada por contratos, para el análisis.

Respecto de (1), los estudios de Ravillard et al. (2021)² y de Garrett-Peltier (2017) son informativos de este enfoque. Ambos analizan los efectos del sector energético sobre el empleo, considerando la transición de este hacia energías verdes – renovables, y sus efectos sobre, entre otros, el empleo.

² Los autores llevan a cabo un análisis descriptivo de los datos a partir de encuestas realizadas a 1.401 empresas que se relacionan con la transición energética en Bolivia, Chile y Uruguay.

También usando un enfoque basado en matriz insumo – producto, Coremberg (2018) analiza el aporte, adicional a la mano de obra directa, que se tiene por el desarrollo de obras de infraestructura, estudiando el adicional que la prestación de servicios por dicha infraestructura tiene sobre la economía: utilizando una metodología de *cuentas satélites* hechas para Argentina, Brasil, y México, calcula que la contribución de los servicios de infraestructura varía en un rango de entre 9% y 11% del PIB para los países indicados (esto comparado con una inversión promedio anual de alrededor del 2% del PIB en obras de infraestructura en esos países).

Importantemente, también cae en el esquema **(1)** la construcción del estimador de empleo que realiza en Ministerio de Obras Públicas de Argentina (2023), que se basa en la utilización de la matriz insumo – producto del año 2015 de la economía de ese país, de modo que basado en un diseño ad hoc para imputar costos de obras, permite estimar efectos de la infraestructura sobre la mano de obra, en este caso mano de obra directa e indirecta.

Respecto de enfoque **(2)**, utilizando un panel para 41 países, Moszoro (2021) muestra que un aumento de la IP del 1% del PIB mundial podría crear más de siete millones de puestos de trabajo, habiendo, eso sí, un efecto que es diferenciado por el nivel de desarrollo del país: 1 millón de dólares inversión en IP genera entre 3 y 7 empleos en economías desarrolladas, entre 10 y 17 en economías emergentes, y entre 16 y 30 en países de ingreso bajo. Interesante cómo explica que el efecto es menor mientras mayor es el nivel de desarrollo del país.³

Respecto de enfoque **(3)**, si bien estos análisis ya consideran información de carácter más micro, a nivel de proyectos (contratos), de todas maneras los reportes analizados no usan registros muy detallados a nivel de los contratos. Varios de estos estudios son realizados por profesionales de los bancos de inversión regional, quienes disponen de cuentas generales y de información de seguimiento de los proyectos de inversión que financian. Así, Schwartz et al. (2009), estiman el empleo generado por los planes fiscales en América Latina usando una composición de proyectos de transporte, electricidad y agua y saneamiento financiados por el Banco Mundial, encontrando que una inversión de US\$1.000 millones puede generar cerca de 40.000 empleos directos e indirectos en América Latina. Por otro lado, Ianchovichina et al. (2013) obtienen que una inversión de US\$1.000 millones en infraestructura puede generar 48.573 empleos directos para la región de Oriente Medio y África del Norte. Adicional a lo anterior, Pastor et al (2020), usando información (agregada) de proyectos de infraestructura financiados por bancos multilaterales de desarrollo en América Latina, encuentran que, en promedio para el total de la muestra de proyectos analizados, se tiene que *“US\$ 1,000 millones invertidos en la región se asocian a la generación de 35 mil empleos directos. Los resultados por subsector muestran que US\$ 1,000 millones invertidos en la región en promedio se asocian a la generación de 50 mil empleos directos en el sector energía, 18*

³ De esta manera, de acuerdo con el autor, por *simple extrapolación* se estima que 1.000 millones de dólares inversión en IP generarían entre 3.000 y 7.000 empleos en economías desarrolladas, entre 10.000 y 17.000 en economías emergentes, y entre 16.000 y 30.000 en países de ingreso bajo.

*mil empleos directos en el sector agua y saneamiento y 12 mil empleos directos en el sector transporte”.*⁴

Cabe destacar que una revisión más reciente y exhaustiva de la literatura en la materia de interés se encuentra en Yépez-García et al (2022), abarcando diversos sectores de infraestructura pública. En este queda claro también que los métodos y enfoques discutidos no necesariamente entregan una medida de los efectos de la inversión sobre la mano de obra que sean comparables entre sí, sea esto porque la unidad de análisis que se considera para determinar el efecto difiere según estudio (*países versus proyectos*), sea porque en varios casos se agrupan sectores de IP que no son comparables entre estudios.

Bajo el enfoque **(3)**, uso de datos micro a nivel de contratos MOP, el estudio Rivera (2022) obtiene coeficientes de mano de obra – inversión para diversos Servicio – Proceso Agregado que ejecuta el MOP. Según dicho informe, a nivel agregado MOP, el coeficiente de *MO directa – Inversión* que obtiene es **0,11**, entendido este coeficiente como el número de empleos mensuales por cada millón de pesos invertidos. De esta manera, partiendo de la tasa de cambio 1US\$= \$1.000, usando dicho coeficiente ocurre que *mil millones de dólares* invertidos implicarían la generación de 110.000 **empleos mes**, es decir, en promedio, **9.166 empleos año** que habría por dicha inversión, esta última cifra la que sería *más comparable* con aquellas de los reportes indicados.

Por otro lado, usando información de inversión del sector según MOP,⁵ el coeficiente de mano de obra – inversión que fue estimado por DIPRES en Rojas et al (2013) es, inicialmente, 0,44 según *Tabla I* en dicho informe. Sin embargo, luego de diversos ejercicios y análisis de robustez que realizan los autores, en dicho informe se concluye que un resultado más adecuado es 0,147 (explicado en la *Tabla VII* del informe, para información trimestral). A partir de esto último, el coeficiente mensual de MO directa generada (asociada al MOP) por millón de pesos invertido en obras públicas sería $0,147 * 3 = 0,441$, cercano al coeficiente mensual que se informa en la *Tabla I* de dicho informe. A partir de esto, la MO mes que habría por una inversión de mil millones de dólares correspondería a $0,441 * 1000 * 1000 = 441.000$, que en términos anuales sería de **36.750 empleos año** (es decir, cerca de cuatro veces la estimada en Rivera (2022) con datos SAFI).

Sobre la base de lo anterior, destaca que los resultados que se obtienen para la proyección de la MO a partir de la inversión en obras públicas no son directamente comparables entre las fuentes mostradas (información usada para estimar los coeficientes tienen diversos niveles de agregación

⁴ Pastor et al. (2020) usan información de encuestas a empresas que llevaron 187 contratos de proyectos de infraestructura financiados por el BID, en 10 países de la región; Schwartz et al. (2009) usaron información de proyectos del Banco Mundial en Argentina, Brasil, Colombia, Honduras, y Perú.

⁵ Como dice el informe DIPRES, “Para el caso de Obras Públicas, la actualización del año 2009 se basó en un estudio realizado por el Ministerio de Obras Públicas en el que se estima el número de empleos que la inversión de dicho organismo genera. Este estudio considera información del Plan Director de Infraestructura 2002, el que a su vez se basa en cifras del año 1996. Para la actualización del año 2009 se ajustó por el cambio en remuneraciones ocurrido en esa ventana de tiempo y se asumió que la participación entre capital y trabajo se mantuvo entre 1996 y 2009”.

según fuente, combinan registros de diversos tipos de infraestructuras). Como consecuencia de esto, los resultados de las proyecciones de MO a partir de la inversión en infraestructura difieren, de manera sustantiva, según la fuente. Para hacer “*comparables*” los resultados que se obtienen, el cuadro que sigue usa los coeficientes que fueron informados según autor, mostrando las proyecciones de **MO anual** que se obtienen a partir de **mil millones de dólares de inversión** en obras públicas. A pesar de que no son resultados comparables de manera directa, este cuadro es informativo de una estimación gruesa a partir de los estudios mostrados, sirviendo para tener un orden de magnitud de los efectos que se han reportado.

Tabla 1.1: proyección de **mano de obra anual** generada por inversión de mil millones de dólares, según fuente analizada

Fuente	Contexto	MO en empleos anuales generados por la inversión de mil millones de dólares	Información fuente de gasto en infraestructura
Moszoro (2021)	Economías Desarrolladas	3.000 a 7.000	Información agregada de gasto en infraestructura, panel 41 países
	Economías Emergentes	10.000 a 17.000	Información agregada de gasto en infraestructura, panel 41 países
	Economías de Ingresos Bajos	16.000 a 30.000	Información agregada de gasto en infraestructura, panel 41 países
Schwartz 2009	América Latina: Transporte, electricidad, agua y saneamiento financiado por el BIRF	40.000	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
Lanchovichina et al 2013.	Oriente Medio y África del Norte	48.573	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
Pastor et al 2020	América Latina financiado con bancos multilaterales	35.000	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
	Sector Energía	50.000	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
	Sector Agua y saneamiento	18.000	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
	Sector Transporte	12.000	Información sectorial de contratos seleccionados, de diversa naturaleza
DIPRES (Rojas et al. 2013)	Infraestructura MOP, CHILE	36.750	Información agregada de Subtítulo 31 y 33 MOP
Rivera (2022)	Infraestructura sectorial MOP, CHILE	9.166	Información SAFI de contratos MOP

En lo sustancial, este trabajo pretende ser una actualización de los hallazgos del estudio Rivera (2022) con información actualizada del MOP. La base de datos que se usa para ese efecto es muy detallada para estudiar dicho efecto, y marca una diferencia sustantiva con aquellas usadas en los estudios mencionados. Esta permite que la estimación sea hecha a nivel de servicio y por tipo de obra, incluso diferenciando el efecto por zonas del país. Además, este informe pretende explicar el contexto y relevancia de los resultados que se obtienen usando información de inversión y de MO reportada a nivel de contratos de obras MOP, superando, eventualmente, los inconvenientes de usar información agregada en esas materias, con los consiguientes *ruidos* que esto podría implicar en los resultados de las estimaciones (cosa reflejada, entre otros, por las diferencias evidentes que hay en las proyecciones de MO que se muestran en la tabla anterior).

2. Sobre la información para modelar (Actividad 2)

Actividad 2. Complementación de Bases de Datos Utilizada en Estudio Anterior. Revisar bases de datos empleadas en estudio anterior, ampliar su extensión hasta el primer semestre del año 2024 y complementar datos según se requiera.

2.1 Antecedentes generales de la información en SAFI

Para 19.952 contratos diferentes cuya fecha inicio es desde 2003 (aunque mayormente desde 2007), la base de datos SAFI provista para el estudio contiene registros que en 250.135 filas informa las siguientes columnas, *Variable*, tal como se indican en la base de datos. La tabla que sigue informa una descripción de esas variables y se adjunta en el archivo Excel de respaldo a este informe (hoja *Datos Originales*).

Tabla 2.1: variables y sus categorías – tipos en la base de datos SAFI del MOP

Variable en bdd	Descripción y nombre de las opciones – valores de las variables
Código SAFI Contrato	Código interno para seguimiento
Nombre Contrato	Nombre del contrato
servicio	Unidad del MOP a cargo del contrato: VIALIDAD, SSSR, OBRAS HIDRÁULICAS, PLANEAMIENTO, AEROPUERTOS, O.PORTUARIAS, ARQUITECTURA, D.G.AGUAS, D.G. Concesiones, VIALIDAD-CON ADM, OBRAS HIDRÁULICAS-ADM, D.G.O.P., ADM.SIST. CONCESIONES
región	región del país donde se ejecuta el contrato
Año	año del reporte de la información de mano de obra y de los pagos
mes	mes del reporte de la información de mano de obra y de los pagos
Calificada	Número de mano de obra calificada del mes - año
Semi Calificada	Número de mano de obra semicalificada del mes - año
No Calificada	Número de mano de obra no calificada del mes - año
Pagado contrato	pago al contrato en el mes -año (moneda corriente)
pagado reajuste	reajuste al pago del contrato en mes - año (moneda corriente)
PAGADO CONTRATO \$2022	pago al contrato en el mes -año (moneda 2022)
PAGADO REAJUSTE \$2022	reajuste al pago del contrato en mes - año (moneda 2022)
FECHA INICIO CTTO	fecha de inicio del contrato
FECHA TERMINO CTTO	fecha de término del contrato
tipologia1	indica si el contrato es Obra, Estudio, Asesorías y Consultorías o Gasto Corriente - Inherente
tipologia2	Indica si el contrato es Contratación de Obras, Diseño de Ingeniería, Asesoría por Gestión de Proyecto - Agua Potable Rural, Estudio de Prefactibilidad, Estudio Básicos, Asesoría de Inspección Fiscal, Asesoría y Consultoría de Gestión de Proyectos, Estudio de Factibilidad, Estudio de Impacto Ambiental, Estudio de Factibilidad con Diseño, Reforestación, Asesoría y Consultoría de Gestión Administrativa, Asesoría Administración y Supervisión - Agua Potable Rural, Asesorías y Consultorías, Estudio, Estudio de Perfil, Otras mantenciones, reparaciones o instalaciones, Estudio del Negocio, Mantenimiento y Reparación de Edificaciones, Mantenimiento y Reparación de Plazas de Pesaje
proceso proyecto	Indica si el contrato es CONSERVACION, MEJORAMIENTO, REPOSICION, ANALISIS, CONSTRUCCION, AMPLIACION, INVESTIGACION, NORMALIZACION, DIAGNOSTICO, RESTAURACION, CONSERVACION - NORMALIZACION, REPOSICION – CONSTRUCCION, HABILITACION, AMPLIACION-CONSTRUCCION-HABILITACION, AMPLIACION-HABILITACION, AMPLIACION-CONSTRUCCION, ACTUALIZACION, REPOSICION-CONSTRUCCION-MEJORAMIENTO, CONSERVACION-CONSTRUCCION, REPOSICION-MEJORAMIENTO, AMPLIACION-MEJORAMIENTO, REPOSICION-CONSERVACION, REPARACION, CONSERVACION-MEJORAMIENTO, CONSTRUCCION- MEJORAMIENTO, REPARACION- CONSERVACION, REPOSICION-DIAGNOSTICO, EXPLOTACION, EQUIPAMIENTO, EXPLORACION
código BIP	Código BIP
Estado	Indica el estado Resolución o Decreto Tramitado, Terminado, Liquidado

El hecho que diversos contratos aparecen más de una vez en las filas de la base de datos SAFI se explica porque, en lo sustancial, hay registros de estos que son informados mensualmente (mano de obra y montos pagados). Por este hecho, un primer ejercicio para obtener una base de datos para la modelación consiste en *consolidar* la información de los contratos en una única fila, que resuma los registros parciales que tiene en diversos meses.

2.2 Base de datos consolidada a partir de información SAFI

A cada contrato se imputa la mano de obra, según tipos, como la suma de las componentes parciales que hay en los registros mensuales, y de manera concomitante también se imputa el monto total. El resultado consolidado mantiene la fecha de inicio y la fecha de término del contrato, a partir de lo cual, para contratos terminados, se obtiene la duración de este (en meses). En la hoja *Datos Consolidados* del archivo Excel de respaldo se muestra el resultado del ejercicio y las variables de la base consolidada se muestran en la [Tabla 2.2](#). En esta, la variable **Proceso Agregado** juega un rol importante para la estimación econométrica. Se define con la idea a distinguir si los contratos son, de manera agregada, de tipo “*conservación*” (y relacionados) o de tipo “*construcción*” (y relacionados). El *Proceso Agregado* se construye a partir del proceso del proyecto que define el MOP, agrupando los tipos según lo que informa la [Tabla 2.5](#).

Tabla 2.2: columnas de la base de datos consolidada

Columna	Descripción
Código	Código SAFI del contrato, en base Original
Servicio	Usa nombres que hay en la Tabla 2.3
Macrozona	Usa tipos según Tabla 2.4
MO C	Mano de obra calificada consolidada
MO SC	Mano de obra semicalificada consolidada
MO NC	Mano de obra no calificada consolidada
MO Total	Suma de las componentes de la mano de obra
Monto Total MM\$ (Nominal)	Suma de las componentes de monto total mensual, con reajustes (moneda corriente)
Duración meses	Diferencia de fechas de término e inicio, dividido en 30
MO Mes Promedio	Cociente de mano de obra total sobre duración en meses
Año Inicio Contrato	Año de inicio para contrato
Válido por MO y Monto	Es 1 cuando el contrato tiene MO total, duración y monto total positivos, y es 0 si alguna de esas componentes es cero
Es Obra	Es 1 cuando tipología1 en la base de datos SAFI dice que es OBRA
Terminado	Es 1 cuando en la columna ESTADO de la base de datos dice que es Terminado o Liquidado
Proceso	Corresponde a la columna proceso proyecto en la base de datos
Proceso Agregado	Es una agregación de proyecto proceso según la Tabla 2.5
Servicio-Proceso	Concatenado de Servicio y Proceso
Servicio-Proceso-MZ	Concatenado de Servicio, Proceso y macrozona
Servicio-Proceso Agregado	Concatenado de servicio y Proceso Agregado
Servicio-Proceso Agregado-MZ	Concatenado de Servicio, Proceso Agregado y macrozona
Válido para Modelo	Es 1 cuando el registro es válido por MO y Monto, y es Proceso Agregado que se modela (ver Tabla 2.6)
Periodo Inicio	Fecha de inicio en año-mes
Periodo Terminado	Fecha de término en año-mes
Inicio COVID	Fecha de inicio de COVID, abril de 2020
FIN COVID	Fecha de fin de COVID: junio 2021

Columna	Descripción
Proyecto tuvo COVID	es 1 cuando el contrato tuvo ejecución que intersecta con periodo COVID
Monto Total en UF	Monto total corriente expresado en UF promedio del mes de inicio del contrato
Monto en MM\$ dic2023	Monto total corriente expresado en Millones de \$ de diciembre de 2023

Para todo lo que sigue, y ya empleado en las variables de la base consolidada según la tabla anterior, se considera la siguiente nomenclatura de las variables en la base de datos SAFI.

Tabla 2.3: nomenclatura de los servicios en la base de datos consolidada

Nombre del servicio en SAFI	Nombre Corto del Servicio	Sigla
VIALIDAD	Vialidad	VIA
SSSR	SSSR	SSSR
OBRAS HIDRÁULICAS	O. Hidráulicas	DOH
PLANEAMIENTO	Planeamiento	PLA
AEROPUERTOS	Aeropuertos	AERO
O.PORTUARIAS	O. Portuarias	DOP
ARQUITECTURA	Arquitectura	ARQ
D.G.AGUAS	D.G Aguas	AGUAS
D.G. Concesiones	Concesiones	CONCE
VIALIDAD-CON ADM	Vialidad	VIA
OBRAS HIDRÁULICAS-ADM	O. Hidráulicas	DOH
D.G.O.P.	DGOP	DGOP
ADM.SIST. CONCESIONES	Concesiones	CONCE

Tabla 2.4: nomenclatura de regiones en la base de datos consolidada

Región (nombre en SAFI)	Nombre	Número	Macrozona
Aysén	Aysén	11	Austral
Magallanes y de la Antártica Chilena	Magallanes	12	Austral
Valparaíso	Valparaíso	5	Centro
Metropolitana de Santiago	RM	13	Centro
Coquimbo	Coquimbo	4	Centro
Maule	Maule	7	Centro Sur
OHiggins	O'Higgins	6	Centro Sur
Biobío	Biobío	8	Centro Sur
Ñuble	Ñuble	16	Centro Sur
Atacama	Atacama	3	Norte
Tarapacá	Tarapacá	1	Norte
Antofagasta	Antofagasta	2	Norte
Arica y Parinacota	Arica y Parinacota	15	Norte
Los Lagos	Los Lagos	10	Sur
La Araucanía	Araucanía	9	Sur
Los Ríos	Los Ríos	14	Sur
Indeterminado	S.I.	99	S.I
Interregional	Interregional	99	S.I

Tabla 2.5: Proceso Agregado en base de datos consolidada, a partir de proyecto proceso en SAFI

Proceso Proyecto en base SAFI	Proceso Agregado en base consolidada
ACTUALIZACION	Otros
AMPLIACION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
AMPLIACION, CONSTRUCCION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
AMPLIACION, CONSTRUCCION, HABILITACION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
AMPLIACION, HABILITACION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
AMPLIACION, MEJORAMIENTO	Ampliación-Construcción-Mejoramiento

Proceso Proyecto en base SAFI	Proceso Agregado en base consolidada
ANALISIS	Otros
CONSERVACION	Conservación
CONSERVACION, CONSTRUCCION	Conservación
CONSERVACION, MEJORAMIENTO	Conservación
CONSERVACION, NORMALIZACION	Conservación
CONSTRUCCION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
CONSTRUCCION, MEJORAMIENTO	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
DIAGNOSTICO	Otros
EQUIPAMIENTO	Otros
EXPLORACION	Otros
EXPLOTACION	Otros
HABILITACION	Otros
INVESTIGACION	Otros
MEJORAMIENTO	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
NORMALIZACION	Otros
REPARACION	Conservación
REPARACION, CONSERVACION	Conservación
REPOSICION	Conservación
REPOSICION, CONSERVACION	Conservación
REPOSICION, CONSTRUCCION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
REPOSICION, CONSTRUCCION, MEJORAMIENTO	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
REPOSICION, DIAGNOSTICO	Otros
REPOSICION, MEJORAMIENTO	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
RESTAURACION	Ampliación-Construcción-Mejoramiento
(en blanco)	Otros
0	Otros

Tabla 2.6: Servicio – Proceso Agregado en la base consolidada que es válido para modelar

Servicio-Proceso Agregado en base consolidada	Se Modela
AERO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
AERO-Conservación	1
AERO-Otros	0
AGUAS-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
AGUAS-Conservación	1
AGUAS-Otros	0
ARO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
ARO-Conservación	1
ARO-Otros	0
CONCE-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	0
CONCE-Otros	0
DGOP-Otros	0
DOH-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
DOH-Conservación	1
DOH-Otros	0
DOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
DOP-Conservación	1
DOP-Otros	0
PLA-Otros	0
SSSR-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
SSSR-Conservación	1
SSSR-Otros	0
VIA-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	1
VIA-Conservación	1
VIA-Otros	0

Nota. “Otros” están usualmente referidos a estudios, análisis, apoyo, etc., en ningún caso a obras.

2.3 Base de datos consolidada con registros válidos para modelar

Con las siglas de los servicios según lo anterior, el cuadro que sigue informa el número de contratos por servicio y año que hay en la base de datos consolidada. Luego, [Tabla 2.8](#), muestra el número de contratos cuya información es inicialmente **válida** para modelar (es decir, contratos de obras con registro de MO, monto y **que están terminados**). Los datos finalmente usados para la regresión son un subconjunto de los registros válidos (sin valores atípicos, *outliers*, como se explica en la [Sección 2.4](#)).

Tabla 2.7: número de contratos en base de datos consolidada, por servicio y año de inicio

Año inicio contrato	AERO	AGUAS	ARQ	CONCE	DGOP	DOH	DOP	PLA	SSSR	VIA	Total
2003										2	2
2.004				1						3	4
2005				1						14	15
2006	1					2				44	47
2007			1	4		11			1	190	207
2008	15		10	17		54	21	1	187	377	682
2009	36		62	29		276	82	1	159	456	1.101
2010	9		24	6		77	53		17	308	494
2011	11		13	7		65	89		43	614	842
2012	15		33	3		90	65		160	539	905
2013	29	1	38	10		227	76		229	418	1.028
2014	34	1	30	13		225	58		321	488	1.170
2015	39	8	46	24		273	96		259	473	1.218
2016	23	7	20	4		251	52		254	419	1.030
2017	25	8	22	10		288	92		179	565	1.189
2018	40	9	22	25		188	68		340	554	1.246
2019	63	20	38	11		318	103	2	351	507	1.413
2020	84	99	26	12		289	92	2	590	463	1.657
2021	86	136	44	21	1	408	84	1	548	847	2.176
2022	90	126	25	3	1	344	79	1	519	412	1.600
2023	111	38	41	1		223	72	10	378	473	1.347
2024	58	37	35			119	53	1	79	197	579
Total	769	490	530	202	2	3.728	1.235	19	4.614	8.363	19.952

Tabla 2.8: número de contratos en base de datos consolidada con información válida para modelar

Año inicio contrato	AERO	AGUAS	ARQ	DOH	DOP	SSSR	VIA	Total
2.004							2	2
2.005							10	10
2.006				2			22	24
2.007			1	1		1	112	115
2.008	6		2	23	18	72	256	377
2.009	23		45	218	67	63	341	757
2.010	7		19	58	38	9	201	332
2.011	7		11	51	74	24	454	621
2.012	11		24	72	54	98	378	637
2.013	17	1	31	162	68	126	281	686
2.014	27	1	25	172	52	203	327	807
2.015	28	1	36	169	79	184	334	831
2.016	18	1	16	198	48	170	295	746
2.017	18	2	19	159	81	123	396	798
2.018	27	4	20	137	59	176	359	782

Año inicio contrato	AERO	AGUAS	ARQ	DOH	DOP	SSSR	VIA	Total
2.019	42	2	26	227	84	136	321	838
2.020	48	22	17	193	64	256	285	885
2.021	44	21	32	280	61	259	440	1.137
2.022	46	34	21	240	60	254	186	841
2.023	44	11	22	79	34	100	112	402
2.024	1			3	1	1	1	7
Total	414	100	367	2.444	942	2.255	5.113	11.635

Sobre la base de lo anterior, ocurre que el 58,3% de los contratos tiene registros válidos para modelar. Lo que mayormente explica la exclusión de contratos para modelar respecto de contratos válidos es *Proceso Agregado*, que deja fuera estudios, análisis, etc. (no corresponden a obras). Otra componente que explica la exclusión es la *vigencia* del contrato: no se analizan contratos que están en ejecución, porque sus componentes de monto y mano de obra pueden cambiar en el tiempo. A partir de esto, con la base consolidada que es válida para modelar (cuadro anterior), la tabla que sigue informa, para cada servicio, el número de estos según *Proceso Agregado*.

Tabla 2.9: número de observaciones de contratos en base consolidada, según *Proceso Agregado*

	Ampliación-Construcción-Mejoramiento	Conservación	Total
AERO		25	389
AGUAS	6		94
ARQ	31		336
DOH	248		2.196
DOP	220		722
SSSR	871		1.384
VIA	552		4.561
Total	1.953	9.682	11.635

Finalmente, el cuadro que sigue informa la media y desviación estándar de la MO promedio mensual (MO Total sobre duración) por Servicio y por *Proceso Agregado* que hay para los contratos válidos para modelar. Por Servicio, destaca lo disímil de la MO mes según *Proceso Agregado*, y la alta dispersión de los registros, para todos los servicios (alto valor de la desviación estándar respecto de la media de la MO).

Tabla 2.10: promedio y desviación estándar de observaciones de MO mensual, por servicio y *Proceso Agregado* (registros que inicialmente son válidos para modelar)

	Ampliación-Construcción-Mejoramiento		Conservación	
	Promedio de MO Total Mes	Desvest de MO Total Mes	Promedio de MO Total Mes	Desvest de MO Total Mes
AERO	41,4	50,3	17,2	18,8
AGUAS	4,0	3,2	9,8	23,1
ARQ	68,0	106,8	9,6	10,9
DOH	26,6	44,7	10,0	11,2
DOP	35,6	69,0	13,1	26,5
SSSR	14,6	13,0	8,2	8,0
VIA	71,5	168,8	23,1	31,2
Total	35,7	98,5	16,4	24,8

2.4 Eliminación de outliers y construcción de la base final para modelar

Lo informado en la sección anterior muestra que existe una muy alta dispersión de los registros de mano de obra (MO) mensual (MO Total sobre Duración), sea por servicio, sea por Proceso Agregado, para la información de contratos que son inicialmente válidos para modelar.

La base de datos que finalmente se emplea para estudiar la relación monto del contrato – MO usa un subconjunto de los registros válidos según lo anterior, que se obtiene de eliminar outliers de MO de la muestra. Esta eliminación se implementa a nivel de Servicio – Proceso Agregado según lo siguiente:

dentro de cada Servicio- Proceso Agregado, son registros sin outlier según parámetro k aquellas observaciones de contratos válidos cuya mano de obra mensual que están en el intervalo “media más / menos k veces la desviación estándar” de dicha variable.

Es decir, cierto registro de MO de un contrato queda en la base de datos para realizar estimaciones, según parámetro k , si el empleo mensual correspondiente está en el intervalo

$$] \bar{x} - k \cdot \sigma, \bar{x} + k \cdot \sigma [$$

donde \bar{x} es la media del empleo mensual del Servicio – Proceso Agregado, σ es la desviación estándar de esos registros y k el parámetro que define datos outlier.

Cabe destacar que mientras mayor es el valor de k mayor es el número de registros que se mantienen. Por otro lado, mientras menor es el valor de k , los que se mantienen están más concentrados en torno a la media de las observaciones correspondientes. De esta manera, para cada Servicio – Proceso Agregado, el cuadro a continuación muestra el número de registros válidos que se mantienen (es decir, que no son Outlier) en función del parámetro k . Destaca que con $k=1$ se mantiene el 92,8% de las observaciones válidas iniciales.

Tabla 2.11: número de observaciones por Servicio – Proceso Agregado en función de parámetro k

	$k=0,5$	$k=1$	$k=1,5$	$k=2$	$k = \text{infinito}$
AERO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	9	22	23	23	25
AERO-Conservación	249	358	371	375	389
AGUAS-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	2	3	6	6	6
AGUAS-Conservación	89	90	90	91	94
ARQ-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	18	27	29	29	31
ARQ-Conservación	215	315	323	326	336
DOH-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	159	231	236	241	248
DOH-Conservación	1.189	2.025	2.093	2.123	2196
DOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	200	216	219	219	220
DOP-Conservación	677	698	713	716	722
SSSR-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	381	753	820	842	871
SSSR-Conservación	810	1.281	1.325	1.346	1384
VIA-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	519	540	543	545	552
VIA-Conservación	3.155	4.240	4.373	4.430	4561
Número Total de Observaciones	7.672	10.799	11.164	11.312	11.635
% del Total de Observaciones Válidas	65,9%	92,8%	96,0%	97,2%	100%

Sobre la base de lo anterior, **la propuesta para la modelación considera usar las observaciones que se mantienen usando $k=1$** . Estas son 10.799 en total, que por servicio se muestran en la tabla que sigue. Esta muestra, además, estadísticas generales de los registros por Servicio- Proceso Agregado.

Tabla 2.12: estadísticas generales de información usada para estimar, por Servicio – Proceso Agregado, y considerando $k=1$ para selección de outlier de mano de obra (MO)

	N° Observaciones	Promedio de MO Total	Promedio de Monto Total MMS dic 2023	Promedio de Duración (meses)
AERO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	22	398,17	5.333,59	14,33
AERO-Conservación	358	90,33	1.015,78	7,01
AGUAS-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	3	22,67	158,78	5,39
AGUAS-Conservación	90	15,28	42,38	3,40
ARQ-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	27	475,96	1.854,69	12,80
ARQ-Conservación	315	31,85	151,58	4,13
DOH-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	231	210,38	1.502,30	10,28
DOH-Conservación	2.025	36,61	246,23	4,42
DOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	216	473,91	2.756,68	14,15
DOP-Conservación	698	73,23	501,37	6,50
SSSR-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	753	130,22	686,68	10,57
SSSR-Conservación	1.281	43,38	218,63	6,56
VIA-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	540	1.335,27	6.638,30	20,49
VIA-Conservación	4.240	232,84	1.433,39	11,45
Total	10.799	204,05	1.188,40	9,23

La consecuencia de eliminar los outliers según se expuso es que la muestra final resultante (es decir, la que se usa para modelar) tiene menos dispersión en el registro de MO mensual (promedio) que la original (donde no se eliminan los outliers). El cuadro a continuación es análogo a la [Tabla 2.10](#), pero con resultados de MO mensual solo para contratos sin outlier. Destaca entonces la fuerte reducción de la variabilidad de los registros como consecuencia de eliminar los outliers, aun así manteniendo el 92,8% de las observaciones originales.

Tabla 2.13: promedio y desviación estándar de observaciones de MO promedio mensual, por servicio y Proceso Agregado (registros usados para modelar, sin outlier con $k=1$)

	Ampliación-Construcción-Mejoramiento		Conservación	
	Promedio de MO Total Mes	Desvest de MO Total Mes	Promedio de MO Total Mes	Desvest de MO Total Mes
AERO	25,46	20,66	13,15	7,23
AGUAS	5,09	1,51	5,56	4,19
ARQ	32,01	22,17	7,66	4,40
DOH	17,58	17,09	7,59	5,06
DOP	29,90	19,75	10,64	6,07
SSSR	11,58	6,69	6,69	3,56
VIA	57,29	47,65	17,29	11,35
Total	28,80	34,46	12,47	9,83

3. Modelación y coeficientes de inversión (Actividad 3)

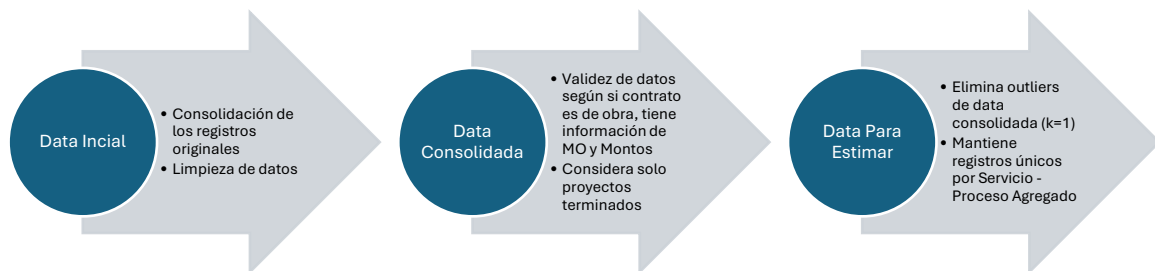
Actividad 3. Evaluación y Adaptación de Metodología conforme Nuevos Antecedentes. Revisar, actualizar y contrastar los **coeficientes de inversión-mano de obra directa** con los datos existentes de contratos ejecutados. Actualizar los **coeficientes de inversión-mano de obra directa** considerando impactos del estallido social, la pandemia del COVID-19 y la mayor inversión MOP motivada por el proceso de reactivación económica. Evaluar y reformular, de ser pertinente, la metodología aplicada para la obtención de los **coeficientes de inversión-mano de obra directa**.

3.1 Introducción

Para la base de datos que se ha escogido según lo informado previamente, lo que sigue explica los modelos y resultados que para obtener los coeficientes de mano de obra (MO) – inversión del MOP. Para esto, se debe tener en consideración lo siguiente:

1. Recordemos que el proceso para la construcción de la base de datos que se usa para modelar procede en tres etapas: (1) la base original se consolida la información, (2) en la información consolidada se define la validez de una observación según sea obra, está terminada y tiene información de mano de obra y de inversión, (3) la información válida según lo anterior se depura dejando fuera outliers con $k=1$. La figura continuación es ilustrativa de la construcción de la data que se usa para estimar el modelo econométrico.

Figura 3.1: esquema de construcción para data usada en estimar relación MO – inversión



2. La estimación se realiza a nivel de Servicio – Proceso Agregado, de modo de distinguir, para cada Servicio, obras de *conservación* de aquellas que son ampliación, construcción, etc. (todas ellas agrupadas en el tipo *Ampliación-Construcción-Mejoramiento*). La descripción de esta componente agregada está en la [Tabla 2.5](#).
3. La estimación también se realiza para el MOP en su conjunto (es decir, sin distinguir por Servicio – Proceso Agregado), y solo para servicio (sin distinguir por Proceso Agregado).
4. La eliminación de outliers de MO en la base de datos de registros consolidados usa el factor $k=1$, de modo que se mantienen 10.799 de las 11.635 observaciones válidas iniciales.

5. Como parte del análisis se estudia el efecto COVID en los resultados, es decir, si los datos de contratos en pandemia pudieron variar, en los resultados, respecto de la generalidad de las observaciones. Básicamente este ejercicio consiste en introducir una variable Dummy, que asociada al contrato vale 1 cuando este tuvo alguna ejecución entre los meses abril de 2020 – junio de 2021, y que vale 0 en caso contrario. De esta manera, puede ocurrir que el contrato tenga fecha de inicio previo a la pandemia, pero el solo hecho de que parte (o la totalidad) de su ejecución contemple meses de pandemia hace que se active la DUMMY para este. Si esta variable es significativa, se entiende entonces que los contratos bajo pandemia deben ser tratados de manera diferenciada a los contratos sin efecto pandemia, de modo de obtener coeficientes diferenciados si corresponde. Como veremos, al implementar este ejercicio resulta que la variable DUMMY no es significativa para ningún servicio que se estima, salvo para SSSR. En todo caso, para este último ocurre que el coeficiente inversión es prácticamente el mismo que se obtiene sin considerar la variable DUMMY (no hay mayor efecto), de modo que, en la práctica, el efecto pandemia no sería relevante sobre el resultado del coeficiente estimado. Cabe destacar que el número de contratos donde la DUMMY en cuestión es activa son el 16,6% de las observaciones que se usan para modelar.

6. Los coeficientes que se obtienen dependen de la unidad de moneda con que se valorizan los montos del contrato. En este trabajo se usan los montos nominales, que luego se actualizan a millones de pesos de diciembre 2023 y a Unidad de Fomento. La corrección del monto nominal a estas monedas es directa a partir de la corrección de dicho monto (nominal) a UF del mes de la fecha de inicio del contrato y, con este, llevarlo a millones de pesos 2023 también es directo a partir del valor promedio de la UF en dicho mes. Obviamente que el valor del coeficiente estimado dependerá de la moneda que se utilice. La propuesta para hacerlo más legible es que se considere millones de pesos de 2023 (MM\$ 2023).

En la [Sección 3.2](#) se analiza el efecto pandemia en la relación MO – Inversión, concluyéndose que no hay efecto relevante que obligue a modificar las estimaciones que se obtiene de no considerarla, y en la [Sección 3.3](#) se explican los resultados de la modelación mano de obra – inversión, obteniéndose los coeficientes por Servicio y por Servicio – Proceso Agregado.

3.2 Efecto pandemia en los resultados de las estimaciones

Para cada servicio, los cuadros a continuación muestran el resultado de estimar la ecuación

$$MO_{Tot} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Monto + \alpha_2 \cdot Duracion + \alpha_3 \cdot Dummy + u,$$

donde *Monto* es el monto total en millones de pesos diciembre de 2023, *Duracion* es la duración en meses del contrato, *Dummy* es una variable 0 – 1 que se activa si el contrato tuvo ejecución (parcial o total) en el periodo abril 2020 – junio 2021, y *u* es un error.

A partir de los resultados en esos cuadros, destaca que solo para el servicio SSSR ocurre que la DUMMY pandemia es significativa. Sin embargo, como se verá en la subsección siguiente, para este servicio ocurre que el coeficiente de *Monto* es prácticamente igual a aquel del modelo sin la *Dummy* (cosa que también ocurre para los coeficientes de los otros servicios). A partir de esto, la consecuencia es que el efecto pandemia no tuvo mayor relevancia en el valor del coeficiente inversión – mano de obra.

Tabla 3.1: estimación de efecto pandemia en los coeficientes del modelo MO – Inversión

MOP			
R2 ajustado			76,6%
N° Observaciones			10.786
	Coeficiente	P-value	Significativo 95%
α_0 : Constante	-59,18	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,14	-	Sí
α_2 : Duración	10,77	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	-10,62	0,09	No
VIALIDAD			
R2 ajustado			78,9%
N° Observaciones			4.778
	Coeficiente	P-value	Significativo 95%
α_0 : Constante	-85,34	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,15	-	Sí
α_2 : Duración	10,90	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	-17,78	0,15	No
AERO			
R2 ajustado			53,5%
N° Observaciones			380
	Coeficiente	P-value	Significativo 95%
α_0 : Constante	14,07	0,12	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 : Duración	6,22	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	6,67	0,60	No
AGUAS			
R2 ajustado			34,9%
N° Observaciones			93
	Coeficiente	P-value	Significativo 95%
α_0 : Constante	2,63	0,28	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,11	0,00	Sí
α_2 : Duración	1,80	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	3,21	0,20	No
DOH			
R2 ajustado			54,5%
N° Observaciones			2.248
	Coeficiente	P-value	Significativo 95%
α_0 : Constante	-7,61	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,05	0,00	Sí
α_2 : Duración	8,65	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	7,03	0,17	No

DOP			
R2 ajustado			81,9%
N° Observaciones			913
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-36,51	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,12	0,00	Sí
α_2 : Duración	9,21	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	12,72	0,26	No
SSSR			
R2 ajustado			61,5%
N° Observaciones			2.033
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-9,32	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,08	0,00	Sí
α_2 : Duración	6,26	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	14,57	0,00	Sí
ARQ			
R2 ajustado			61,2%
N° Observaciones			341
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-58,00	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,11	0,00	Sí
α_2 : Duración	20,13	0,00	Sí
α_3 : DUMMY	-40,52	0,08	No

3.3 Coeficientes de inversión sobre mano de obra

Basado en el resultado de la parte anterior, la estimación del coeficiente mano de obra – inversión para lo que sigue ignora el periodo de pandemia, variable *Dummy*, para hacer distinción en las observaciones. Con esto, para cada Servicio y para cada Servicio – Proceso Agregado, en esta parte se presentan los resultados de las estimaciones del modelo (α_1 es el coeficiente MO – Inversión)

$$MO_{Tot} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot Monto + \alpha_2 \cdot Duracion + u.$$

Para lo que sigue, la **unidad monetaria de la inversión** es *millones de pesos de diciembre 2023*, (MM\$ dic 2023). Esa unidad se puede modificar trivialmente, y la consecuencia de usar otras unidades monetarias es que α_1 se modifica de manera proporcional (ver Sección 4.4, punto b).

3.3.1 Resultados para Vialidad

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos, las variables son significativas al 95%. Visto a nivel de servicio, el coeficiente de MO – Inversión es 0,15. Sin embargo, según Proceso Agregado, para obras de conservación es 0,10 mientras que para obras de construcción y afines es 0,14.

Tabla 3.2: coeficientes MO – Inversión para Vialidad

VIALIDAD			
R2 ajustado			78,94%
N° Observaciones			4778
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-87,79	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,15	0,00	Sí
α_2 : Duración	10,84	0,00	Sí

VIA-Ampliación-Construcción-Mejoramiento

R2 ajustado			73,69%
N° Observaciones			540
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-203,63	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,14	0,00	Sí
α_2 :Duración	29,06	0,00	Sí
VIA-Conservación			
R2 ajustado			79,25%
N° Observaciones			4238
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-81,87	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,10	0,00	Sí
α_2 :Duración	15,18	0,00	Sí

3.3.2 Resultados para D.G. Aguas

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. Salvo la constante, las variables son significativas al 95% para la ecuación de Servicio y cuando el Proceso Agregado es Conservación, pero no hay suficiente información para el Servicio Agregado construcción y relacionados. El coeficiente de MO – Inversión es 0,12 visto a nivel de Servicio, y es 0,14 para obras de conservación. Destaca también el bajo ajuste del modelo para este servicio.

Tabla 3.3: coeficientes MO – Inversión para D.G Aguas

AGUAS			
R2 ajustado			34,42%
N° Observaciones			93
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	3,87	0,09	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,12	0,00	Sí
α_2 :Duración	1,81	0,00	Sí
AGUAS-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			...
N° Observaciones			...
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante
α_1 : Monto Total MMS dic 2023
α_2 :Duración
AGUAS-Conservación			
R2 ajustado			34,12%
N° Observaciones			90
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	3,51	0,14	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,14	0,00	Sí
α_2 :Duración	1,77	0,00	Sí

3.3.3 Resultados para D. Arquitectura

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos destaca que las variables son significativas al 95% salvo para la constante del modelo donde el Proceso Agregado es *Construcción y relacionados*. El coeficiente de MO – Inversión es 0,11 visto a nivel de Servicio, es 0,09 para obras de construcción y relacionados y es 0,04 para obras de conservación.

Tabla 3.4: coeficientes MO – Inversión para D. Arquitectura

ARQ			
R2 ajustado			60,99%
Nº Observaciones			341
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-59,94	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,11	0,00	Sí
α_2 : Duración	19,56	0,00	Sí
ARQ-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			59,94%
Nº Observaciones			27
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-173,57	0,18	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,09	0,00	Sí
α_2 : Duración	38,40	0,00	Sí
ARQ-Conservación			
R2 ajustado			36,11%
Nº Observaciones			314
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	8,21	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 : Duración	4,39	0,00	Sí

3.3.4 Resultados para Obras Portuarias

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos, las variables son significativas al 95% salvo para las constantes en los modelos con Proceso Agregado. El coeficiente de MO – Inversión es 0,12 visto a nivel de servicio, es 0,11 para obras de construcción y relacionados, y es 0,07 para obras de conservación.

Tabla 3.5: coeficientes MO – Inversión para Obras Portuarias

DOP			
R2 ajustado			81,94%
Nº Observaciones			913
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-35,51	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,12	0,00	Sí
α_2 : Duración	9,30	0,00	Sí

DOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			75,96%
Nº Observaciones			216
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-11,24	0,71	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,11	0,00	Sí
α_2 :Duración	12,47	0,00	Sí
DOP-Conservación			
R2 ajustado			58,19%
Nº Observaciones			697
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-1,61	0,63	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,07	0,00	Sí
α_2 :Duración	6,21	0,00	Sí

3.3.5 Resultados para Obras Aeroportuarias

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos, las variables son significativas al 95% salvo para la constante en el modelo por Servicio y para todas las variables en modelo cuando Proceso Agregado es construcción y relacionados (hay muy pocos datos para estimar). El coeficiente de MO – Inversión es 0,04 visto a nivel de Servicio, es 0,03 para obras de construcción y relacionados (no significativo; no válido), y es 0,04 para obras de conservación.

Tabla 3.6: coeficientes MO – Inversión para Obras Aeroportuarias

AERO			
R2 ajustado			53,63%
Nº Observaciones			380
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	15,15	0,08	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 :Duración	6,28	0,00	Sí
AERO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			30,54%
Nº Observaciones			22
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	156,51	0,32	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,03	0,61	No
α_2 :Duración	6,08	0,61	No
AERO-Conservación			
R2 ajustado			58,64%
Nº Observaciones			358
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	13,62	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 :Duración	4,86	0,00	Sí

3.3.6 Resultados para Obras Hidráulicas

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos, las variables son significativas al 95% salvo para la

constante en el modelo cuando Proceso Agregado es construcción y relacionados. El coeficiente de MO – Inversión es 0,05 visto a nivel de servicio, es 0,04 para obras de construcción y relacionados, y es 0,05 para obras de conservación.

Tabla 3.7: coeficientes MO – Inversión para Obras Hidráulicas

DOH			
R2 ajustado			54,47%
Nº Observaciones			2248
	<i>Coeficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-6,75	0,01	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,05	0,00	Sí
α_2 :Duración	8,69	0,00	Sí
DOH-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			48,63%
Nº Observaciones			231
	<i>Coeficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	33,70	0,18	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 :Duración	11,13	0,00	Sí
DOH-Conservación			
R2 ajustado			53,97%
Nº Observaciones			2017
	<i>Coeficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	2,02	0,04	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,05	0,00	Sí
α_2 :Duración	5,17	0,00	Sí

3.3.7 Resultados para Servicios Sanitarios Rurales

Los cuadros a continuación informan los resultados de las estimaciones a nivel de Servicio y de Servicio – Proceso Agregado. En todos ellos, las variables son significativas al 95% salvo para la constante en el modelo cuando Proceso Agregado es construcción y relacionados. El coeficiente de MO – Inversión es 0,08 visto a nivel de servicio, es 0,06 para obras de construcción y relacionados, y es 0,04 para obras de conservación.

Tabla 3.8: coeficientes MO – Inversión para Servicios Sanitarios Rurales

SSSR			
R2 ajustado			61,12%
Nº Observaciones			2033
	<i>Coeficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-7,23	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,08	0,00	Sí
α_2 :Duración	6,35	0,00	Sí
SSSR-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			56,95%
Nº Observaciones			752
	<i>Coeficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	-4,40	0,44	No
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,06	0,00	Sí
α_2 :Duración	8,66	0,00	Sí

SSSR-Conservación			
R2 ajustado			44,23%
N° Observaciones			1281
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
α_0 : Constante	7,23	0,00	Sí
α_1 : Monto Total MMS dic 2023	0,04	0,00	Sí
α_2 : Duración	4,09	0,00	Sí

3.3.8 Resultados para el MOP en su totalidad

Los cuadros que sigue informan los resultados de las estimaciones a nivel MOP y de MOP – Proceso Agregado. Para esto se considera que el Servicio – Proceso agregado MOP de conservación corresponde a todos los contratos de conservación de los servicios (análogo con el Proceso Agregado de construcción y relacionados). En todos los resultados de las estimaciones destaca que las variables son significativas al 95%. El coeficiente de MO – Inversión a nivel MOP es 0,14 visto, mientras que por Proceso Agregado, es 0,14 para obras de construcción y relacionados, y es 0,11 para obras de conservación.

Tabla 3.9: coeficientes MO – Inversión para el MOP en su conjunto

MOP			
R2 ajustado			76,61%
N° Observaciones			10786
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
Constante	-60,66	0,00	Sí
Monto Total MMS dic 2023	0,14	0,00	Sí
Duración	10,73	0,00	Sí
MOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento			
R2 ajustado			74,33%
N° Observaciones			1791
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
Constante	-140,26	0,00	Sí
Monto Total MMS dic 2023	0,14	0,00	Sí
Duración	21,36	0,00	Sí
MOP-Conservación			
R2 ajustado			79,39%
N° Observaciones			8995
	<i>Coefficiente</i>	<i>P-value</i>	Significativo 95%
Constante	-53,69	0,00	Sí
Monto Total MMS dic 2023	0,11	0,00	Sí
Duración	11,99	0,00	Sí

3.4 Desagregación por tipo de mano de obra

El ejercicio anterior entrega un coeficiente para obtener un estimado de mano de obra total según inversión del contrato (mano de obra mes). Para construir un estimador por tipo de mano de obra (calificada, semicalificada, no calificada), se usa la información histórica de los contratos por Servicio – Proceso Agregado para obtener la proporción de cada tipo en el total.

A partir de la base de datos que se usa para modelar (que considera coeficiente $k=1$), el cuadro a continuación informa las proporciones de los tipos de mano de obra por tipo de Servicio – Proceso Agregado. Esto define los porcentajes de mano de obra a partir de estimaciones totales de esta.

Tabla 3.10: proporción de tipo de mano (MO) de obra por Servicio – Proceso Agregado

	% MO Calificada	% MO Semicalificada	% MO No Calificada
AERO-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	25,5%	40,9%	33,6%
AERO-Conservación	32,8%	39,5%	27,7%
AGUAS-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	35,3%	11,8%	52,9%
AGUAS-Conservación	33,7%	31,2%	35,1%
ARQ-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	24,9%	45,8%	29,3%
ARQ-Conservación	34,9%	35,0%	30,0%
DOH-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	26,9%	43,8%	29,3%
DOH-Conservación	32,0%	44,8%	23,2%
DOP-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	24,2%	42,4%	33,4%
DOP-Conservación	30,3%	43,5%	26,2%
SSSR-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	24,2%	54,9%	20,9%
SSSR-Conservación	31,6%	45,9%	22,4%
VIA-Ampliación-Construcción-Mejoramiento	19,9%	42,6%	37,5%
VIA-Conservación	26,2%	46,1%	27,7%
<i>Total MOP</i>	<i>24,5%</i>	<i>44,8%</i>	<i>30,7%</i>

3.4 Comentarios y conclusiones parciales

A partir de todo lo anterior se tiene que:

- A nivel de Servicio, los coeficientes MO – Inversión son similares (prácticamente iguales) en cuando los modelos se estiman con y sin pandemia (marginalmente mayores cuando esta no se considera).

Tabla 3.11: coeficiente de MO – Inversión (α_1) según modelos con y sin *Dummy* de pandemia

Servicio	Coefficiente Modelo con <i>Dummy</i>	Coefficiente Modelo con <i>Dummy</i>
Aeropuertos	0,037	0,04
ARQ	0,112	0,11
D.G Aguas	0,114	0,12
DOH	0,047	0,05
DOP	0,122	0,12
MOP	0,139	0,14
SSSR	0,081	0,08
Vialidad	0,153	0,15

Nota. Inversión en MM\$ dic 2023

- El coeficiente MO – Inversión depende de la unidad monetaria con que se evalúa la inversión. Se presentó cuando la inversión está en *millones de pesos de diciembre de 2023*, MM\$ dic 2023. Ahora bien, en el fondo, la unidad monetaria MM\$ dic 2023 es una forma alternativa de presentar los valores en UF: para un monto de contrato en moneda corriente, del periodo de inicio del contrato, llevarlo a UF de ese periodo simplemente corresponde a

dividir dicho monto, en moneda corriente, por el valor promedio de la UF de ese periodo. Luego, con valor en UF, llevarlo a millones de pesos de diciembre de 2023 corresponde a multiplicar el monto en UF que se obtuvo por el valor de la UF en diciembre de 2023 (promedio mes) y dividir ese resultado, ahora en pesos, por 1 millón. De esta manera, si en vez de lo anterior deseamos obtener el coeficiente cuando la unidad monetaria es UF (o, por ejemplo, monto expresado en miles de UF), usando el coeficiente ya obtenido (que aplica para unidad monetaria MM\$ dic 2023), simplemente se multiplica dicho coeficiente por el cociente UF promedio de dic 2023 sobre 1 millón. Para fijar ideas, el coeficiente MOP es 0,14 cuando la unidad monetaria es MM\$ dic 2023. Ya que la UF promedio de dic 2023 es \$36.669, el coeficiente MOP cuando la unidad monetaria es UF corresponde a lo siguiente:

$$0,14 \cdot \frac{36.669}{1.000.000} = 0,00511107$$

- c. Sobre la base de lo anterior, cualquier corrección posterior del coeficiente modificando la unidad monetaria del monto es directo a partir de los factores de UF promedio mes.
- d. Comparando los resultados de estas nuevas estimaciones con información hasta 2024 con aquellas que se hicieron con información hasta 2021, los nuevos coeficientes son marginalmente mayores que los obtenidos en la modelación anterior. Sin embargo, los ajustes de los modelos son ahora ligeramente peores. Que el coeficiente sea mayor se podría explicar, en parte, porque los nuevos contratos del periodo 2022 – 2024 pudieron ser más intensivos en uso de mano de obra, cosa explicada por políticas públicas que fomentaron el empleo durante ese periodo. Que haya *más ruido* en los resultados (R cuadrado menor) podría explicarse porque, por ejemplo, los nuevos contratos cambian ligeramente la composición de mano de obra – inversión respecto de la generalidad de los datos. Destaca, en todo caso, que la caída en el ajuste es marginal respecto de lo que se había obtenido con información hasta 2021, cosa que no resta validez a los resultados que se obtienen en este informe, con información actualizada. En todo caso, destacar que los ajustes y significancias logrados en las estimaciones son más que satisfactorios para proyectar los resultados de MO.
- e. Relacionado con lo anterior, que el efecto pandemia, como se midió, no sea significativo para explicar la relación mano de obra – inversión se puede explicar porque, si bien el número de contratos (observaciones) afectados a pandemia es relevante (16% de los datos), en rigor ocurre que cada uno de ellos pudo estar más o menos expuesto al COVID: la medida de afectación considera que el contrato tuvo ejecución, parcial o total, durante el periodo abril 2020 – junio 2021, aunque su inicio (y por ende los montos fijados) pudieron

ser previos a la pandemia; mismo para contratos que inician en periodo de pandemia pero que su término es posterior a junio 2021.

- f. En complemento a lo anterior, que hayan aumentado los valores de las obras se explica, entre otros, por aumento en salarios que pudo haber en el periodo: explicado entre otros por beneficios y retiros en parte del periodo bajo análisis, la mano de obra se encareció en dicho periodo, y eso podría compensar la relación MO – inversión, manteniendo en parte la proporción histórica que había. En efecto, en parte del período de los datos (pandemia), el MOP aportó a la reactivación económica a través de una mayor inversión en infraestructura de nuevas obras (o la continuidad de algunas) que, por las contingencias, tuvieron asociado un encarecimiento sustantivo de los costos (aumento en precios de insumos, de costos de transporte y aumento en salarios para compensar la caída en oferta laboral explicada, entre otros, por ingentes retiros que tuvieron las personas). En la práctica, las empresas ajustaron valores de contingencia y mediante algunos mecanismos especiales para la ejecución de los contratos, a objeto de evitar el quiebre de empresas, el incumplimiento de plazos o la liquidación anticipada de contratos que se vieran afectados por un aumento de costos en insumos y servicios, el MOP aplicó medidas especiales que, en definitiva, permitieron la continuidad de la operación (y-o el desarrollo de nuevas obras), permitiendo, entre otros, la posibilidad de acogerse a incorporar IVA en contratos que inicialmente no lo contemplaban y solicitar mecanismos de reajuste tipo polinomio o IVA, según le fuera más favorable. En definitiva, y como resumen, la consecuencia de todo esto es que, según los datos del periodo 2021 – 2022, un aumento en todos los ítems de costo de obras, salarios incluidos, y los beneficios entregados, la relación entre gasto y mano de obra no se modificó de manera relevante, haciendo que, en la práctica, el coeficiente de MO – inversión no se alterase de manera importante respecto del que había en *situación sin pandemia*.
- g. Los cambios marginales en el valor de los coeficientes explican, en cierta medida, el dinamismo que pudiese haber en esta materia, obligando a realizar ejercicios recurrentes para mejorar los resultados en esta materia. Destaca, eso sí, la estabilidad de los resultados que se han obtenido, pues los coeficientes no tienen grandes variaciones según el periodo en que se han evaluado. A modo de ejemplo, cabe destacar que el coeficiente MO – inversión, total MOP, es 0,11 con información hasta 2021 (estudio Rivera (2022)) y que ahora, con información hasta 2023, es 0,14. Esta diferencia es marginal, y en parte puede ser deberse a la diferencia en la base monetaria que se considera (cambio de la unidad *millón de pesos 2022 a millón de pesos 2023*).

4. Sobre mano de obra complementaria (Actividades 4 a 8)

Actividad 4. Identificar Mano de Obra aportada a través de Subcontratos de Obras MOP. Revisión y análisis de subcontratos, pertenecientes a contratos principales de obras de infraestructura MOP. Diseñar una encuesta tipo online para estimar la Mano de Obra MOP aportada por subcontratos. La encuesta estará dirigida a inspectores fiscales de contratos MOP.

Actividad 5. Análisis de Variables Económicas Relativas a Empleo. Identificar las variables económicas y financieras más relevantes que pueden repercutir en la ejecución de obras de infraestructura MOP y en el consecuente empleo generado por estas (información del INE, Banco Central, SENCE, entre otras). Analizar las proyecciones de empleo y mano de obra para la industria de la construcción (CCHC, otros).

Actividad 6. Nueva Estimación de Mano de Obra Directa considerando Subcontratos. A partir de datos de subcontratos obtenidos conforme resultados de encuesta, estimar los nuevos coeficientes de inversión-mano de obra directa. Seleccionar una muestra representativa de contratos a nivel nacional y regional, a objeto de contrastar datos existentes versus los nuevos resultados obtenidos producto de la aplicación de la metodología reformulada.

Actividad 7. Estimación de Mano de Obra Indirecta asociada a Contratos MOP. Revisar experiencias nacionales e internacionales, como por ejemplo MOP Argentina, sobre estimación de mano de obra indirecta, generada por la inversión en infraestructura pública. Proponer una forma de estimar la mano de obra indirecta generada por la inversión en infraestructura MOP, a partir de los resultados obtenidos con la metodología anterior.

Actividad 8 Mano de Obra en contratos de Concesiones de Obra Pública. Revisar la metodología que se usa actualmente para estimar mano de obra en contratos de concesiones MOP. Analizar si dicha estimación es adecuada para contratos de concesión específicos o si sólo es útil para relacionarla con la inversión global realizada por la Dirección General de Concesiones del MOP. Indicar -de ser pertinente- un procedimiento apropiado para estimar la mano de obra directa generada por contratos de concesiones MOP.

4.1 Aspectos generales

Los resultados de esta parte persiguen la *estimación* de la mano de obra (MO) que proviene de (1) subcontratos asociados a contratos (proyectos) MOP sectoriales que se analizaron y, (2) de la llamada mano de obra indirecta que pudiese estar asociada a la ejecución de los contratos MOP y, en forma adicional, (3) sobre aquella que se produce por las obras de *concesiones* a cargo del Ministerio de Obras Públicas. Lo indicado es entonces sobre la *estimación* de cierta MO que sería *complementaria* a aquella mano de obra directa registrada periódicamente en los sistemas administrativos de contratos sectoriales que posee el MOP, objeto del análisis en las secciones previas, MO complementaria sobre la cual hay muy escasa información: en ningún caso hay registros comparables, en las materias bajo análisis, con el nivel de detalle y sistematicidad que tiene la información MOP en el SAFI. Lo que sigue discute sobre esta materia, distinguiendo por MO por subcontratos y por obras de concesiones.

4.2 Resultados de las Actividades 4 y 6: MO de subcontratos

4.2.1 Resultados generales

Respecto de la MO por *subcontratos*, luego de una revisión de antecedentes que podrían aportar se concluyó que no hay registro de información, ni oficial ni de fuentes secundarias confiables (es decir, con respaldo de contratos identificados) que permita colegir algún resultado en la materia.

Por lo anterior toma más validez el ejercicio que desarrolló este estudio (en acuerdo con la contraparte) para aproximar algún valor de la MO por subcontratos a partir de recabar información primaria sobre una muestra significativa de contratos de obra recientemente ejecutados por el MOP. Este ejercicio trató de recoger información de campo realizando una encuesta a inspectores fiscales para que reportasen sus hallazgos, referidos a contratos de su incumbencia. A partir de esa información, por unidad analizada, la idea fue construir una base de datos con la cual, si fuese el caso, poder informar sobre la relevancia de la MO de subcontratos en obras sectoriales del MOP.

Respecto de lo recién indicado, efectivamente se diseñó y aplicó el instrumento a todos los inspectores fiscales que tenían asociados contratos de obras con vigencia mayor o igual que diciembre 2024, todos identificados a partir de SAFI. Sin embargo, debido a la fecha de aplicación de la encuesta (fin de año) muy pocos inspectores respondieron (15 de un total de 240 encuestas enviadas), o por la razón que sea, los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios para poder realizar una imputación creíble de la MO por subcontratos:

Ya sea porque (i) la mayor parte de las respuestas de la encuesta asignó cero MO a subcontratos, sea porque (ii) se obtuvieron muy pocas respuestas y no hubo información suficiente para analizar (sin reporte).

La cuestión, en definitiva, es que con la exigua información que se obtuvo de encuestas realizadas entre diciembre 2024 y parte de enero 2025, no se puede identificar un resultado creíble o con cierta validez estadística de la cantidad de MO subcontratada (incluso si ese resultado fuese cero). En definitiva, el ejercicio realizado y planificado para responder a la Actividad 4 y 6 resultó no ser informativo.

Sobre la base de lo anterior, dada la relevancia de esta componente de la MO, y dado el contexto en que se planificó y realizó el ejercicio durante la ejecución de este estudio, se recomienda, fuertemente, repetir la experiencia al interior del MOP en una fecha apropiada, teniendo en consideración los pasos señalados previamente. Cabe destacar que, cualquier logro creíble en esta materia sería la fuente primaria y única que, a la fecha, se podría disponer para conocer un resultado relativamente fidedigno de la importancia que la MO por subcontratos pudiese tener en los contratos que ejecuta el MOP.

4.2.2 Sobre la encuesta para analizar MO subcontratada

Esta parte es para explicar el procedimiento utilizado en la encuesta que se realizó para obtener información de mano de obra subcontratada. Al respecto, el MOP proveyó información de 2.962 contratos distintos donde, entre otros, de manera correspondiente se informa sobre:

- el *Servicio* MOP del contrato, que se obtiene de la columna SERVICIO en la base de datos,
- el *Proceso* del contrato, que se obtiene de la columna DESCRIPCIONCONTRATO, a partir de la cual, para contratos de obras, se imputa el tipo *Construc-Amp-Mejor* (construcción –

ampliación – mejoramiento) o el tipo *Conser-Repo-Mante* (conservación – reposición – mantenimiento) para cada contrato,

- la fecha de inicio y la fecha de término del contrato, que se obtiene de las columnas FECHAINICIO y FECHATERMINO, y también el plazo de ejecución a partir de la columna PLAZOEJECUCION,
- la región del contrato a partir de la columna REGIONGEOGRAFICA,
- si el contrato es de obras, a partir de la columna SUBTIPOGASTO2 en la base de datos,
- el monto vigente del contrato de la columna MONTOVIGENTE,
- el estado del contrato según la columna ESTADOETAPA, que en particular indica si el contrato está en ejecución,
- la vigencia del contrato según columna VIGENCIA_CTTO en la base de datos.

Sobre la base de lo anterior, un **primer criterio** para seleccionar los potenciales contratos a encuestar considera que estos deben cumplir lo siguiente:

- a) el contrato debe estar vigente y tener fecha de término mayor o igual a 31 de diciembre de 2024,
- b) el contrato debe ser de obra, de modo que se pueda identificar si tiene alguno de los procesos agregados *Construc-Amp-Mejor* o el tipo *Conser-Repo-Mante*,
- c) el contrato debe indicar que está en ejecución

A partir de los criterios a) – c), de la base original con 2.962 contratos se mantienen activos para el análisis solo 516. La exclusión se explica mayormente por la fecha de término del contrato. Sobre estos, se consideran las siguientes variables adicionales:

- i. A partir del monto de contrato, comparado con la media de todos ellos se define el tamaño del contrato. Redondeando dicho cociente, se entiende que un contrato es *Pequeño* (en monto) si el cociente indicado está entre 0 y 1, que es *Mediano* si está entre 2 y 3 y que es *Grande* si es mayor que 3. En este ejercicio, para el cálculo del monto promedio se deja fuera la obra Puente Canal de Chacao, porque sus montos están fuera de rango (por arriba) respecto de las otras obras.
- ii. A partir de la duración en meses del contrato, dividido por 12 se imputan los años de duración. Con esto, se entiende que es *Corto* si el indicador de años está entre 1 y 2, que es *Mediano* si está entre 3 y 4 y que es *Largo* si es mayor que 4.

Sobre la base de todo lo anterior, la selección de contratos para encuestar (dentro de los 516 seleccionados inicialmente según se indicó) procede de la siguiente manera:

1. Se mantienen para encuesta todos los contratos que son Grande y Mediano por monto, del servicio que sean (80),
2. Se mantienen todos los contratos que no sean de Vialidad (150).

3. Se mantienen todos los contratos que no sean de conservación, para el servicio que sea, independientes del tamaño y del largo (10).

Sobre la base de lo anterior (tener en consideración que algunos contratos pueden cumplir más de una cláusula), 223 contratos cumplen alguna de las condiciones 1- 3 que se indicaron. Destaca que, por la selección anterior, solo quedan fuera contratos pequeños (en monto) de Vialidad, que son de conservación. Sobre estos, se escogen 100 de manera aleatoria, completando así un total de 323 contratos propuestos para encuestar. El cuadro que sigue informa algunas características generales de estos contratos. Cabe destacar que todos los contratos que son vigentes al menos a diciembre de 2024 y que son de construcción – ampliación – mejoramiento se mantienen en esta base de datos. Además, se mantienen todos los contratos de gran tamaño de cualquier servicio. La holgura para completar la base de datos es, finalmente, contratos de conservación de vialidad de tamaño pequeño.

Tabla 4.1: aspectos generales de contratos propuestos para encuesta

	Conser-Repo-Mante	Construc-Amp-Mejor	Total
AEROPUERTOS	15	8	23
Grande		1	1
Mediano	1	2	3
Pequeno	14	5	19
ARQUITECTURA	10	1	11
Pequeno	10	1	11
D.G. AGUAS		1	1
Pequeno		1	1
O. PORTUARIAS	16	15	31
Mediano	1	7	8
Pequeno	15	8	23
OBRAS HIDRÁULICAS	30	9	39
Mediano		4	4
Pequeno	30	5	35
SSSR	20	25	45
Mediano	1		1
Pequeno	19	25	44
VIALIDAD	135	38	173
Grande	5	8	13
Mediano	30	20	50
Pequeno	100	10	110
Total	226	97	323

A partir de lo anterior, la **encuesta** a los inspectores fiscales para reportar información de mano de obra subcontratada en los contratos seleccionados debe ser muy sencilla. Básicamente se propone un formulario de con la siguiente estructura general:

- Fecha de llenado de la encuesta: dd – mm - aa
- Nombre de quién completa la encuesta:
- Campos de identificación del contrato: Código SAFI / Código BIP
- Indicar estimación de Mano de Obra subcontratada:

- De acuerdo con su estimación, qué número total de personas subcontratadas ocupa mensualmente este contrato.
- Si es factible, indicar el porcentaje de estos que está asociado con mano de obra calificada, semicalificada o no calificada.

De todas maneras, cabe señalar que se recomienda para una nueva experiencia futura, tener discusiones previas con equipos de inspectores fiscales a partir de las cuales se refine (modifique, ahonde, se definan otros campos, etc.) la información que se solicitaría en dicha futura encuesta (que de todas maneras debe ser sencilla).

De la propuesta inicial de formulario de encuesta, con la contraparte se acordó aplicar la encuesta a inspectores fiscales con el siguiente formulario:

Figura 4.1: formulario de encuesta a inspectores fiscales

Encuesta
Sr(a):
Email:

De acuerdo con la información SAFI que manejamos, Ud. es el Inspector Fiscal del contrato que se describe a continuación:

Código SAFI	
Código BIP	
Nombre del Contrato	
Descripción del Contrato	
Fecha de Inicio	
Fecha de Término	
Duración estimada (meses)	
Región del Contrato	
Empresa Contratista	

Respecto del contrato en comento, uno de los objetivos del estudio de Mano de Obra Asociada a Inversiones que Realiza el MOP es obtener una estimación de la mano de obra asociada a subcontratos que pudiese estar asociada al contrato que se analiza. Para lo anterior, recurrimos a Ud con el propósito de que, basado en su conocimiento de esta obra, nos informe en términos generales sobre la materia de interés, razón por la cual solicitamos complete el siguiente formulario

P1. Según su conocimiento, el contrato que se analiza, ¿tiene o ha tenido subcontratos?

Nota: Si respuesta es Sí, pase a P2; si respuesta es No, termina la encuesta

Sí		Asignar 1 cuando la respuesta es Sí (en Blanco si no es opción)
No		Asignar 1 cuando la respuesta es No (en Blanco si no es opción)

P2. De manera estimativa según su conocimiento, ¿cuántos subcontratos tuvo el contrato que se estudia? Marque con 1 en el número de estos

1		Asignar 1 si recuerda solo 1 subcontrato (en Blanco si no es opción)
2		Asignar 1 si recuerda solo 2 subcontratos (en Blanco si no es opción)
3		Asignar 1 si recuerda solo 3 subcontratos (en Blanco si no es opción)
Más de 3		Asignar 1 si recuerda más de 3 subcontratos (en Blanco si no es opción)

P3. Referido a los Ud. considera son los principales tres subcontratos que hubo, por favor completar lo de abajo. A este respecto, considerar que:

1. Servicios directos de ejecución: subcontrato aporta en materias físicas que definen la obra (construcción propiamente tal, terminaciones, embellecimiento, etc.)
2. Apoyo a ejecución de la obra: el subcontrato es de apoyo a la ejecución de la obra (p.ej. transporte de personas, servicios de alimentación, control de personas, seguridad, etc.)
3. Otros servicios: subcontratos que no cumplen con aspectos anteriores (por ejemplo, acercamiento a la comunidad, publicidad - información a usuarios, capacitaciones, etc.)

Subcontrato 1	
Materia del subcontrato	1. Servicios directos de ejecución; 2. Apoyo a ejecución de la obra; 3. Otros Servicios
Duración total estimada (meses)	Meses totales estimados de duración del subcontrato (sumar todos los meses de ejecución aunque estén en periodos distintos)
Mano de Obra Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra Semicalificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra No Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada

Subcontrato 2	
Materia del subcontrato	1. Servicios directos de ejecución; 2. Apoyo a ejecución de la obra; 3. Otros Servicios
Duración total estimada (meses)	Meses totales estimados de duración del subcontrato (sumar todos los meses de ejecución aunque estén en periodos distintos)
Mano de Obra Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra Semicalificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra No Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada

Subcontrato 3	
Materia del subcontrato	1. Servicios directos de ejecución; 2. Apoyo a ejecución de la obra; 3. Otros Servicios
Duración total estimada (meses)	Meses totales estimados de duración del subcontrato (sumar todos los meses de ejecución aunque estén en periodos distintos)
Mano de Obra Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra Semicalificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada
Mano de Obra No Calificada (mensual)	Indicar la cantidad total de personas, promedio mensual, contratada

Finalmente, con todo lo anterior, la encuesta se dirigió a 184 inspectores fiscales, dentro de los cuales un profesional tiene asociados 6 contratos, dos tienen 4 contratos, 3 con 5 contratos, 34 con dos contratos y 142 profesionales con un único contrato como inspector fiscal sobre el que se pidió respuesta. El envío de la solicitud fue hecho por el Ministerio de Obras Públicas según formato y protocolo acordado entre el consultor y la contraparte del estudio.

4.3 Resultados para la Actividad 5

Análisis de Variables Económicas Relativas a Empleo. Identificar las variables económicas y financieras más relevantes que pueden repercutir en la ejecución de obras de infraestructura MOP y en el consecuente empleo generado por estas (información del INE, Banco Central, SENCE, entre otras). Analizar las proyecciones de empleo y mano de obra para la industria de la construcción (CCHC, otros).

Primero, la literatura económica abunda sobre el conocido *efecto positivo* que la inversión pública, en sus diversas componentes, tiene sobre el crecimiento de la economía (ver, por ejemplo, Aschauer (1989), Munell (1990), Eberts (1990), Batina (1999) y Tatom (1991), entre otros). *Grosso modo*, esta literatura explica cómo el desarrollo de la infraestructura pública, en particular aquella de responsabilidad del MOP, implica los consabidos efectos en (disminuir) los costos de producción (efectos en mejorar la productividad total de los factores de la economía), como también aportar a la movilidad de las personas con sus efectos en la demanda por bienes y servicios, sobre los efectos en localización (relocalización de actividades, uso del suelo), etc.

Segundo, a pesar de la enorme evidencia que hay sobre la relación virtuosa entre *infraestructura y desarrollo económico*, sigue siendo muy escasa la literatura que explica la *demandas por trabajo directo asociada con la ejecución (construcción) de las obras* propiamente tales. La evidencia empírica que se pudo encontrar se presentó en la [Sección 1](#) de este informe, dejando en vista la heterogeneidad de resultados existentes sobre la relación en comento. A este respecto, destaca que las diferencias en los resultados se deben, en lo sustancial, a la información de fuente que se utiliza para estimar los modelos que relacionan las variables; a nuestro mejor entendimiento, para la región al menos, ocurre que la información de contratos del MOP resumida en SAFI es la mejor fuente de registros mano de obra – inversión a nivel de contratos, que permite estimar una relación entre dichas variables a partir de registros individuales de obras.

Tercero, identificar otras variables (económicas agregadas) que pudiesen tener incidencia en explicar la relación *MO – inversión* en infraestructura es un ejercicio directo a partir de las relaciones generales que se han establecido a partir de la literatura mencionada en el primer punto. En este contexto lo que pretende el informe DIPRES para obtener el coeficiente *MO – Inversión* a partir de información macro de contratos y de mano de obra de la economía.

Cuarto, efectivamente hay información de empleo a partir de las *Encuestas Nacionales de Empleo*, ENE, que se consideran en el país. Ver, por ejemplo, la información del “*Banco de Datos ENE y al portal Datos Abiertos del Mercado Laboral*” en la página del INE; ver además las “*Tasas de Rotación, de Entrada y Salida Laboral*” por sector en la página [Estadísticas en base a registros administrativos](#). A partir de estas se puede tener un panorama general del empleo (al menos para el periodo 2017 – 2024) por los sectores *Minería, Industria manufacturera, Suministro de electricidad y gas, Suministro de agua y gestión de desechos, Construcción, Comercio, Transporte y almacenamiento, Alojamiento y servicio de comidas, Información y comunicaciones,*

Actividades financieras y de seguros, Actividades inmobiliarias, Actividades profesionales y técnicas, Servicios administrativos y de apoyo, Administración pública, Enseñanza, Salud y asistencia social, Actividades artísticas y recreativas, Otras Actividades y Agricultura, silvicultura y pesca.

Sin embargo lo anterior, en esta materia, destaca que las series del INE para el sector **Construcción** no distingue si la MO corresponde a obras públicas de infraestructura, de competencia MOP. De hecho, ninguna serie oficial, y pública, en el Instituto Nacional de Estadísticas permite hacer esta distinción. Incluso si se pudiese acceder a información detallada de empleo en el sector Construcción, distinguiendo la información a nivel de empresas contratistas del MOP, de las series en cuestión resultaría muy complejo asociar el empleo directo que se reportaría para esas empresas con aquel correspondiente a obras MOP (la información no estaría disponible por contratos, sino que en una forma más agregada que resuma el ejercicio de la empresa), ni tampoco conocer el monto de las obras correspondientes. En otras palabras, a menos que el MOP esté obligado a compartir la información de SAFI con INE, este organismo no tiene el detalle de registros que se manejan en este estudio.

Quinto, respecto de inversión, la información *más consolidada* que se podría utilizar para imputar gasto en obras de infraestructura, del MOP en particular, es aquella que recoge el Ministerio de Hacienda (DIPRES) para elaborar el presupuesto nacional: registros de subtítulos 31 y 33 que periódicamente reportan los organismos públicos. Nuevamente aquí, independiente del nivel de detalle con que esta información se provea, en ningún caso se presenta a nivel de contratos específicos. Cabe destacar que esta información agregada es la que se usa en el informe DIPRES, de modo que la misma no distingue por tipo de *obra – servicio*, ni tampoco contiene el vínculo de MO – inversión a nivel de contratos.

Sexto, hay ciertamente una serie de otras fuentes de información que podrían complementar, o ser un proxy, de registros de MO y-o de inversión. Entidades sectoriales como la Cámara Chilena de la Construcción, el Instituto Chileno del Acero y el Instituto del Cemento y el Hormigón en Chile informan, de manera recurrente, el uso (demanda) de insumos para la construcción, distinguiendo en algunos casos (CCHC) para obras asociadas con el MOP. En principio, la información en estas materias a partir de registros de sus afiliados permitiría tener un buen proxy del empleo que aquí se analiza. Sin embargo, nuevamente, esta información no tiene la riqueza que se obtiene de los registros censales que maneja el MOP con información de contratos de obras en SAFI.

Séptimo, mucha de la información relevante sobre variables socioeconómicas (macro) se obtienen de páginas y bases de datos muy ordenadas que proveen el Banco Central de Chile, el Ministerio de Hacienda (DIPRES) y, parcialmente, el Ministerio de Economía. A partir de estas, es posible consolidar información de crecimiento de la economía, incluso por sectores agregados,

de empleo agregado a nivel regional, de gasto e inversión, etc., todas ellas siendo fuentes auxiliares para realizar estudios que permitan, parcialmente, entender la relación MO – inversión.

Sin embargo todo lo anterior, cabe destacar que cualquier ejercicio que se base en alguna(s) de las **fuentes no MOP** indicadas sería tremendamente útil para obtener una relación MO – inversión en el caso de que no haya información sectorial del MOP: los ejercicios basados en información administrativa *tangencial*, que no sea SAFI, solo resultarán en aproximaciones sensatas de un resultado que, obtenido a partir de información de contratos MOP por SAFI, define el mejor escenario posible para realizar la estimación que nos convoca.

En definitiva, el mensaje de esta parte es que el ejercicio recurrente que ha desarrollado el MOP para completar SAFI resulta, hoy día, en la mejor práctica posible para disponer de información primaria que permite identificar el efecto de la infraestructura en la generación de empleos, de modo que cualquier otro enfoque basado en información complementaria redundará solo en aproximaciones de lo que se pretende obtener.

4.3 Resultados de la Actividad 7: MO indirecta

Actividad 7. Estimación de Mano de Obra Indirecta asociada a Contratos MOP. Revisar experiencias nacionales e internacionales, como por ejemplo MOP Argentina, sobre estimación de mano de obra indirecta, generada por la inversión en infraestructura pública. Proponer una forma de estimar la mano de obra indirecta generada por la inversión en infraestructura MOP, a partir de los resultados obtenidos con la metodología anterior.

Primero, hoy día, para estimar la mano de *obra indirecta* que pudiese estar asociada al desarrollo de obras de construcción por parte del MOP, **no hay ninguna fuente informacional** que permita obtener algún coeficiente, o un rango, que permita corregir las estimaciones de MO directa que se obtienen según lo expuesto en la [Sección 3](#) (basado en información SAFI): no hay registros administrativos, ni información siquiera circunstancial que permita tener un proxy del porcentaje promedio que se debería adicionar a la MO sectorial para obtener una estimación de la MO indirecta que pudiese tener asociada.

Segundo, tal como se hecho en otras partes (Ministerio de Obras Públicas de Argentina, (2023)), un ejercicio para construir este porcentaje adicional por MO indirecta podría utilizar la matriz insumo producto, IP, de la economía para, modificando coeficientes adecuados de esta, obtener un proxy de lo que sería la mano de obra indirecta. El problema es que, como en el caso de Argentina, la modificación de estos coeficientes se basa en la *percepción del analista* respecto de cuál debería ser el nuevo valor que se impute en la matriz, cuyo criterio no necesariamente está basado en algún sustento micro que haga más objetiva la elección. Incluso si uno pudiese encontrar un valor sensato que imputar, se dificulta entender si este aplicará a todos los tipos de obras que se manejan: a priori, es esperable que el efecto sobre MO indirecta, de haberlo, se distinga por tipo de obra, por región del país donde se ejecuta y, eventualmente, por periodo del

año cuando se ejecuta, cosa que se dificulta si se modifican algunos de los coeficientes agregados de la matriz IP (cuestiones de estacionalidad). Considerar estas alternativas dificulta aún más una tarea que, por sí misma, ya es compleja.

Tercero, en vez de buscar una aproximación a través de la matriz IP, un proxy para obtener un resultado para relevar la información sería simplemente *inspeccionar* una serie de contratos buscando, en el terreno, que actividades se generan (se observan) a partir de la instalación de las faenas y-o que se producen en el sector de influencia del proyecto. A priori, este podría ser solo un ejercicio prospectivo, dando una idea aproximada de su relevancia. Sin embargo, incluso para instancias como estas se dificulta conocer con detalle sobre la precariedad de estos trabajos, cómo se mueven con las obras, la cobertura y la duración de estos trabajos, etc. En principio, se podría sospechar que la MO indirecta asociada a las obras debería, mayormente, ser un trabajo estacional y precario, que seguramente es relevante para muchas personas, pero que puede ser muy complejo evaluar (pensar, por ejemplo, en la informalidad que pudiese haber, de modo que incluso si es observado, sería complejo acceder a información del oferente del servicio).

Cuarto, la estimación de MO indirecta asociada con obras MOP no debería confundirse con la MO que surge por el hecho de que se hizo tal o cual obra de infraestructura. Esta última es consecuencia del desarrollo económico que conlleva la infraestructura como tal, que podría darse porque existe la obra, pero que no debería ser contabilizada como parte de la obra en sí.

En definitiva, partiendo de la nula información actual que existe en la materia, y para evitar una contabilización espuria de MO asociada a las obras del MOP, se propone evitar esta componente de mano de obra como parte de los resultados atribuibles a los contratos del Ministerio. Sin embargo, en el margen, también es claro que esta MO debería ser parte del análisis, cosa para la cual se requiere información objetiva que permita tener un proxy creíble de su magnitud, obligando al desarrollo de estudios ad hoc para cuantificarla.

4.4 Resultados para la Actividad 8: MO de obras concesionadas

Respecto del análisis de la MO de proyectos concesionados, se tiene que:

- Hay escasa *información* que, a nivel de contratos/proyectos concesionados, informe sobre MO efectiva para estos. En tal sentido, el resultado del ejercicio más completo que se pudo obtener es aquel donde para enero – junio de 2024 se informa la MO mensual de 30 obras concesionadas, junto al presupuesto total de esta.
- No hay información oficial accesible que permita distinguir, con detalles, los detalles de los ítems de gasto de los proyectos concesionados, de modo de poder identificar aquellas componentes que pudiesen ser asociadas, de manera directa, a la MO ejecutada por el desarrollo de la obra en cuestión (e.d., información análoga a lo que sería la de SAFI para contratos de obras sectoriales).

La imputación de la MO para obras concesionados que se informa actualmente al MOP es sobre la base del indicador (coeficiente) de mano de obra que propone la DIPRES, usando el monto total del proyecto concesionado como parámetro de gasto (ver Rojas et al (2013)). Sin embargo, el resultado que se obtiene no es comparable con aquel que se obtiene usando el método aplicado a contratos sectoriales (Sección 3). En efecto:

- **Primero**, obviamente los coeficientes DIPRES para obras públicas (Tabla I en op. cit.) y MOP sectorial (Sección 3 de este informe) difieren entre sí, de modo que las proyecciones de MO a partir de estos no son comparables con el resultado del ejercicio que se reportó.
- **Segundo**, si fuera el caso utilizar los coeficientes obtenidos a partir de SAFI a proyectos de concesiones, el resultado de MO asociada seguiría siendo no comparable con aquel de contratos sectoriales MOP, entre otros porque el monto del proyecto concesionado que se utiliza para proyectar mantiene, hoy día, partidas de gasto no imputables sólo a inversión en ejecución de obras, como en el caso de los contratos sectoriales MOP, y que para efectos de una comparación adecuada con estos, no se deberían considerar: gastos financieros, estudios, operación, etc.
- **Tercero**, la MO en proyectos de concesiones no solo debería contemplar aquella asociada al desarrollo de la obra propiamente tal (periodo de construcción, haciendo el símil con el análisis de las obras MOP sectoriales que se han explicado), sino que debería considerar toda aquella que se produce por la explotación y mantenimiento de la obra.
- **Cuarto**, ciertamente que las componentes de MO asociadas a la construcción de estas obras, y aquella que hay una vez la obra está en uso, deberían distinguirse por el tipo de obra concesionada: a priori, uno esperaría diferencias relevantes en la demanda de MO según se trate de obras viales, de hospitales, cárceles, etc.
- En definitiva, **quinto**, todo lo anterior redundaría en que el ejercicio de imputar MO a obras concesionadas a partir de coeficientes a partir de SAFI o DIPRES (que, por lo visto, sobrestima el efecto) sería un ejercicio que debe ser revisado con el fin de obtener resultados creíbles y asimilables a los que se han obtenido en este informe para los proyectos sectoriales del MOP: para contratos de obras sectoriales ejecutados por el MOP, la MO es sistemática y periódicamente conocida según registros SAFI y, con esa información se construyen los coeficientes que aplican para proyectar aquella de obras por desarrollar. Por otro lado, para proyectos de concesiones ya en operación ocurre que la MO ya se ejecutó, aunque en general no se conoce con detalles. Por lo mismo, al imputar MO de esos proyectos según coeficientes DIPRES solo se está aproximando una cantidad que, en rigor, debería ser conocida; bastaría hacer la cuenta efectiva de la que fue contratada o subcontratada por la Concesionaria. Obviamente si no hay una corrección de las partidas de gastos según se ha indicado, el ejercicio de imputación basado en coeficientes DIPRES (o basados en coeficientes SAFI) lleva a resultados de proyección que podrían ser muy

abultados (mismo cuando se aplique a proyectos en carpeta), de modo que esas proyecciones no son comparables con aquellas del mismo ámbito que hay en contratos sectoriales, ni tampoco serían creíbles. Además, como se vio en la Sección I, el coeficiente DIPRES para MO mensual es alrededor de 4 veces aquel que se estima usando información de SAFI.

Sobre la base de lo anterior, con el fin de proyectar MO para proyectos de concesiones lo ideal sería conocer datos mensuales de MO (o de MO total) y conocer los montos (mensuales o totales) que explican la demanda de la MO, de modo de ignorar componentes de otras partidas de gasto que no se correspondan estrechamente con la ejecución de obras. Sin embargo, no conocemos qué tan relevantes son esas otras partidas para proyectos de concesiones, de modo de corregir el monto para proyectar según lo indicado, ni tampoco conocemos (salvo lo indicado previamente para algunos proyectos) la cantidad de MO efectiva que tuvieron esos proyectos.

Como un mínimo aceptable, con información para proyectos concesionados de **MO efectiva total** y de **montos totales de partidas adecuadas**, se podría, inicialmente, aproximar la relación MO – gasto para ejecución de obras en proyectos concesionados: aun cuando esa información sea escasa y agregada (pocos proyectos, comparados con la cantidad de proyectos sectoriales), la información en comento se puede agrupar con aquella de contratos sectoriales para construir un modelo donde se estime la diferencia por la fuente del registro (dummy sectorial – concesiones).

Incluso en un escenario, que no sabemos si es conservador, usar los coeficientes SAFI para imputar MO de proyectos concesionados podría ser un ejercicio revelador, siempre y cuando el monto que se use para proyectar esté correctamente elegido y asimilable a ejecución de obra. Ese monto en ningún caso sería el Valor de la Concesión porque, se insiste, dicho monto considera ingentes cantidades de recursos que no son directamente asociables con MO por la construcción del proyecto.

Respecto de lo anterior, desconocemos si hacer la imputación anterior es un ejercicio conservador para obtener la MO de proyectos concesionados, porque la tecnología que usa MO en esos proyectos podría ser muy distinta que aquella usada en proyectos sectoriales (pudiendo ser más o menos intensiva en uso de MO). A priori, por la escala de recursos y tipos de obras, uno esperaría que, en promedio, sea menos intensiva en uso de MO, de modo que, si fuera el caso, aun corrigiendo los montos se daría que la estimación usando coeficientes SAFI debería dar una cota superior de MO de proyectos concesionados.

Solo para ahondar en las diferencias con el resultado para obras sectoriales que se ha mostrado, los coeficientes DIPRES de obras públicas que se utilizan para obtener la MO de proyectos concesionados se basan en información agregada de los Subtítulos 31 y 33 del MOP,⁶ es decir,

⁶ El informe DIPRES usa (textual) “La serie trimestral de inversión pública (definida como la suma de los subtítulos 31 y 33, inversión y transferencias de capital), en pesos reales del cuarto trimestre del año 2009”.

información agregada de gasto que, en su mayoría deberían corresponder a obras sectoriales (ver op. cit.). De esta manera, incluso usando montos correctos de gasto para obras de concesiones (en la práctica no es el caso), la estimación de la MO correspondiente a proyectos de concesiones podría ser sistemáticamente superior a la real (sesgo al alza).

Por último, solo como una cuestión a *nivel conceptual*, destacar el hecho que la pretensión con los *coeficientes MO – gasto* en obras MOP es imputar la MO asociada a (i) contratos cuyos plazos de ejecución siguen activos (de modo de estimar la MO remanente, aún no observada, por lo restante de la ejecución de la obra), y (ii) aquella de contratos planificados para ser desarrollados a corto – mediano plazo. Es decir, la pretensión no se trata de *estimar* la MO que efectivamente hubo por proyectos ya realizados, que debiera ser conocida, sino que estimar aquella que se produciría por la futura ejecución de nuevas obras. En este sentido, la pretensión que habría cuando se trata de obtener una MO de proyectos concesionados ya ejecutados sería solo para explicar algo que ya se realizó, cuando en rigor ese registro debería estar disponible para su estudio.

5. Análisis de la pertinencia y conclusiones (Actividad 9)

Actividad 9. Análisis de Pertinencia e Informe Final. *En base de los nuevos coeficientes planteados, evaluar con sentido crítico la confiabilidad de esta aplicación para la estimación razonable del Empleo Directo e Indirecto Generado por las obras MOP, a objeto de que estos pudieran ser utilizados por la autoridad ministerial. Entrega del Informe Final del trabajo realizado, incluyendo Resultados, Anexos y principales Conclusiones.*

Para redondear ideas ya expuestas, y poner en contexto el resultado del ejercicio de la [Sección 3](#), en **primer lugar** destacamos que los coeficientes MO – Gasto a partir de información SAFI (obras sectoriales del MP) está basado en información de contratos de obras a nivel individual, con una larga data de registros efectivos de MO y de gasto en esas obras. Con esta información muy rica, a partir de un modelo sencillo, fue posible obtener coeficientes robustos por tipo de obra y servicio del MOP, los que se pueden aplicar para imputar MO que tendrían asociados nuevos proyecto del Ministerio (proyección de MO futura que demandaría la ejecución de determinados programas del MOP). El resultado que se obtiene (coeficientes) es replicable, y tiene la ventaja que siempre se puede actualizar, de manera sencilla, a partir de información sobre ejecución de proyectos en curso: los coeficientes se pueden actualizar de manera permanente, mejorando las proyecciones.

Sobre lo anterior, se sugiere que estos coeficientes se actualicen una vez al año (máximo a nivel semestral), ya que, básicamente, en periodos más cortos puede haber escasa información que no aporte a la construcción de los coeficientes y, por otro lado, se requiere que los contratos hayan terminado para conocer la MO total ocupada (el monto total se conoce desde el inicio). El método que se propone es seguir el esquema que se utilizó en la [Sección 3](#) de este informe, es decir:

- A partir de la información cruda de SAFI, consolidar la información de contratos sectoriales según empleo total (sin desagregar por componentes) informado, y del monto total del contrato. Con esto, además de servicio y tipo de obra según se explicó en las [Secciones 2 y 3](#), cada contrato se resume por la información MO total, Monto Total y Duración (en meses).
- La moneda base es aquella de diciembre del año en curso (o bien de junio si corresponde), que se obtiene a partir del valor de la UF correspondiente al último día de ese mes
- La información según lo anterior se limpia de outlier usando $k=1$ (ver [Sección 2](#))
- La estimación de los coeficientes sigue los servicios – proyectos que se explicaron en la [Sección 3](#).

En **segundo lugar**, sigue estando abierto el problema de imputar mano de obra por subcontratos de proyectos MOP: la información que se obtuvo con la encuesta es muy parcial, seguramente contaminada por el periodo en que se tomó la encuesta u otros factores, de modo que, en definitiva, no resultó entregar información creíble para hacer la estimación. Lo ideal sería entonces repetir el “ejercicio de encuesta” a partir de **entrevistas** en terreno a inspectores fiscales a cargo

de obras en ejecución en vez de enviar un formulario que deban llenar. Además, dicha entrevista debería ser hecha en momentos de más holgura en vez de periodos estresantes (fin de año), y tal vez estar a cargo de autoridades o representantes regionales (locales) de cada servicio del MOP, en vez de que la hagan personas externas (cuestiones de confianza). Además, los resultados se podrían reportar a nivel agregado (por región – zona de los proyectos analizados), con la confidencialidad que corresponda respecto de la información que entregue cada inspector fiscal. También se podría entender como un ejercicio prospectivo, con fundamento por cierto, más que una declaración formal por parte de quién entrega la información: ciertamente que la exigencia de conocer con detalles todos los eventuales subcontratos de un proyecto puede ser información que escapa al conocimiento real y objetivo que un inspector fiscal tiene de la obra, esto a pesar de que este pudiese tener un conocimiento más o menos fino (circunstancial si fuese el caso) de esas materias. Incluso esa información *circunstancial*, y tal vez no precisa, puede ser útil para construir una estimación de la mano de obra por subcontratos: a partir de un ejercicio estadístico basado en esta información (que incluso pudiese ser parcial o, como se dijo, circunstancial) será más informativo que no disponer de información (se corrige por outliers, se analizan los grandes números del ejercicio, se buscan algunas regularidades, etc.).

En **tercer lugar**, la imputación de MO para proyectos concesionados a partir de coeficientes DIPRES (o de coeficientes basados en SAFI) no es un ejercicio adecuado para obtener MO de esos proyectos. Es así porque, en lo sustancial y tal como se reporta hoy día, el monto (presupuesto) del proyecto que se acopla con los coeficientes (DIPRES) considera una serie de partidas que no se corresponden, exclusivamente, con la empleada para la ejecución de obras: gastos financieros, de operación, de estudios - diseño, etc., no deberían ser asignados como generadores de la MO directa para la construcción de una obra (que es el objeto del análisis). Incluso aun cuando se haga la *corrección* del monto, sigue habiendo una duda razonable de si los coeficientes DIPRES, o sectoriales, deberían ser aplicados para imputar MO: sea por la envergadura de estos proyectos, sea por diferencias de tecnología de construcción, sea por la naturaleza del proyecto (hospitales deberían tener tratamientos distintos de cárceles o de obras viales), a priori podría esperarse que la MO que se obtiene con coeficiente SAFI (DIPRES) sea mayor que la realmente existente.

Cuestión aparte discutir sobre la idoneidad de utilizar el coeficiente DIPRES para estimar la MO a partir de la inversión de concesiones: el coeficiente DIPRES se basa, en lo sustancial, en información agregada de gasto por subtítulos 31 y 33, según indica en reporte, de modo que la información de MO por contratos de obras concesionadas no participa, como antecedente, en la construcción de dichos coeficientes (no hay data de proyectos concesionados para que los autores hagan las estimaciones). Además, destacamos que el coeficiente mensual DIPRES resulta ser 4 veces el coeficiente MOP que se obtiene a partir de SAFI.

En **cuarto lugar**, el ejercicio que se está desarrollando para proyectos concesionados (informe sobre 390 obras con antecedentes de MO mensual en el periodo enero – junio 2024) es muy

bienvenido para acceder a información sobre la materia. Ciertamente que este ejercicio debe ser completado con la MO total que se observó por el desarrollo del proyecto en cuestión y también, importantemente, a que en vez de informar el presupuesto oficial de estos se haga un desglose que permita identificar, al menos parcialmente, que porcentaje de este corresponde a la ejecución de la obra en sí. Con esta información (MO y gasto totales en desarrollo de la obra) se puede aproximar un primer coeficiente MO – Gasto para estas obras, sea usando la propia información, sea combinándola con aquella de algunas obras sectoriales que hay en SAFI (por ejemplo, usar la información de proyectos por concesiones con toda la información de SAFI por servicio o bien solo con la información de grandes obras sectoriales). Cualquiera que sea el caso, es un gran avance que esta información de proyectos concesionados se vaya sistematizando y ordenando, siendo muy útil una vez reportada completamente.

En **quinto lugar**, cabe destacar que el coeficiente de MO – Gasto a partir de SAFI informado en la Sección 4 entrega resultados que se basan en información de contratos de obras, por larga data, con datos reales de gasto y de MO calificada, semicalificada y no calificada. Esta información es fidedigna, oficial y auditable, siendo, obviamente, la mejor fuente existente en Chile para estudiar la relación de MO - gasto en contratos sectoriales. Los resultados que se obtiene son robustos, replicables y son consistentes con la mano de obra que se va reportando en la medida que nuevos contratos se van desarrollado. En definitiva, es la mejor fuente confiable con que se puede hacer la estimación deseada. Por lo mismo, sus resultados pueden ser aplicados a la estimación de MO asociada con planes de desarrollo que pretenda implementar el Ministerio, con imputar MO de corto plazo asociada a contratos licitados que aún no están en ejecución, y MO asociada a contratos en ejecución pero que aún no finalizan. ¿Se pueden aplicar esos coeficientes a, por ejemplo, obras concesionadas? Sí y sólo si en la medida que estas tengan asociado un monto efectivo de la partida de gasto utilizado en la construcción de obras propiamente tal, limpiando el presupuesto de las partidas de gasto que no corresponden. En todo caso, por lo expuesto, lo más probable es que luego de la *limpieza del monto*, se obtenga una cota superior del aporte que dichos proyectos tienen efectivamente en el mercado laboral.

En **sexto lugar**, sobre la base de todo lo anterior, el resultado confiable de MO que hoy día se puede reportar de manera responsable, es aquella asociada a proyectos sectoriales del MOP. Esto no desconoce, ni inhibe, el importante aporte que, obviamente, hay por proyectos concesionados y por mano de obra subcontratada. El punto aquí es que una estimación de estas, siquiera un proxy razonable, requiere de mucha más información que la existente (hasta ahora) para lograr aproximaciones relativamente confiables. Por último, se sugiere entonces profundizar en el estudio de la MO por subcontratos para obtener coeficientes que sean defendibles y, por otra parte, disponer de un registro periódico que permita construir una serie estadística con más detalles sobre los datos reales de MO de proyectos concesionados, separados según partidas de gasto, para imputar correctamente los montos vs MO por cada partida asociada.

En **séptimo lugar**, sobre la base de lo expuesto y discutido a lo largo del documento, cabe destacar que las metodologías utilizadas a nivel internacional para obtener relaciones MO – Inversión no son comparables entre sí, y en particular no lo son con la que se propone en este estudio (nivel sectorial MOP usando información SAFI). A este respecto, si bien el coeficiente MO – inversión que se obtiene para el MOP usando información SAFI parece conservador respecto de lo que proyecta como MO (ver [Tabla 1.1](#)), los resultados que se obtienen son comparables (cerca, en el rango) a lo que obtiene Pastor et al (2020) para *sector transporte*, y con aquel de Moszoro (2021) para economías emergentes, esto ignorando, por cierto, cualquier otro efecto en MO por subcontratos y MO indirecta.

Por último, se debe insistir que no parece adecuado establecer comparaciones de proyección de MO entre los resultados usando información sectorial con resultados obtenidos usando coeficientes DIPRES (que sobrestima por 4 el coeficiente basado en SAFI), ni con aquellos basados en información parcial que utiliza encuestas publicadas en medios de prensa, ni con aquellos hechos con información sesgada: no hay forma de hacer comparaciones justas de resultados de proyección de MO cuando el estudio con que se comparan los resultados MOP basados en SAFI carecen de una fuente confiable (auditable) de información, que no especifica la metodología utilizada para proyectar o que no pueda ser replicado para verificar los supuestos o la información fuente que se emplea en la construcción de las proyecciones. Por el contrario, el esquema MOP usando información SAFI es completamente replicable y auditable, usando **información censal** de contratos de obra sectoriales que reportan, de manera individual, la MO y gasto mensual asociados.

Nota. Finalmente cabe señalar que todos los Anexos del informe fueron entregados, a la contraparte, como planillas Excel: bases de datos crudas y procesadas, tablas con estimaciones, base de datos para realizar las encuestas, etc.

Bibliografía

1. Aschauer, D. (1989). "Is Public Expenditure Productive?" *Journal of Monetary Economics*, 23, 177-200.
2. Batina, R. (1999). "On the Long Run Effect of Public Capital on Aggregate Output: Estimation and Sensitivity Analysis". *Empirical Economics*, 24, 711-717.
3. Coremberg, A. (2018). *La cuenta satélite de los servicios de infraestructura: Una nueva manera de medir la infraestructura en América Latina con base en los casos de Argentina, Brasil y México. Fuentes, método y resultados*. IDB-TN-1502
4. Eberts, R. (1990). "Estimating the Contribution of Urban Public Infrastructure and Regional Economic Development". *Economic Review*, Quarter 1, 26, 15-27
5. Garrett-Peltier, H. (2017). *Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model*. *Economic Modelling* (61), pp. 439–47.
6. Ianchovichina, E., Estache, A., Foucart, R., Garsous, G. y Yepes, T. (2013). *Job Creation through Infrastructure Investment in the Middle East and North Africa*. Washington, DC. Banco Mundial
7. Ministerio de Obras Públicas de Argentina, (2023), *Estimador de Empleo de la Obra Pública Documento metodológico Aportes para la toma de decisiones basadas en evidencia*.
8. Moszoro, M. W. (2021). *The Direct Employment Impact of Public Investment*. International Monetary Fund, Washington, DC
9. Cinthya Pastor, María Eugenia Rivas, Juan Pablo Brichetti, Julian Dorr Tomás Serebrisky (2020), *El potencial de la inversión en infraestructura para impulsar el empleo en América Latina y el Caribe*. Publicación del Banco Interamericano de Desarrollo.
10. Ravillard, B., Ortega, B., Paramo, A., Chueca, E., Weiss, M., & Hallack, M. (2021). *Implications of the Energy Transition on Employment Today's Results, Tomorrow's Needs*. Banco Interamericano de Desarrollo
11. Jorge Rivera & Patricia Toledo (2004), "Efectos de la infraestructura pública sobre el crecimiento de la economía, evidencia para Chile". *Estudios de Economía*, 31 (1), 21-38.
12. Jorge Rivera (2022), *Relaciones mano de obra – inversión MOP*. Informe hecho para el BID.
13. Eugenio Rojas, Rafael Sánchez, Alejandra Vega (2013), *Apronte Econométrico para la Estimación de Coeficientes para Programas de Empleo Asociados a Inversión Pública*. Publicación DIPRES.
14. Patricio Rozas & Ricardo Sánchez (2004), "Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 74, CEPAL.
15. Munell, A. (1990). "Why Has Productivity Decline? Productivity and Public Investment". *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, enero- febrero, 3-22.
16. Schwartz, J., Andres, L. and Dragoiu, G. (2009). *Crisis in Latin America: Infrastructure Investment, Employment and the Expectations of Stimulus*". Washington, DC, Banco Mundial.
17. Tatom, J. (1991). "Should Government Spending on Capital Goods be Rises?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, marzo- abril, 3-15.
18. Ariel Yépez-García, Juan Alberti, Álvaro Altamirano, María Julia Bocco, Isabel Granada, Michelle Hallack, Max Lugo, Pier Paolo Saraceno, Tomás Serebrisky y Ben Solís, (2022), *Infraestructura y empleo El rol de los sectores de transporte, energía, agua y saneamiento en la recuperación económica post COVID-19*. Monografía del BID, 1018