



**Proyecto 0187**  
**Evaluación de Impacto de cursos ConstruYo - Chile**  
**Asociación Chilena de Seguridad ACHS**

**INFORME FINAL**

Autores:

Marcos Singer

Antonio Aninat

Pedro Traverso

Jorge Panatt

28 de Septiembre de 2017

Este proyecto fue financiado por la Asociación Chilena de Seguridad,  
a través de la Fundación Científica y Tecnológica en el Ciclo 2015 de proyectos de investigación

## Contenido

Resumen.....	3
1. Introducción .....	4
2. Marco teórico y justificación.....	6
2.1. Objeto de estudio para la evaluación de impacto .....	6
2.2. La hipótesis de involucramiento como factor de impacto.....	7
2.3. El efecto del involucramiento en Chile .....	8
2.4. Evidencia del impacto de las capacitaciones en SSL .....	8
3. Metodología .....	10
3.1. Modelo econométrico.....	10
4. Resultados .....	12
4.1. Datos .....	12
4.2. Estimaciones muestra completa .....	17
4.3. Estimaciones bajo hipótesis de adecuación.....	18
5. Análisis de accidentabilidad para una mejor adecuación .....	21
6. Conclusión y recomendaciones.....	24
7. Referencias.....	25
8. Anexos.....	27
8.1. Anexo 1: Tablas de resultados.....	27
8.2. Anexo 2: Modelos econométricos en su forma extendida .....	27
8.3. Anexo 3: Sucursales por región .....	31
8.4. Anexo 4: Sucursales por empresa .....	32

## Resumen

El objetivo de este informe es evaluar el impacto del programa “ConstruYo Chile: Formación de competencias fundamentales en seguridad y salud en el trabajo en el sector construcción” en términos de la reducción de la tasa de accidentabilidad en las faenas donde ha sido aplicado.

En el estudio se utiliza un modelo econométrico de tipo Poisson donde la variable dependiente será el **Número de accidentes**, medido mensualmente, desde donde se calculará para cada empresa el número de accidentes ocurridos en el período muestral. La variable de interés muestra si la empresa fue capacitada dentro de los 5 meses anteriores a la medición del número de accidentes para ver si existe alguna relación causal entre la capacitación y la reducción de accidentes.

El resultado fue que la capacitación disminuye el número de accidentes en un 23,74%, resultado estadísticamente significativo. Este efecto se diluye luego de 6 meses del periodo de capacitación. Este resultado no es sorprendente, porque en otros contextos se ha observado que las capacitaciones tienden a tener resultados en el corto plazo, disminuyendo su efecto con el tiempo. De ahí la necesidad de las empresas de re-capacitar regularmente.

Luego se separó la muestra entre las empresas con una alta tasa y una baja tasa de accidentes por trabajador contratado. El resultado fue que la capacitación tiene un efecto muy fuerte en las empresas con una alta tasa de accidentabilidad (disminución de 35,29%, significativo estadísticamente) y no se encuentra resultado significativo en las empresas con una baja tasa de accidentabilidad (aumento de 12,43%, no significativo estadísticamente).

## 1. Introducción

El sector de la Construcción tiene como característica particular su transitoriedad laboral, dado los lugares donde se desempeñan los trabajadores y la naturaleza de proyectos con ciclos de vida relativamente cortos (Kines, 2002). Esta alta rotación de trabajadores hace que las capacitaciones pierdan efectividad, pues los individuos entrenados no permanecen en la empresa. Por la alta peligrosidad de tareas que realizan los trabajadores, los accidentes en la Construcción tienen ausencias por licencias médicas más largas que en otras industrias (Larsson & Field, 2002) y mayor tasa de lesiones de tipo permanente (Gubéran & Usel, 1998).

Todo lo anterior hace que la capacitación en seguridad ocupacional sea especialmente importante y compleja para la Construcción. Además de capacitar a los trabajadores, es necesario hacerlo a los supervisores, ya que estos juegan un rol muy importante en la reducción de riesgos. Hardison, Behm & Hallowell (2014) enumeran cuáles son las habilidades más importantes que estos deben tener, donde se encuentra la planificación del trabajo, organización de labores, establecimiento de una comunicación efectiva, entre otros. Más aun, Hinze & Gordon (1979) y Hinze, et al. (2010) muestran que la actitud del supervisor con los programas de capacitación afecta positivamente la tasa de siniestralidad. Evidencia más reciente de lo anterior la aporta Finneran et al. (2012) quienes encuentran que en la construcción de las instalaciones de los Juegos Olímpicos del 2012, las competencias del supervisor eran claves para la seguridad en el trabajo de la construcción.

No obstante los antecedentes bibliográficos muestran un impacto relevante de la capacitación en la seguridad ocupacional, cualquier iniciativa específica debe ser evaluada en su efectividad, porque condiciones particulares podrían limitar su desempeño. Es por lo anterior que surge la importancia de evaluar el programa ConstruYo Chile, el cual tiene como objetivo capacitar a los trabajadores con el fin de reducir los accidentes laborales en la Construcción.

El programa “ConstruYo Chile: Formación de competencias fundamentales en seguridad y salud en el trabajo en el sector construcción” nace de un acuerdo de cooperación el 27 de octubre del 2006, en el cual participó el Ministerio del Trabajo, la Cámara Chilena de la Construcción, la Central Unitaria de Trabajadores, entre otros. Este programa es impulsado principalmente por la Mesa Nacional Tripartita de la Construcción, que tiene por objetivo contribuir a la reducción de las tasas de siniestralidad y fatalidad en la actividad de la construcción, de crucial importancia para el crecimiento económico del país. La referida instancia de diálogo social integrada por gobierno, empleadores, trabajadores y organismos administradores de la Ley N° 16.744, busca precisamente el impulso y desarrollo de este tipo de políticas públicas.

El objeto de ConstruYo Chile es monitorear la correcta aplicación de la Ley de Subcontratación, disminuir los accidentes laborales en la industria de la Construcción y apoyar con nuevas herramientas a los trabajadores del mismo rubro. Tal fue el éxito del Programa, que el año 2010 ganó el premio Prevencia, otorgado por la Organización Iberoamericana de Seguridad Social (OISS), en el cual participan al día de hoy 17 países.

Este programa busca la aplicación de conocimiento y habilidades, por sobre la mera adquisición de conocimientos. Para ello, en un curso de 8 horas, intercala diferentes técnicas pedagógicas, tales como trabajos grupales, análisis y simulación de casos, discusiones reflexivas, etc. Los contenidos del Programa se dividen en tres:

- Derechos, legislación y procedimientos;

- Calidad de vida y auto-cuidad de la salud;
- Evaluación y medidas de prevención y riesgo.

El Programa parte de la premisa que los índices de accidentabilidad que experimenta el sector pueden reducirse mediante el establecimiento de un sistema que permita entregar conocimientos básicos y estandarizados a los trabajadores. Esto se deriva de iniciativas similares que han mostrado buenos resultados. En Irlanda, por ejemplo, un Plan Integral de Capacitación y Certificación de empresas constructoras redujo la siniestralidad de un 16% a un 4% entre el año 1997 y el año 2005.

La idea detrás de esta capacitación es atacar los principales factores que causan los siniestros en las empresas. Kines (2002) menciona que los accidentes fatales son principalmente causados por falta de equipos de seguridad, mientras que las lesiones serias por una subestimación por parte del trabajador de los riesgos a los que está expuesto. Es por ello que la capacitación del programa Construyo Chile tiene entre sus objetivos alertar acerca de los riesgos relacionados a la construcción, y promover los procedimientos de seguridad y las medidas de prevención asociados.

El Programa se enmarca dentro de un plan de formación integral, que pretende abarcar a toda la estructura organizacional de quienes trabajan en obras y faenas de la construcción. En su primera etapa, comprende a un segmento de trabajadores, pero cuya cobertura se incrementará de manera progresiva año a año, con miras a que en su etapa de consolidación, esta capacitación sea de carácter obligatorio para toda persona que se desempeñe en el sector de la construcción.

El objetivo de este estudio es evaluar la efectividad que tiene el programa de Construyo Chile en términos de su contribución a la reducción de la accidentabilidad en el sector de la construcción. Específicamente, buscaremos ver si existe una reducción del número de accidentes en las sucursales capacitadas luego de una intervención del programa Construyo Chile.

## 2. Marco teórico y justificación

### 2.1. Objeto de estudio para la evaluación de impacto

Una primera decisión al evaluar el impacto de la capacitación es cuál será el objeto de estudio: la empresa, el individuo, grupos intermedios, etc. En los estudios de impacto de la educación el objeto podría ser enseñanza básica, media, universitaria, técnica, etc...

La literatura empírica y teórica en educación, y en parte en capacitación, asume que el conocimiento transmitido vía capacitación es 100% propio al receptor de éste, es decir, que el capacitado es el único beneficiado. Visto así, el conocimiento entregado no es muy distinto a una herramienta tecnológica que se le entrega al trabajador, por ejemplo, un computador portátil (que solo lo puede usar una persona a la vez).

No obstante, existe bastante evidencia que muestra que el conocimiento laboral (es decir, cómo hacer las cosas en el trabajo) tiene tasas elevadas de propagación (es decir, es un conocimiento no-excluyente). Consideremos los siguientes estudios:

- Destré et al (2008) encuentra que un 50% de la brecha de conocimiento (acerca de las tareas a ejecutar en el trabajo) con respecto a colegas experimentados se obtiene al cabo de 1,9 años de trabajo. Esta obtención de conocimiento, venidera del aprendizaje a partir de otros, ya sea vía imitación o dirigido, es de un 76% en el 1er año en el trabajo, un 68% en el 2do año, un 59% en el 3er año, un 49% en el 4to año, un 40% en el 5to año (la diferencia es auto-aprendizaje).
- Mas & Morretti (2009) estudian las externalidades entre cajeros de supermercados y concluye que: i) sustituir un trabajador bajo la media en productividad con uno sobre la media tiene un efecto fuerte sobre la productividad del resto de los trabajadores, ii) un 10% de aumento en la productividad de colegas, está asociada a un 1,5% de aumento en la propia; ii) Los trabajadores de menor productividad son los que más aumentan su productividad (los de mayor productividad la mantienen).
- De Grip & Sauerman (2012) estudia trabajadores de Call-Center y encuentra que un aumento de un 10% en el número de colegas capacitados, genera un aumento de productividad en el trabajador de 0.5% (lo que, de acuerdo a los autores, puede aumentar en escenarios con tecnología de producción de equipo).

En resumen, cuando un trabajador es capacitado, se produce una “viralización” de lo aprendido hacia sus colegas, por simple imitación o porque la persona actúa como un profesor de manera consciente. Entonces, podría darse que evaluar el impacto a nivel de la persona subestime su efecto, porque no se está considerando a personas no capacitadas.

Lo anterior sugiere desestimar la hipótesis de exclusión, y considerar todo el grupo al que pertenece la persona capacitada como el objeto de estudio. Dado que la transmisión del conocimiento es local, dicho objeto no es la empresa, sino la faena.

## 2.2. La hipótesis de involucramiento como factor de impacto

La literatura científica sugiere que la capacitación no es la solución para todos los aspectos de salud y seguridad ocupacional (SSL). Las capacitaciones se han mostrado efectivas para mejorar el comportamiento y la conciencia de la SSL, tal como se reportan en las encuestas realizadas por Cohen & Colligan (1998) & Robson et al. (2010). Sin embargo, no existe consenso en términos de los resultados objetivos que se han logrado, como por ejemplo, sobre el impacto de la capacitación en accidentes en los lugares de trabajo. Por ejemplo, Burke et al (2011) indica que la capacitación tiene un fuerte impacto en reducir accidentes; por el contrario, Robson et al (2010) indican que la investigación disponible no permite afirmar lo anterior de forma concluyente, porque los estudios muestran problemas metodológicos sistemáticos. Por ejemplo, muchos de ellos muestran endogeneidad de los datos, es decir, que no se puede distinguir con claridad la causalidad desde las variables independientes (en este caso, la aplicación de la capacitación) y la variable dependiente (en este caso, la accidentabilidad).

Burke et al. (2007 y 2011) argumentan que los estudios acerca de la capacitación en seguridad laboral no siempre exhiben resultados objetivos dado que no realizan una distinción apropiada entre los diferentes tipos de capacitación. Los autores afirman que sólo los esfuerzos en capacitación que generan un alto nivel de involucramiento (“engagement” en inglés) en el aprendizaje (capacitaciones más compenetradas) son efectivas en la mejora de la seguridad laboral. Los autores “desafían el actual énfasis en los métodos de capacitación pasiva o menos reflexiva y más programada” con lo que sugieren que esto puede ser la causa de la falta de impacto de las capacitaciones de seguridad laboral. Su visión puede resumirse como la “hipótesis de involucramiento”, la que dice que las actividades de capacitación con mayores niveles de involucramiento son estrictamente más efectivas en términos de mejorar el rendimiento de la seguridad laboral. Los autores también sostienen que capacitaciones orientadas en el aprendizaje de los errores cometidos tienden a mostrar un mayor efecto sobre la persona que las capacitaciones en base al conocimiento.

En la capacitación de alto nivel de involucramiento los capacitados son participantes activos en su experiencia de aprendizaje (Bell & Kozlowski, 2008). El modo (o la estructura) y el contenido de la capacitación se pueden ajustar para aumentar el involucramiento de la capacitación (Salas & Cannon - Bowers, 2001). Este nivel de involucramiento genera mayor efectividad porque, según Burke et al.:

- Una capacitación extendida, de diálogo e involucrada es requerida para proporcionar el conocimiento complejo y específico que requiere la formación en SSL (Burke, 2007);
- Dado que el desempeño en SSL está determinado por el comportamiento de los trabajadores, los esfuerzos de capacitación deben hacer hincapié en el cambio de comportamiento a través de la experiencia;
- La capacitación comprometida proporciona herramientas de adaptación para garantizar que los trabajadores puedan hacer frente y reaccionar ante las incertidumbres inherentes que causan y anteceden los accidentes de trabajo (Burke et al., 2011). Para la capacitación no comprometida es difícil transmitir conocimientos complejos, ya que tiende a proporcionar recetas de acción generalistas en lugar de herramientas de adaptación a las situaciones particulares que enfrentan los trabajadores.

Como mencionamos anteriormente, la capacitación a los supervisores es de vital importancia al momento de reducir los accidentes laborales, ya que ellos contribuyen a difundir los contenidos y

a reforzar el compromiso de los capacitados. Lingard et al. (2012) encuentran que el supervisor es más efectivo al momento de generar un impacto en la seguridad de los trabajadores que los gerentes de riesgo. El supervisor no solo aumenta el compromiso sino que contribuye también a una mejor planificación, todo lo cual beneficia la productividad y seguridad en el trabajo (Shoet & Laufer, [1991]).

En resumen, la hipótesis de involucramiento asigna a la estructura de la capacitación, un efecto principal en su efectividad. Mientras más se involucre al trabajador y a los supervisores, mayor será esa efectividad, porque mejor preparados y comprometidos estarán respecto de la SSL.

### 2.3. El efecto del involucramiento en Chile

Si bien la hipótesis de involucramiento ha recibido fuerte respaldo en la literatura científica, hay que recordar que dicha literatura está principalmente contextualizada en países anglosajones; solamente el 12,64% de los artículos revisados en el meta-análisis de Fan et al. (2014) fueron realizados en países en desarrollo. Muchas de las conclusiones y mejores prácticas que son válidas para el mundo desarrollado no lo son en lo absoluto para el resto del mundo (Bloom & Van Reenen, 2007; Distelhorst et al., 2014). Esto es lamentable, pues son justamente los países en desarrollo los que más sufren problemas de SSL. Según Brahm et al. (2011), los riesgos ocupacionales son un orden de magnitud más altos que en el mundo desarrollado. A modo de ejemplo, las muertes en la minería del carbón entre 2000 y 2011 fue 140 veces mayor en China que en EEUU, no obstante la producción de China es tan solo el doble que la de EEUU (Nie & Zhao, 2015).

Brahm & Singer (2013) evalúan la hipótesis de involucramiento con datos de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) entre 2003 to 2009, y concluyen que ésta no se da de la misma manera que lo plantea Burke. Ello porque la argumentación de Burke es atingente a empresas que han alcanzado un alto nivel de desempeño en SSL, que como dijimos, es lo más usual en países desarrollados. En Chile, por otro lado, existe un amplio rango de desempeño, desde empresas “de clase mundial” hasta empresas relativamente precarias. En estas últimas los programas de alto involucramiento son MENOS efectivos que los de bajo involucramiento, posiblemente porque quedan sobre-calificados. Entonces, parece más apropiada una “hipótesis de adecuación”, en que sería conveniente ajustar los programas a la realidad de la empresa donde se aplican. Esta nueva hipótesis ha sido corroborada, por ejemplo por Jiang et al. (2014) para el caso de la Construcción en Hong Kong y por Tecka *et al.* (2015) también para la Construcción, en Malasia.

La importancia de la hipótesis de involucramiento versus de adecuación permite interpretar de mejor manera el desempeño del programa ConstruYo Chile, el que podría deberse en parte a su adecuación al tipo de empresa en la que se aplica, mucho más que al programa en sí mismo.

### 2.4. Evidencia del impacto de las capacitaciones en SSL

La SSL sufre de fallas de mercado (Pouliakas & Theodossiou, 2011) que obligan a los gobiernos a evaluar su eficacia, y eventualmente, promoverlas si resulta socialmente beneficioso (Radón & col., 2010). En el caso de la capacitación, la falla consiste en que se produce una externalidad positiva, esto es, que los agentes económicos involucrados en la toma de decisiones no se apropian de todo su beneficio, y por ende tenderían a invertir menos de lo socialmente óptimo. En EEUU, Cohen & Colligan (1998) realizaron una revisión de la literatura sobre la capacitación en SSL financiada por el NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, la Agencia



Estadounidense para la SSL). Los 80 estudios revisados entre 1980 y 1996, "eran casi unánimes en mostrar cómo la capacitación puede alcanzar objetivos tales como una mayor conciencia de los peligros de los trabajadores, el conocimiento y la adopción de prácticas de trabajo seguras y otras acciones que mejoran la seguridad en el trabajo".

Sin embargo, los autores señalan la falta de estudios que relacionen capacitación con resultados objetivos sobre SSL (por ejemplo, accidentes o enfermedades) en lugar de conducta o la adquisición de conocimiento, la falta de estudios longitudinales, y la prevalencia de casos de estudio y análisis específicos.

El estudio de Robson et al. (2010), incorpora los estudios que se realizaron entre 1996 y 2005 respecto al tema. Después de una rigurosa selección de 22 artículos basados en aproximadamente 160 estudios, los autores llegaron a conclusiones similares: el comportamiento y la adquisición de conocimientos se ve afectada por la capacitación; sin embargo, no hay evidencia clara de que los accidentes y las enfermedades disminuyan después de la capacitación. Los autores informan de un efecto pequeño que ellos consideran como "evidencia insuficiente de la eficacia de la capacitación en los resultados". Por otra parte, estos autores critican la metodología que se utiliza en la literatura existente y abogan por "estudios más rigurosos que evalúen el impacto de factores específicos de capacitación en los resultados".

El meta-análisis realizado por Burke et al. (2006) incluyó 95 estudios que se llevaron a cabo entre 1970 y 2003 en 15 países, y reveló evidencia acerca de la eficacia de los conocimientos y el comportamiento, pero más importante, encontraron que los resultados mejoraron significativamente gracias a los esfuerzos de capacitación. Es más, estos autores ampliaron el estudio en Burke et al. (2011), cubriendo 113 estudios, lo que confirma los resultados anteriores y, consecuentemente, contradiciendo a Robson et al. (2010). Desafortunadamente, Burke et al. (2006 y 2011) no corrigen el problema de autoselección que Robson et al. (2010) delicadamente abordó al seleccionar los estudios para el meta-análisis.

En resumen, la literatura empírica sobre la influencia de la capacitación en los resultados en materia de seguridad laboral no es concluyente. Los pocos estudios que corrigen el sesgo de autoselección y que informan de un efecto pequeño son de poco alcance y, por lo tanto, están limitados en su capacidad de proporcionar generalizaciones significativas. Por el contrario, los grandes meta-análisis muestran que la capacitación tiene un efecto significativo en los resultados de seguridad, pero estos estudios podrían ser controvertidos por razones metodológicas.

Según *Burke et al (2006)*, la falta de pruebas concluyentes sobre el impacto de las capacitaciones en materia de SSL en los accidentes es una consecuencia del énfasis de la capacitación en SSL actual en un enfoque racionalista de aprendizaje, lo que supone que los adultos pueden procesar, recordar y luego aplicar sin errores la información "externa y general".

Es posible concluir, luego de la revisión de la bibliografía asociada, que existe controversia respecto al impacto real de las capacitaciones sobre los índices de siniestralidad y/o accidentabilidad. Por un lado, existe evidencia que apoya la tesis respecto del impacto positivo de las capacitaciones sobre las tasas mencionadas. Otros señalan que su impacto es moderado y se reduce a ciertas actividades en específico. Pero otros estudios señalan algo distinto, afirmando que no es posible realizar conclusiones al respecto o que no existe causalidad concreta entre las capacitaciones y la reducción de los índices.

### 3. Metodología

#### 3.1. Modelo econométrico

Dado que el número de accidentes es una variable de discreta y no negativa, es recomendable utilizar un modelo de regresión de Poisson (Cameron & Trivedi, 1999). Al igual que en el método de mínimos cuadrados ordinarios, un modelo de regresión de Poisson modela el valor esperado de una variable dependiente, pero asumiendo una distribución distinta. Utilizaremos un modelo de Poisson en lugar de un modelo Binomial Negativo (que corrige con mayor precisión el exceso de dispersión), debido a que el modelo Binomial Negativo con efectos fijos produce estimaciones sesgadas (Allison & Waterman, 2002) y la corrección de la auto-selección utilizando efectos fijos es esencial en nuestro análisis.

El modelo de Poisson puede ser ineficiente si la información se sobre-dispersa (es decir, la varianza es mucho mayor que la media). Para corregir este problema utilizaremos estimaciones de errores estándares robustos Eiker-Huber-White que principalmente corrigen por heterocedasticidad, pero que también mitigan el problema del exceso de dispersión (Cameron & Trivedi, 2009).

Con respecto al modelo econométrico, la variable dependiente será el **Número de accidentes**, medido mensualmente, desde donde se calculará para cada empresa el número de accidentes ocurridos en el período muestral.

En nuestro estudio, la variable *Número de accidentes*<sub>*i*</sub>, toma valores enteros 1,2,3, ...N para la cantidad de accidentes de cada empresa *i* en el período *t*. Nuestra variable de interés es la suma de *dummies* en distintos momentos del tiempo que se muestra a continuación<sup>1</sup>:

*Variable de interés*=*Dummy si hubo capacitación*<sub>*i,t-1*</sub>+ *Dummy si hubo capacitación*<sub>*i,t-2*</sub>+ *Dummy si hubo capacitación*<sub>*i,t-3*</sub>+ *Dummy si hubo capacitación*<sub>*i,t-4*</sub>+ *Dummy si hubo capacitación*<sub>*i,t-5*</sub>

Los modelos base que se estimarán son los siguientes:

A continuación definimos ocho modelos de regresión, cada uno evaluando en cuánto tiempo se produce la eventual reducción de la accidentabilidad. El modelo (1) la evalúa en un período a continuación, el modelo (2) en dos períodos a continuación, y así sucesivamente.

$$\text{número de accidentes}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (1)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+1} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (2)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+2} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (3)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+3} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (4)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+4} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (5)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+5} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (6)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+6} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (7)$$

$$\text{número de accidentes}_{i,t+7} = \beta_0 + \beta_1 \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_i, (8)$$

---

<sup>1</sup> Para ver más detalles sobre el modelo ver Anexo 2: Modelos econométricos en su forma extendida

Nuestra variable de interés se compone de la suma de 5 variables *dummy*, donde solo una de ellas puede ser 1 a la vez. Es por lo anterior que el valor de la suma solo puede tomar los valores de 0 o 1. Por ejemplo, el modelo (1) busca evaluar el impacto de las capacitaciones en el periodo inmediatamente después (ver Ilustración 1), pero el modelo (6) busca evaluar el impacto de la capacitación seis periodos después (ver Ilustración 2). Más abajo se muestra el detalle de cada uno de los modelos con su diagrama.

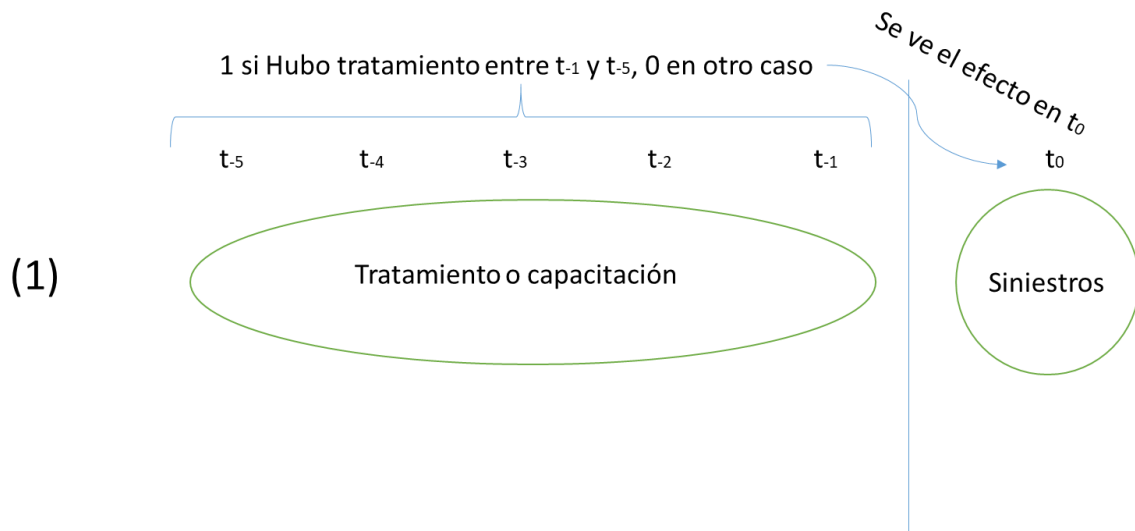


Ilustración 1: Impacto inmediato

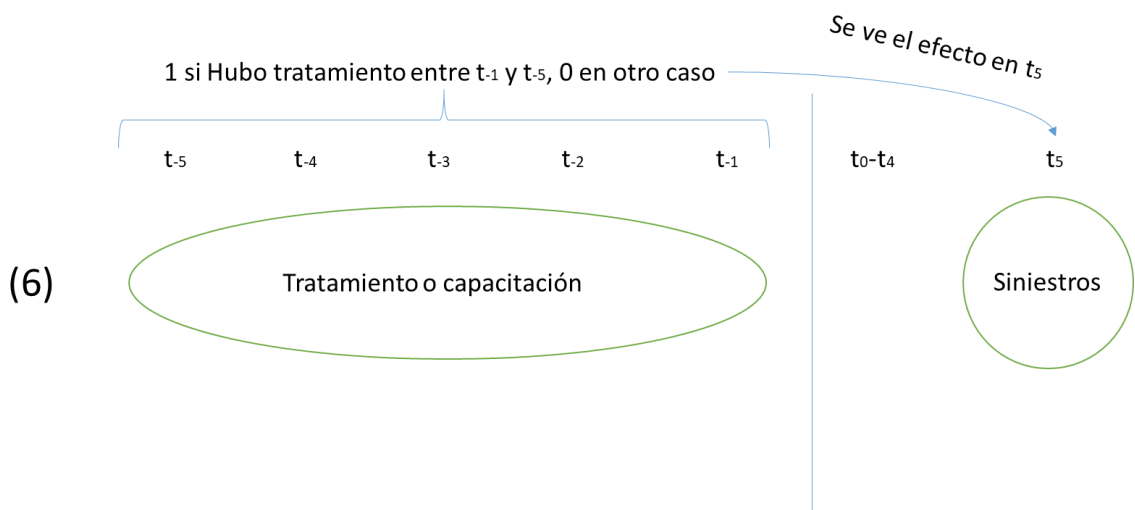


Ilustración 2: Impacto a seis meses

Los coeficientes de este modelo deben ser interpretados como cambios proporcionales en el número de accidentes  $s_i$ , como consecuencia de los cambios unitarios en la variable independiente *dummy si hubo capacitación* $_{i,-1}$ . El rezago de capacitación se utiliza para corregir por causalidad inversa: si una empresa experimenta accidentes en el año  $t$ , es probable que también aumente sus actividades de capacitación en el mismo año  $t$ , generando un sesgo positivo en los coeficientes de capacitación actual.

En este estudio controlaremos por el periodo en cuestión ya que se entiende que en distintas épocas del año hay distintas condiciones climáticas y/o cargas de trabajo que podrían afectar la

siniestralidad y estar correlacionadas con las capacitaciones dando un sesgo a nuestras estimaciones.

- **Año (*dummy*):** Debido a que el número de accidentes en Chile disminuyó durante los años acorde a nuestro muestreo, se incorpora una la variable dummy año para controlarla.

## 4. Resultados

En esta sección se describen los datos utilizados en la investigación y entregan análisis de estos junto con la estimación de los modelos econométricos desarrollados.

### 4.1. Datos

La base de datos original de empresas cuenta con 48.440 RUTs de empresas vigentes<sup>2</sup> distintos y con 112.129 pares empresa-sucursal, generando en promedio 2,3 sucursales por empresa, con un máximo de 909 sucursales en un RUT y un mínimo de 1 sucursal por empresa. Si bien la diferencia entre la empresa con más y menos sucursales es grande, el 97,31% son empresas que cuentan con menos de 10 sucursales y el 99,64% son empresas que cuentan con menos de 50 sucursales. Por lo anterior podemos inferir que, si bien hay una gran diferencia entre empresas, no es tan marcada como nos dicen los máximos y mínimos de sucursales.

En la muestra de empresas tenemos a todas las regiones del país representadas. Sin embargo, la región metropolitana tiene más del 50% de las sucursales y casi un 50% de las empresas de la ACHS. La octava región cuenta con cercano al 10% de las empresas y sucursales de la muestra. En la *Tabla 1* se muestra el detalle de la ubicación geográfica de las sucursales y empresas de la muestra.

---

<sup>2</sup> Se consideran empresas vigentes a las empresas que en el periodo estaban inscritas en la ACHS. Dentro de los 48.440 RUTs de empresas distintas están comprendidas las firmas que alguna vez estuvieron vigentes entre 2015 y 2016.

Tabla 1: Ubicación de las sucursales y empresas

Región	Sucursales	Empresas
1	1.400/1.25%	982/1.63%
2	3.726/3.32%	2.050/3.40%
3	2.065/1.84%	1.315/2.18%
4	3.978/3.55%	2.466/4.09%
5	7.224/6.44%	3.768/6.25%
6	5.585/4.98%	3.635/6.03%
7	5.060/4.51%	3.219/5.34%
8	11.031/9.84%	6.333/10.51%
9	3.804/3.39%	2.455/4.07%
10	5.082/4.53%	2.901/4.81%
11	670/0.60%	368/0.61%
12	838/0.75%	587/0.97%
13	58.435/52.11%	27.917/46.32%
14	2.315/2.06%	1.622/2.69%
15	916/0.82%	650/1.08%
Total	112.129/100%	60.268/100%

La tasa promedio de siniestros al mes en todo el periodo de la muestra es de 0.1187 con un mínimo de 0.1045 (julio de 2016) y un máximo de 0.1422 (en marzo de 2015). El promedio del año 2015 es de 0.1206 y del año 2016 es de 0.1167, o sea una reducción de un 3.22%. Con lo anterior se confirma que los accidentes tienden a reducirse a medida que pasa el tiempo, según se informó por fuentes de la institución.

Tabla 2: Siniestralidad por mes-año

Periodo	Siniestralidad
ene-15	0.1221
feb-15	0.1119
mar-15	0.1422
abr-15	0.1298
may-15	0.1090
jun-15	0.1164
jul-15	0.1071
ago-15	0.1193
sep-15	0.1128
oct-15	0.1246
nov-15	0.1295
dic-15	0.1226
ene-16	0.1112
feb-16	0.1125
mar-16	0.1336
abr-16	0.1231
may-16	0.1259
jun-16	0.1156
jul-16	0.1045
ago-16	0.1191
sep-16	0.1090
oct-16	0.1066
nov-16	0.1252
dic-16	0.1144

En la Tabla 3 se puede ver la temporalidad de los siniestros en las sucursales de la muestra. El efecto en marzo es consistente, siendo el más grande con un 0.1379. El mes con menos siniestros es julio con un 0.1058. Esto ratificaría la hipótesis inicial que en los meses de verano la siniestralidad sería más alta, lo que justificaría los efectos fijos del periodo en el estudio. La baja en los meses de enero y febrero podría tener su explicación en una disminución de la gente trabajando, debido a las vacaciones ya que el indicador está construido como el promedio de los siniestros en un mes específico y los siniestros en un mes están directamente relacionados con el número de trabajadores en ese mismo mes.

Tabla 3 Siniestralidad por mes

Año	Siniestralidad
Enero	0.1166
Febrero	0.1122
Marzo	0.1379
Abril	0.1265
Mayo	0.1174
Junio	0.1160
Julio	0.1058
Agosto	0.1192
Septiembre	0.1109
Octubre	0.1157
Noviembre	0.1274
Diciembre	0.1186

La cantidad de trabajadores que participan en este curso van de 5 a 75 por sucursal. Sin embargo, es poco usual tener más de 30 participantes (lo cual pasa 5 veces en nuestra base de datos). El promedio de participantes es de 18 con una desviación estándar de 10.5. En el Gráfico 1 se muestra el número de sucursales en los distintos rangos de participantes. Por ejemplo, son 15 las sucursales que tuvieron en sus cursos entre 1 y 10 participantes. En este gráfico se ve que la mayor concentración está en el rango de 11-20 participantes donde se agrupan 39 de las sucursales de la muestra (cercano al 50%).

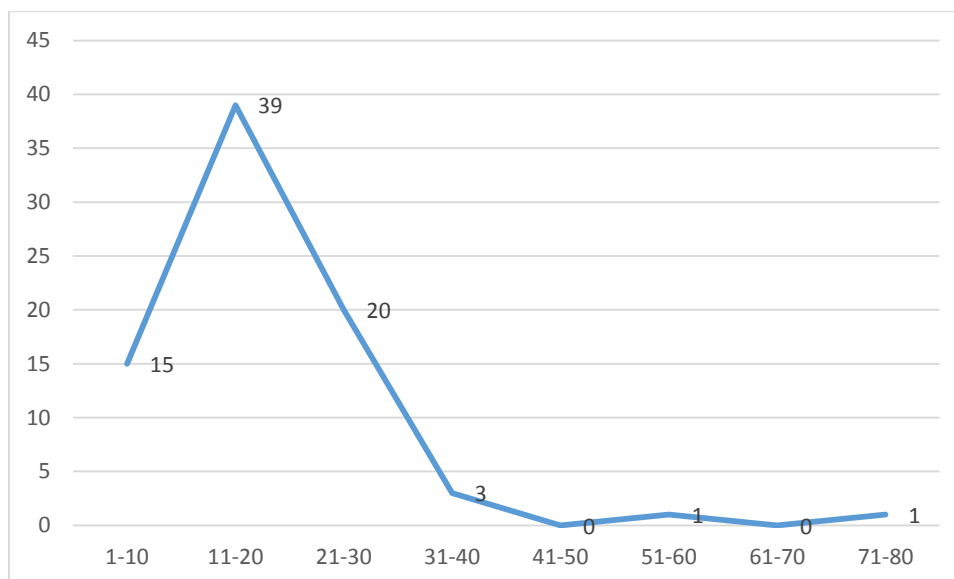


Gráfico 1: Distribución de número de participantes

En el Gráfico 2 se ve cómo se distribuyen los cursos según el periodo. Se ve que éstas se agrupan en dos picos, uno a fines del año 2015 y otro a mediados del 2016. Lo que se puede extraer de este gráfico es que a principio de año no hay muchas capacitaciones, probablemente porque en el

área de la construcción es el periodo más intensivo en el cual es más difícil de prescindir de gente. En el Gráfico 3 se ve que los *peak* están en invierno y un poco antes del verano, donde es menos intensiva la construcción.

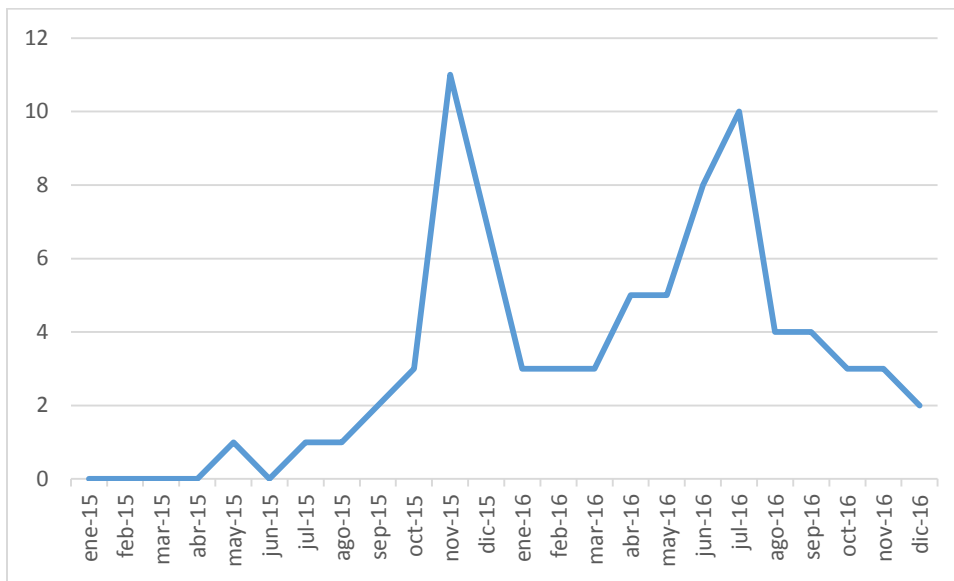


Gráfico 2: Número de curso según mes-año

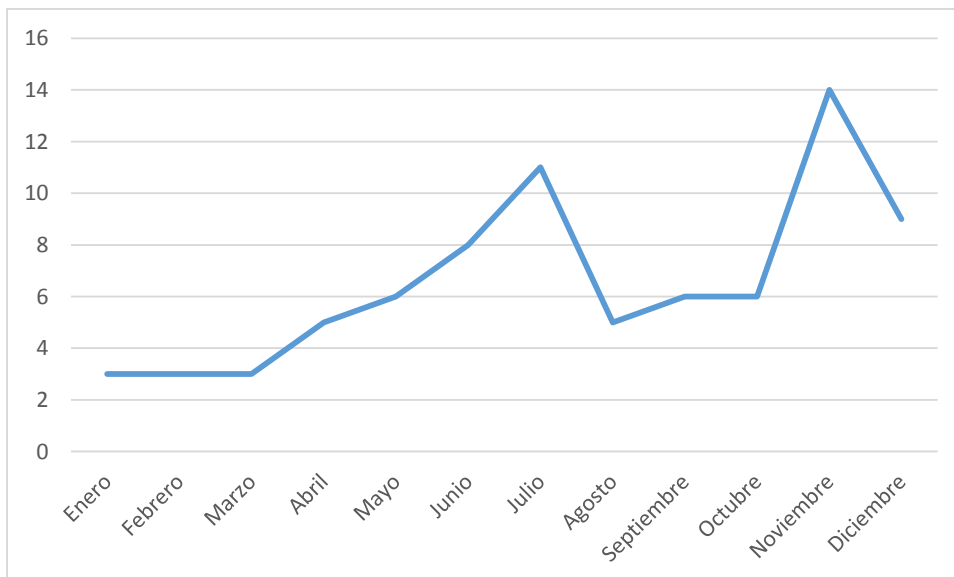


Gráfico 3: Número de Curso según Mes

La base de datos incluye 29 empresas distintas en un total de 36 empresas-sucursales<sup>3</sup> entre los años 2015-2016 que participaron en el programa de Construyo Chile y se cuenta con sus respectivos datos de siniestralidad. Dada el bajo número de empresas tratadas versus el universo de las no tratadas, decidimos evaluar el efecto solamente con las empresas que recibieron la capacitación. Se confeccionó un panel en el cual cada individuo es una de las 36 empresas-sucursales, observadas en un rango de tiempo de 24 meses. Dentro de las variables relevantes con

<sup>3</sup> Par empresa-sucursal.



las que contamos están el rubro de la empresa, la región y el tamaño. Todas estas variables se eliminan en los modelos de efecto fijo. Hacemos un chequeo de robustez probando el rubro y la región, en el cual no se obtienen resultados significativamente distintos.

#### 4.2. Estimaciones muestra completa

Luego de armar el panel se corrió un modelo Poisson con efectos fijos, donde se tomó como tratamiento el mes donde se llevó a cabo la capacitación. O sea, la *dummy si hubo capacitación*,<sub>*i,t*</sub> toma el valor 1 si la empresa *i* recibió una capacitación en el periodo *t*, 0 de otra forma. En nuestra ecuación, el coeficiente que acompaña la variable de interés mide el cambio porcentual en los siniestros si hay capacitación o no. Adicionalmente, se estudia el efecto de la capacitación en la siniestralidad de los periodos siguientes para ver cuánto dura el efecto de ésta. La ecuación es la siguiente<sup>4</sup>:

$$\text{número de accidentes}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Variable de interés} + \text{controles} + \mu_{i,t}$$

Tabla 4: Efecto de la capacitación en el tiempo

Variable Endógena	Resultados							
	Siniestros							
Forwards	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tratamiento	<b>-0.2374 *</b>	<b>-0.2802 *</b>	<b>-0.3573 **</b>	<b>-0.3470 *</b>	<b>-0.2490 **</b>	<b>-0.1360</b>	<b>-0.1334</b>	<b>0.0702</b>
	(-1.80)	(-1.76)	(-2.02)	(-1.88)	(-1.96)	(-0.83)	(-0.88)	(0.41)
Efecto fijo tiempo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Efecto fijo sucursal	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Efecto fijo rubro	No	No	No	No	No	No	No	No
Efecto fijo región	No	No	No	No	No	No	No	No
Número de observaciones	828	792	756	720	664	610	576	541
Variables	Coeficiente (t-test)							

Esta tabla tiene como variable dependiente el número de accidentes de cada sucursal y como variables independientes si la sucursal fue capacitada entre los periodos -1 y -5 tiempo y sucursal. Para llevar a cabo este modelo se eliminaron todas las sucursales que no contaban con capacitación en algún momento del tiempo. Errores robustos.

\*\*\* 99% significancia  
 \*\* 95% significancia  
 \* 90% significancia

Se compara el número de accidentes mensuales algunos meses anteriores (entre 3 y 9 meses) con el número de accidentes posteriores y (entre el 1 al 7). Como se puede ver en la Tabla 4: Efecto de la capacitación en el tiempo existe una reducción de 23% en el número de siniestros el mes siguiente al tratamiento, significativo al 90%. Este efecto crece dos meses después del tratamiento (reducción de 28%, significativo al 90% también), y crece aún más 3 meses después del tratamiento (reducción de 36%, significativo al 95%). Luego decae el 4to y 5to mes con respecto al resultado del tercer mes (reducción de 34%, significativo al 99% y 25%, significativo al 90%, respectivamente). A continuación deja de ser significativo. En resumen, el programa tiene un efecto en la reducción de los siniestros que dura 5 meses, diluyéndose el efecto al sexto mes. Si se cambia el intervalo considerado para el tratamiento se ven los mismos resultados, lo cual aporta mayor robustez a los resultados (Ver Anexo 8.1).

La dilución a lo largo del tiempo del efecto del Programa en la tasa de accidentes puede tener varias explicaciones. Una de ellas podría ser estadística: dado que muchos programas son recientes, hay relativamente pocas observaciones en los cuales haya suficientes períodos posteriores. Entonces, simplemente por falta de datos, se pierde significancia. Otra explicación es que las empresas más avanzadas en SSL tienen indicadores que ya son muy cercanos a cero, y por

<sup>4</sup> Para más detalles ver Anexo 8.2.

ende cualquier reducción sigue estando cerca del cero también, y por ende los test no logran distinguir los efectos.

Una segunda línea de análisis de estos resultados se relaciona más con la naturaleza misma de la capacitación. Como sabemos, los programas son puntuales y relativamente cortos, y es muy posible que no logren generar efectos de largo plazo. Algo similar se ha observado al medir el impacto de la capacitación en Chile en la productividad de las personas y las empresas. Por ejemplo, Rodríguez & Urzúa (2010) utilizan un modelo para medir el impacto de la capacitación en el nivel de la remuneración de largo plazo, y no encuentran efecto alguno, salvo para los programas de muy larga duración. Posteriormente un estudio encargado por la Cámara Chilena de la Construcción (2012) extiende este modelo para detectar además efectos de corto plazo, y encuentra un aumento de 2% en remuneraciones a 1 año plazo, lo cual es equivalente a un 150% del costo del curso.

Cabe señalar que el hecho de que los efectos sean de corto plazo solamente en ningún caso invalida la utilidad de la capacitación; más bien justifica la necesidad de re-capacitar constantemente, como ocurre en economías desarrolladas.

#### 4.3. Estimaciones bajo hipótesis de adecuación

Recordemos que bajo la hipótesis de involucramiento, mientras más compromete un programa al trabajador, mayor será su efectividad en reducir accidentes. En otras palabras, el efecto del programa depende, principalmente, de sus características intrínsecas. La hipótesis de adecuación, por otro lado, postula que el resultado del programa es ad hoc a la empresa en la que se aplica. Esto es, no hay programas buenos o malos necesariamente, sino todo depende de si es atingente a la realidad de la empresa. En particular, Brahm & Singer (2013) estudian la efectividad de los programas con respecto al nivel de avance/precariedad de cada empresa en SSL, encontrando que los programas de menor involucramiento tienen un efecto significativo mayor en empresas de alta accidentabilidad.

Para comprobar la hipótesis de adecuación en ConstruYo Chile, se decidió estimar el mismo modelo, pero separando la muestra en empresas con alta tasa de accidentes por trabajador y empresas con baja tasa de accidentes por trabajador. Con este objeto se separa la muestra en dos mitades y se corren los modelos antes explicados. Los resultados son los siguientes:

Tabla 5: Efecto separado por nivel de seguridad de las empresas

Variable Endógena	Resultados		
	Siniestros		
Forwards	Empresas con menos accidentes	Empresas con más accidentes	
Tratamiento	<b>0.1243</b> (0.50)	<b>-0.3529</b> (-2.63)	***
Efecto fijo tiempo	Si	Si	
Efecto fijo sucursal	Si	Si	
Efecto fijo rubro	No	No	
Efecto fijo región	No	No	
Número de observaciones	355	406	
Variables	Coeficiente (t-test)		

Esta tabla tiene como variable dependiente el número de accidentes de cada sucursal y como variables independientes si la sucursal fue capacitada entre los periodos -1 y -5 tiempo y sucursal. Para llevar a cabo este modelo se eliminaron todas las sucursales que no contaban con capacitación en algún momento del tiempo. Adicionalmente, se separó la muestra entre las empresas con más y menos accidentes, como muestra la tabla. Errores robustos.

\*\*\* 99% significancia  
 \*\* 95% significancia  
 \* 90% significancia

Como se puede ver en la Tabla 5, los resultados vistos anteriormente desaparecen para las empresas con una baja tasa de accidentabilidad por trabajador, llegando a un coeficiente no significativo. Por otro lado, los resultados se vuelven más fuertes cuando se mira a las empresas que cuentan con una alta tasa de accidentes por trabajador, llegando a un coeficiente de -0.3529 significativo al 99%. **Lo anterior nos indica que las capacitaciones de Construyo Chile son especialmente eficaces en las empresas que cuentan con una alta tasa de siniestralidad por trabajador y que no son efectivas en las empresas que cuentan con una baja tasa de siniestralidad por trabajador.** Esto podría tener su explicación en que el programa es muy bueno con las empresas con un menor grado de seguridad laboral ya que transmite muy bien los conceptos básicos en SSL pero que perdería efectividad con empresas que son más seguras o con un mayor grado de madurez en lo que respecta a la SSL. De acuerdo a la hipótesis de adecuación de Brahm & Singer (2013), para estas últimas empresas el programa Construyo Chile debería aumentar su grado de involucramiento de los trabajadores, lo cual significa, entre otros elementos (Bell & Kozlowski, 2008):

- Menor número de alumnos.
- Más horas lectivas.
- Uso de evaluación del aprendizaje
- Foco en la experiencia propia de los alumnos en vez de en la transmisión de contenidos por parte del profesor.
- Uso de dinámicas de grupo, simulaciones y talleres en vez de clases frontales.
- Mayor especificidad de los contenidos del curso respecto de una situación particular de la empresa.

Insistimos que estas recomendaciones no son para el Programa en general, que como se observa en la Tabla 5, son adecuados para las empresas más precarias. Estas modificaciones son para adecuarse a las empresas más avanzadas especialmente.

## 5. Análisis de accidentabilidad para una mejor adecuación

Teniendo claro que Construyo Chile resulta adecuado en el segmento de las empresas menos seguras, surge la pregunta de si existen otras maneras de segmentar a las empresas y sus trabajadores que aumenten la efectividad de los programas. Para ello, a continuación analizamos las causas y víctimas de accidentes.

Con la base de datos de accidentes de los últimos tres años se analizó si existía alguna correlación entre la cantidad de sucursales que tiene una empresa y su distribución de accidentes. Los accidentes son separados en accidentes de cabeza, accidentes de cuello, accidentes de espalda, accidentes de torso, accidentes de brazos, accidentes de piernas, accidentes en varias partes y otros. Las empresas fueron separadas en las que tienen tres o menos sucursales que tuvieron al menos un accidente entre los años 2015 y 2017 y las que tienen más de tres sucursales que tienen al menos un accidente entre los años 2015 y 2017<sup>5</sup>. **El resultado fue que la distribución de los distintos accidentes no varía por el número de sucursales que tiene la empresa.** En el Gráfico 4 se puede ver el porcentaje de accidentes de cada tipo que tienen, en promedio, cada una de las muestras.

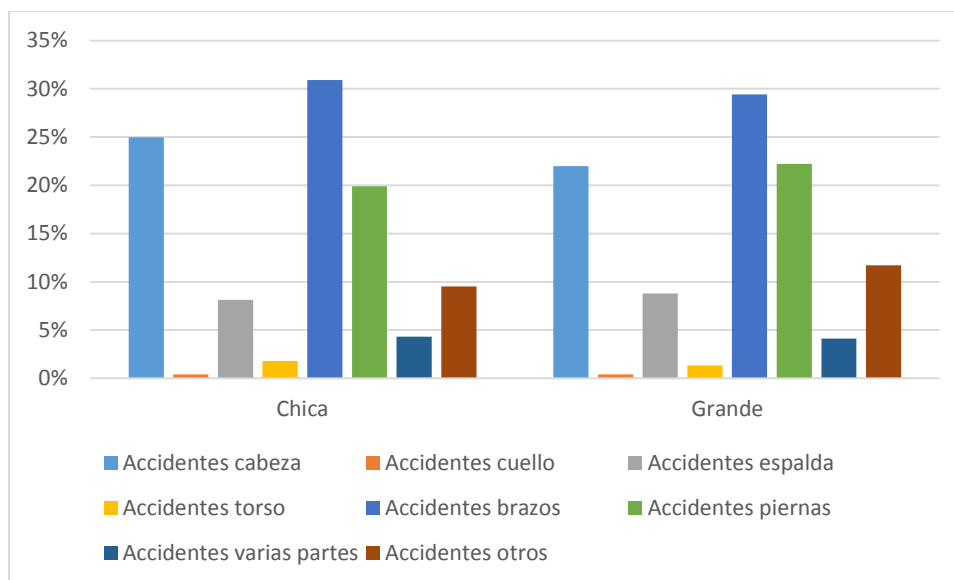


Gráfico 4: Accidentes por tamaño de empresa

Si hacemos el mismo análisis pero solamente con las empresas que fueron capacitadas y que tuvieron algún accidente entre los periodos de 2015-2017, encontramos un resultado similar (ver Gráfico 5). Para realizar este análisis cambiamos la variable de medida de tamaño de número de sucursales a número de regiones en las que participa la empresa. Se considera grande a las empresas que participan en más de 3 regiones, y pequeña a las empresas que participan en menos de 4 regiones.

<sup>5</sup> Para más detalles sobre la cantidad de sucursales por empresa que tuvieron al menos un accidente entre los años 2015 y 2017 ver Anexo 4: Sucursales por empresa.

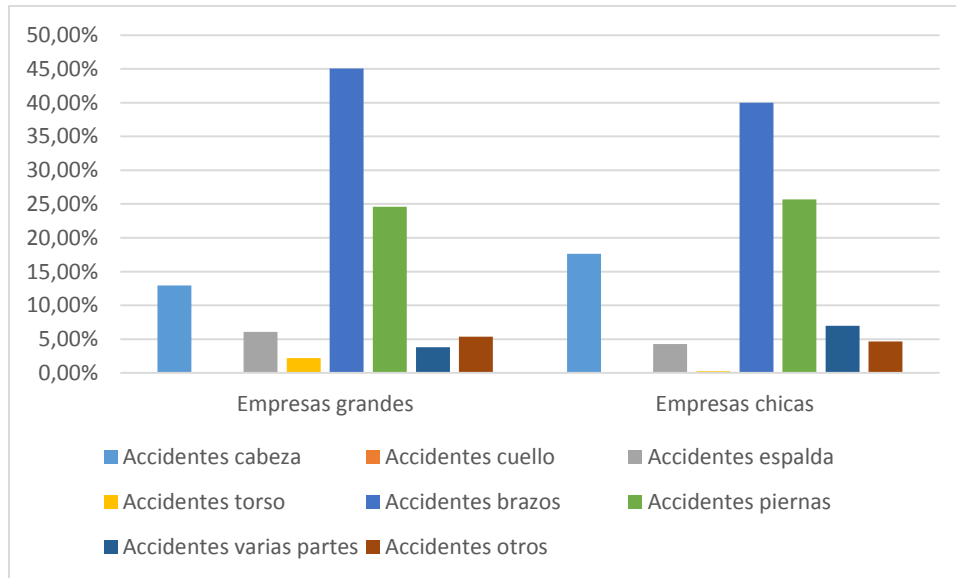


Gráfico 5: Accidentes por empresas según cantidad de regiones (Solo capacitadas)

Por otro lado, al ver la correlación entre número de accidentes que tiene cada empresa y la masa promedio de ésta, se encuentra un coeficiente de 0.72. Esta correlación indica que entre mayor sea el número de trabajadores que tenga la empresa, mayor será el número de accidentes. Viendo más en detalle, en promedio las empresas con 3 o menos sucursales tienen una masa total de 21 trabajadores y un promedio de 0.84 accidentes durante el año 2016. Las empresas con 4 o más sucursales tienen una masa total de 238, con un promedio de 9.64 accidentes el año 2016. Si vemos el número de accidentes por trabajador, nos da un 4% para ambas muestras<sup>6</sup>.

Por último, separamos a las empresas con el indicador de accidentes entre 2015-2017 y la masa promedio del último año. Se utilizaron 3 años para no tener sesgo en las empresas chicas donde un accidente anual hacía variar mucho el indicador. No se obtienen diferencias entre los distintos tipos de accidentes para las empresas con alta accidentabilidad (“mala calidad”) y las empresas con baja accidentabilidad (“buena calidad”), como muestra el Gráfico 6.

<sup>6</sup> Para ver el detalle de las sucursales que hay por región y que haya tenido al menos un accidente entre el 2015 y 2017 ver Anexo 3: Sucursales por región.

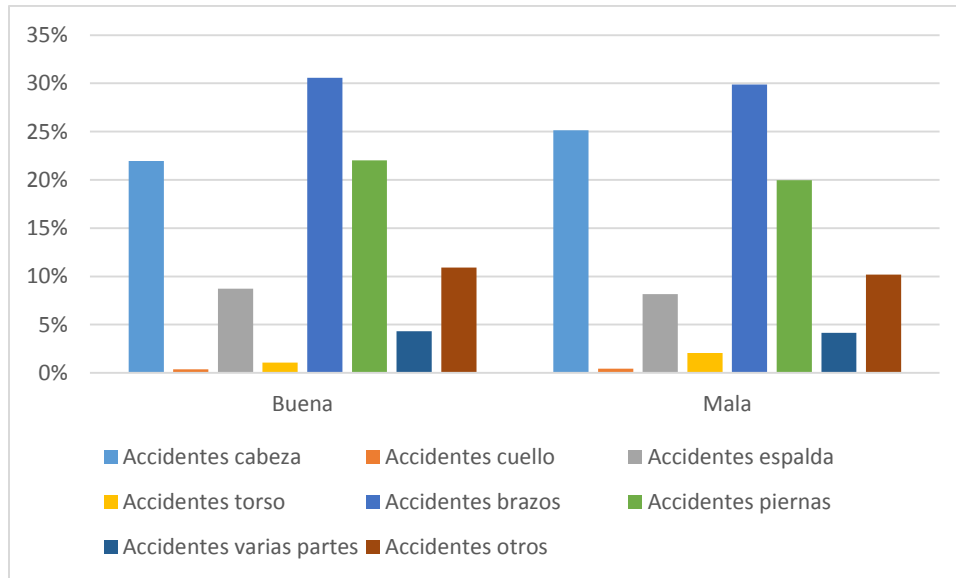


Gráfico 6: Accidentes por calidad de empresa

Con la evidencia anterior concluimos que segmentar por variables de tamaño, distribución geográfica no es una buena alternativa ya que no existen diferencias significativas en estas variables. Tampoco afecta la distribución entre los distintos tipos de accidentes el hecho que la empresa tenga un alto número de accidentes con respecto a la masa o un bajo número de accidentes con respecto a la masa. En otras palabras, la adecuación de contenidos no pasa por la naturaleza de los accidentes, que muestran una distribución similar en todas las segmentaciones realizadas. Siguiendo la hipótesis de adecuación, de que ContruyoChile es adecuado para las empresas más precarias en seguridad, pero que no lo es para las más avanzadas, la adaptación debería ser en el grado de involucramiento de los cursos, pero no en las materias técnicas o específicas.

Esta conclusión es consistente con Marshall, Hirmas & Singer (2017), quienes muestran que en el caso de Chile la distribución de gravedad de los accidentes se mantiene cuando disminuye la tasa. Tal regularidad es conocida como la Pirámide de Heinrich, y ha sido recientemente cuestionada por diversos autores (Nash, 2008; Manuele, 2011) señalando que en la medida en que las empresas mejoran su desempeño, cambia la distribución. Al igual que en el caso de la severidad, lo que se observa en general en Chile, y en particular en esta muestra, es que la distribución de tipos de accidentes no cambia. Por lo mismo, tampoco debería cambiar el objeto de estudio de la capacitación; solamente debería modificarse su metodología en el caso de las empresas con bajos índices de accidentabilidad.

## 6. Conclusión y recomendaciones

Las características de la actividad de la Construcción hacen que en Chile y el mundo sea una industria especialmente susceptible a la ocurrencia de accidentes laborales. Por ese motivo, un conjunto de entidades vinculadas al rubro se han coordinado para ejecutar el programa Construyo Chile, cuyo propósito es entrenar a trabajadores y supervisores en la prevención. El objetivo de este informe es evaluar su impacto en términos de la reducción de la tasa de accidentabilidad en las sucursales donde ha sido aplicado.

Para realizar esta evaluación, primero analizamos el efecto que han tenido las capacitaciones en los ocho periodos siguientes, para evaluar si este efecto se mantiene en el corto y mediano plazo. También analizamos si el efecto cambia según el tipo de empresa que se capacita por programa Construyo Chile. Para ello se utiliza un modelo de tipo Poisson, donde la variable dependiente a explicar es el número de siniestros y la variable de interés es si hubo capacitación en alguno de los 5 meses anteriores al periodo. El resultado fue que la capacitación disminuye el número de accidentes en un 23,74%, resultado estadísticamente significativo.

Para evaluar si este efecto era duradero en el tiempo se tomó el análisis anterior, pero se reemplazó la variable dependiente por la de siniestros, pero en periodos posteriores. El resultado fue que el Programa tiene un efecto en el mediano plazo, pero que éste se diluye hasta tener un efecto nulo después de 6 meses de recibida la capacitación. Este resultado no es sorprendente, porque en otros contextos se ha observado que las capacitaciones tienden a tener resultados más en el corto plazo, y de ahí a necesidad de las empresas de re-capacitar regularmente.

Con el objeto de evaluar si el Programa tiene efectos distintos de acuerdo a si la empresa tiene una mayor o menor tasa de siniestralidad, se separó la muestra entre las empresas con una alta tasa y una baja tasa de accidentes por trabajador contratado. El resultado fue que la capacitación tiene un efecto muy fuerte en las empresas con una alta tasa de accidentabilidad (disminución de 35,29% significativo estadísticamente) y no se encuentra resultado significativo en las empresas con una baja tasa de accidentabilidad (aumento de 12,43% no significativo estadísticamente). Esto es coherente con respecto a estudios previos realizados para la ACHS, en que se comprueba que un programa no es necesariamente bueno o malo en sí mismo; todo depende de dónde es aplicado. En este caso, dado el carácter de relativamente bajo involucramiento de Construyo Chile, resulta valioso para empresas relativamente más precarias en SLL.

Luego del análisis, se recomienda hacer capacitaciones a las empresas con mayor tasa de siniestralidad por trabajador contratado. Adicionalmente, se recomienda repetir la capacitación regularmente en una misma empresa (semi-anual o anualmente) para que el efecto sea duradero en el tiempo. Esto, porque se ve una transitoriedad cuando se mide el efecto en el largo plazo. Para el caso de las empresas más avanzadas en SSL, se recomienda ejecutar un programa de mayor nivel de involucramiento, lo que significa que el trabajador pasa de ser desde un mero receptor de contenidos a un actor en la construcción del conocimiento.



## 7. Referencias

- Allison, P., & Waterman, R. (2002). Fixed-effects negative binomial regression models. *Sociological Methodology*, 32, 247–265.
- Bell, B., & Kozlowski, S. (2008). Active learning: Effects of core training design elements on self-regulatory processes, learning, and adaptability. *Journal of Applied Psychology*, 93(2), 296–316.
- Bloom, N., & Van Reenen, 2007. Measuring and Explaining Management Practices Across Firms and Countries, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 122, No. 4, p. 1351-1408.
- Brahm, F. Singer, M., Valenzuela, L., & Ramírez, C. 2011. Comparación Internacional de Sistemas de Salud y Seguridad Laboral Organización Internacional del Trabajo. Editorial OIT, 139 páginas. ISBN 978-92-2-325485-8
- Brahm, F., Singer, M. 2013. Is more engaging safety training always better in reducing accidents? Evidence of self-selection from Chilean panel data. *Journal of Safety Research* 47, 85-92.
- Burke, M., Sarply, S., Smith-Crowe, K., Chan-Sherafin, S., Salvador, R., & Islam, G. (2006). Relative effectiveness of worker safety and health training methods. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315–324.
- Burke, M., Salvador, R., Smith-Crowe, K., Chan Serafin, S., Smith, A., & Sonesh, S. (2011). The dread factor: How hazards and safety training influence learning and performance. *Journal of Applied Psychology*, 96(1), 46–70.
- Burke, M., Scheuer, M., & Meredith, R. (2007). A dialogical approach to skill development: The case of safety skills. *Human Resource Management Review*, 17, 235–250.
- Cámara Chilena de la Construcción (2012) “Impacto de la Capacitación sobre las Remuneraciones”.
- Cameron, C., & Trivedi, P. (1999). *Regression analysis of count data*. Cambridge: University Press.
- Cameron, C., & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics using Stata*. College Station, TX: Stata Press.
- Cohen, A., & Colligan, M. (1998). *Assessing occupational safety and health training: A literature review*. DHHS (NIOSH) Publication No. 98-145.
- De Grip, A., Sauermann, J. 2012. The effects of training on own and co-worker productivity: Evidence from a field experiment. *The Economic Journal*, 122(560): 376-399.
- Destré, G., Garboua, L., Sollogoub, M. 2008. Learning from experience or learning from others? Inferring informal learning from a human capital earnings function with matched employer-employee data. *The Journal of Socio-Economics*, 37(3): 919-938.
- Distelhorst, G., Hainmueller, J., & Locke, R. M. (2014). Does lean improve labor standards? Capability building and social performance in the Nike supply chain. *Watson Institute for International Studies Research Paper*, (2013-09).
- Hardison, D., Behm, M., Hallowell, M. R., & Fonooni, H. (2014). Identifying construction supervisor competencies for effective site safety. *Safety science*, 65, 45-53.
- Fan, D., Lo, C. K., Ching, V., & Kan, C. W. (2014). Occupational health and safety issues in operations management: A systematic and citation network analysis review. *International Journal of Production Economics*, 158, 334-344.

- Finneran, A., Hartley, R., Gibb, A., Cheyne, A., & Bust, P. (2012). Learning to adapt health and safety initiatives from mega projects: an Olympic case study. *Policy and Practice in Health and Safety*, 10(2), 81-102.
- Gubéran, E., & Usel, M. (1998). Permanent work incapacity, mortality and survival without work incapacity among occupations and social classes: a cohort study of ageing men in Geneva. *International Journal of Epidemiology*, 27(6), 1026-1032.
- Hinze, J., & Gordon, F. (1979). Supervisor-worker relationship affects injury rate. *Journal of the Construction Division*, 105(3), 253-262.
- Jiang, Z., Fang, D., & Zhang, M. (2014). Understanding the causation of construction workers' unsafe behaviors based on system dynamics modeling. *Journal of Management in Engineering*, 31(6), 04014099.
- Kines, P., Andersen, L. P., Spangenberg, S., Mikkelsen, K. L., Dyreborg, J., & Zohar, D. (2010). Improving construction site safety through leader-based verbal safety communication. *Journal of safety research*, 41(5), 399-406.
- Kines, P. (2002). Construction workers' falls through roofs: Fatal versus serious injuries. *Journal of Safety Research*, 33(2), 195-208.
- Larsson, T. J., & Field, B. (2002). The distribution of occupational injury risks in the Victorian construction industry. *Safety Science*, 40(5), 439-456.
- Lingard, H. C., Cooke, T., & Blismas, N. (2009). Group-level safety climate in the Australian construction industry: within-group homogeneity and between-group differences in road construction and maintenance. *Construction management and economics*, 27(4), 419-432.
- Manuele, F.A., 2011. Reviewing Heinrich: dislodging two myths from the practice of safety. *Professional Safety* 56, 52-61.
- Marshall, P., Hirmas, A., Singer, M. 2017. Heinrich's Pyramid and Occupational Safety: A Statistical Validation Methodology. *Safety Science*.
- Mas, A., & Moretti, E. 2009. Peers at work. *American Economic Review*, 99(1): 112-145
- Nash, J., 2008. Preventing death on the job: did Heinrich get it wrong. *Industrial Safety & Hygiene News* 42, 18-18.
- Nie, H., & Zhao, H. (2015). Financial leverage and employee death: Evidence from China's coalmining industry.
- Pouliakas, K., & Theodossiou, I. (2013). The economics of health and safety at work: an interdisciplinary review of the theory and policy. *Journal of Economic Surveys*, 27, 167–208, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-6419.2011.00699.x>.
- Robson, L., Stephenson, C., Schulte, P., Amick, B., Chan, S., Bielechy, A., et al. (2010). A systematic review of the effectiveness of training and education for the protection of workers. Report mandated by the Institute for Work & Health (IWH — Canadian Agency) and National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH — US Agency).
- Rodriguez, J., y Urzúa, S. 2010. "Evaluación de los programas de capacitación en Chile". Estudio encargado por la Comisión Revisora del Sistema de Capacitación e Intermediación Laboral.
- Salas, E., & Cannon-Bowers, J. (2001). The science of training: A decade of progress. *Annual Review of Psychology*, 52, 471–499.
- Shohet, I. M., & Laufer, A. (1991). What does the construction foreman do?. *Construction Management and Economics*, 9(6), 565-576

- Tecka, A. G. P., Abdullah, M. N., Asmonib, M., Misnanb, M. S., Jaafarb, M. N., & Meib, J. L. Y. (2015). A Review on the Effectiveness of Safety Training Methods for Malaysia Construction Industry.

## 8. Anexos

### 8.1. Anexo 1: Tablas de resultados

Tabla 6: Tratamiento con seis meses de lapso

Variable Endógena	Resultados							
	Siniestros							
Forwards	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Tratamiento	<b>-0.2179</b> *	<b>-0.3584</b> **	<b>-0.4123</b> **	<b>-0.2411</b> *	<b>-0.2235</b>	<b>-0.1247</b>	<b>-0.1160</b>	<b>0.1307</b>
	(-1.73)	(-2.24)	(-2.50)	(-1.71)	(-1.56)	(-0.81)	(-0.70)	(0.63)
Efecto fijo tiempo	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Efecto fijo sucursal	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Efecto fijo rubro	No	No	No	No	No	No	No	No
Efecto fijo región	No	No	No	No	No	No	No	No
Número de observaciones	828	792	756	720	664	610	576	541
Variables	Coeficiente (t-test)							

Esta tabla tiene como variable dependiente el número de accidentes de cada sucursal y como variables independientes si la sucursal fue capacitada entre los periodos -1 y -6 tiempo y sucursal. Para llevar a cabo este modelo se eliminaron todas las sucursales que no contaban con capacitación en algún momento del tiempo. Errores robustos.

\*\*\* 99% significancia  
 \*\* 95% significancia  
 \* 90% significancia

### 8.2. Anexo 2: Modelos econométricos en su forma extendida

En esta sección detallamos el funcionamiento de los modelos econométricos utilizados en el informe. Si bien todos los modelos toman como tratamiento un periodo de 5 meses, estos varían dependiendo del horizonte que queremos evaluar.

$$\text{número de accidentes}_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t} \quad (1)$$

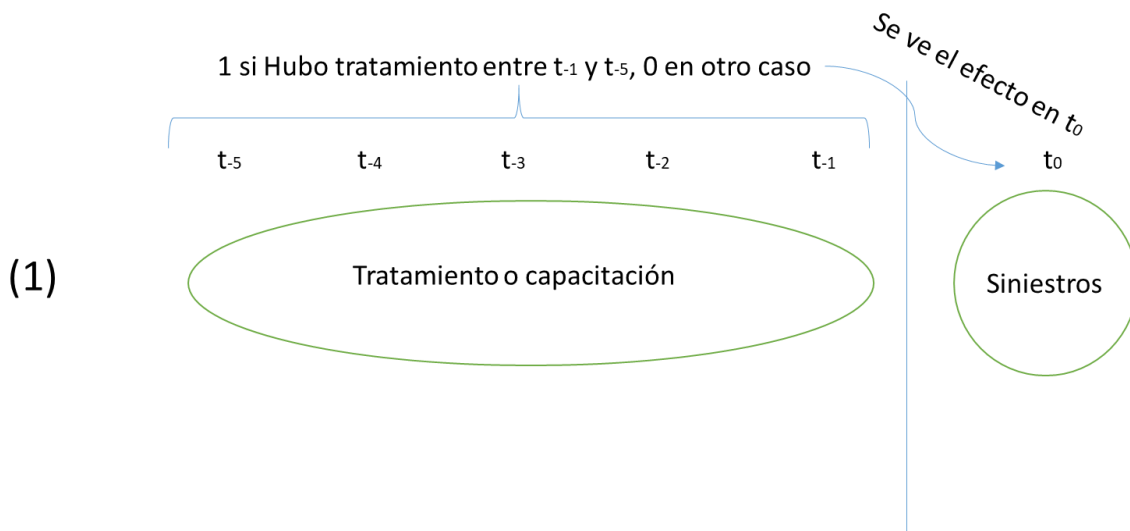


Ilustración 3

número de accidentes  $i,t+1 = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t} \quad (2)$

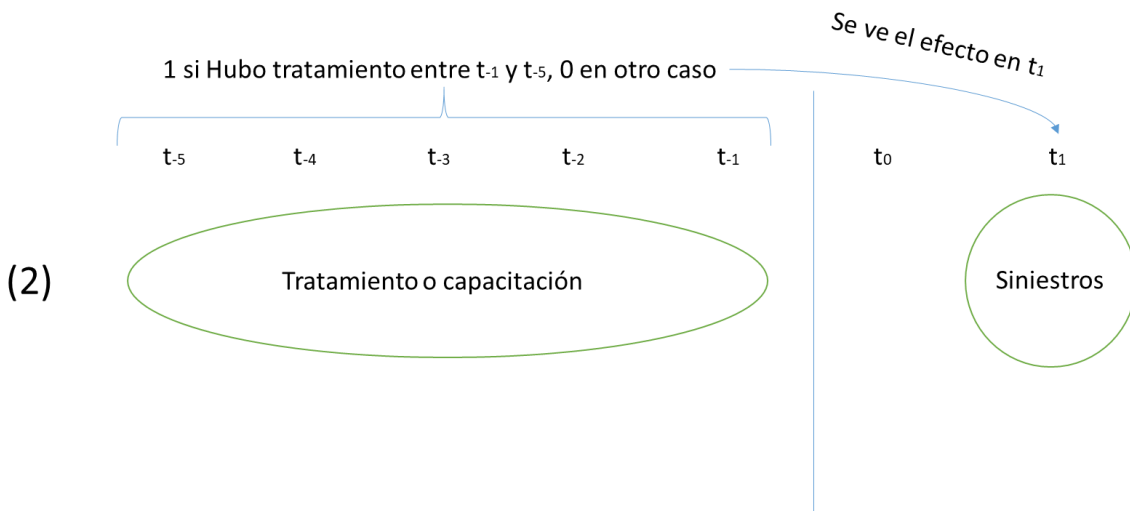


Ilustración 4

número de accidentes  $i,t+2 = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t} \quad (3)$

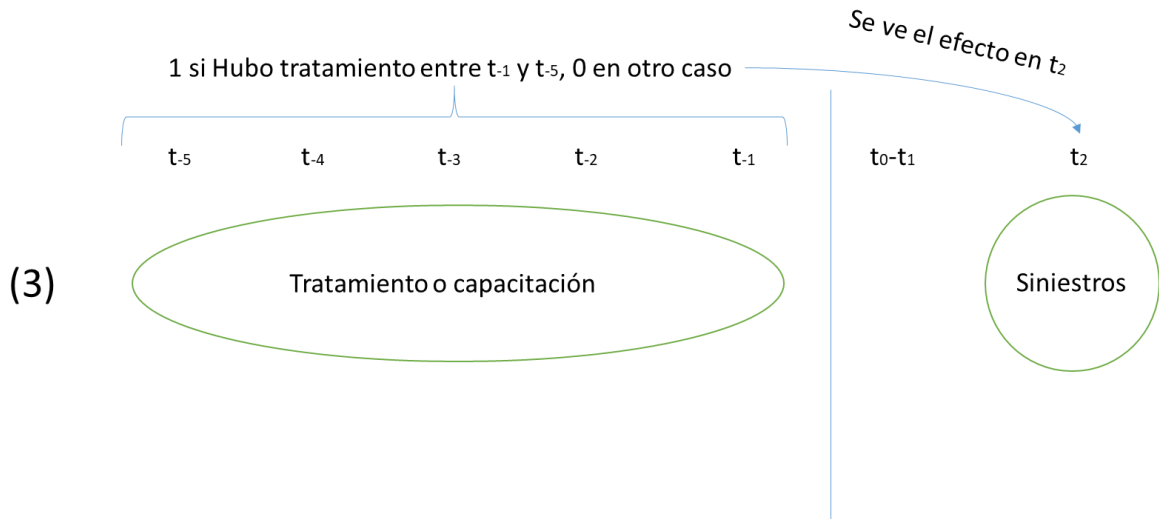


Ilustración 5

número de accidentes $_{i,t+3} = \beta_0 + \beta_1 * (Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-1} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-2} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-3} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-4} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-5}) + controles + \mu_{i,t}$  (4)

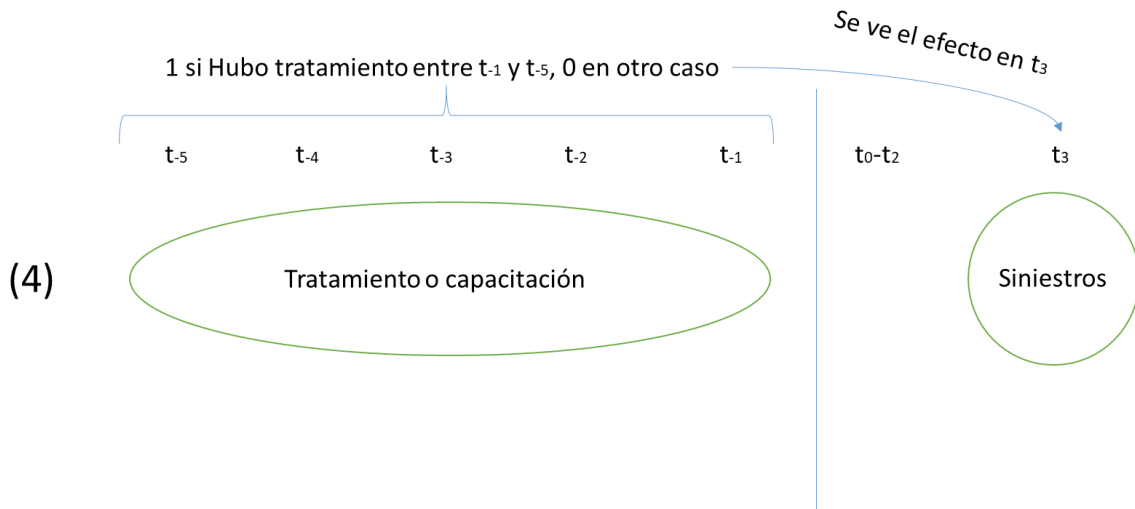


Ilustración 6

número de accidentes $_{i,t+4} = \beta_0 + \beta_1 * (Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-1} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-2} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-3} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-4} + Dummy\ si\ hubo\ capacitación_{i,t-5}) + controles + \mu_{i,t}$  (5)

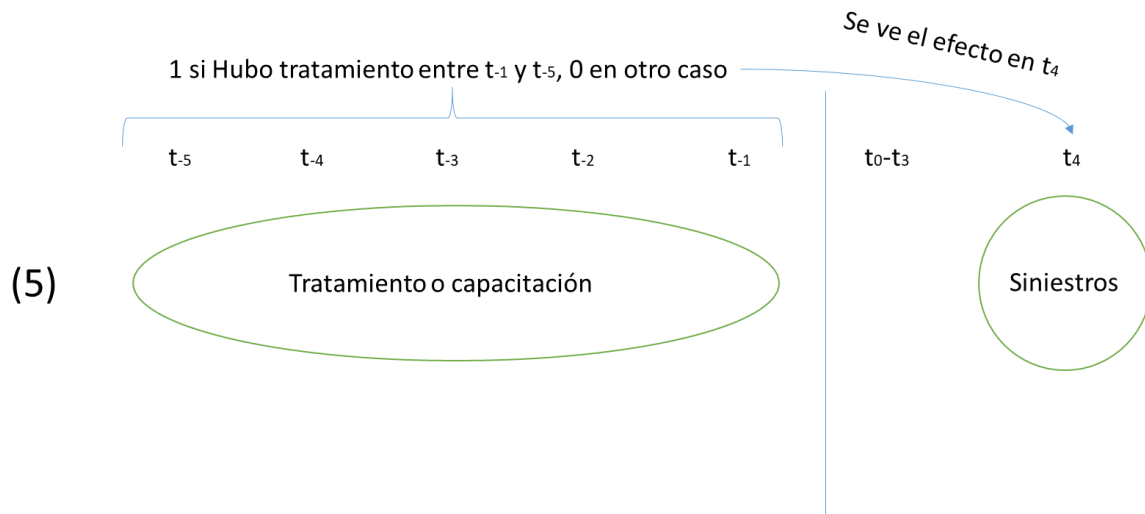


Ilustración 7

número de accidentes  $i,t+5 = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t}$  (6)

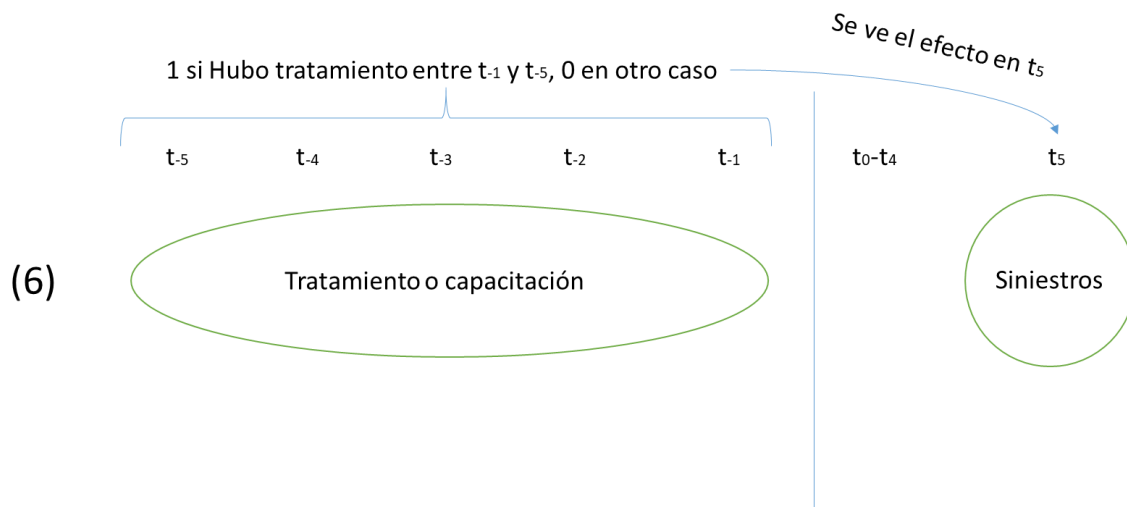


Ilustración 8

número de accidentes  $i,t+6 = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t}$  (7)

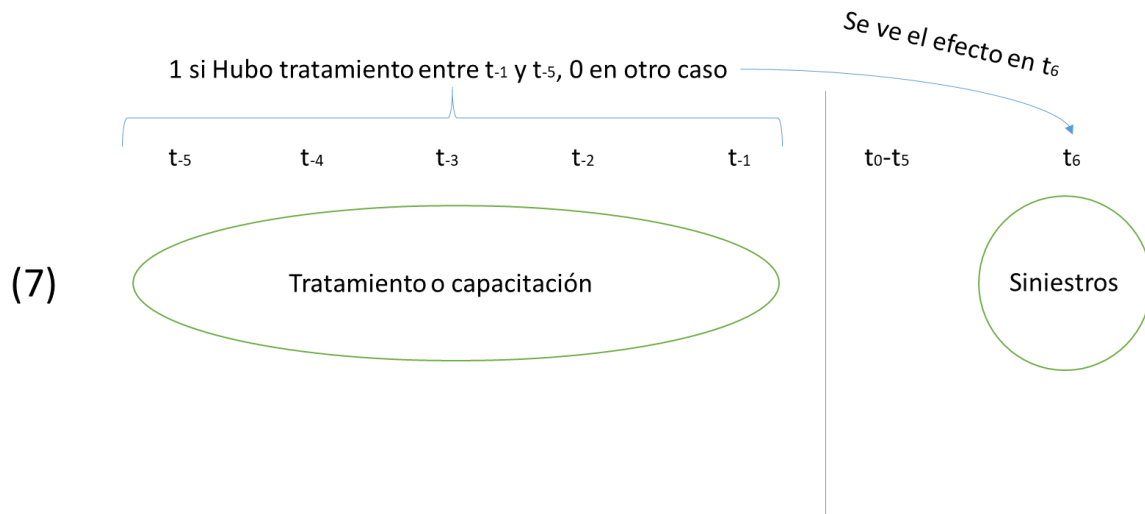


Ilustración 9

número de accidentes  $i,t+7 = \beta_0 + \beta_1 * (\text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-1} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-2} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-3} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-4} + \text{Dummy si hubo capacitación}_{i,t-5}) + \text{controles} + \mu_{i,t}$  (8)

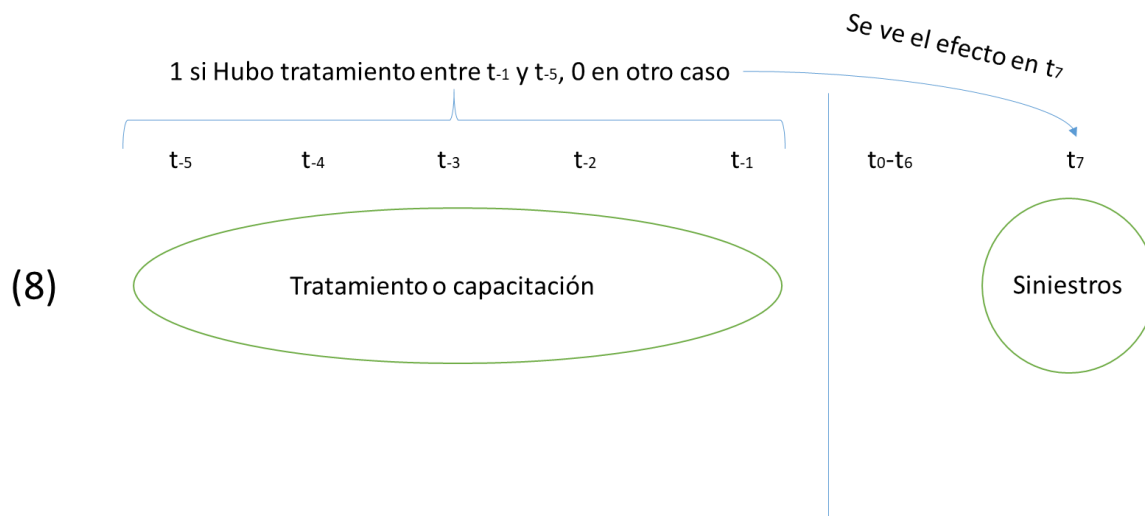


Ilustración 10

### 8.3. Anexo 3: Sucursales por región

En la Tabla 7 se puede ver el número de sucursales que hay por región, en el área de la construcción, que han tenido al menos 1 accidente en el periodo comprendido entre el 2015 y 2017.

Tabla 7

Región	Sucursales	Proporción
1	22	2%
2	50	4%
3	28	2%
4	39	3%
5	112	9%
6	44	3%
7	52	4%
8	165	13%
9	41	3%
10	39	3%
11	0	0%
12	4	0%
13	716	55%
14	20	2%
15	13	1%

#### 8.4. Anexo 4: Sucursales por empresa

En la Tabla 8 se muestra el número de sucursales por empresa que han tenido uno o más accidentes entre los años 2015-2017 para el rubro de la construcción.

Tabla 8

Sucursales por empresa	Número de empresas
1	345
2	140
3	56
4	26
5	14
6	4
7	7
8	5
9	6
10	3
Más de 10	14